



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Konstruktionen in Holz**

**Warth, Otto**

**Leipzig, 1900**

Achtes Kapitel. Die Dächer.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77962](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77962)

## Die Dächer.

## § 1.

## Einleitung.

Der Zweck des Daches ist, das Gebäude gegen die atmosphärischen Niederschläge und deren Einwirkungen zu schützen. Um diesen Zweck zu erreichen, muß das Dach geneigte Flächen besitzen, die undurchdringlich sind für Regen und Schnee, und häufig auch Hitze und Kälte abhalten sollen. Das Deckmaterial, das diese Dachflächen bildet, muß deshalb wetterbeständig, und soll nicht feuergefährlich sein, um die Weiterverbreitung des Feuers bei ausbrechenden Bränden zu verhindern.

Das Dachgerüst, dessen Konstruktion in diesem Kapitel zu behandeln ist, ist zur Aufnahme des Deckmaterials bestimmt, weshalb sich seine Konstruktion nach diesem richten muß, woraus folgt, daß wesentlich verschiedene Deckmaterialien auch verschiedene Konstruktionen des Dachgerüsts bedingen. Dies bezieht sich aber hauptsächlich nur auf diejenigen Teile, die zur unmittelbaren Aufnahme des Deckmaterials bestimmt sind, als Lattungen, Schalungen u. s. w. Die übrigen Konstruktionsteile sind zwar auch, was die Neigung der Dachflächen und die durch das Gewicht der Deckmaterialien bedingten Holzstärken anbelangt, mehr oder weniger von dem Deckmaterial abhängig, doch treten hier noch andere Umstände bedingend auf, so daß oft eine und dieselbe Dachstuhlkonstruktion für verschiedene Deckungsarten anwendbar ist.

Nicht allein in technischer, sondern auch in formaler Beziehung ist das Dach als wesentlicher Teil eines Bauwerkes von großer Bedeutung, da seine Form einen großen Einfluß auf die äußere Erscheinung des Gebäudes ausübt. Bei manchen Gebäudegattungen, als Villen, Schlössern u. s. w., sind die Dachformen nicht gerade als ein Ergebnis der Anlage oder des Grundrisses anzusehen, sondern umgekehrt wird schon bei der Grundform des Gebäudes auf die Dachformen und auf die Wirkung, die man durch sie zu erreichen sucht, Rücksicht genommen.

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

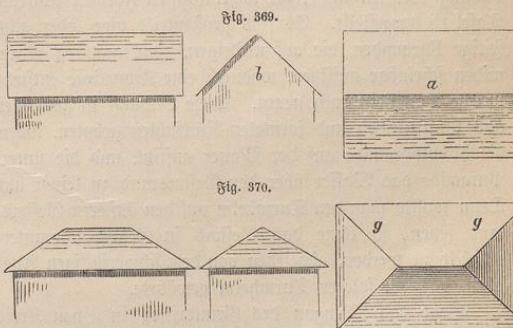
Ob nun die Beschaffenheit des Deckmaterials oder die Benutzung und Verwertung des Dachraumes oder formale Rücksichten die Form des Daches bestimmen, immer wird es Aufgabe sein, die Konstruktion des Dachgerüsts den statischen Bedingungen entsprechend auszugestalten.

## § 2.

## Die Dachformen.

Bezüglich der Form der Dächer müssen wir im allgemeinen solche mit ebenen und solche mit gebogenen Flächen unterscheiden. Ferner solche, die im Grundriß nur ausspringende Winkel zeigen, von denen, bei welchen auch einspringende Winkel vorkommen. Erstere kann man einfache, letztere zusammengesetzte Dächer nennen.

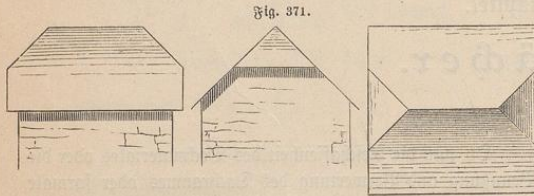
Das Satteldach, die Grundform der Dachbildungen, besteht aus zwei gegeneinander geneigten, sich in einer Firstlinie *a*, Fig. 369, schneidenden Flächen, die in der Längsrichtung durch die Giebelwände *b* begrenzt sind. Das Satteldach wird deshalb auch Giebeldach genannt.



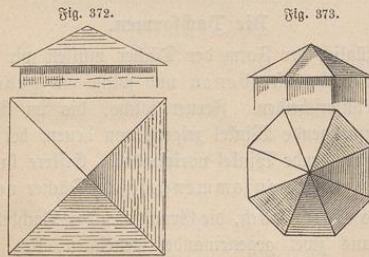
Beim Walmdach, Fig. 370, werden die lotrechten Dachgiebel ebenfalls durch geneigte Dachflächen, die Walmseiten, ersetzt, die sich mit den Langseiten in Gräten *g*



schneiden. Ein solches Dach heißt ein ganzes Walmdach, wenn die Trauflinien der Lang- und der Walmsseiten in einer Horizontalebene liegen, und halbes oder Knüppel-Walmdach, Fig. 371, wenn die Trauflinien der Walmsseiten höher, gewöhnlich auf der halben Höhe der Langseiten liegen, von den Dachgiebeln also die unteren Teile noch vorhanden sind. Der Punkt, in dem sich die beiden Gräte und die Firsklinie schneiden, heißt der Anfallspunkt.



Beim Zeltdach fallen die beiden Anfallspunkte eines Walmdaches in einen zusammen, die Firsklinie verschwindet, und das Dach nimmt die Gestalt einer Pyramide an, Fig. 372 und 373.

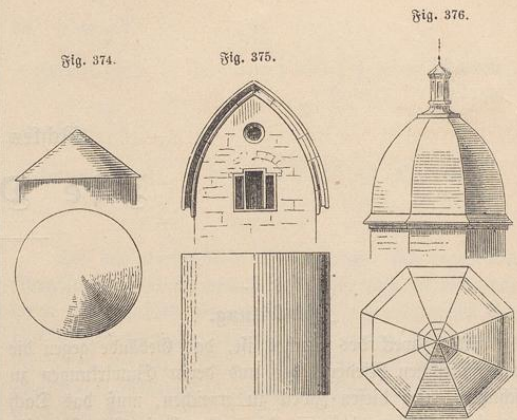


Bei sehr steilen Dachneigungen wird das Zeltdach zum Turm- oder Helmdach, das sehr verschiedene Ausbildung erhalten kann; die wesentlichsten Formen sind auf Tafel 18 dargestellt. Es sind größtenteils vier- oder achtseitige Pyramiden, die auf niedrigen, abgestumpften Pyramiden scheinbar aufsitzen, wodurch eine Kranzlinie entsteht, welche man Leistbruch nennt. Diese Bildung ist zum Teil aus konstruktiven und formalen Rücksichten geboten, indem die Hauptpyramide auf der Mauer aufsitzt, und die untere Pyramide das Wasser über den Gesimsrand zu leiten hat. Denn wollte man den Turmhelm auf den äußeren Gesimsrand setzen, so käme das Gesims in Gefahr, heruntergedrückt zu werden, abgesehen von dem schwerfälligen Aussehen, das ein solcher Turmhelm gewährte.

Geht das Polygon des Grundrisses in einen Kreis über, dann verschwinden die Gräte des Zeltdaches und dieses wird zum Kegeldach, Fig. 374.

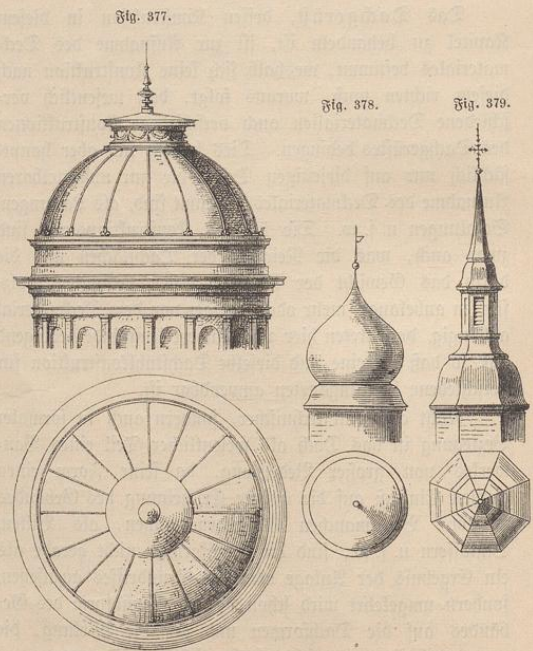
Dieselbe Entwicklungsreihe ergibt sich bei gebogenen Dachflächen; das Satteldach heißt dann Bohlen- oder

Tonnendach, Fig. 375, das Walmdach Louvredach, und das Zeltdach Dachhaube, oder bei größeren Abmessungen Kuppeldach, Fig. 376 und 377, und Tafel 19, Fig. 6 und 8. Gekrümmte Dächer mit zusammengesetzt



gekrümmten Dachflächen, Fig. 378 und 379, werden auch Glocken-, Zwiebel- und Kaiserdächer genannt.

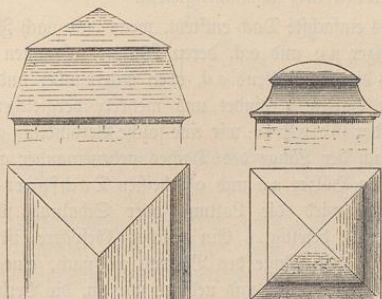
Tafel 19 giebt einige reichere Dachaufbauten, bei denen verschiedene Dachformen kombiniert sind.





Werden beim Sattel-, Walm- oder Zeltbad die Dachseiten so gebrochen, daß die unteren Teile steiler als die oberen liegen, so heißen solche Dächer Manjarbedächer, nach dem französischen Architekten Manjarde (1625 bis 1708), dem Erbauer des Versailler Schlosses, Fig. 380.

Fig. 380.



Sheddächer, Fig. 381 (Sägedächer), sind aus einer beliebigen Anzahl unregelmäßiger Satteldächer zusammengesetzt, und werden zur Bedachung größerer Werkstätten, Ausstellungsgebäuden und dergl. angewendet, wobei gewöhnlich die nach Norden gerichteten, steileren Dachflächen mit Glas eingedeckt werden, wodurch auch den größten Räumen gleichmäßige, ruhige und volle Beleuchtung zugeführt wird.

Fig. 381.

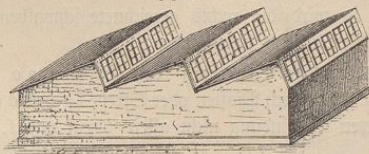
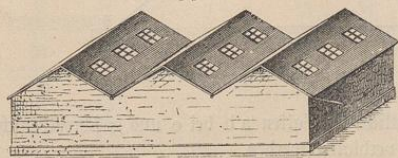


Fig. 382 zeigt das zusammengesetzte Satteldach bei gleichen Dachneigungen, das wie das Sheddach zur Überdeckung größerer Räume gewählt wird, um statt eines großen Dachstuhlles mehrere kleinere auszuführen.

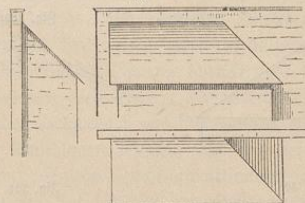
Fig. 382.



Pultdächer, Fig. 383, sind halbe Satteldächer; dieselben können Giebel haben oder abgewalmt sein, wie dies in der Figur angedeutet ist.

Im allgemeinen hat bei diesen Dachformen der Winkel, den die Dachflächen mit dem Horizonte bilden, keinen Einfluß auf die Benennung; doch unterscheidet man flache und steile Dächer. Sind die Neigungen so gering, daß man ohne Unbequemlichkeit auf den Dächern umhergehen kann, so nennt man sie Altandächer oder Terrassendächer.

Fig. 383.



Noch müssen wir einiger Dachbenennungen gedenken, die sich auf die Größe der Neigung der ebenen Dachflächen beziehen, obgleich sie wenig gebräuchlich sind. So nennt man wohl ein Dach, bei welchem die senkrechte Höhe des im Querschnitte eines Satteldaches entstehenden Dreieckes größer als die Grundlinie ist, ein altgotisches Dach, Fig. 384. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt

Fig. 384.

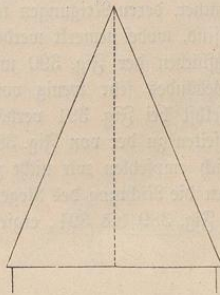


Fig. 385.

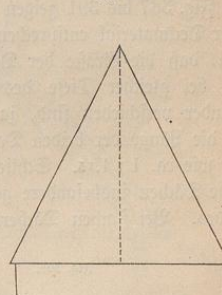


Fig. 386.

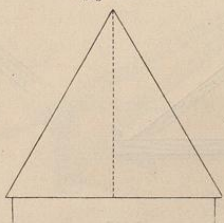
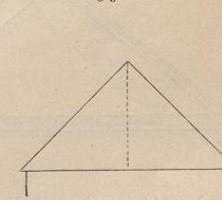


Fig. 387.



das Dach ein altd deutsches, Fig. 385, und ist das entstehende Dreieck ein gleichseitiges, ein altfranzösisches, Fig. 386. Ist endlich die Höhe gleich der halben Grundlinie, so heißt das Dach ein neudeutsches oder ein Winkeldach, Fig. 387. Doch sind, wie schon bemerkt,



diese Benennungen ziemlich außer Gebrauch, und man bezeichnet die Neigung der Dachflächen allgemein durch das Verhältnis der Höhe zur Breite oder „Tiefe“ desselben, wobei man aber immer das Satteldach zu Grunde legt, und spricht daher von einem Drittel-, Viertel- u. s. w. Dache, je nachdem die Höhe  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  u. s. w. der Tiefe des Daches beträgt. Danach wäre Fig. 388 ein Dritteldach,

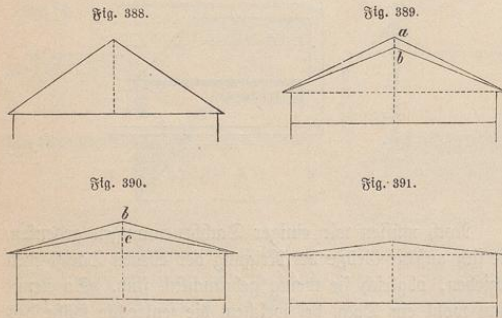
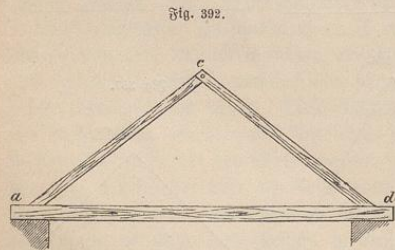


Fig. 389 a ein Viertel- und Fig. 389 b ein Fünftel-Dach, Fig. 390 b ein Achtel- und Fig. 390 c ein Zwölftel-Dach. Endlich ist in Fig. 391 ein Zwanzigsteldach dargestellt. Die Fig. 387 bis 391 zeigen Dächer, deren Neigungen für unser Deckmaterial entsprechend sind, wobei bemerkt werden muß, daß die Größe der Dachflächen der Fig. 390 und 391 bei gleicher Tiefe des Gebäudes sehr wenig voneinander verschieden sind, ja selbst bei Fig. 391 verhält sich die Länge der beiden Dachseiten zu der von Fig. 388 nur wie ca. 1 : 1,15. Schließlich empfehlen wir nicht zu flache Dächer, insbesondere gegen die Richtung des Regenwindes. Bei flachen Dächern, Fig. 389 bis 391, ergibt



sich die Anlage einer Kniewand von selbst, wenn der Speicherraum für Kammern u. s. w. ausgenutzt werden soll, und zwar wird deren Höhe mit der Abnahme der Größe des Neigungswinkels des Daches zunehmen und wird endlich Stockmauer, wenn das Dach ein Terrassendach wird.

§ 3.

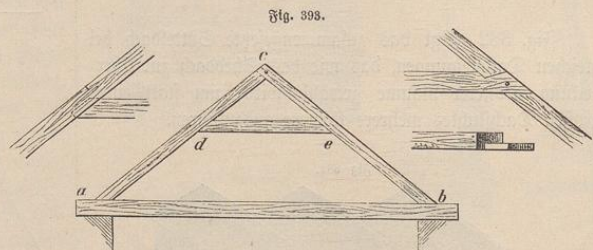
Dachverbände.

Bevor wir zur Beschreibung der verschiedenen Bildungen der Dächer übergehen, seien zunächst, der besseren Übersichtlichkeit wegen, die wesentlichsten Verbände der Dachkonstruktionen kurz zusammengestellt.

Das einfachste Dach entsteht, wenn man nach Fig. 392 zwei Hölzer a c und c d, deren Längen zusammen größer sind, als die des Balkens a d, oben miteinander und unten mit dem Balken verbindet und mehrere dergleichen Gespärre oder Gespärre, wie eine solche Verbindung genannt wird, nach der Länge des Daches nebeneinander aufstellt. Die beiden Hölzer a c und c d heißen Dachsparren und auf ihnen wird die Lattung oder Schalung für das Deckmaterial befestigt. Ein solches Gespärre ist seiner Tiefe, d. i. der Länge des Balkens a d nach, eine unverrückliche feste Figur, und nehmen wir an, die Verbindung der einzelnen Gespärre unter sich und mit den Giebeln sei ebenfalls eine feste und unverrückliche, so bildet das Dach ein, auf einer seiner Seitenflächen aufliegendes, dreiseitiges Prisma.

Werden die Sparren a c und b c, Fig. 393, so lang, daß sie sich einzubiegen suchen, so wird diese Einbiegung durch den Riegel d e verhindert. Soll dieser bloß eine Aussteifung der beiden Sparren bezwecken, so genügt die links der Figur angedeutete Verzäpfung, soll aber außerdem noch ein Verband der Sparrenpunkte d und e erzielt werden, so wird die rechts gezeichnete schwalbenschwanzförmige Verblattung angewendet.

Eine andere Absteifung der Sparren a c und b c zeigt Fig. 394, durch Pfosten oder Strebe f g und d e, welche zur festeren Verbindung nicht allein bei d und f, sondern



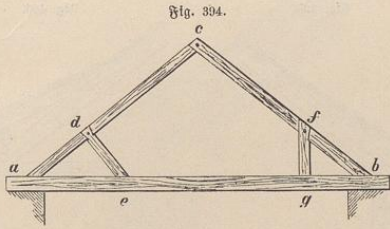
auch seitlich am Balken a b bei e und g schwalbenschwanzförmig verblattet werden.

Diese Absteifung der Sparren, welche insbesondere den steilen mittelalterlichen Dachstuhl angehört, ist in Fig. 395 insofern weiter ausgebildet, als außer den Pfosten d e und f g auch noch ein Riegel h i angebracht ist.

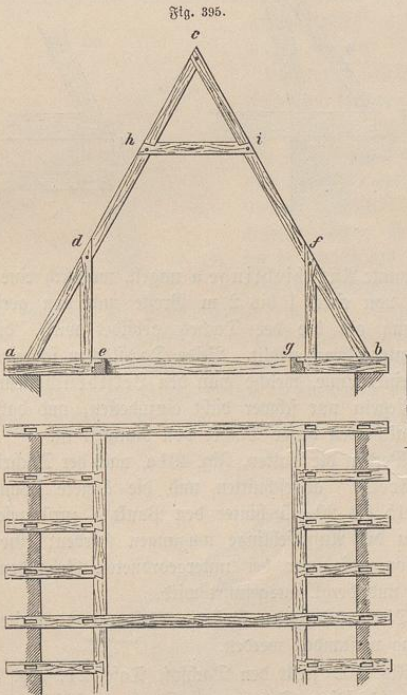


Durch diese Anordnung werden die Punkte d und f der Sparren ac und bc unterstützt, während die Punkte h und i versteift und miteinander verbunden werden.

Bei gewölbten Kirchen fand man die Herstellung eines vollständigen Speichergerüsts für überflüssig, weshalb man

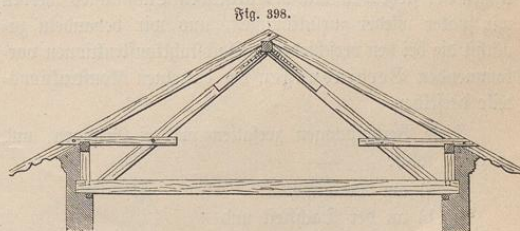
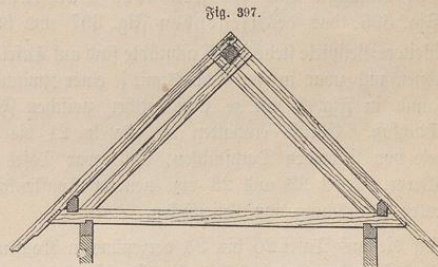
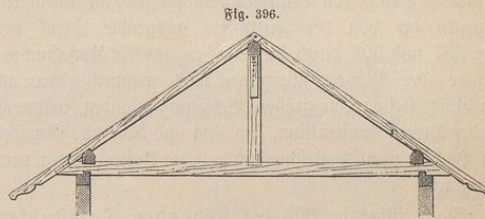


nur in Entfernungen von circa 3 bis 4 m durchgehende Balken annahm, und zwischen diese Wechsel einlegte, in welche die Stichbalken gegen das Herausziehen mittels schwalbenschwanzförmiger Blattzapfen eingesetzt wurden, wie dies Fig. 395 im Grundriß darstellt.



Für steile Dächer, deren Sparrenfüße in Balken eingezapft sind, ist die besprochene Unterstützung und Absteifung der Gespärre, was man den Querverband nennt, ganz besonders geeignet, indem keine starken

Hölzer, sondern nur solche von der Stärke der Sparren erforderlich sind, wodurch eine leichte Dachkonstruktion entsteht. Wenn nun auch hier der Querverband nichts zu wünschen übrig läßt, so ist dagegen der Längerverband nur auf den Zusammenhang der Gespärre mittels Lattung oder Schalung beschränkt. Anstatt nun jedes Gespärre für sich zu einer festen unverschieblichen Figur abzubinden, kann man eine andere Konstruktion wählen, welche darin besteht, daß sämtliche Sparren gemeinsame Unterstützung und Befestigung finden auf Hölzern (Pfeetten), welche die Richtung der Sparren durchkreuzen. Mit solchen Pfeetten wird ein weit besserer Längerverband des Daches erzielt, ist der Holzbedarf und Arbeitslohn ein geringerer, sowie das Aufschlagen leichter, als wie bei der älteren Konstruktion. Solche Dachkonstruktionen einfachster Art sind in den Fig. 396 bis 398 dargestellt, wobei die oberste



Pfette Firspitze, die beiden unteren Sattelschwellen genannt werden. Die Pfeetten, welche bei größerer Sparrenlänge, als bei obenstehenden Figuren, zwischen Firspitze und Sattelschwelle zu liegen kommen, heißen Zwischenpfeetten. Während die ältere Konstruktion, Fig. 395, sich vorzugsweise für steile Dächer eignet, deren Sparren unten



in Balken eingezapft sind, eignet sich die Anlage von Pfetten ganz besonders für Dächer mit sogenannten Kniewänden oder Kniestöcken, Fig. 398.

Hat die Firstpfette außer den Endunterstützungen auf Giebelmauern noch eine oder mehrere Zwischenunterstützungen, je nach der Länge des Daches, nötig, so entsteht der Bund, Binder, Dachbinder. Dieser ist in der einfachsten Weise bei Fig. 396 bloß aus einem Pfosten, Bundpfosten, mit zwei Bügen gebildet, während er bei Fig. 397 aus zwei Streben und bei Fig. 398 aus diesen nebst vier Bügen und zwei Zangen zur Feststellung der Sattelschwelle besteht. Die Entfernung der Binder voneinander beträgt circa 3 m; wird jedoch die Firstpfette, wie bei Fig. 396 und 398 noch durch Büge oder Kopfbänder gestützt, so kann man die Binder auf 5 m entfernt anordnen. Bei Fig. 396 hat der Balken, beziehungsweise eine darunter befindliche Stütze, den Druck des Bundpfostens aufzunehmen, wogegen der von der Firstpfette ausgeübte Druck bei Fig. 397 und 398 durch die Streben auf die Umfassungswände oder Mauern übertragen wird, wodurch letztere an den Binderstellen eine größere Belastung erfahren, während bei der älteren Konstruktion, Fig. 394 und 395, das Gewicht des Daches ziemlich gleichmäßig auf die Außenmauern verteilt wird.

Das einfachste Bild des stehenden Dachstuhles zeigt Fig. 396, das des liegenden Fig. 397 und 398.

Weitere Beispiele stehender Dachstühle sind auf Tafel 20 verzeichnet, und zwar in Fig. 2 bis 3 mit je einer Zwischenpfette und in Fig. 1 mit je zwei solcher zwischen First und Dachfuß. Ebenso enthalten die Tafeln 21 bis 23 Beispiele von liegenden Dachstühlen, und zwar Tafel 21 von älterer, Tafel 22 und 23 von neuerer Konstruktion und unter Anordnung von Kniestöcken.

Auf die auf Tafel 20 bis 23 verzeichneten Konstruktionen des stehenden und des liegenden Dachstuhles werden wir später wieder zurückkommen, und wir behandeln zunächst die bei den verschiedenen Dachstuhlkonstruktionen vorkommenden Verbindungen der einzelnen Konstruktionsteile derselben.

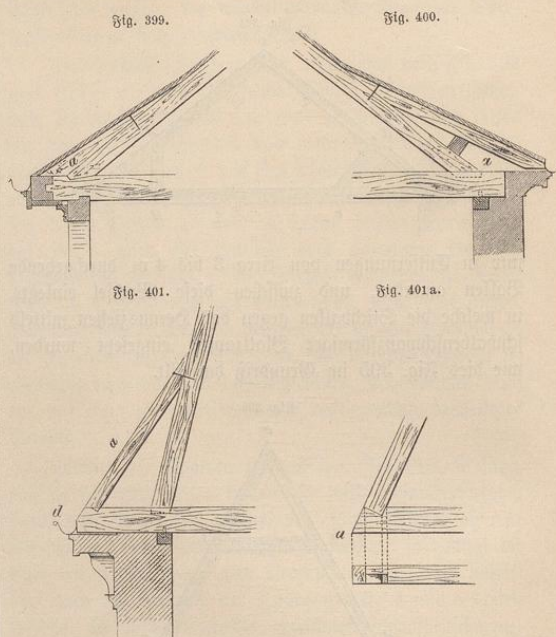
Diese Verbindungen zerfallen in drei Gruppen, und zwar in solche

- a) am Dachfuße,
- b) an der Dachfirst und
- c) an der Pfette.

#### a) Verbindungen am Dachfuße.

Betrachten wir zunächst den Fall, bei welchem die Sparren in die betreffenden Deckebalken mittels der bekannten Verbindungen der Verzäpfung, oder Verzapfung und

Verzapfung eingesetzt sind, Fig. 392 bis 395. Hierauf beziehen sich die Fig. 399 bis 402. Nachdem die Gespäre aufgerichtet sind, ist noch eine Vorkehrung zu treffen zum Ableiten des Regenwassers über den Gesimsrand des Gebäudes, welche darin besteht, daß man auf die Sparren



genannte Aufschieblinge *a* nagelt, wodurch eine Dachfläche von circa 1 bis 2 m Breite und von geringerer Neigung als die des Daches gebildet wird, die den genannten Zweck erfüllt. Beide Dachflächen schneiden sich nach einer Linie, welche man den Leistbruch nennt, der mit Ziegeln nur schwer dicht einzudecken, und daher für die Haltbarkeit dieser Dächer von Nachteil ist.

Werden die Balken, Fig. 401a, nach der Dachrichtung „dachrecht“ abgeschnitten und die äußere Wandfläche circa 15 bis 20 cm hinter den Punkt *a* zurückgesetzt, so können die Aufschieblinge umgangen werden; eine Konstruktion, die nur bei untergeordneten Gebäuden, Remisen und dergl. ausgeführt wird.

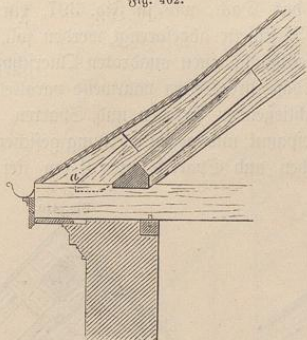
Die angedeuteten Gesimse dürften ohne weitere Erklärung verstanden werden.

Fig. 402 stellt den Dachfuß Tafel 21, Fig. 1, dar mit Aufschiebling, Sparren und Strebe, welche letztere nebst den sie absteigenden beiden Bügen sich in die Sattelschwelle einzapfen, die den Zweck hat, den Druck der Dachbinder auf den Balken, beziehungsweise auf der Mauer, gleichmäßig zu verteilen.



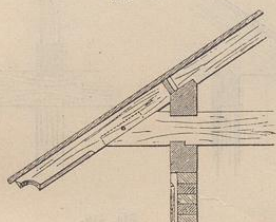
Werden die Sparren nicht in die Balken eingesetzt, sondern zur Gefälsbildung über die Mauer verlängert, so entstehen Konstruktionen nach den Fig. 403 bis 405.

Fig. 402.



Dabei werden die Sparren auf die Sattelschwelle aufgekämmt, Fig. 403 und 404, oder aufgefälselt, Fig. 405,

Fig. 403.

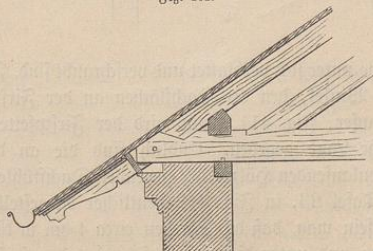


und außerdem mit 18 cm langen Nägeln, „Leistnägeln“, befestigt.

Außerdem können sie mit den Balken verzapft, Fig. 403, oder schwalbenschwanzförmig verblattet werden, Fig. 404. Bei letzterer Figur ist auch der Strebefuß des Dachbinders angedeutet.

Ist es nicht möglich, der Sattelschwelle eine feste Lage auf dem Gebälke zu verschaffen, so wird sie auf die mittels Platten abgegliche Mauer gelegt und mit circa 1,20 bis 1,50 m langen Anfern gefaßt, welche 2,0 bis 3,0 m entfernt angeordnet werden, Fig. 405.

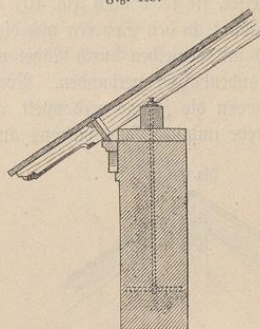
Fig. 404.



Bei Kniewänden ist die Sattelschwelle auf kurzen Pfosten, „Kniewandpfosten“, aufzuzapfen, welche selbst wieder in die betreffenden Bundbalken eingezapft sind. Die

Entfernung der Kniewandpfosten richtet sich nach der Entfernung der Dachbinder, mit welchen sie im Zusammenhange stehen, und außerdem werden sie an den Wiederkehren der Sattelschwellen angeordnet.

Fig. 405.



Obgleich diese Pfosten meistens eingemauert werden, so ist doch zur Erhaltung der unverschiebbaren Lage der Sattelschwelle eine Verbindung derselben mit der Strebe

Fig. 406.

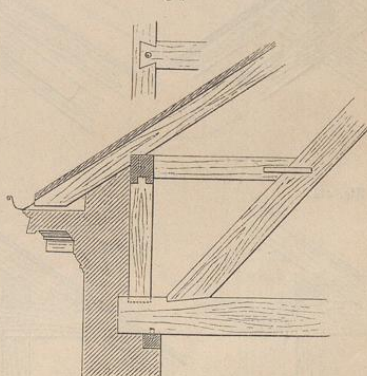
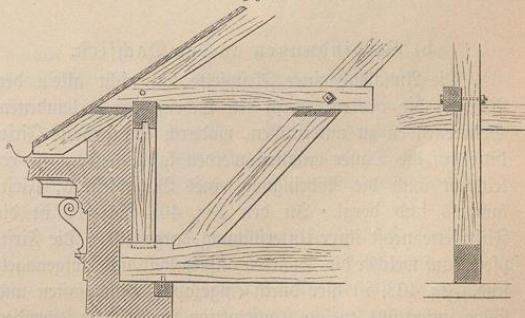


Fig. 407.

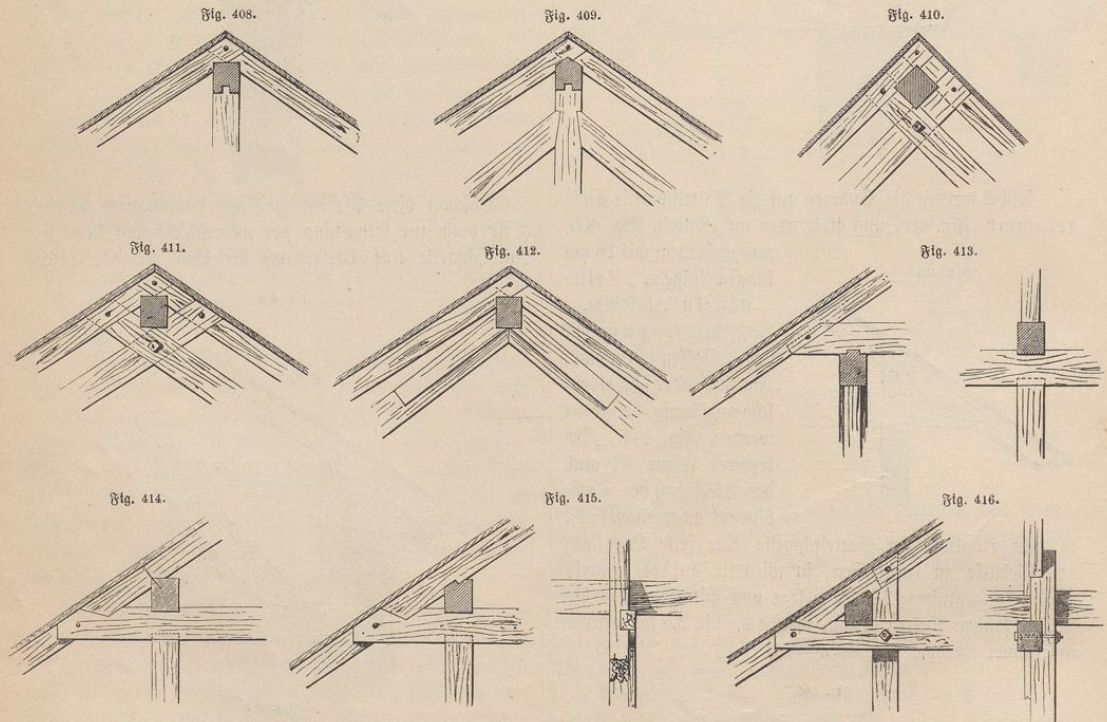




oder einem Pfosten des Dachbinders nötig, welche durch ein Holzstück, „Zange“ genannt, Fig. 406 und 407, erreicht wird. Diese Zange kann entweder nach Fig. 406 mit der Sattelschwelle schwalbenschwanzförmig verblattet und mit der Strebe durch eine eiserne Klammer verbunden werden, oder besser, sie wird nach Fig. 407 auf die Sattelschwelle aufgefämmt, in den Sparren und die Strebe etwas eingelassen und mit denselben durch Nägel oder — solider — durch Schraubenbolzen verbunden. Noch vorteilhafter wird es sein, wenn die Zange verdoppelt, oder zu beiden Seiten der Strebe und des Bundsparrens angebracht wird.

Dachstuhl, Fig. 396, bereits angedeutet haben. Anstatt des Bundspfostens ist in Fig. 409 eine Hängegäule angenommen, welche durch Streben, mit Verfassungen und Zapfen versehen, abgesprengt ist.

Wenn das Dach, wie in Fig. 397, ein Winkeldach ist und die Firstpfette abgesprengt werden soll, dann giebt man ihr zweckmäßig einen quadraten Querschnitt und eine solche Lage, daß ihre Seiten paarweise parallel laufen mit den sie einschließenden Streben und Sparren. Die Pfette ist fest eingespannt und gegen Drehung gesichert, indem sie in die Streben und Sparren circa 3 cm tief eingelassen



#### b) Verbindungen an der Dachfirst.

Die Annahme einer Firstpfette hat nicht allein den Vorteil, die oberen, durch den Scherzapfen verbundenen, Sparrenenden zu unterstützen, wodurch eine genaue Firstlinie auf die Dauer erhalten werden kann, sondern sie erleichtert auch die Anbringung eines Blitzableiters, Firstkammes und dergl. In den Fig. 408 bis 412 ist die Firstpfette nebst ihrer Unterstützung dargestellt. Die Firstpfette, auf welcher die Sparren aufgefämmt und aufgenagelt sind, Fig. 408, ist hier durch eingezapfte Bundspfosten und Büge unterstützt, welche Konstruktion wir bei dem stehenden

ist, welche unter sich verblattet und verschraubt sind, Fig. 410. Ist der Winkel, den die Dachflächen an der First bilden, ein stumpfer, Fig. 411, dann wird der Firstpfette die gewöhnliche Lage gegeben. Endlich sind die an der First zusammenlaufenden Hölzer der liegenden Dachstühle, Fig. 1 bis 2, Tafel 23, in Fig. 412 deutlicher dargestellt, wozu bemerkt sein mag, daß die Streben circa 4 cm in die Pfette eingreifen und unter dieser stumpf aneinander stoßen.

#### c) Verbindungen an den Zwischenpfetten.

Diese Verbände sind sehr verschieden, je nachdem der Dachstuhl ein stehender oder liegender ist, mit oder ohne



Zwischengebälk, „Kehlggebälk“; ferner ob das Dachgebälk unterstützt ist, oder durch den Dachstuhl getragen werden muß. Außer dem Bundsparren sind bei der Pfette zu verbinden die stützenden Verbandstücke, als: Pfosten, Strebe, Hängesäule und Büge, sowie die verspannenden, zu welchen der Spannriegel, „Brustriegel“ und die Zange gerechnet werden. Letztere haben den Zweck, die gegenüberliegenden Pfetten nicht nur auseinander zu halten oder zu

und den Bundsparren sicher faßt. Die Unterstützung der Pfette findet wieder durch Bundpfosten und Büge statt.

Fig. 415 mit Seitenansicht von außen zeigt nur eine kleine Abänderung der Fig. 414, welche darin besteht, daß der Sparren auf die Pfette aufgefämmt anstatt auf-sattelt ist.

Bei Fig. 416 und 416a liegen Bundpfosten und Spannriegel nicht in einer Ebene, wodurch der Bundsparren

Fig. 416a

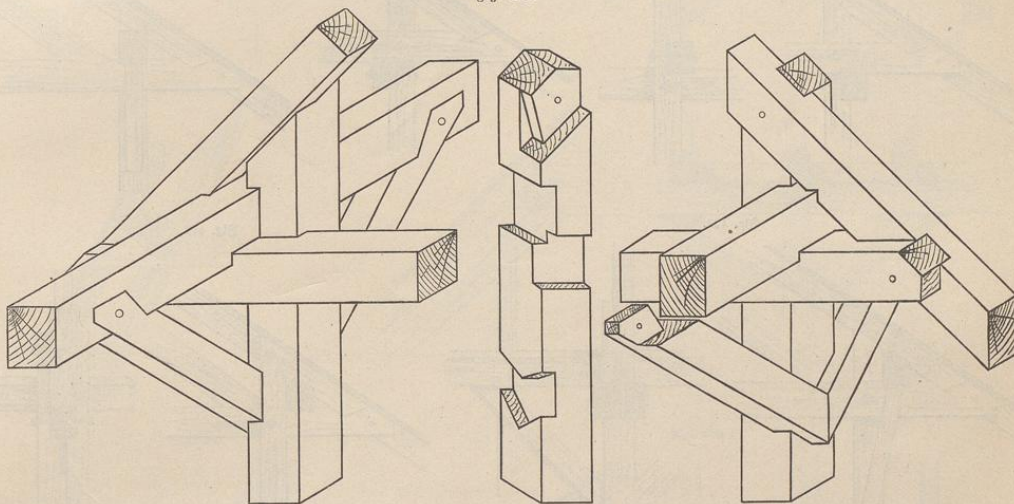
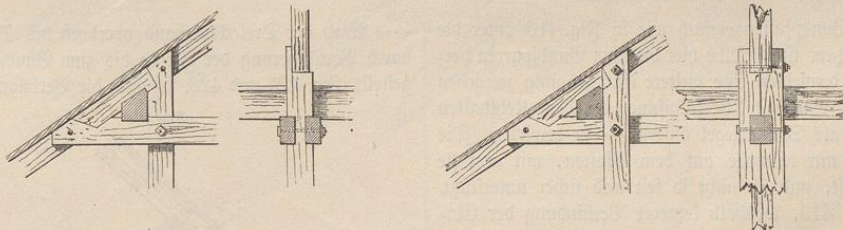


Fig. 417

Fig. 418



verspannen, sondern auch zu verbinden und hauptsächlich zum Querverband des Dachbinders beizutragen.

Verbindungen an der Pfette des stehenden Dachstuhles sind in den Fig. 413 bis 423 angegeben. Wird ein Kehlggebälk zur Bildung von Kammern erforderlich, so können die Kehlbalken zur Unterstützung der Sparren benützt werden, Fig. 413, während die Pfette unter dieses Gebälk gelegt und von Bundpfosten und Bügen getragen wird. Während hier die Kehlbalken zur Verspannung der gegenüberliegenden Pfetten dienen, übernimmt in Fig. 414 der Spannriegel diese Funktion, welcher die Pfette aufnimmt

anstatt nur an einer, Fig. 414 und 415, an zwei Seiten durch Pfosten und Spannriegel gefaßt wird, zwischen welchen die Pfette sehr fest eingespannt ist. Noch besser anstatt des Spannriegels ist die Anordnung einer Zange, Fig. 417, welche den Bundpfosten umschließt und den Sparren festhält, welcher außerdem auch noch vom Pfosten gefaßt wird.

In dem festen, von Zange, Pfosten und Sparren gebildeten Dreieck hat die Pfette eine äußerst gesicherte Lage. Während hier das horizontale Verbandstück, die Zange, Sparren und Pfosten umschließt, werden in Fig. 418



Sparren und Spannriegel vom lotrechten Verbandstücke, dem verdoppelten Bundpfosten, umschlossen, wodurch ebenfalls eine sehr feste Verbindung entsteht.

Die Verbände, Fig. 419 und 420, erfordern wie bei Fig. 413 ein Kehlgebälk zur Sparrenunterstützung. Anstatt

die Streben mit dem Bundbalken und dem Spannriegel bilden, während die beiderseits von der Strebe und dem Spannriegel ausgehenden Büge den Zweck haben, Pressungen, welche auf die Dachfläche, beziehungsweise auf die Pfette wirken, auf die Bundhölzer zu überführen.

Fig. 419.

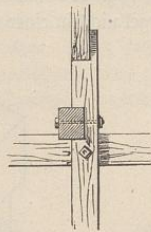
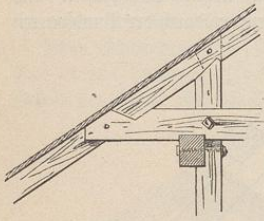


Fig. 420.

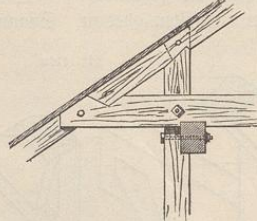


Fig. 421.

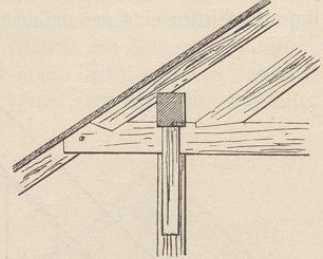


Fig. 422.

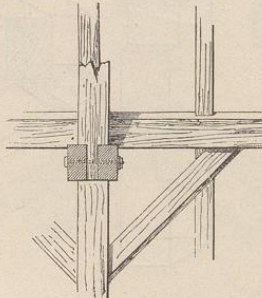
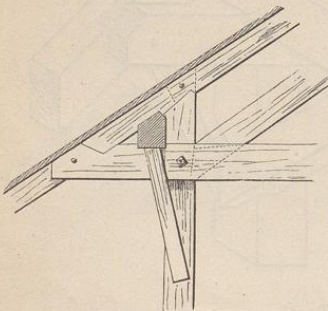
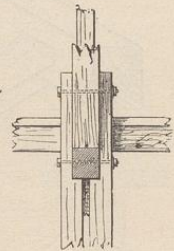
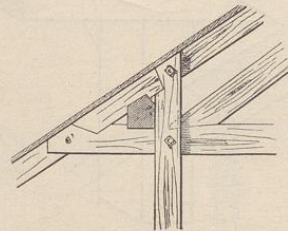


Fig. 423.

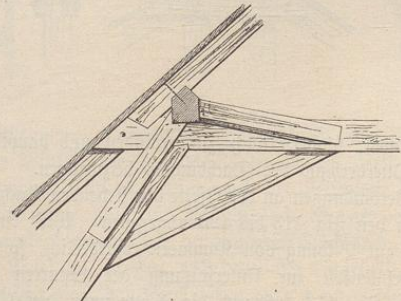


jedoch den Bundpfosten einfach wie in Fig. 413 unter die Pfette zu setzen, ist derselbe hier bis zum Bundsparren verlängert, um demselben eine weitere Unterstützung zu geben und zugleich eine feste Verknüpfung mit dem Kehlbalken — der hier als Spannriegel auftritt — zu bewirken. Die Pfette liegt nur teilweise auf dem Pfosten, mit dem sie verschränkt ist, und ist nicht so fest und sicher unterstützt, wie bei Fig. 413, weshalb letzterer Verbindung der Einfachheit wegen der Vorzug zukommen dürfte. Wenn beim stehenden Dachstuhl eine Firspfette vorkommt, deren Gewicht durch ein Strebenpaar nach den Bundpfosten übertragen wird, so entstehen Verbindungen, wie sie in Fig. 421 bis 423 dargestellt sind.

Die gewöhnlichste Verbindung der Pfette mit Bundsparren und Spannriegel, sowie die des letzteren mit der Strebe — des liegenden Dachstuhles — nebst der Anordnung der Büge ist in Fig. 424 dargestellt. Der Strebebug, zwischen Strebe und Spannriegel, stellt den Dreiecksverband zu beiden Seiten des Dachbinders her und verhindert die Formänderung des Paralleltrapezes, welches

Wird der Dreiecksverband oberhalb des Spannriegels durch Verlängerung der Strebe bis zum Bundsparren hergestellt, Fig. 425 und 426, so wird die Verbügung zwischen

Fig. 424.



Strebe und Spannriegel, Fig. 424, entbehrlich. Die in Fig. 425 dargestellte Form der Pfette ist die weniger gefürstete, daher zweckmäßigere. Besser wird die Anordnung einer Zange anstatt eines Spannriegels sein.



Fig. 425.

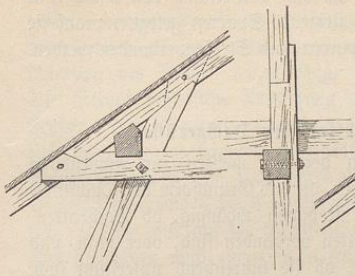


Fig. 426.

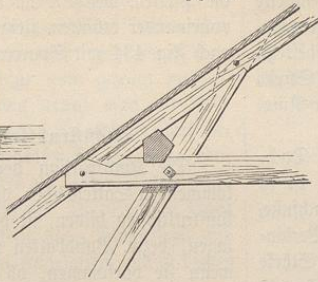


Fig. 427.

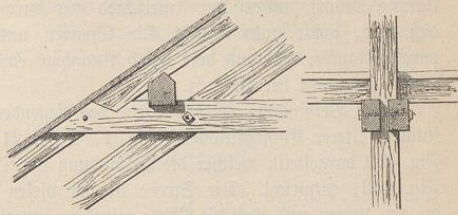


Fig. 428.

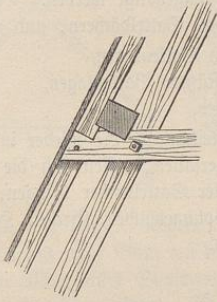


Fig. 429.

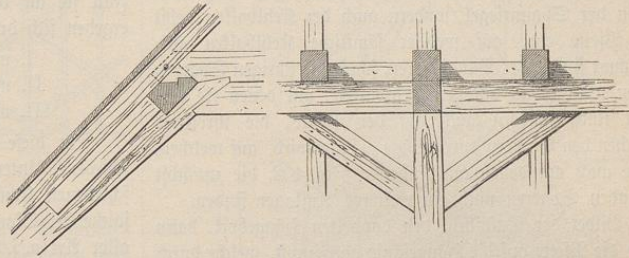


Fig. 430.

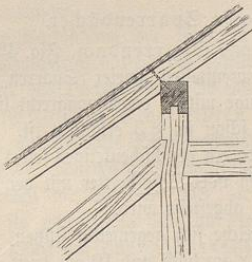


Fig. 431.

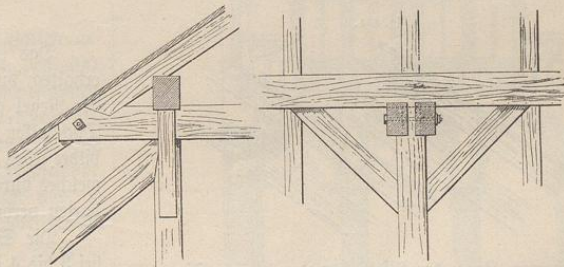


Fig. 432.

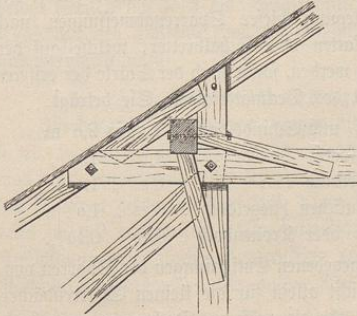


Fig. 433.

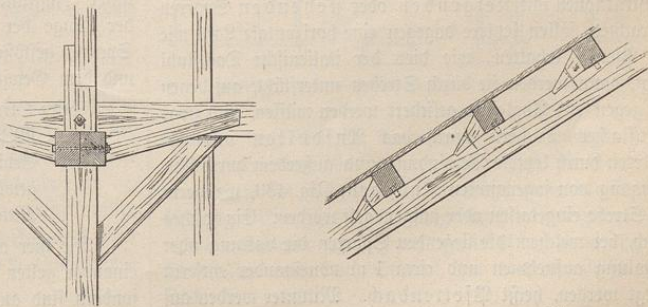


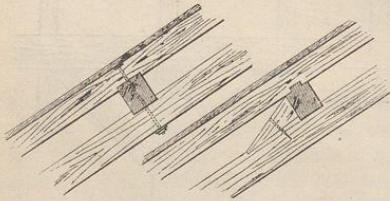


Fig. 427 zeigt die Verbindung bei der Zwischenpfette ähnlich wie bei Fig. 3, Tafel 23, welche keine weitere Erklärung bedarf, indem der Unterschied nur darin besteht, daß hier, sowie auch in Fig. 428 Sparren und Strebe parallel laufen, während dort durch Annahme einer Kniewand dies nicht der Fall ist.

Eine Verbindung bei der Pfette des liegenden Dachstuhles älterer Konstruktionen, Fig. 1, Tafel 21, ist in Fig. 429 dargestellt, welcher die Verbindung am Dachfuß, Fig. 402, entspricht. Die Strebe ist der vielen Verbindungen wegen und weil die Pfette mit ihrer ganzen Stärke in sie eingesetzt und mit ihr verzapft wird, oben stärker als unten angenommen. In den Strebekopf setzt sich nicht allein der Spannriegel, sondern auch der Kehlbalken nebst der Pfette ein, auf welcher sämtliche Kehlbalken aufgekämmt sind. Der Bundsparren, sowie die übrigen Sparren ruhen nicht allein auf den Kehlbalken, mit denen sie verzapft sind, sondern auch auf der Pfette, die ihrerseits zwischen den Bindern durch Büge gestützt wird, auf welchen, sowie auch auf denen am Fußende, Fig. 402, die zunächst liegenden Sparren noch ein weiteres Auflager finden.

Bildet der Dachstuhl den doppelten Hängebock, dann wird die Pfette auf die Hängesäule aufgezapft, welche durch Streben und Spannriegel abgesprengt wird, Fig. 430. Weit solidere Verbindungen sind in den Fig. 431 und 432 dargestellt, insbesondere bezüglich des Querverbandes und

Fig. 434.



der gesicherten Lage der Pfette, wodurch sich Fig. 432 besonders auszeichnet.

Bisher haben wir bloß Verbindungen von Dachkonstruktionen mit steigenden oder stehenden Sparren betrachtet; sollen letztere dagegen eine horizontale Lage wie die Pfetten erhalten, wie dies der italienische Dachstuhl zeigt, dann werden sie durch Streben unterstützt, auf denen sie gegen das Abgleiten gesichert werden müssen, und zwar bei flachen Dächern durch das Aufdollen und bei steileren durch letztere Verbindung und außerdem durch Anbringung von sogenannten Knaggen, Fig. 433, welche in die Strebe eingelassen oder aufgenagelt werden. Ein solches Dach, bei welchem die liegenden Sparren die Lattung oder Schalung aufnehmen und circa 1 m voneinander entfernt gelegt werden, heißt Pfettendach. Mitunter werden auf

die Pfetten, welche dann eine Entfernung von 2 bis 3 m voneinander erhalten, steigende Sparren gelegt, worauf sie nach Fig. 434 mit Sparren und Strebe verbunden werden.

## § 4.

**Konstruktion der Dachgerüste.**

Die Konstruktion der am meisten zur Anwendung kommenden Satteldächer, die die Grundform der Dachstuhlkonstruktionen bilden, ist davon abhängig, ob Dachbalkenlagen, bezw. Bundbalken vorhanden sind, oder nicht, und wenn sie vorkommen, ob sie hinreichend unterstützt sind, oder nur auf den Umfassungsmauern aufliegen, in welchem Fall sie an den Dachstuhl aufgehängt werden. Danach ergeben sich drei Gruppen von Satteldächern, und zwar:

- I. mit unterstützten Balkenlagen,
- II. mit nicht unterstützten Balkenlagen,
- III. ohne Balkenlagen.

In diese drei Hauptabteilungen, die wieder in verschiedene Unterabteilungen zerfallen, lassen sich die verschiedenen Konstruktionen aller Satteldächer bringen, wie solche bei Ökonomie- und Wohngebäuden, Kirchen, Hallen aller Art u. s. w. vorkommen.

## § 5.

**Satteldächer mit unterstützten Balken.****A. Einfache Sparrendächer.**

Das einfachste Dach, Sparrendach, Fig. 435, wird erhalten durch Zusammenstellen zweier Sparren von in der Regel gleicher Länge mit je einem wagrecht liegenden Dachbalken, wie dies schon in § 3 erläutert ist. Danach bildet jedes Dachgebinde ein gleichschenkeliges festes Dreieck, welches durch die Latten oder Schalbretter mit den benachbarten verbunden und abgesteift wird.

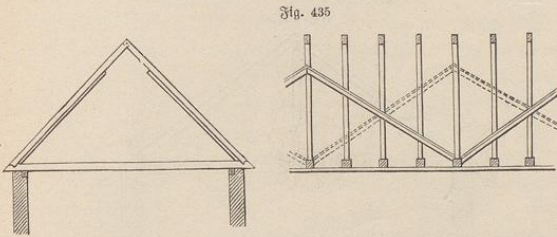
Die Sparren, welche sich gegenseitig stützen, werden bei 3 bis 4 m Länge 12 cm hoch und 10 cm breit, und bei 4 bis 5 m Länge 15 cm hoch und 12 cm breit angenommen. Die Entfernung der Dachgebinde voneinander richtet sich unter Zugrundelegung dieser Sparrenabmessungen nach der Länge der Latten oder Schalbretter, welche auf den Sparren gestoßen werden, sowie nach der Stärke der ersteren und dem Gewicht des Deckmaterials. Sie beträgt:

|  |               |
|--|---------------|
| beim Stroh- und Schindeldach . . . . . | 1,5 bis 2,0 m |
| „ Metalldach . . . . .                 | 1,0 „ 1,2 „   |
| „ Schieferdach . . . . .               | 0,80 „ 1,10 „ |
| „ gewöhnlichen Ziegeldach . . . . .    | 0,75 „ 1,0 „  |
| „ Ritter- oder Kronendach . . . . .    | 0,70 „ 0,90 „ |

Die hier angegebenen Entfernungen der Sparren voneinander gelten nicht allein für die kleinen Sparrendächer, sondern sind auch für die größeren Dachwerke maßgebend.



Wenn nun auch die Entfernung der einzelnen Sparrengebände voneinander durch die aufgenagelten Latten oder Schalbretter gesichert erscheint, so muß doch gegen Verschiebung des Daches seiner Länge nach georgt werden. Die hierauf bezügliche Anordnung nennt man die Konstruktion des Längenverbandes. Ein solcher wird erzielt durch die sogenannten Windrispen, Sturm- oder Schwebelatten, Fig. 435, von 7 bis 10 cm Dicke, 12 bis 16 cm Breite und 4 bis 5 m Länge. Die Sparren legen sich entweder nur auf die Breitseite dieser Windrispen auf, oder sie werden noch etwas in sie eingelassen und in beiden



Fällen mit langen Nägeln verbunden. Die Windrispen greifen mit einer Klaue auf den Dachbalken und enden oben in der Mitte eines Sparrens, wo sie sich an die benachbarten stumpf anlehnen. Durch die punktiert angegebene Windrispen ist ihre Lage an der entgegengesetzten Dachfläche bezeichnet.

Die Verbindung der Sparren mit dem Balken geschieht gewöhnlich mittels des schrägen Zapfens, Fig. 400. Am First des Daches, wo beide Sparren zusammenstoßen, werden sie durch den Scherzapfen oder Schlitzzapfen, Fig. 73, und hölzerne Nägel verbunden; dagegen zieht man bei schwachen Sparren die Überblattung dem Schlitzzapfen vor.

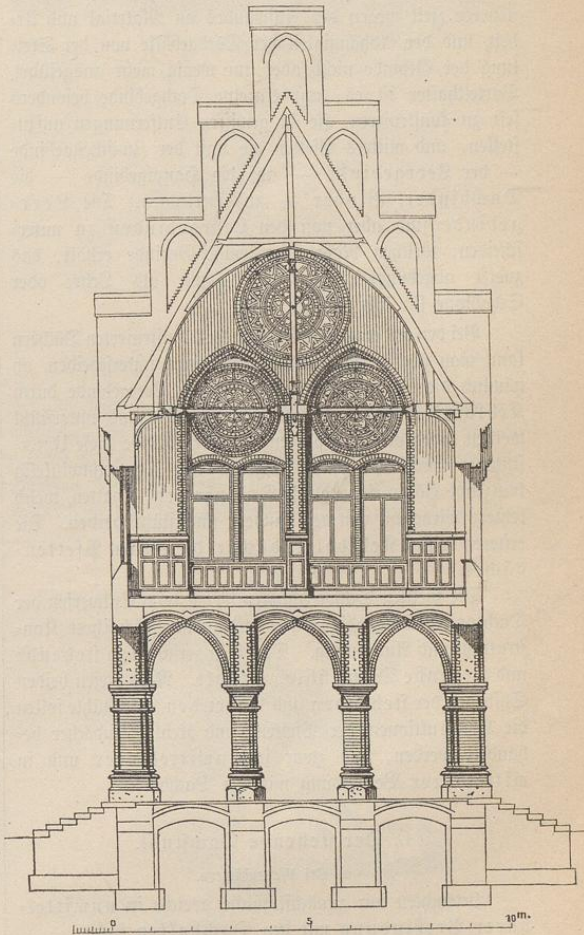
Treten die Sparren über die Mauerflucht vor, so werden sie, wie in Fig. 403, auf die ebenfalls vortretenden Balken, sowie auf eine „Sparrenschwelle“, „Sicherheitschwelle“ aufgekämmt. Eine sehr solide Verbindung zeigt Fig. 404, bei welcher der Sparren, nachdem er an beiden Seiten um je 2 cm ausgeschnitten wurde, in den Ausschnitt des Balkens eingesetzt und mit diesem verböhrt und vernagelt wird.

#### B. Kehlbalkendächer.

Werden die Dachsparren länger als 4 bis höchstens 5 m, so müssen sie eine Zwischenunterstützung erhalten, was durch Anordnung eines Kehlbalkens von der Stärke der Sparren geschieht, Fig. 393, deren Verbindungen bereits in § 3 erklärt sind. Eine interessante architektonische Ausbildung einer solchen Konstruktion zeigt Fig. 436, vom Rathhaus in Nauen.<sup>1)</sup> Der untere Teil des Dachraumes

ist zum Saal gezogen, und die Decke in Form eines spitzbogigen Tonnengewölbes ausgebildet; zu diesem Zweck sind zwischen einzelne durchgehende und entsprechend fassonierte Deckebalken längslaufende Wechsel eingesetzt, mit denen ein Stützgebälk zur Aufnahme der einzelnen

Fig. 436.



Sparren verbunden ist; bogenförmig ausgeschnittene Kopfbänder verbinden die Sparren mit diesen Wechseln und den Kehlbalken und gestatten die Befestigung der Deckenschalung. Eine säulenartig ausgeschnittene Hängesäule, die von den Sparren gefaßt wird, verbindet den durchgehenden Deckebalken mit dem Scheitel der tonnengewölbartigen Decke.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1886.



Anderer Unterstüzungen der Dachsparren sind in Fig. 394 durch Pfosten oder Streben, und in Fig. 395 durch Kehlbalcken und Pfosten dargestellt, woselbst auch die näheren Erläuterungen gegeben sind.

Diese so konstruirten Dächer, die aus lauter gleichen und gleich abgesteiften Gebinden zusammengesetzt sind, waren im Mittelalter vornehmlich im Gebrauch,<sup>1)</sup> werden aber in neuerer Zeit wegen des Aufwandes an Material und Arbeit, und der Abhängigkeit der Dachgebälke von der Stellung der Gebinde nicht oder nur wenig mehr ausgeführt. Vorteilhafter ist es, nur einzelne Dachgebinde besonders fest zu konstruieren, sie in gewissen Entfernungen aufzustellen, und mittels Pfetten die Last der Zwischengebinde — der Leergebinde — auf die Hauptgebinde — die Dachbinder, Binder — zu übertragen. Die Leergebinde sind aber von den Lehrgebinden zu unterscheiden, welchen Namen dasjenige Gebinde erhält, das zuerst abgebunden wird, und dann als Lehre oder Schablone für alle übrigen dient.

Bei den mit einzelnen Dachbindern konstruirten Dächern kann man zwei verschiedene Anordnungen unterscheiden, ob nämlich die Sparren der Zwischen- oder Leergebinde durch Kehlbalcken und diese von den Bindern aus unterstützt werden, oder ob die Sparren der Leergebinde diese Unterstüzung durch horizontal liegende und sie rechtwinklig kreuzende Hölzer, sogenannte Dachpfetten, erhalten, welche letztere wiederum von den Bindern unterstützt werden. Die ersteren heißen Kehlbalkendächer, die letzteren Pfettendächer.

Die meisten Schwierigkeiten bieten beim Entwerfen der Dachkonstruktionen die Dachbinder bezüglich ihrer Konstruktion und Anordnung. Dieselben zerfallen in stehende und liegende Dachstühle, Stühle. Nach diesen beiden Systemen der stehenden und liegenden Dachstühle sollen die Konstruktionen der Pfetten- und Kehlbalkendächer behandelt werden, und zwar in unmittelbarer und in mittelbarer Verbindung mit den Dachbalcken.

### C. Der stehende Dachstuhl.

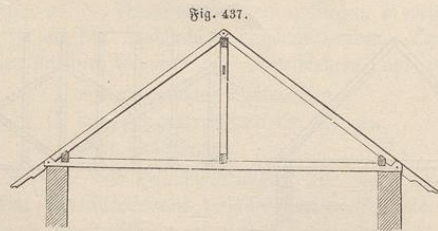
#### a) Bei Pfettendächern.

Betrachten wir zunächst solche, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalcken stehen.

Das einfachste Pfettendach ist in Fig. 396 dargestellt, bei welchem die Firstpfette durch einen Pfosten unterstützt ist, welcher Stuhlpfosten genannt wird und mit der Firstpfette — Stuhlpfette — den einfachstehenden Stuhl bildet. Ein solches Dach heißt auch Stuhldach, Pfettenstuhldach.

1) Siehe Viollet-le-Duc, Dictionnaire, tome 3: „charpente“.

Die hintereinander aufgestellten Stuhlpfosten bilden eine Stuhlwand. Je nachdem die Stuhlpfosten senkrecht oder schief stehen, erhält man den stehenden oder liegenden Dachstuhl; ebenso stehende und liegende Stuhlwände. Ist der Stuhlpfosten, wie in Fig. 396, in der Mitte eines Dachbalckens eingezapft, so muß dieser unterstützt werden; bringt man dagegen über den Balcken eine Schwelle, Stuhlschwelle, an (Fig. 437), so wird der Druck des Stuhlpfostens auf mehrere Balcken verteilt, und es entsteht der verschwellte Stuhl im Gegensatz zum unvergeschwellten, wenn diese Schwelle fehlt.



Wenn die Sparren, wie bei Fig. 392, an ihrem Fuße in die Dachbalcken eingezapft sind, so bilden sie unverrückliche Dreiecke und üben einen Seitenschub aus auf die Kopfen der Balcken, der durch die Verbindung aufgehoben werden muß. Dieser Seitenschub hört aber auf, wenn eine Firstpfette angeordnet wird, auf welcher die verscherten und verbohrtten Sparren aufgefattet und mit eisernen Nägeln — Leistnägeln — befestigt werden, die 6 bis 10 cm in die Pfette eingreifen müssen. Es ist daher die Anbringung einer Firstpfette, wenn die Sparren nicht eingezapft werden, sondern über die Fassadenmauern vortreten sollen, wie bei Fig. 396, ganz besonders zu empfehlen, obgleich die Sparren nicht allein auf den Dachbalcken, sondern auch auf den Sparrenschwellen aufgelämmt und mit Leistnägeln befestigt sind. Die Sparrenschwellen werden 4 bis 5 cm in die Dachbalcken eingelassen. Damit aber die Sparren durch den Sturm nicht gehoben werden können, ist eine Verblattung und Verbohrung derselben mit den Balcken der Verblattung vorzuziehen, wobei hölzerne, in die Bohrlöcher eingetriebene Nägel genügen, Fig. 404. Durch diese „feste Knotenbildung“ aber sind die Sparrengebände solid miteinander verbunden, und zur Sicherstellung der Stuhlpfosten nach der Länge des Daches, sowie zur Unterstüzung der Firstpfette zwischen den Pfosten dienen die Kopfbüge, Fig. 396. Durch Anordnung von Sturmblatten zwischen Pfette und Schwellen können die Dachflächen der Länge nach abgesteift werden und die Sparren noch weitere Unterstüzungspunkte finden. Die Stuhlpfosten, Pfetten und Schwellen oder die Bundhölzer werden 15 bis 18 cm stark angenommen, wobei man der Firstpfette gewöhnlich 3 cm mehr Höhe als



Breite giebt. Die Entfernung der Stuhlpfosten voneinander beträgt 3 bis 4 m. Nur die Bundsparren entsprechen den Stuhlpfosten, während die Leersparren auf den Schwellen und der Firstpette allein aufliegen.

Der einfachstehende Stuhl besitzt nur geringe Stabilität, welche abhängig ist von der Unverschiebbarkeit der Gebinde, und da er außerdem den Speicherraum sehr beengt, so findet er Anwendung meistens nur bei unbedeutenden, nicht sehr hohen Dächern.

Der doppeltstehende Dachstuhl, Fig. 3, Tafel 20, entsteht, wenn anstatt einer Firstpette zwei Zwischenpfetten mit zwei Stuhlwänden zur Unterstützung der Sparren erforderlich sind. Er wird in Verbindung mit einem Kehlbalken in dem Bindergepärre ausgeführt, wobei letzterer aber eigentlich nicht zur Unterstützung der Sparren, sondern nur zur Bildung eines guten Querverbandes angeordnet wird, als Zange dient und in den Leergebinden fehlt. Dieses Verbandstück oder Bundholz, welches nicht nur zusammen zu halten, sondern auch zu verspannen hat, heißt Spannriegel, Brustriegel. Seine Verbindung mit dem Bundsparren, der Pette und Pfosten ist in Fig. 414 und 415 dargestellt. Weit fester sind aber die Verbindungen Fig. 416 bis 418, nach welchen feste Dreiecke oder „feste Knoten“ gebildet werden. Dabei sind aber die Kopfbügel nicht so leicht anzuordnen, wie bei Fig. 414 und 415. Die beiden Stuhlpfosten, Fig. 3, Tafel 20, verlangen einen Bundbalken, welcher durch Wände oder Pfosten unterstützt werden muß. Daß auf eine recht feste Verbindung der Sparren mit Schwelle und Balken Bedacht zu nehmen ist, wurde schon beim einfachen Stuhl erklärt.

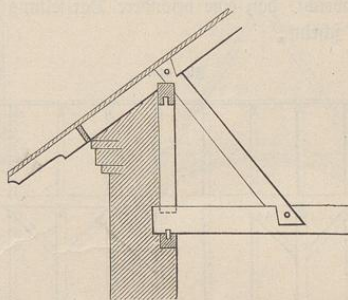
Bei Fig. 3, Tafel 20, fehlt die Firstpette, was zulässig ist, wenn die Länge der Sparren von der Zwischenpette bis zum First 2,50 m nicht überschreitet, und keine Firstkämme oder Blitzableitungen angebracht werden, für welche man der soliden Befestigung wegen nicht gerne auf die Firstpetten verzichtet; die Sparren müssen sich dann aber mit Scherzapfen gegeneinander lehnen. Beim Fehlen der Firstpette sucht man stets die Anordnung so zu treffen, daß der unterhalb der Zwischenpfetten liegende Teil der Sparren länger ist, wie der oberhalb liegende, — daß also der Schwerpunkt der Dachflächen unterhalb der Pfetten liegt, da dann das Streben der Dachflächen, sich um die Pfetten zu drehen, in Wegfall kommt.

Die Entfernung der Pfetten, in der Horizontalprojektion gemessen, beträgt 3 bis höchstens 4 m, und wird um so geringer, je steiler die Dachflächen und je schwerer die Deckmaterialien sind; die freie Länge der Sparren beträgt hiernach etwa 4 bis höchstens 5 m.

Der doppeltstehende Stuhl mit Kniwand, Fig. 2, Tafel 20, unterscheidet sich zunächst von dem vorhergehenden dadurch, daß die unteren Sparrenenden nicht mehr

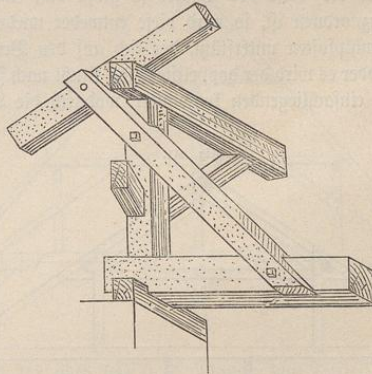
so fest gefaßt werden können, wie dies bei Fig. 3 möglich ist, da sie nur auf den erhöht gelegenen Sparrenschwellen — Sattelschwellen — aufgefattet oder besser aufgekämmt werden, Fig. 406 und 407. Diese Sattelschwellen werden durch kleine Pfosten — Kniwandpfosten — unterstützt, welche auf allen Bundbalken, sowie an den Enden oder Wiederkehren der Umfangsmauern angebracht und in die Balken und Sattelschwellen eingezapft werden. Obschon

Fig. 438.



man sie bald nach dem Aufschlagen des Daches einmauert, verlangen sie doch eine Sicherstellung gegen den Schub, den die Dachsparren mit ihren Lasten auf die Sattelschwelle ausüben. Dies wird erreicht durch Anordnung einer Dreiecksverbindung nach Fig. 438 und 439, oder besser durch Ein-

Fig. 439.



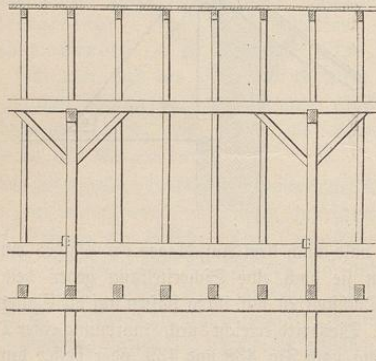
schaltung von Streben, die mit der Sattelschwelle durch Zangen verbunden werden, Tafel 20, Fig. 2 und Fig. 406 und 407. Durch die Anlage der Streben wird aber ein Teil der Pfettenlasten auf die Enden der Balken übertragen, der stehende Stuhl wird zum liegenden, und das ganze System kann ohne Schwierigkeit in ein doppeltes Hängewerk umgewandelt werden.



Eine weitere Konstruktion, um die Sattelschwelle festzulegen, zeigt Fig. 1, Tafel 20, die weiterer Erläuterung nicht bedarf.

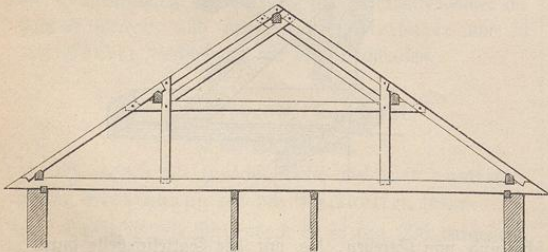
Der Längenschnitt von Fig. 2, Tafel 20, ist in Fig. 440 dargestellt, und zwar im gleichen Maßstabe. Balken und Sparren sind 0,76 m und die Binder 3,80 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt. Ebenso ist auch die Balken- und Sparreneinteilung, sowie die Binderstellung von Fig. 3, Tafel 20, gedacht, deren Längenschnitt von Fig. 440 so wenig abweicht, daß eine besondere Darstellung nicht erforderlich scheint.

Fig. 440.



Wird die Tiefe des Daches so groß, daß eine Firstpfette anzuordnen ist, so wird diese entweder wieder durch einen Stuhlpfosten unterstützt, der sich auf den Brustriegel aufsetzt, oder es wird der doppelstehende Stuhl nach Fig. 441 mit dem einfachliegenden kombiniert, wodurch die Last der

Fig. 441.

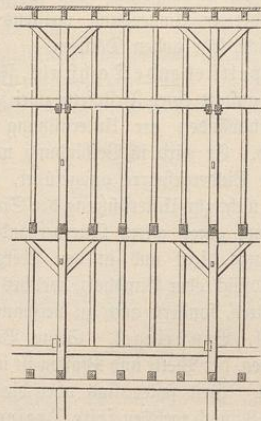


Firstpfette auf die Stuhlpfosten übertragen wird; die Verbindung an der First ist in Fig. 410 und die an der Zwischenpfette in Fig. 421 dargestellt.

Der dreifachstehende Stuhl mit Kniwand, Fig. 1, Tafel 20, dessen Längenschnitt in gleicher Größe in

Fig. 442 dargestellt ist, besteht aus drei Stuhlpfosten, welche die Stuhlpfetten tragen, auf denen die Kehlbalken aufgekämmt sind, die an ihren Enden die Dachsparren und Pfetten aufnehmen. Der Kehlbalken an den Bindern ist

Fig. 442.



zugleich Spannriegel und wird durch drei Paar Kopfbügel abgesteift, während drei weitere Paare auch die Stuhlpfetten gegen Längerverschiebung sichern. Zwischen den unteren Mittelpfetten und der Firstpfette liegen die oberen Mittelpfetten, welche auf Zangen ruhen, die mit dem die Firstpfette stützenden Stuhlpfosten und mit den langen Kopfbändern verschraubt sind.

#### b) Bei Kehlbalkendächern,

welche mit den Dachbalken in unmittelbarer Verbindung stehen.

Die einfachste Konstruktion dieser Art ist in Fig. 393 dargestellt. Wird die Spannweite größer und dadurch der Kehlbalken länger, so daß Einbiegung zu befürchten ist, dann ist in der Mitte ein Rahmholz, Stuhlpfette, anzubringen, die in Entfernungen von 3 bis 4 m durch mit Kopfbügel versehene Stuhlpfosten zu unterstützen ist, wodurch wieder der einfachstehende Stuhl entsteht, wie er im Quer- und Längenschnitt in Fig. 443 dargestellt ist. Dabei erhalten die Stuhlpfetten eine Breite von 15 bis 18 cm bei einer Höhe von 18 bis 21 cm, je nach der Größe der Dächer, und die Sparren 15 cm Höhe und 12 cm Breite. Die Kehlbalken erhalten nicht selten die Stärke der Sparren; bei größeren Dächern oder Zunahme der freien Legweite werden sie 15 cm breit und 18 bis 20 cm hoch angenommen.



Eine interessante hierher passende Dachkonstruktion bietet die Vogenhalle des alten Gottesackers der Stadt Halle a. S.,<sup>1)</sup> Fig. 444.

Da hier die Sparrengebinde nicht in Dachbalken eingezapft werden konnten wegen der gewölbeförmigen hochgelegenen Holzdecke, sondern mittels der Klaue in Schwellen eingefügt werden mußten, so galt es, diesen Schwellen eine

Ist über dem Kehlbälke noch ein sogenanntes Hahnengebälk zur Absteifung der Sparren erforderlich, welches in seiner Mitte unterstützt werden muß, dann entsteht eine Kombination des einfachen und des doppeltstehenden Stuhles oder der dreifachstehende Dachstuhl, Fig. 446. Gegen Verschiebung der Dachbinder sind Sturmbänder angeordnet, welche den Bundbalken mit den unteren Stuhlpfosten, dem

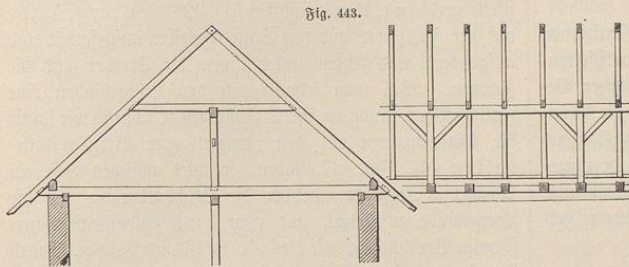


Fig. 443.

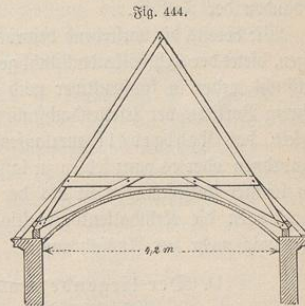


Fig. 444.

durchaus sichere Lage zu geben durch Aufhebung des Seitenschubes der Gebinde, was durch Winkelbänder erfolgte, die mit den tiefliegenden Kehlbalken und dem Sparrenfuß zu festen Dreiecken verbunden sind. Die so gebildete polygonale Form bietet zugleich die erforderlichen Befestigungspunkte zur Herstellung der tonnenartigen Holzdecke.

Bei größerer Länge der Kehlbalken müssen zu deren Unterstützung zwei Stuhlpfetten angeordnet werden, wodurch wieder der doppeltstehende Stuhl, Fig. 445, entsteht. Diese Anordnung läßt den mittleren Speicherraum frei und kommt nicht in Konflikt mit den meistens in der Mitte des Hauses aufsteigenden Schornsteinen, wie dies beim einfachstehenden Stuhle leicht vorkommen kann.

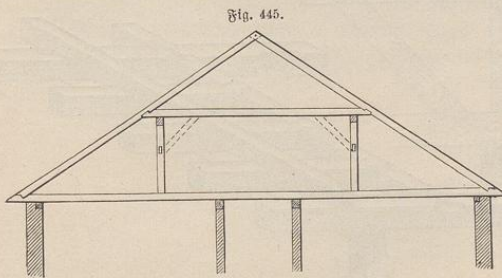


Fig. 445.

Die punktiert gezeichneten Büge sind nicht durchaus notwendig, wenn die Sparren mit den Kehlbalken, und diese mit den Stuhlpfetten verkämmt werden, und jedes Gebinde ein festes Dreieck bildet; es ist aber stets vorteilhaft, den Stuhl in sich selbst durch Einfügung fester Dreiecke gegen Verschiebungen zu sichern, so daß die Anbringung der Büge zu empfehlen ist.

1) Deutsche Bauzeitung 1883, S. 129.

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

Kehlbalken und dem oberen mittleren Stuhlpfosten verbinden. Das über den einfach- und doppeltstehenden Stuhl Gesagte gilt auch hier.

Der stehende Stuhl ist bezüglich der Ausführung und der Leichtigkeit des Aufschlagens die einfachste Konstruktion.

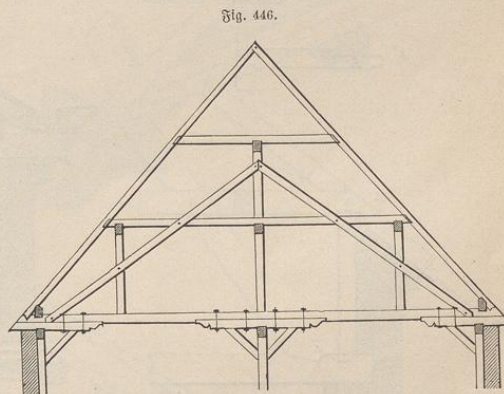


Fig. 446.

die auch für nicht sehr starke Mauern von Vorteil ist, weil diese von der Dachlast nur einen verhältnismäßig kleinen Teil erhalten. Er wird deshalb auch immer noch bei solchen Gebäuden ausgeführt, bei welchen weder die Stuhlpfosten im Dachraume, noch die darunter stehenden Stützen als Hindernis erscheinen. Er sollte aber stets nur dann angelegt werden, wenn die Unterstüzungen unmittelbar unter oder möglichst nahe an den Stuhlsäulen liegen, andernfalls ungleiche Senkungen in den ungleich belasteten Deckebalken,



und damit Risse und Sprünge im Deckenputz unvermeidlich sind. Bei der Anordnung in Fig. 445 ist dieser Bedingung thatsächlich nicht entsprochen, und es würde sich hier vielmehr ein liegender Stuhl empfehlen, der immer vorzuziehen ist, wenn der Speicherraum in keiner Weise beengt und die Möglichkeit gegeben sein soll, den Grundriß ganz frei, ohne hemmende Beeinflussung seitens der Dachkonstruktion zu entwerfen, wie dies bei den meisten Privat- und öffentlichen Gebäuden der Fall ist.

Wie bereits die vorstehend besprochenen Konstruktionen zeigen, bietet der Kehlbalkendachstuhl gegenüber dem Pfettendachstuhl weder in konstruktiver noch in ökonomischer Beziehung Vorteile, der Pfettendachstuhl bietet aber die Möglichkeit, das Kehlgelbälk querlaufend oder längslaufend anzuordnen oder es ganz fehlen zu lassen, und da er außerdem leichter aufzuschlagen ist als der Kehlbalkendachstuhl, so gelangen die Kehlbalkenkonstruktionen in neuerer Zeit nur wenig mehr zur Ausführung.

#### D. Der liegende Dachstuhl.

##### a) Bei Pfettendächern.

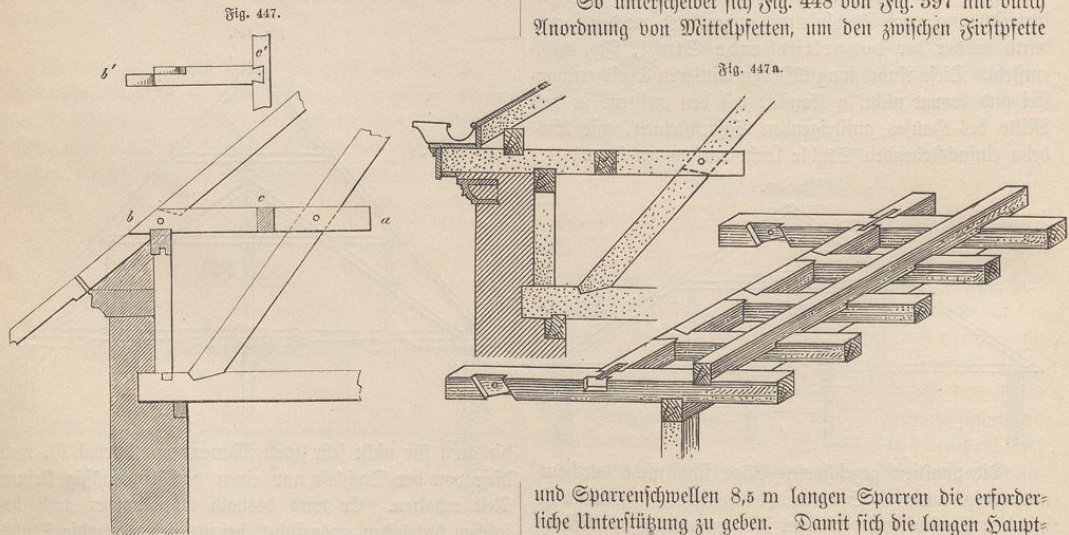
Der liegende Stuhl, von welchem die einfachsten Beispiele in den Fig. 397 und 398 dargestellt sind, ist nach denselben Grundzügen konstruiert, wie der stehende. Die Fig. 397 zeigt die unmittelbare Verbindung der Dachsparren mit den Kehlbalken und Fig. 398 die mittelbare durch den

Verbindung der Bundsparren, Hauptsparren und Firstpfette, eine sehr solide Sparrenverbindung, haben wir in Fig. 410 und die der Bundsparren mit der Firstpfette und letztere mit den Streben in Fig. 412 kennen gelernt. Die Verbindung am Sparrenfuße mit der Sparrenschwelle und dem Dachbalken zeigt Fig. 403 und 404 und die an der Kniewand und Strebe Fig. 407.

Die Leergebinde sind bei Fig. 397 mit der Firstpfette verkämmt; ebenso sind bei Fig. 398 die Leergebinde auf der Firstpfette und den Sattelschwellen aufgesattelt und aufgenagelt und fehlen unter ihnen die Streben und die Zangen. Will man jedoch auch den Leergebinden eine seitliche Verblattung an ihrem Fuße geben, ähnlich wie solche die Binderparren mit den Zangen oder Binderstichbalken ab, Fig. 447, haben, so wird zwischen diese ein Wechsel c eingesetzt, welcher die Stichbalken bc für die Leergebinde aufnimmt, und zwar durch schwalbenschwanzförmige Verblattung, wie dies b'e' im Grundriß zeigt. Durch Anordnung eines Stichgebälkes erhält die Sattelschwelle zwischen den Bindern eine gesicherte Lage, und das Stichgebälk kann auch zur Bildung eines hölzernen Hauptgesimses gut verwendet werden, Fig. 447<sup>a</sup>.

Die Fig. 397 und 398 zeigen die einfachsten Motive des liegenden Dachstuhles, welche bei Zunahme der Tiefe des Daches einer weiteren Entwicklung fähig sind.

So unterscheidet sich Fig. 448 von Fig. 397 nur durch Anordnung von Mittelpfetten, um den zwischen Firstpfette



Kniestock. In Fig. 397 ist die Firstpfette mittels zweier Hauptsparren, die mit den Bundsparren parallel liegen, unterstützt, während in Fig. 398 die Firstpfette durch zwei Streben mit zwei Paar Kopfbügel getragen wird. Die

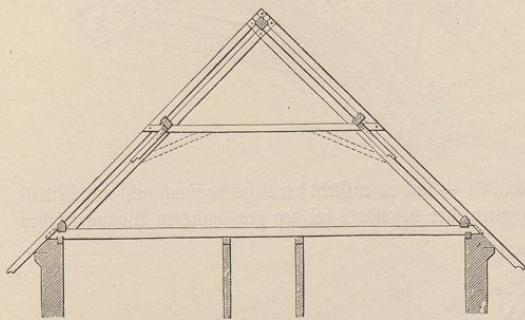
und Sparrenschwellen 8,5 m langen Sparren die erforderliche Unterstützung zu geben. Damit sich die langen Haupt- oder Tragsparren nicht durch den Druck der Mittelpfetten einbiegen, ist ein verdoppelter Spannriegel oder eine Zange angebracht, die bei bedeutender Länge durch die punktiert gezeichneten Bügel abgesteift werden kann. Die Mittelpfetten sind mehr belastet als die Firstpfette, weshalb sie



zwischen den Bindern durch Büge unterstützt werden, die auf den Hauptsparren aufgeblattet sind, und die zugleich die erforderliche Verspannung zwischen den einzelnen Bindern herstellen und Verschiebungen in der Längsrichtung des Dachstuhlgesamtheits verhindern. Die Verbindung der Mittelfette mit Zange, Binder- und Hauptsparren ist in Fig. 428 dargestellt.

Häufiger als die Konstruktionen Fig. 397 und 448 wird in neuerer Zeit der liegende Dachstuhl mit Kniestock, Kniewand, Drempe wand ausgeführt, Tafel 22 und 23, da diese Anordnung eine günstigere Ausbildung

Fig. 448.



der Fassaden ohne Vermehrung der Stockwerkshöhen, und eine bessere Ausnutzung der Dachräume zulässt. Durch Anlage des Kniestockes steht der Fuß der Sparren nun nicht mehr in unmittelbarer Verbindung mit dem Dachgebälke, wodurch beide unabhängig voneinander werden, was insbesondere für die Anordnung der Balkenlage von großem Vorteil ist. Andererseits wird aber die Festigkeit der Konstruktion durch die Aufhebung des unverrücklichen Dreiecks, das durch zwei Sparren und den zugehörigen Dachbalken gebildet wird, leiden, und es müssen deshalb

die Hauptbinder so konstruiert werden, daß die Unverschieblichkeit der Anlage gesichert ist.

Bei Beibehaltung des Konstruktionsmotives Fig. 398 ergibt sich bei einer Spannweite des Dachstuhlgesamtheits von circa 12 bis 14 m die Konstruktion Fig. 3 und 4, Tafel 23, durch Anordnung von Zwischenfetten und Unterstützung derselben mit Zangen, die außerdem die Binderparren und die Streben zusammenfassen und verspannen; die Verbindung ist unter Weglassung der Büge, die einen festen Längen- und Querverband herstellen, in Fig. 427 und die Firstverbindung in Fig. 412 dargestellt.

Die Konstruktion ist brauchbar, so lange die Knie wand nicht sehr hoch ist, da sonst die Mittelfette sich zu sehr vom festen Unterstützungspunkt entfernt, der im Durchschnitt der Mittellinien von Strebe und Zange anzunehmen ist. In diesem Fall verdient die Konstruktion Fig. 1 und 2, Tafel 23, den Vorzug, bei welcher anstatt einem Paar langer Streben zwei Paar kürzere die Dachlast auf die Enden der Binderbalken überführen. Dabei setzen sich die unteren Streben mit ihrem Kopfe und die oberen mit ihrem Fußende in den Spannriegel ein, Fig. 449 (ohne die obere Strebe).

Fig. 449.

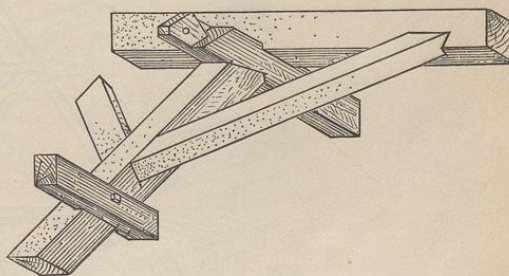
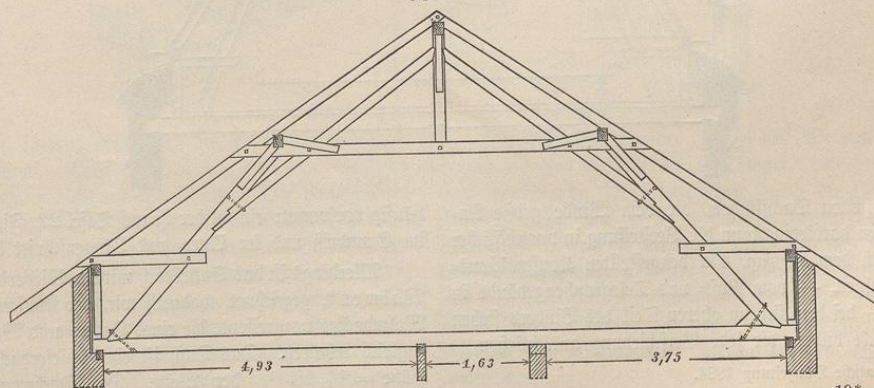


Fig. 450.



19\*



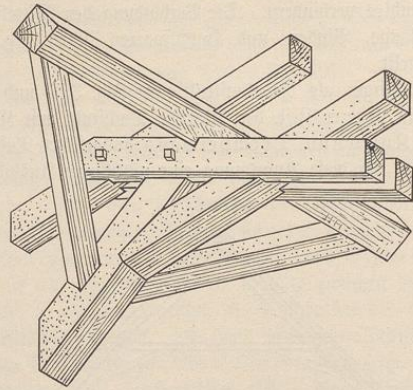
Ist ein Kehlgebälk anzulegen, so kann dasselbe ähnlich wie bei Fig. 1, Tafel 22, parallel zu den Pfetten auf die Spannriegel oder die Zangen aufgelegt und mit diesen verdollt oder verkämmt werden. Müssen letztere unterstützt werden, so geschieht dies am zweckmäßigsten durch Einfügung einer Hängesäule, die durch das obere Strebenpaar getragen wird. Durch die Kehlbalken wird der durch die Büge bewirkte Längenverband der Dachstuhlkonstruktion noch vermehrt.

Die Konstruktion Fig. 1, Tafel 23, findet häufigere Verwendung als die Fig. 3, weil sie zum Querverbande bloß einen Spannriegel und keine Zange, und kürzere Hölzer zu den Streben verlangt, sich deshalb leichter aufschlagen läßt und den Mittelpfetten eine bessere Unterstützung bietet.

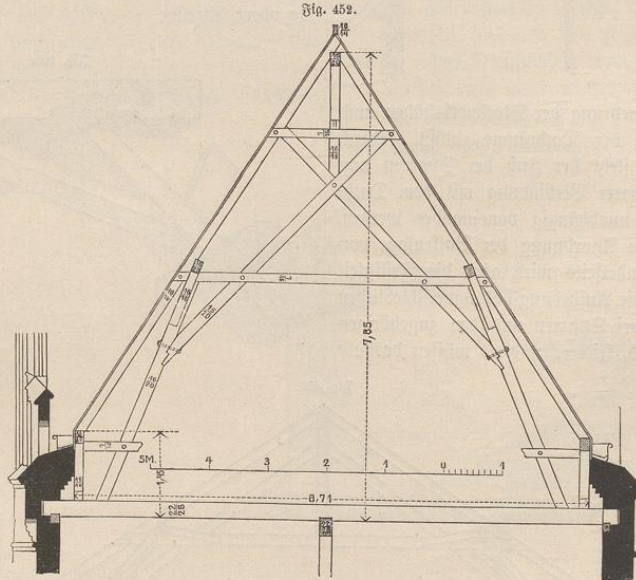
Eine Abänderung dieser Konstruktion ist in Fig. 450 dargestellt, wobei sich die obere Strebe unmittelbar in die untere mit Zapfen und Versatzung einsetzt, so daß sich in Verbindung mit der Doppelzange ein festes Dreieck bildet; die Verbindung mit etwas abgeänderter Pfettenlage zeigt Fig. 451.

Bei Spannweiten von 10 bis 11 m wird der oberhalb der Zwischenpfetten liegende Sparrenteil so kurz, daß die Firspfette entbehrt werden kann — siehe hierwegen

Fig. 451.



S. 143 — und es entsteht der liegende Dachstuhl mit Mittelpfetten, der besonders bei den gewöhnlichen Wohngebäuden



Bei steilen Dachflächen, die dem Winde große Angriffsflächen darbieten, kann die Versteifung in vortrefflicher Weise nach dem in Fig. 452 dargestellten Konstruktions-system erfolgen, — vom Post- und Telegraphengebäude in Lübeck<sup>1)</sup> — bei dem sich im oberen Teil des Binders sieben feste Dreiecke bilden, die jede Verschiebung ausschließen.

1) Deutsche Bauzeitung 1884.

häufig vorkommt; ein solcher ist auf Tafel 22, Fig. 1 bis 3, im Grundriß und im Quer- und Längenschnitt dargestellt.

Allerdings ist das Satteldach mit der Wiederkehr „dem Walmen“, gezeichnet, wodurch wir, der Konstruktion des Walmdaches vorgreifend, die eines Sattel- und Walmdaches zugleich erhalten. Das Dach ist ein Schieferdach von der Höhe =  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Weite. Der Dachraum ist der

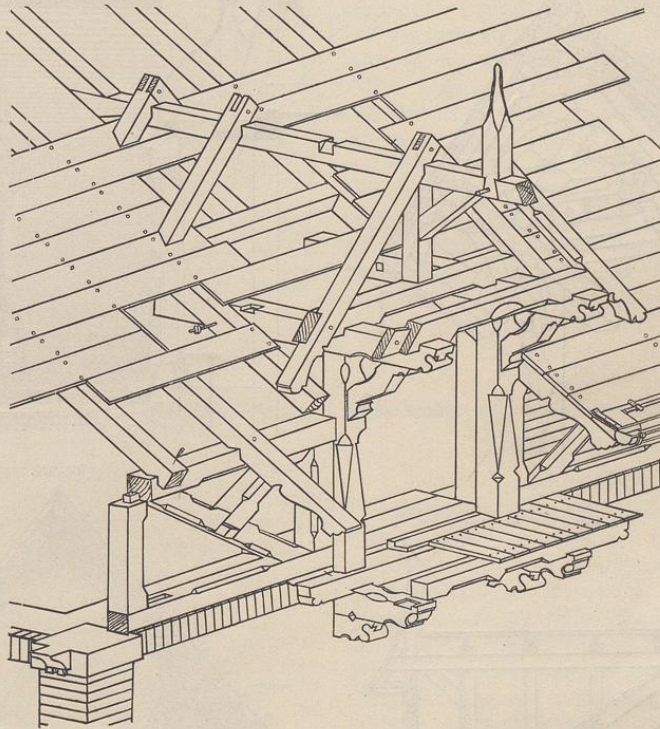


Länge nach durch Anlage eines Ganges, von dem man zu beiden Seiten in die Kammern gelangt, in drei Teile zerlegt, von welchen der Gang eine Balkendecke, die Kammern dagegen eine aus Sparren und Balken gebildete Decke erhalten. Die Balkendecke besteht außer den Pfetten noch aus drei Kehlbalken, die wie die ersten auf den Spannriegeln der Binder ruhen und vom letzten Binder, Fig. 3, bis zur Pfette des Walmen vortreten, mit welcher sie verzapft sind. Durch diese Anordnung geht die Balkendecke in die Sparrendecke ohne störende Unterbrechung über, was nicht der Fall ist, wenn die Kehlbalken auf den Pfetten neben den Sparren

Quer- und Längerverspannung erhält, wieder entfernt werden, da sie die Kammern verunstalten würden.

Billiger und einfacher jedoch ist eine provisorische Versteifung des Dachstuhles mittels Dielen. An das dem letzten Binder angehörige Sparrengebände, Fig. 2 bis 3, schmiegen sich die Gratsparren an, an welchen die sogenannten Schiffsparren, Schifter, durch Nägel befestigt werden. Sollte das Kehlgebälk nicht bis zur Pfette des Walmen reichen oder ein solches überhaupt fehlen, so ist es zweckmäßig, die an den Wiederkehren verzapften oder verblatteten Pfetten durch ein Winkelband, Fig. 2, zu verspannen.

Fig. 453.



ihr Auflager finden, weil dann die Pfette vor die Decke zu liegen kommt. Neue Verbindungen haben wir bei dieser Dachkonstruktion nicht zu verzeichnen. Die verschiebbare Trapezform der Binder, gebildet aus Bundbalken, Streben und Spannriegel, wird unverschiebbar gemacht durch den Dreiecksverband mittels der Büge, welche zwischen Strebe und Spannriegel angebracht sind. Die Pfettenbüge sind in Fig. 1 bis 3 nur punktiert, weil sie gewöhnlich nach dem Aufschlagen, bezw. nach Vollendung des Innbaues des Speichers, wodurch die Dachkonstruktion die erforderliche

Zur Unterstützung der Pfette am Walmen werden sogenannte halbe Binder angeordnet, von denen hier einer genügt, da die Pfette schon durch die Zapfen der Kehlbalken getragen wird. Derselbe besteht aus einer Strebe, die mittels der Klaue die Pfette faßt und sie außerdem durch Kopfbüge unterstützt, während der Strebefuß in eine auf drei Balken aufgekämmte Schwelle verzapft ist. Dieser letztere Verband ist wegen Vermeidung von Verschiebung dem Aufklauen der Strebe auf den Wandbalken vorzuziehen.



Die gewöhnliche Konstruktion der Dachaufsätze zur Aufnahme der Flügel Fenster für die Beleuchtung der Kammern ist auf der linken Seite von Fig. 1 und im Grundriß, Fig. 2, gezeichnet, während die Anordnung eines Stellfensters auf der rechten Seite von Fig. 1 dargestellt ist.

Fig. 453 a.

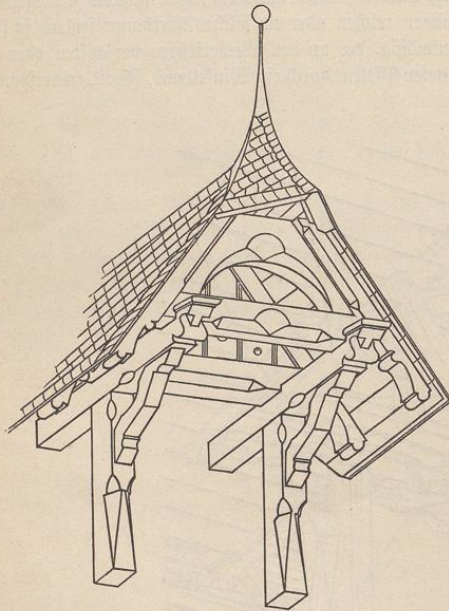
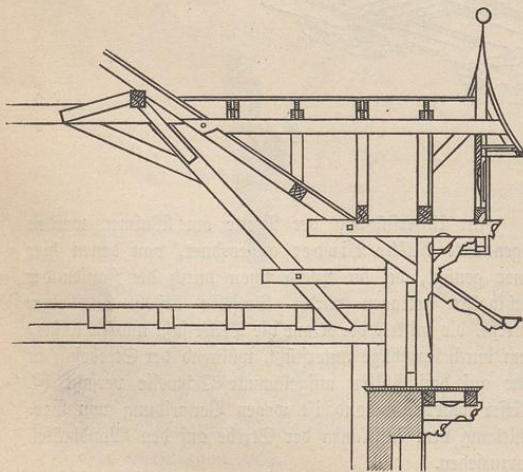


Fig. 453 b.



Anschließend hieran geben wir in Fig. 453<sup>1)</sup>, 453<sup>a</sup>, 453<sup>b</sup> und 454<sup>2)</sup> noch zwei Konstruktionen von Dachlücken, die einer weiteren Erklärung nicht bedürfen.

Schließlich soll hier auf den interessantesten Versuch hingewiesen werden, die Dachbinder durch Mauerbogen zu ersetzen, auf die dann die liegenden Sparren unmittelbar aufgelagert werden, Fig. 455.<sup>3)</sup>

Fig. 454.

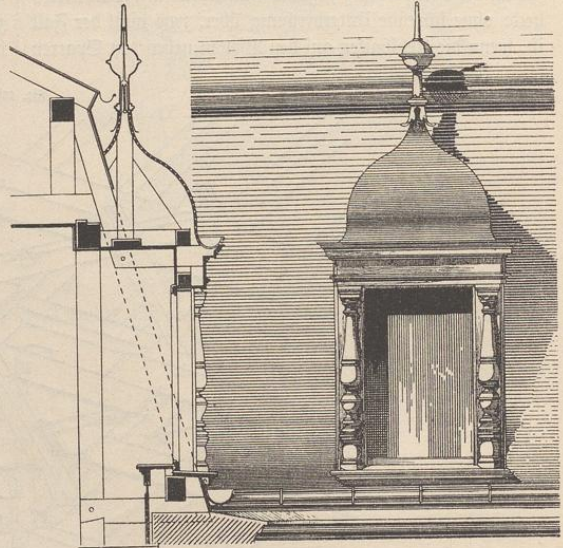
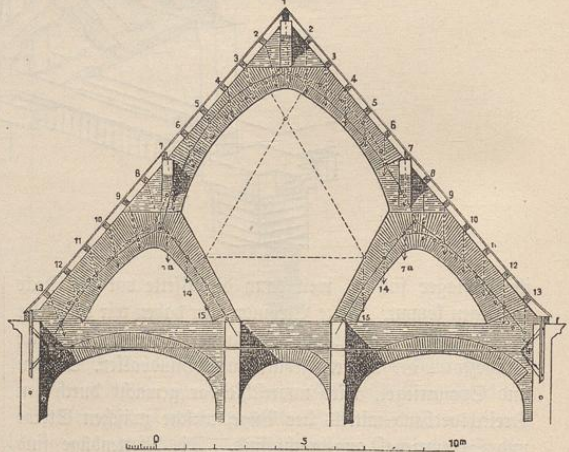


Fig. 455.



- 1) Kircher, Vorlagen für den gewerblichen Fachunterricht.
- 2) Neumeister & Häberle, Die Holzarchitektur.
- 3) Centralblatt der Bauverwaltung 1887.



## b) Bei Kehlbalkehdächern.

Zwei auf Tafel 21 dargestellte Beispiele zeigen liegende Stühle mit Kehlbalken, bei denen der Quer- und Längsverband der Binder und die Absteifung der Dachflächen allen Anforderungen entspricht.

Die einfachere Konstruktion, Fig. 1 bis 2, besteht aus den auf die Dachbalken aufgekämmten Stuhlschwellen, auf denen die liegenden Stuhlsäulen stehen, die zu ihrer Verspannung beim Aufschlagen ein Querholz, den Spannriegel, bedürfen, welcher durch Büge oder Strebebänder unterstützt wird, die hauptsächlich aber zur Feststellung des trapezförmigen Binders angebracht werden. In die Stuhlsäulen werden die Rahmhölzer, Dachrahme, Stuhlpfetten gelegt, weshalb sie oben mehr Holzstärke als unten haben müssen. Von den Stuhlsäulen gehen die Kopf- und Fußbüge — Kopf- und Fußbänder — aus zur Versteifung der Stuhlsäule, sowie der Pfette und Schwelle, Fig. 1 und 2. Nachdem die Binder so weit aufgeschlagen sind, werden die Kehlbalken gelegt und die Sparrengebände aufgerichtet. Die Binder sparren liegen auf den Stuhlsäulen auf; außerdem noch, wie auch die Leergebände, auf der Stuhlpfette und den Kehlbalken, mit denen sie verkämmt sind. Die den Bindern zunächst liegenden Leergebände werden auch noch durch Kopf- und Fußbüge, auf denen sie aufliegen, unterstützt. Der Dachstuhl heißt auch verschwellter liegender Stuhl, und stellen Fig. 402 und Fig. 5, Tafel 21, die betreffenden Verbindungen dar. Fehlen die Schwellen, wobei die Stuhlsäulen, Fig. 4, sich in die Bundbalken einsetzen, dann entsteht der unvergeschwellt liegende Stuhl.

Die Verbindung bei der Stuhlpfette zeigen die Fig. 429 und Fig. 6, Tafel 21. Miteinander versägt und verzapft sind Spannriegel und Stuhlsäule; versägt Stuhlsäule und Kehlbalken, auf welche die Sparren aufgekämmt werden. Die Stuhlpfette ist in den Ausschnitt der Stuhlsäule eingesetzt und eingezapft.

Im allgemeinen erfordern die Verbindungen des liegenden Stuhles weit mehr Arbeit, als die des stehenden, und insbesondere viel stärkere Hölzer. So erhält die Fußschwelle 21 cm Höhe und 27 bis 28 cm Breite; die Stuhlsäule oben 30 cm, unten 25 cm Breite bei einer Stärke von 18 bis 20 cm, welches auch die Abmessungen des Spannriegels sind; die Kehlbalken und Sparren  $13\frac{1}{16}$  cm und endlich das Rahmholz — Stuhlpfette —  $10\frac{1}{22}$  cm.

Bei größerer Gebäudetiefe wird zur Unterstützung des Spannriegels und der Kehlbalken in deren Mitte eine Stuhlwand derart angeordnet, daß die Pfette unter die Kehlbalken und über den Spannriegel zu liegen kommt, welcher durch den Stuhlpfosten unterstützt wird, Fig. 3, Tafel 21. Die Kopfbüge zwischen dem liegenden Stuhl-

pfosten und Spannriegel würden nun aber leicht ein Durchbiegen des letzteren verursachen, wenn man nicht die erstere mit dem Spannriegel überblattete und in den Kehlbalken und in die Stuhlsäule ebenfalls mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte einließe. Durch diese Anordnung geht übrigens einer der am meisten gerühmten Vorteile der liegenden Dachstühle, ein freier Bodenraum, größtenteils wieder verloren.

Die auf Tafel 21 dargestellten Dachkonstruktionen sind ungeachtet ihrer Solidität veraltet und werden selten mehr ausgeführt, und zwar wegen allzu großen Aufwandes an Material und Arbeit und wegen schwieriger Reparatur insbesondere der Stuhlschwellen und Stuhlpfetten. Dazu kommt noch der durch die Aufschieblinge sich bildende sogenannte Leistbruch der Dachflächen, welcher mittels Ziegel oder Schiefer nicht gut dicht eingedeckt werden kann, sowie die Unfreiheit in der Einteilung des Speichergebälkes, welche mit der der Dachsparren in innigem Zusammenhange steht. Aus diesen Gründen und insbesondere wegen der Möglichkeit, Kriewände in beliebiger Höhe anordnen zu können, verdienen die besprochenen, auf Tafel 22 und 23 dargestellten Konstruktionen des liegenden Pfettendachstuhles den Vorzug (siehe auch die Bemerkungen hierüber Seite 146).

## § 6.

**Satteldächer mit nicht unterstützten Balkenlagen.  
(Hängewerksdächer.)**

## a) Bei Pfettendächern.

Wir haben bisher eine von unten hinlänglich unterstützte Dachbalkenlage angenommen und das Dach in unmittelbare oder mittelbare Verbindung mit ihr gebracht. Fehlt jedoch eine genügende Unterstützung, wie dies bei größeren Räumen, wie Kirchen, Sälen aller Art und dergl., der Fall ist, so bringt man entweder in der Dachkonstruktion ein Hängewerk an, oder man verstärkt alle oder einzelne der Dachbalken durch die früher angegebenen Mittel, so daß sie keiner Zwischenunterstützung bedürfen.

Heute wendet man wohl nur noch die erste Konstruktionsweise an, während man früher vielfach die beiden Methoden vereinigte, um die Anzahl der Hängesäulen möglichst zu verringern.

Die Balken können je nach ihrer Spannweite, Belastung und Stärke ein-, zwei- oder mehrmals mit Hängesäulen aufgehängt werden, wonach man ein einfaches, zweifaches oder mehrfaches Hängewerk erhält.

Die Anordnungen der Deckengebälke, wo solche vorhanden sind, und der Unterzüge oder Überzüge sind bereits

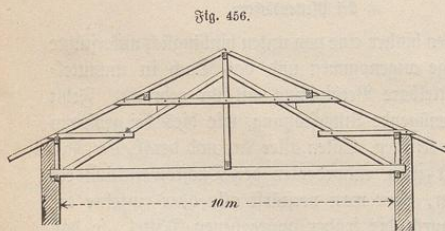


§. 40 und 41 besprochen und in Fig. 135 dargestellt worden, worauf wir des Näheren verweisen.

Da sich die Pfettendächer leicht in Verbindung mit Hängewerken ausführen lassen, so wird sich die Anlage der Hängesäulen, bezw. ihre Entfernung voneinander im allgemeinen nach der der Pfetten richten; doch können die Hängesäulen auch zwischen den Pfetten angeordnet werden, s. Tafel 26, Fig. 1, wodurch jedoch ziemlich bedeutende Biegebbeanspruchungen in den tragenden Konstruktionsteilen hervorgerufen und auch die Verbindungen schwieriger werden.

Einige Beispiele von Pfettendächern mit Hängewerken sind auf Tafel 24, Fig. 1 bis 3, gegeben, mit einem, zwei und drei Aufhängepunkten. Es wird in jedem einzelnen Fall je nach der Decklast zu bestimmen sein, welche Anordnung zu wählen ist.

Eine einmalige Unterstützung zeigt Fig. 3, wobei die Leerbalken mit dem auf ihnen liegenden und sie rechtwinklig kreuzenden Träger, „Überzug“, durch Schraubenbolzen verbunden sind, eine Anordnung, bei der die Deckenfläche nicht unterbrochen wird. Darf hingegen durch vortretende Hölzer die Decke in Felder zerlegt werden, so legt man die Träger, „Unterzüge“, unter die Balken, Fig. 1 und 2, bei welcher letzterer die Unterzüge nach der Tiefe und die Balken nach der Länge des Hauses zu liegen kommen. Die in Fig. 2 an den Enden des Unterzuges gezeichneten Sattelhölzer tragen zu seiner Verstärkung wesentlich bei, wodurch unter Umständen die von den Mittelpfetten ausgehenden Hängeeisen erspart werden können.



Bei den Dachkonstruktionen, Fig. 2 und 3, ist der einfache, bei Fig. 1 der doppelte Hängebock verwendet. Da die Hängewerkstreben, Fig. 2 und 3, durch Mittelpfetten, und in Fig. 2 noch durch Hängeeisen belastet sind, bedürfen sie einer Versteifung, die in Fig. 2 durch schräge, von der Hängesäule ausgehende Stützen — sogenannte Gegenstreben — bewirkt wird, die mit den Hauptstreben wieder einfache Hängewerke bilden, während in Fig. 3 eine Doppelzange eingelegt ist, die den Dachraum weniger beengt, eine sehr gute Dreiecksverbindung gewährt und zur

Bildung eines Kehlgebälkes benutzt werden kann. Nur in den Fällen, in welchen die Mittelpfetten zur Anbringung von Hängeeisen bezw. Hängesäulen benutzt werden, ist die Konstruktion Fig. 2 jener in Fig. 3 vorzuziehen.

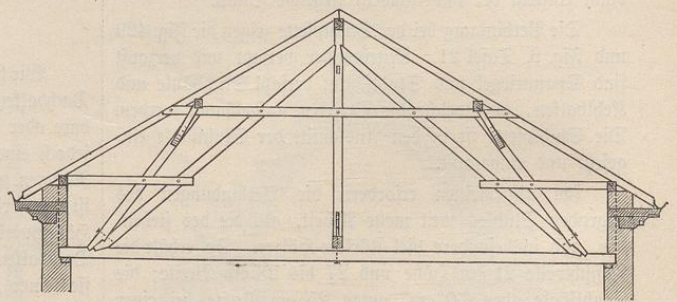
Der Längenverband, Fig. 1 bis 3, wird durch Kopfbüge hergestellt; noch weit solider kann er in Fig. 3 ausgeführt werden durch Anordnung zweier Halbhölzer zu beiden Seiten der Hängesäule, welche mit letzterer verbolzt und in die Zange eingelassen sind, wodurch eine mit den Pfetten parallel laufende Zange entsteht, die die Füße der Andreaskreuze aufzunehmen hätte, die zwischen den Bindern zur Versteifung und weiteren Unterstützung der Firstpfette anzubringen wären (siehe Tafel 26, Fig. 1 und 2).

Die Sparren müssen bei Dächern ohne Firstpfette, Fig. 1, Tafel 24, von gleicher Stärke sein, dagegen kann diese, wenn auf Billigkeit gesehen werden muß, nach oben abnehmen um 2 bis 3 cm nach der Breite und Höhe der Sparren, wenn eine Firstpfette vorhanden ist.

Die Verbindungen an den Knotenpunkten, Fig. 1 bis 3, Tafel 24, finden sich im III. Kapitel, § 1, worauf wir verweisen.

Wendet man die Konstruktion Fig. 3, Tafel 24, in Verbindung mit einer Kniewand an, so ergibt sich die Anordnung Fig. 456, die jedoch nur dann zu empfehlen ist, wenn die Mittelpfette nicht zu weit, höchstens 1 m, von dem Durchschnittpunkt der Strebe mit dem verdoppelten Spannriegel zu liegen kommt; zur besseren Ver-

Fig. 456 a.



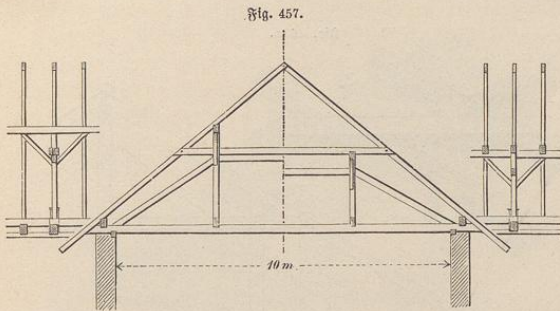
spannung empfiehlt es sich, zwischen Strebe und Spannriegel ein keilförmig gestaltetes Holz einzuschieben und sorgfältig zu verbolzen.

Wird der Kniestock so hoch, oder das Dach so flach, daß die Mittelpfette nach der Konstruktion Fig. 456 ungenügend unterstützt wird, so sind nach Fig. 456\* besondere Streben einzufügen, die mit den Hauptstreben verfaßt und gut verbolzt werden.

Die Konstruktion des doppelten Hängebockes, Fig. 1, Tafel 24, bleibt dieselbe, wenn auch die Kniewand fehlt

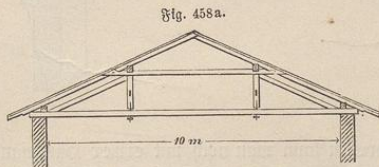
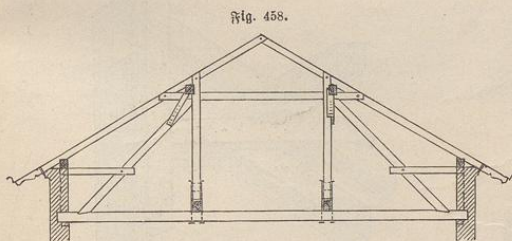


und die Sparren nach bekannter Art in die Dachbalken eingezapft sind, wobei die Sparrengebände an Festigkeit wesentlich gewinnen. Zwei Abänderungen dieser Konstruktion sind in Fig. 457 dargestellt, und zwar auf der rechten Seite mit, auf der linken ohne Kehlbalken, was durch die beiden Längsschnitte weiter erklärt ist. Während bei Fig. 1, Tafel 24, die Binder Sparren nicht besser wie die Leergebände unterstützt sind, ist in Fig. 457, linke Seite, der



Binder Sparren durch einen verdoppelten Kehlbalken — Zange, Spannkehlbalken — gefast, wodurch der Querverband des Dachbinders wesentlich gewonnen hat. Durch die Anordnung von Kopfsüßen können drei bis vier Leergebände zwischen die Binder gelegt werden.

Besser noch ist die Konstruktion nach Fig. 458 mit verdoppelter Hängesäule, da diese mit Spannriegel und

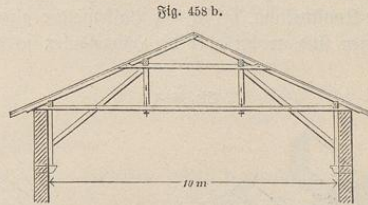


Bundsparren ein festes Dreieck bildet, das die Pfette umfaßt; die zur Längsverspannung dienenden Büge können entweder von den Streben oder von den Hängesäulen ausgehen, wie dies in der Zeichnung angegeben ist.

Eine Abänderung der Konstruktion giebt Fig. 458<sup>a</sup>, bei der einfache Hängesäulen und Doppelzange unter Weg-

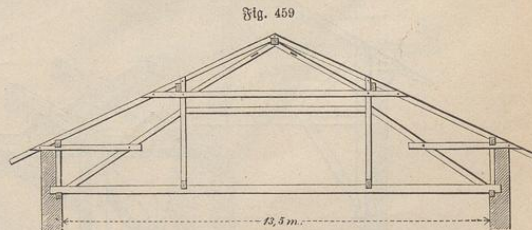
Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

lassung eines besonderen Spannriegels angenommen sind, und Fig. 458<sup>b</sup> zeigt eine Anordnung, bei der der Zugbalken verdoppelt und noch durch Sprengstreben unterstützt wird, die sich in Wandpfosten einsetzen, die unten in steinerne Konsolen und oben in die Schwellen eingezapft sind; die



Spannriegel sind auch hier verdoppelt angenommen. Diese Anordnung eignet sich insbesondere für Holzbauten, bei denen die Wände mit dem Dachstuhl in feste, unverschiebliche Verbindung gebracht werden müssen. Derartige Dachstühle sind häufig mit „Vordächern“ zu verbinden, wie z. B. bei Güterhallen, um geschützte Plätze zum Verladen zu erhalten. Tafel 25, Fig. 1, zeigt eine solche Anordnung, bei der zur Bildung des Vordaches die beiden Dachflächen verlängert und zwei Fußpfetten angebracht sind, welche auf Zangen ruhen, durch die die Sprengstreben gehen, die mit den Binder Sparren verblattet und in die Wandpfosten eingesetzt sind.

Eine Anwendung des doppelten Hängebockes bei der Anlage einer Firstpette zeigt Fig. 459, bei welcher Konstruktion die Mittelpfetten und Binder Sparren mit Hängesäulen und verdoppeltem Spannriegel gut verbunden sind.



Einige weitere Anordnungen geben die Fig. 460 und 460<sup>a</sup>, bei denen einfache Hängesäulen und Doppelzangen unter Weglassung des Spannriegels angeordnet sind; die oberen Streben fassen ebenfalls eine Hängesäule, die mit der Doppelzange verbunden ist und die Firstpette aufnimmt.

In Fig. 461 ist auch die Strebe verdoppelt und mit einem doppelten Wandpfosten verfaßt und verbolzt, nach dem System Tafel 26, Fig. 4 und Fig. 463.



Liegen die Pfetten bei diesen Konstruktionen annähernd gleich weit auseinander, wie dies im allgemeinen der Fall zu sein pflegt, so wird das Mittelfeld des aufgehängten Bundbalkens etwa doppelt so lang wie die Endfelder, so daß unter Umständen bedeutende Querschnittsabmessungen für diesen Balken erforderlich werden. Fig. 1, Tafel 26, giebt eine Konstruktion, bei der die Balkenfelder gleich lang angenommen sind, wobei aber die Hängesäulen seitlich der

unterstützt sie auch den doppelten Spannriegel in seiner Mitte und trägt nach Anordnung einer mit den Pfetten parallelen Zange und Strebebändern, Fig. 2, zu einem tüchtigen Längenverbände wesentlich bei.

Diese Konstruktion kann, wenn das Gebälk nicht stark belastet ist, und wenn zwei Mittelpfetten angeordnet werden, wie auf der rechten Seite von Fig. 1 angenommen ist, bis zu 18 m Tiefe ausreichen.

Fig. 460.

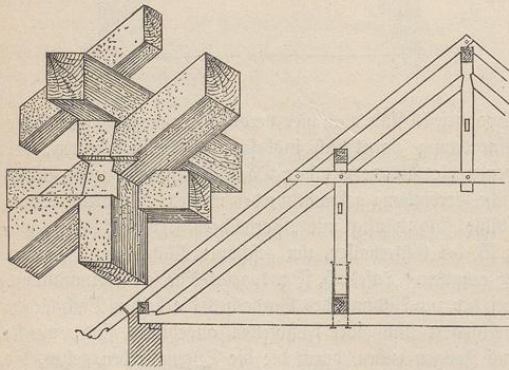


Fig. 460 a.

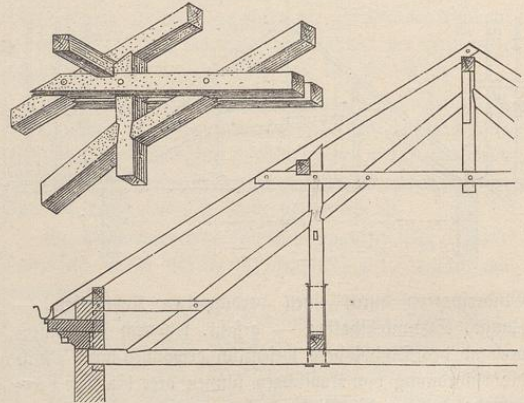


Fig. 461.

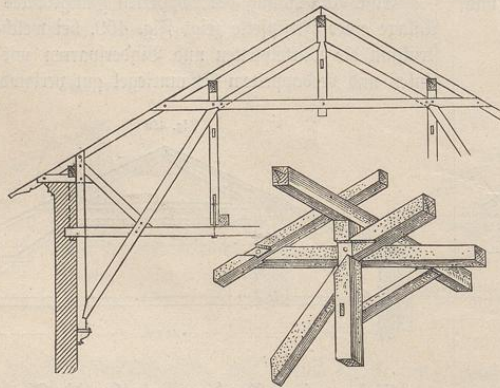
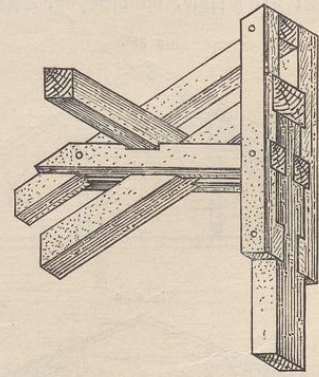


Fig. 462.



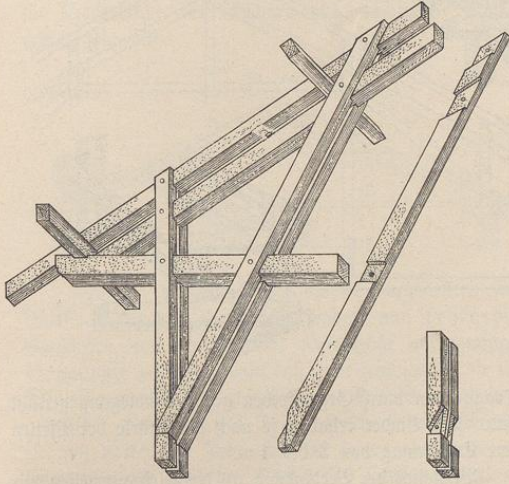
Durchschnittspunkte von Strebe und Doppelzange angeordnet und mittels Lajchen A, Fig. 1 — siehe auch Fig. 124 — mit Hängestreben, Binderrippen und Zange verbunden und verholzt sind. Fig. 3, Tafel 26, und Fig. 462 zeigen die Verbindung des Hauptknotens in doppelter Größe; a sind die Lajchen, in die sich die unter der Strebe stumpf abstoßende Hängesäule einhakt. Während die mittlere Hängesäule den Streben einen soliden Anschluß gewährt,

Zuweilen kann man noch mit einer Hängesäule ausreichen, wenn man mit einigen Konstruktionsteilen unterhalb des Haupttravers hinabgehen darf, ein Fall, der bei Reit- und Exerzierhäusern u. s. w. vorkommen kann, besonders dann, wenn keine geschlossene Balkenlage verlangt wird, und es daher nur auf Unterstützung der Binderbalken ankommt. Wenn man nämlich, nach Fig. 4, Tafel 26, von den Umfangswänden aus Streben, die den Haupt-



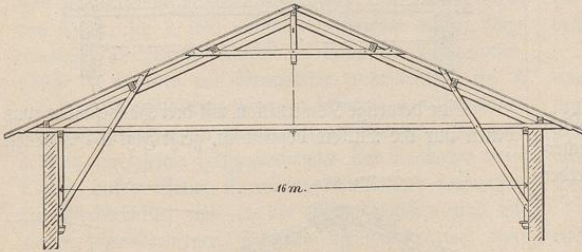
tramen und die Hängestreiben umfassen, anordnet, so läßt sich die freie Länge des Hauptbalkens so einschränken, daß eine Unterstützung in der Mitte ausreicht. Diese Streben sind doppelt und stemmen sich gegen Doppelpfosten, die dicht an der Umfangsmauer auf einem Absatz derselben oder auf Konsolen stehen können, und den Hauptbalken, die Hängestreiben und die Dachsparren umfassen, Fig. 463.

Fig. 463.



Diese Anordnung gewährt eine sehr feste Dreiecksverbindung und den Vorteil, daß ein etwaiger Seitenschub auf die Umfangswände nicht auf das obere Ende derselben allein wirkt, sondern durch die Doppelpfosten auf ihre ganze Länge verteilt wird.

Fig. 464.

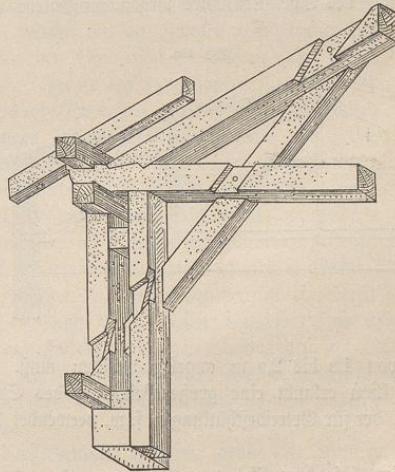


Eine Modifikation der Konstruktion zeigt Fig. 464, bei der die Doppelzange und die Sprengstreben die Hauptstreben unmittelbar bei den Mittelpfetten fassen, und die mittlere Hängesäule im unteren Teil durch ein Hängeisen ersetzt ist.

Besonders auch bei hölzernen Umfassungswänden läßt sich die beschriebene Konstruktion mit Vorteil anwenden, wenn man, wie auf der rechten Seite von Fig. 4, Tafel 26, gezeichnet ist, statt der Doppelpfosten einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) in etwa 0,3 m Entfernung von dem auf den Binder treffenden Wandpfosten oben in den Haupttramen zapft und unten auf einen Absatz der Fundamentmauer stellt, zwischen beide Pfosten kurze Klöße etwas einläßt und durch Schraubenbolzen diese drei Hölzer fest vereinigt. Die Streben gehen dann möglichst tief herunter, sind in die Pfosten etwas eingekämmt und ebenfalls verbolzt, Fig. 464a.

Sind die einfachen Hängestreiben nicht in genügender Stärke zu erhalten, so werden sie unterhalb doppelt genommen, nach Fig. 1, Tafel 27, und ein doppelter Hängebock in den einfachen eingeschlossen. Hierbei sind alle Hängesäulen doppelt, und der horizontale Spannriegel ist mit den kürzeren Streben stumpf zusammengeschnitten. Will man indessen die feste Dreiecksverbindung durch den Spannriegel nicht aufgeben, so kann man diesen doppelt nehmen, Fig. 2 und 3, und ihn so ausschneiden, daß die kurzen Streben sich wieder gegen volles Hirnholz stemmen, die längeren Streben aber noch zangenartig umfaßt werden. Die Hängesäulen werden nun sämtlich einfach und die beiden

Fig. 464a.



kurzen wieder durch die schon mehrfach erwähnten Holzlaschen an beide Streben aufgehängt. Diese letztere Konstruktion ist zwar etwas schwierig auszuführen, dürfte aber doch nicht mehr Holz erfordern, weil die doppelten Hängesäulen in einfache verwandelt werden, jedenfalls aber eine



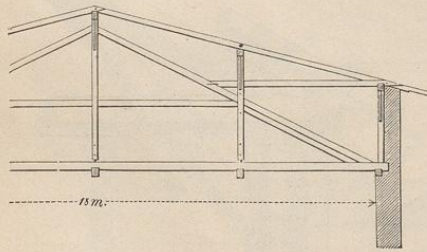
festere, unverschieblichere Figur bilden, als die zuerst beschriebene; denn der Knoten bei A, Fig. 2, ist ein fester, nicht aber der bei B, Fig. 1. Der Längenverband, sowie die übrigen Details, bedürfen keiner näheren Erläuterung.

Bei Anlage eines Kniestockes und Annahme von nur zwei Hängesäulen zur Unterstützung des Tramens empfiehlt sich eine Anordnung nach Fig. 465, die näherer Erläuterung nicht bedarf.

Nach demselben System, wie der Dachstuhl, Tafel 27, Fig. 1, aber nur mit je einer Zwischensette ist der Dachstuhl, Fig. 1, Tafel 28, konstruiert, der vermöge der Kopfbügel den Vorteil einer größeren Binderentfernung hat, dagegen den Binder sparren keine bessere Unterstützung als den Leer sparren gewährt. Die Hängesäulen, auf die die Pfetten aufgezapft sind, sind doppelt und müssen mit diesen mit eisernen Bändern verbunden werden.

Bei flachen Dächern und hohen Knieständen können auch die kombinierten Hängeböcke mit drei doppelten Hängesäulen, Fig. 466, bei einer Dachtiefe bis zu circa 18 m verwendet werden, wobei der Spannriegel, der ungehinderten Benutzung des Speicherraumes wegen, mindestens in einer

Fig. 466.

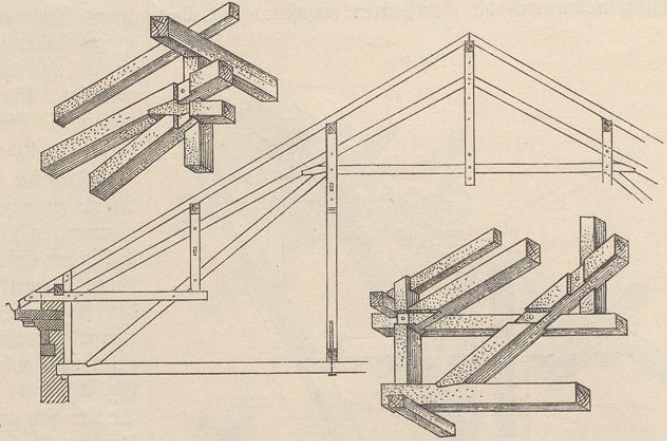


Höhe von 1,8 bis 2,0 m angelegt werden muß. Diese Konstruktion erlaubt eine große Belastung des Speicherbodens, der für Getreideschüttung u. s. w. verwendet werden kann.

Eine besondere Art von Pfettendächern haben wir noch anzuführen, bei denen die Sparren weggelassen und durch Pfetten ersetzt werden, die in Entfernungen von etwa 1 m verlegt werden. Sie sind in Italien heimisch und eignen sich vorzugsweise für flache Dächer.

Eine solche Konstruktion zeigt Fig. 467 und Tafel 28, Fig. 4 bis 6, bei der die Haupttrag sparren, auf denen die zur Befestigung der Schalbretter dienenden Pfetten aufliegen, die einfache Hängesäule fassen, von der aus die

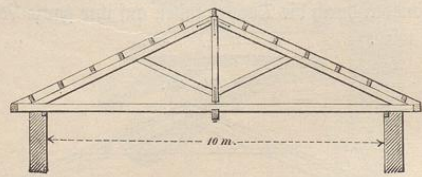
Fig. 465.



Trag sparren durch Gegenstreben gegen Einbiegung gestützt sind. Die Binder erhalten je nach der Stärke der Pfetten eine Entfernung von 3 bis 4 m.

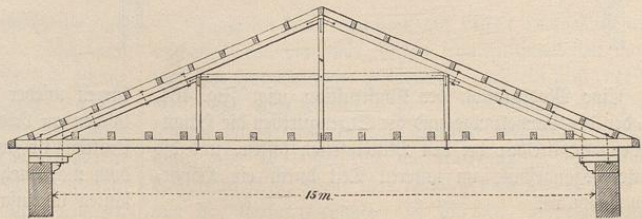
Bezüglich der Verbindung an der First verweisen wir auf Fig. 120 und 125 bis 126, während die Vorkehrung gegen das Abgleiten der Pfetten in Fig. 433 und 434 dargestellt ist.

Fig. 467.



Eine derartige Konstruktion mit drei Hängesäulen, von denen nur die mittlere doppelt ist, zeigt Fig. 467<sup>a</sup>. Diese

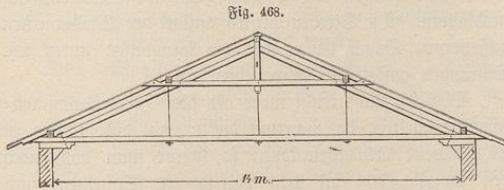
Fig. 467 a.





wird durch die Haupttragsparrn, die beiden anderen durch kürzere Hängestrebene und Spannriegel in Schwebe erhalten.

Dieselbe Binderkonstruktion ist auf Tafel 28, Fig. 2 und 3, dargestellt, unter der Annahme eines offenen Dachstuhles, so daß keine Decke, sondern nur der Binderbalken aufzuhängen ist; bei leichter Dachdeckung und bei Entfernungen bis etwa 14 m kann in diesem Fall auch von der Verdoppelung der Streben abgesehen und können an Stelle der Hängesäulen Hängeeisen angeordnet werden, wodurch die Konstruktion ein leichteres und eleganteres Ansehen erhält, Fig. 468.



Auch bei den Tafeln 29 bis 31 dargestellten Konstruktionen ist kein Dachgebälk, sondern nur Kehlgebälk vorgesehen, um den Räumen mehr Höhe und günstigere Verhältnisse zu geben, ohne daß man genötigt ist, die Umfassungsmauern höher aufzuführen. Dadurch entstehen sogenannte „gebrochene“ Decken, welche in akustischer Beziehung vorteilhaft sind, und bei denen ein mehr oder weniger großer Teil des Dachstuhles sichtbar bleibt, und eine einfache oder reichere Durchbildung erhalten kann.

Tafel 29 zeigt den Dachstuhl einer in Karlsruhe von Hübsch erbauten Reithahn, bei der nur die Binderbalken zur Aufhebung des Horizontalabhubes der Binder angeordnet, die Deckebalken jedoch auf die Höhe AB, Fig. 1, gebracht sind. Die Spannweite des mit Ziegeln gedeckten Daches beträgt 19,5 m, und die Pfetten sind auf beiläufig 3,30 m, horizontal gemessen, angeordnet. Die Binderweite von 5,7 m, Fig. 2, war nur durch Annahme langer Büge möglich. Die Pfetten ruhen auf doppelten Hängesäulen, welche die Streben und Bundbalken umschließen, Fig. 2, und die von Binder zu Binder reichenden, mit Kopfbügel versehenen Träger der Kehlbalken aufnehmen. Zur Herstellung eines festen Längenverbandes sind die Enden dieser Träger durch eiserne Klammern miteinander verbunden. Die Binderbalken sind in der Mitte gestoßen und mit langen schmiedeeisernen Schienen verbunden, was ohne größere Kosten durch Anwendung eines ganzen Holzes hätte umgangen werden können. Die Verbindungen bei A und am Fuße des Daches, welche in den Fig. 3 und 4 dargestellt sind, bedürfen wohl keiner weiteren Erklärung. Die Dielen der Deckeschalung sind, wie alles von unten sichtbare Zimmerwerk, gehobelt und angestrichen.

Der in Fig. 1 bis 3, Tafel 30, dargestellte Dachstuhl aus dem von Eisenlohr erbauten Kurzaale in Badenweiler besteht aus einem einfachen Hängebock, der durch Einfügen eines Spannriegels noch zu einem doppelten Hängewerk ausgestaltet ist. Das Dach von 12,5 m Weite ist mit Schiefer eingedeckt, und die Pfetten sind auf etwa 3 m in horizontaler Entfernung angeordnet. Die Hängesäulen, die nur den Bundbalken aufzunehmen haben, der besseren Verbindung wegen aber doppelt angeordnet sind, besitzen ihre volle Stärke nur an den Verbindungsstellen, und sind zwischen denselben entsprechend ausgeschlitten, wodurch sie leichteres und gefälligeres Ansehen erhalten. Die Deckebalken sind mit den Sparren verblattet, ruhen auf den des besseren Längenverbandes wegen seitlich der Hängesäulen angebrachten Mittelpfetten, sowie auf den Trägern, die in die mittleren Hängesäulen eingezapft sind.

Eine ähnliche Konstruktion, die über der Aula des von Lang erbauten Schullehrerseminars II in Karlsruhe ausgeführt ist, zeigt Tafel 31. Hier ist der mittlere Teil der Binderbalken durch durchgehende Zugstangen ersetzt, die der besseren Wirkung und des leichteren Aussehens wegen angeordnet worden sind. Die Deckebalken liegen auf den Hängestrebene und Zangen und sind mit diesen verblattet. Die mittlere Hängesäule des einfachen Hängebockes reicht herab bis zur Zange, Fig. 3, und faßt diese durch Hängeeisen. Diesen konstruktiv notwendigen Verbandstücken sind nun außerdem noch hinzugefügt die Riegel a, Fig. 1 und 2, welche, mit den Zangen z in gleicher Höhe liegend, zwischen den Bindern die mittleren vier Deckfelder umrahmen. Ferner die Hängesäulen b, die mit den Streben und Bundbalken c den Dreiecksverband herstellen. Endlich die langen und kurzen Bohlenbogen d und f, Fig. 1 und 2, die den Übergang von den kurzen Hängesäulen b mit dem vor die Decke tretenden Rahmen a und z vermitteln.

Dies sind die wesentlichsten Teile der Decke, während die übrigen, als: geschnitzte Füllbretter, Leistenwerk, gedrehte Knöpfe und Rosetten, sekundärer Natur sind.

Zwischen den Balken befindet sich ein Streifboden, der einen Gipsputz trägt. Diese Putzfelder sind nebst allem sichtbaren Holzwerk und den Saalwänden mit Malerei versehen. In der im Grundriß, Fig. 5, angegebenen Nische befindet sich die Orgel. Die Fig. 3 und 4 zeigen die nötigen Details.

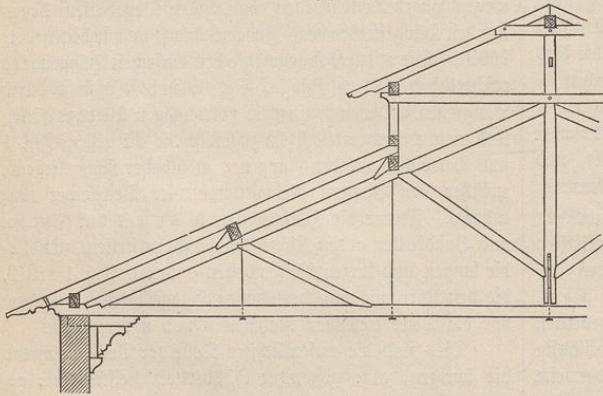
Vorstehenden Dächern, denen die Konstruktion des einfachen und doppelten Hängebockes zu Grunde gelegt ist, dürfte sich auch die auf Tafel 32 dargestellte Konstruktion anschließen, bei welcher insbesondere die formale Durchbildung in erster Reihe steht. Aus diesem Grunde sind durch den mittleren Aufbau die Dachflächen zerlegt, wodurch sie ein gefälligeres Ansehen erhalten; die Zugbalken und Hängesäulen sind nur auf die zu den Holzverbindungen



nötige Länge beibehalten und der Nest durch Eisenstangen ersetzt; endlich ist der magere Kontur des Binders verbreitert durch Anordnung eines durchbrochenen Frieses und Verdoppelung der Streben und des Spannriegels, wodurch die Kuppelung der Pfosten bedingt wurde. Die wagrechte mittlere Decke der Halle kann nun mit einem durchgehenden Oberlichte a, Fig. 2 und 3, oder mit abwechselnden Oberlichtern und Vertäferungen b, Fig. 2 und 3, versehen sein, oder die horizontale Abdeckung unterbleibt gänzlich, wonach der Verschluß der Wandungen des Aufbaues einzurichten sein wird. Das übrige erklären die Figuren.

Obgleich die hölzernen Theaterdachstühle ihrer Feuergefährlichkeit wegen in Zukunft zu den Seltenheiten gehören möchten, so wollen wir doch ein interessantes Beispiel dieser Art auf Tafel 33 von dem von Hübsch erbauten Theater in Karlsruhe mitteilen. Der Dachstuhl ist über der Bühne von 20,0 m Weite ausgeführt. Das Prinzip dieser Konstruktion besteht wieder in der Bildung des einfachen Hängebockes, in den durch Anordnung von Gegenstreben und Hängeeisen nach dem System Fig. 469 einige weitere

Fig. 469.



einfache Hängewerke eingeschaltet sind. Da diese ihre Lasten aber schließlich in das Haupthängewerk, also in die Hauptstreben überführen, so müssen diese eine solche Widerstandsfähigkeit besitzen, daß sie im stande sind, nicht nur das Dach zu unterstützen, sondern auch die Decken mit verschiedenem Zubehör zu tragen. Um diesen Anforderungen

Fig. 469 a.



zu entsprechen, konstruierte man die Hängestreben nach dem auf S. 21 beschriebenen Laves'schen Träger, aber nicht durch Spalten eines Balkens, Fig. 469<sup>a</sup>, sondern durch

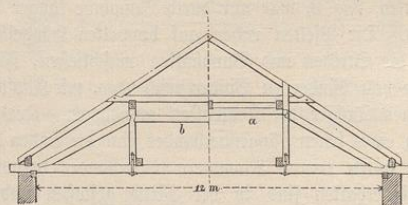
Zusammensetzen zweier Balken. Diese Streben tragen fünf Pfetten, sichern durch eiserne Stützen den festen Stand der Fußpfetten und nehmen die Hängefäule nebst vier Hängeeisen mit ihren Belastungen auf. Diese sind unten mit Unterlegplatte und Keil zum Antreiben versehen und sind oben mit der durch den Träger durchgesteckten Schiene in einer Weise verbunden, Fig. 4, daß sie ohne Nachteil kleinere Bewegungen der Konstruktion mitmachen können. Die Verbindungen der Hängefäulen zeigen die Fig. 3 und 5, sowie den Längenverband zwischen denselben Fig. 2. Die Bänder, welche stellenweise die Streben umspannen, sollen das Aufreißen des Holzes und dadurch eine Schwächung verhindern. Die Streben dürften anstatt der Bänder einen gußeisernen Schuh haben und die Hängeeisen unten mit Schrauben anstatt Keilen versehen sein.

Obgleich nicht leicht mehr als fünf Hängefäulen vorkommen dürften, da man mit dieser Zahl Räume bis zu 24 m Weite überdecken kann, so würde man doch nach den in Fig. 104 bis 109 gezeichneten Systemen auch deren noch mehrere anordnen können. Die Konstruktion wird sich nach dem bereits Gesagten immer leicht ergeben, und wir bemerken daher nur noch im allgemeinen, daß man auch bei einer geraden Anzahl von Hängefäulen die äußersten Streben immer bis zum First durchführen sollte, um hier eine kurze Hängefäule anzubringen, damit man die so wichtige Firstpfette und, mit Hilfe der mittleren Hängefäule, einen kräftigen Längenverband anordnen kann.

b) Bei Kehlbalckendächern.

Diese Dächer mit stehenden oder liegenden Stühlen können zu Hängewerken umgestaltet werden. Besonders leicht der doppeltstehende

Fig. 470.



Stuhl; denn die Stuhlfäulen lassen sich sehr leicht in Hängefäulen

verwandeln, wie dies Fig. 470 zeigt. Gewöhnlich werden dabei die Hängefäulen einfach genommen, und man hat dann nur darauf zu sehen, daß oberhalb Holz genug für den Kopf



stehen bleibt. Nimmt man aber die Hängesäulen doppelt und läßt sie den Kehlbalken und Sparren umfassen, wie dies auf der rechten Seite der Figur gezeichnet ist, so erhält man eine weit festere Verbindung und gewinnt auch einen besseren Strebewinkel für das Hängewerk, weil man den Spannriegel a nun höher legen kann, als den b. Wird hierbei für die Kehlbalken in der Mitte noch eine Unterstützung nötig, so kann man eine Pfette auf den Spannriegel des Hängewerkes legen und sie mit diesem und dem darüber liegenden Kehlbalken verholzen, wodurch sie ein hinlänglich sicheres Auflager erhält, um die Kehlbalken der Leergebinde zu tragen. Hierbei sind die Kehlbalken nicht in die Sparren zu verzapfen, sondern anzublatten, wie früher schon erwähnt wurde.

Das Kehlbalkendach mit liegendem Stuhl ist besonders im 16. und 17. Jahrhundert vielfach in Verbindung mit Hängewerken zur Ausführung gekommen, und es bestehen noch viele Gebäude von bedeutender Spannweite, die auf diese Weise konstruiert sind. Die Anordnung ist übrigens keine gute, erfordert viel und starkes Holz und ist schwer auszubessern, so daß man wohl nicht leicht eine derartige Dachkonstruktion, wovon wir nur zwei Beispiele vorführen wollen, jetzt noch nachahmen wird.

Gewöhnlich sind mehrere Stockwerke von liegenden Dachstühlen übereinander angeordnet, deren Stuhlsäulen

Fig. 471.

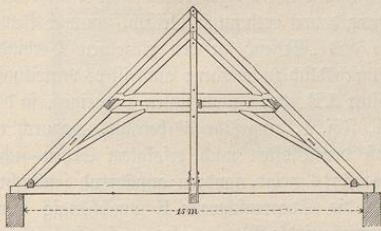
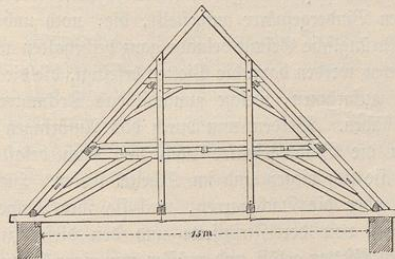


Fig. 471 a.



teilweise als Streben der Hängewerke benutzt werden, Fig. 471 und 471 a. Die eigentlichen Hängesäulen hängen gewöhnlich an den Kehlbalken und belasten diese auf eine sehr unvorteilhafte Weise, und da ihre Senkung durch das

Zusammentrocknen der Schwellen und Stuhlpfetten unvermeidlich wird, so tragen sie zum Einsinken der Gebälke bei, statt sie in horizontaler Lage schwebend zu erhalten.

## § 7.

**Satteldächer ohne Balkenlagen.**

Dachkonstruktionen, bei welchen ein Teil des Dachraumes zur lichten Höhe des überdeckten Raumes gezogen wurde, haben wir auf Tafel 29 und 30 kennen gelernt. Soll aber das Dach zugleich Decke bilden, dann läßt man die Dachbalkenlage fort und konstruiert die Dächer ohne diese. Bei allen diesen Konstruktionen, deren Spannweite häufig größer ist, als die der bisher betrachteten, ist der Horizontalschub der Dachbinder aufzuheben, weshalb die Binder- oder Zugbalken — Streckbalken — des Dachgebälkes nicht entbehrt werden können. Da jedoch diese Binderbalken bei Räumen von großer horizontaler Ausdehnung bei verhältnismäßig geringer Höhe schwerfällig wirken, und überdies vermöge ihres nicht unerheblichen Eigengewichtes die Konstruktion sehr belasten, so werden sie besser durch Eisenstangen ersetzt. Dies führt aber zu Dachkonstruktionen von gemischten Materialien, den sogenannten Holz-Eisenkonstruktionen, welche im 3. Band dieses Werkes: „Konstruktionen in Eisen“ dargestellt sind. Als Beispiele solcher Konstruktionen sind die auf Tafel 31 und 32 dargestellten zu betrachten, bei welchen ebenfalls Eisen zur Aufhebung des Horizontalschubes verwendet ist. In den meisten Fällen wird die Beziehung des Eisens zu Dachkonstruktionen von über 25 m Spannweite nicht allein billigere, sondern auch gefälliger aussehende Konstruktionen geben. Werden doch die Dächer der Eisenbahnhallen von bedeutender Tiefe schon längst fast vollständig aus Eisen konstruiert, worüber der 3. Band Aufschluß giebt.

Die hier einschlägigen Dachkonstruktionen können nun in zweierlei Weise gebildet werden, nämlich aus geraden Hölzern oder aus solchen in Bogenform. Letztere Konstruktion, eine Nachahmung der Gewölbeform, ist die der Wöhlendächer und besteht aus bogenförmigen, mit Dielen konstruierten Verbandstücken. Dabei können die Dachflächen als getrümmte oder als ebene Flächen behandelt werden.

## 1. Dächer aus geraden Hölzern.

Anstatt die Dachbinder nach der Kreislinie zu konstruieren, wie wir später bei den Wöhlendächern zeigen werden, ist diese Linie bei den zunächst zu besprechenden Konstruktionen der Binderform bloß zu Grunde gelegt, so zwar, daß die einzelnen Verbandstücke der Binder die Kreislinie nur tangieren, wie Fig. 2, Tafel 34, zeigt, wodurch Binder von polygonaler Form entstehen, weshalb man den Dächern auch den Namen polygonale Dächer geben



fam. Wissenschaftliche und praktische Untersuchungen hierüber sind von dem französischen Ingenieur Ardanant angestellt worden. Danach sind diese Dächer weit billiger herzustellen, als die Bohlendächer, da sie unter gleichen Verhältnissen weniger Material und Arbeit verlangen; und bei gleichem Materialaufwande zeigen die aus geraden Hölzern konstruierten Gespärre gegen Biegung einen viermal so großen Widerstand als die Bogengespärre.

Ardanant weist zunächst nach, daß alle Dachgespärre ohne durchgehende Dachbalken, mögen sie gestaltet sein wie sie wollen, an ihrem Fuße einen Horizontalschub auf ihre Unterlage äußern, und zwar auf folgende Weise. Es sei Fig. 1, Tafel 34, A E C F B ein solches, auf irgend eine Art zusammengefügtes Gespärre, was, in Bezug auf eine Vertikale durch die Spitze C, durchaus symmetrisch angeordnet, und auf beiden Seiten ebenso ganz gleich durch Gewichte  $p, p', p'', \dots p^n$  belastet ist und dessen untere Enden A und B auf einer festen Horizontalfläche aufstehen. Bezeichnet man das gesamte Eigengewicht einschließlich der Belastungen  $p, p', \dots p^n$  der einen Hälfte durch P, so ergeben sich die Auflagerreaktionen A und  $B = P$ , und es wird in dem System nichts geändert werden, wenn wir uns das Gespärre mit der Spitze C fest eingemauert denken, so daß CD immer lotrecht bleibt, und dann das Gespärre, wenn die Stützpunkte weggenommen sind, unter der Einwirkung der Reaktionen P und der Belastungen  $p, p', \dots p^n$  steht. Vereint man die Lasten  $p, p', \dots p^n$  zu einer in GH wirkenden Mittelkraft, so wird das Moment aller Kräfte in Bezug auf den Punkt C:

$$M_C = P \cdot AD - (p + p' + \dots + p^n) HD;$$

da  $P = p + p' + \dots + p^n$ , so wird

$$M_C = P \cdot AD - P \cdot HD = P \cdot AH.$$

Hieraus folgt aber, daß der Punkt A (oder) B der Kraft P folgen muß und etwa eine Lage in A' annehmen wird. Zieht man A'a senkrecht auf AP, so ist Aa das Maß für die vertikale und A'a das für die horizontale Bewegung des Punktes A. Oder Aa stellt eigentlich die Senkung der Spitze C dar, während A'a das Maß des Horizontalschubes giebt. Dieselbe Erklärung paßt auch, wenn man statt des polygonalen Gespärres ein kreisförmiges, oder nach anderen Kurven gebogenes voraussetzt, so daß die oben aufgestellte Behauptung erwiesen sein dürfte.

Ardanant giebt die Formeln zur Berechnung der Scheitelsenkung, des Horizontalschubes und der Spannungen der einzelnen Konstruktionsteile, deren Mitteilung wir unterlassen, da diese Berechnungen richtiger und einfacher mit Hilfe der graphischen Methode durchgeführt werden (siehe hierüber § 18, Kap. VIII).

Derartige Dachstuhlkonstruktionen werden stets Pfettendächer sein, so daß die Gespärre die Binder bilden, und die Pfetten stützen, deren Befestigung auf den Hauptsparren keinen Schwierigkeiten unterliegt; unter allen Umständen ist eine Firspfette anzuordnen. Wichtig ist, daß an den Verbindungsstellen im Gespärre möglichst „feste Knoten“ gebildet werden, wie dies die Details auf Tafel 34, Fig. 4 und 5, zeigen.

Macht man die Pfosten AB, Fig. 2, Tafel 34, doppelt, so wird das Tragband C einfach und mit Verzägung ohne Zapfen in den Sparren eingesetzt, hier aber durch einen Schraubenbolzen befestigt, während die Doppelpfosten das Sparrenende umfassen und mit ihm verbolzt sind. Über diese Verbindung geht nach der Mitte des Tragbandes noch eine Zange, welche hauptsächlich die Unveränderlichkeit des Winkels bei B bezweckt.

Den Spannriegel D wird man wohl ebenfalls am zweckmäßigsten einfach anordnen, um so beide Hauptsparren gegeneinander stemmen zu können. Die Verbindung mit dem Spannriegel zeigt Fig. 5. In der Mitte wird alsdann eine kurze doppelte Hängesäule nötig, um mittels derselben einen wirksamen Längenverband anordnen zu können, wie solches der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt.

Wegen der Horizontalverschiebung des Punktes B, Fig. 2, hat man sich wohl zu hüten, weder den Sparren, noch die Zange gegen die Mauer zu stemmen, sondern gegenteils mit den Enden dieser Hölzer etwas über das Maß dieser Verschiebung davon entfernt zu bleiben, um eine Bewegung, die durch das „Setzen“ in den einzelnen Verbindungen entsteht, unschädlich zu machen; auch ist es vorteilhaft, den Stuhlspfosten AB etwas nach innen zu neigen, so daß der Winkel  $\alpha$ , Fig. 1, ungefähr  $30^\circ$  beträgt, wodurch erreicht wird, daß der Pfosten nach erfolgtem Setzen sich nicht nach auswärts neigt, sondern annähernd senkrecht steht.

Wird die Sparrenschwelle E unabhängig von dem Hauptsparren auf die Mauer gelagert, so ist bezüglich des Aufschlagens folgendes zu bemerken: Zuerst werden die einzelnen Binderespärre aufgestellt, die, noch unbelastet, ihre ursprüngliche Gestalt beinahe ganz beibehalten werden. Auf diesen werden dann die Pfetten befestigt, die die Dachsparren aufnehmen, welche zunächst das Deckmaterial zu tragen haben. Werden nun durch das Aufbringen dieses letzteren die Binderespärre nach und nach belastet, so werden sie sich biegen und im Scheitel senken. Hierdurch werden aber die Dachsparren, weil sie ihre Länge nicht verkürzen, von der Firspfette und den dieser zunächst liegenden Pfetten gelöst und müssen nun einen bedeutenden Schub auf die Sparrenschwelle und so auf den oberen Teil der Mauer ausüben, der sehr gefährlich werden kann. Ardanant schlägt daher vor, die Sparrenschwelle anfänglich auf Keile zu legen, von einer Höhe gleich der zu



erwartenden Senkung im First, und diese Keile bei der allmählichen Belastung ebenfalls allmählich zu senken, bis die Dachsparren überall auf den Pfetten und auch auf der Firstpfette aufliegen.

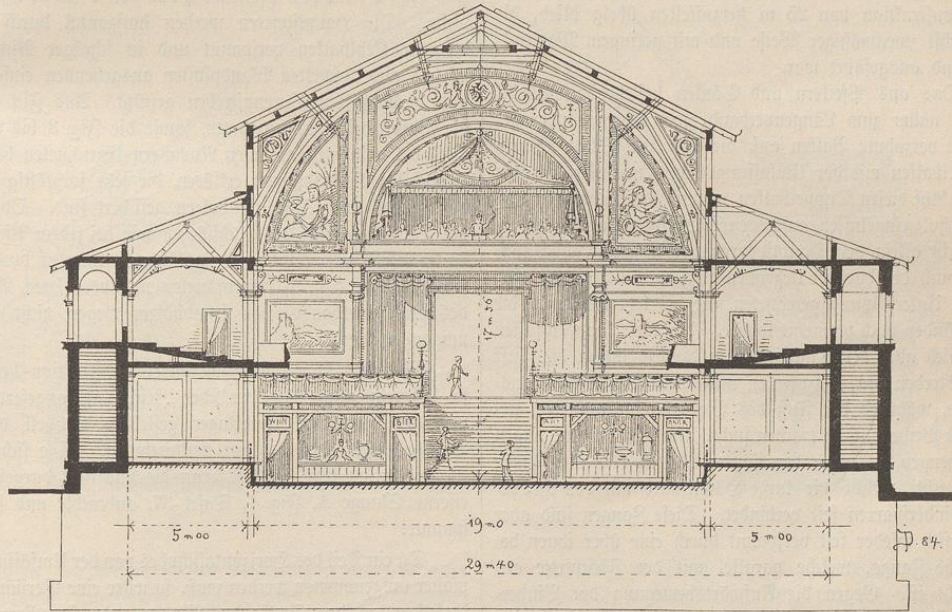
Es wird sich empfehlen, derartige Dächer mit leichten Materialien einzudecken, und die Last der Bedachung auf viele Punkte und möglichst gleichmäßig über die Hauptsparren zu verteilen; bei größerer Anzahl der Pfetten können dann schwächere Dachsparren verwendet werden.

Ein hübsches Beispiel einer derartigen Konstruktion giebt der Dachstuhl des großen Saales der von Durm erbauten Festhalle in Karlsruhe, Fig. 472,<sup>1)</sup> bei dem zur

Tafel zeigt die weitere Ausbildung derart, daß sich das ganze Gespärre einer Halbkreisform anschließt, die ein eleganteres Ansehen gewährt. Auch in diesem letzteren Gespärre sind alle Hölzer gerade, mit Ausnahme des mittleren EF und der kleinen Ausfüllungsstücke bei G. Diese krummen Hölzer tragen wenig oder nichts zur Festigkeit der Konstruktion bei und können daher aus Dielenstücken hergestellt werden, wie dies auch zur Herstellung der Halbkreisform an den Bindern der Karlsruher Festhalle gesehen ist.

Aus der Betrachtung der Figur wird die Konstruktion so deutlich hervorgehen, daß man das Leergebinde und den

Fig. 472.



besseren Verspannung in die unteren Dreiecke zwischen Pfosten, Hauptsparren und Tragband gußeiserne Winkel eingelegt und sorgfältig mit den Hölzern verschraubt sind; die Dachstuhlbinden der Seitenhallen wirken in vortrefflicher Weise dem Horizontalschube des Hallenbinders entgegen.

Um schwächere Hölzer verwenden zu können, hat man die einfachen Gespärre dadurch zu verstärken gesucht, daß man zwei polygonal geformte so übereinander setzte, daß die Eckpunkte des Inneren auf die Mitte der langen Seite des Äußeren treffen und diese stützen. Fig. 1, Tafel 35, giebt ein allgemeines Bild davon, und Fig. 2 derselben

Längendurchschnitt ohne weitere Anleitung wird aufzeichnen können, und es soll in Bezug auf letzteren daher nur noch bemerkt werden, daß im Scheitel mit Hilfe der hier befindlichen vertikalen Zange wieder auf dieselbe Weise wie in Fig. 3, Tafel 34, ein Längenverband hergestellt werden kann. Bei sehr weit gesprengten Dächern könnte man letzteren übrigens auch noch dadurch verstärken, daß man auf der Zange bei C noch eine Pfette anordnete und zwischen dieser und der Firstpfette eine Reihe von Andreaskreuzen konstruierte, die an dieser Stelle dem Längenverbande sehr wirksam zu Hilfe kommen dürften.

In Beziehung auf die Ausführung solcher zusammengesetzter Gespärre ist, gegenüber den einfachen, nichts

1) Handbuch der Architektur, IV. Tl., 4. Bd.  
Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.



Besonderes zu bemerken, als daß alle bündigen Überdeckungen, wobei die Hölzer zur Hälfte ausgeschnitten werden, möglichst zu vermeiden sind und man die Schraubenbolzen nicht sparen darf.

Nach diesem Systeme sind mehrfach Dächer über größere und geringere Spannweiten ausgeführt, von denen wir einige beispielsweise anführen wollen.

Fig. 1 bis 4, Tafel 36, zeigt die Überdeckung der durch Feuer zerstörten Fruchthalle in Mainz, welche 1838 vom Architekten Dr. Geier erbaut wurde.

Obgleich das Dach über eine Weite von circa 34 m zu spannen war, wurde doch dessen Konstruktion wesentlich dadurch erleichtert, daß in der Halle zwei Reihen Stützen angeordnet waren, wodurch nur noch eine freitragende Dachkonstruktion von 25 m herzustellen übrig blieb, die in höchst zweckmäßiger Weise und mit geringem Materialaufwand ausgeführt war.

Das aus Pfeilern und Säulen bestehende Stützensystem nahm zum Längenverband zwei nebeneinander gelagerte verzahnte Balken auf, die über den Stützen durch Doppelbalken mit der Umfassungsmauer verankert worden sind. Auf diesen Doppelbalken waren zwei Schwelken aus Eichenholz eingelassen, auf denen Doppelpfosten sich erhoben, die nicht allein den Hauptsparren von 20,5 m Länge, sondern auch den darüber liegenden zweiten Mittelpfetten eine sichere Unterstützung gewährten, die bei letzteren durch die Kopfbänder noch vermehrt wurde. Um diese Doppelpfosten suchte sich aber der Dachbinder zu drehen, indem die Firft das Streben hat, einzusinken und einen Seitenschub auszuüben, während der Fuß des Binders eine aufwärts gerichtete Bewegung zu machen sucht. Um diesen Bewegungen vorzubeugen, ist unter der fünften Mittelpfette eine Zange angebracht, welche die kurze Hängesäule mit den Haupt- und Bindersparren fest verbindet. Diese Zangen sind aber unter sich wieder fest verspannt durch eine über ihnen befindliche Zange, welche parallel mit der Firftpette angebracht ist. Gegen die Aufwärtsbewegung des Bindersfußes sind ausreichende Vorkehrungen getroffen durch die nicht leicht aufwärts zu drehende Stichbalkenzange, die den Fuß des Hauptsparrens sicher faßt und die Sparrenschwelle aufnimmt; hauptsächlich aber durch ein Verbandstück, welches die Stichbalkenzange, den Fuß des Haupt- und Sparrenbinders mit den verdoppelten Balken verbindet, welche den Querverband der Pfeiler- und Säulenstellung mit den Umfassungsmauern vermitteln. Ein Blick auf die Fig. 2 wird dies verdeutlichen, sowie sie auch die sorgfältige Konstruktion zur Aufhebung des Seitenschubes erklärt.

Zwischen der dritten und vierten Mittelpfette sind Oberlichter durch Auswechslung eines Leersparrens, Fig. 3, angeordnet; hier werden auch die Hauptsparren, deren freie

Länge von der zweiten bis zur fünften Mittelpfette 11 m beträgt, sich einzubiegen suchen, weshalb eine Verstärkung und Abstrebung auf- und abwärts hergestellt ist. Dr. Geier projektierte diese Konstruktion auch mit Bohlenparren, um vergleichende Kostenberechnung anstellen zu können, die zu dem Ergebnis führte, daß die Konstruktion mit Bohlenparren um ein Viertel teurer käme, als die auf Tafel 36 dargestellte.

Nach demselben Prinzip, nach dem die auf den Tafeln 34 bis 36 abgebildeten Hallendächer konstruiert sind, ist auch der Dachstuhl zur Heitbahn in Wiesbaden, Tafel 37, Fig. 1 bis 9, von Moller entworfen und von Görz ausgeführt worden.

Fig. 1 stellt das Pfettendach dar von 18,40 m Spannweite. Die Hauptsparren werden horizontal durch verdoppelte Kehlbalken verspannt und in schräger Richtung mittels aus doppelten Wandpfosten ausgehenden einfachen und verdoppelten Sprengstreben gestützt. Aus Fig. 2 ist die Binderweite zu entnehmen, sowie die Fig. 3 bis 9 die in Fig. 1 mit entsprechenden Nummern bezeichneten hauptsächlichsten Verbindungen erklären, die sehr sorgfältig ausgeführt und mit Schraubenbolzen gesichert sind. Obgleich der Längenverband der Dachflächen wie bei jedem Pfettendache nichts zu wünschen übrig läßt, so konnten doch die bei 5 und 6, Fig. 1, angeordneten und verbolzten Riegel des Längenverbandes der Bundhölzer wegen nicht wohl umgangen werden.

Was den Horizontalschub dieser Konstruktion betrifft, so ließ ein nach Moller'scher Zeichnung angefertigtes und auf bewegliche Unterlager gestelltes Modell dessen Vorhandensein sehr deutlich wahrnehmen. Eine sichtbare Verminderung trat ein, als man die punktiert dargestellte eiserne Stange A, Fig. 1, Tafel 37, anbrachte und scharf spannte.

Da ein Teil des Horizontalschubes von der Umfassungsmauer aufgenommen werden muß, so wäre eine Verstärkung derselben an der Stelle der Binder und eine Verringerung der Mauerstärke zwischen ihnen sehr empfehlenswert gewesen.

Sollte ein solcher Dachstuhl mit sogenannten steigenden Sparren hergestellt werden, so würde die Konstruktion nach Fig. 4, Tafel 38, ungeändert werden müssen.

Eine interessante Sprengwerks-Konstruktion, bei der der Horizontalschub in der Konstruktion selbst aufgehoben ist, und die deshalb starker Widerlager bedarf, bietet der Dachstuhl einer vom Architekten Hauer's entworfenen Turnhalle in Hannover, Fig. 473.<sup>1)</sup> Die Widerlager bestehen aus starken nach außen vorstehenden Pfeilern

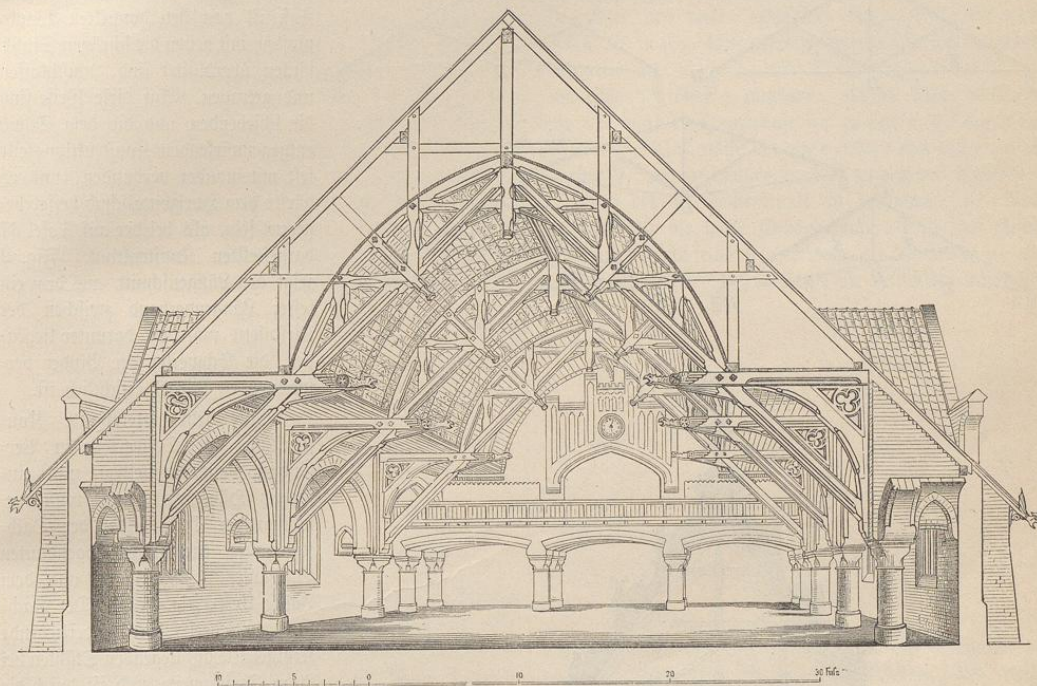
1) Deutsche Bauzeitung 1868, S. 266.



und zwei Stein starken Backsteinsäulen, die in 0,90 m Entfernung von der Wand im Inneren angeordnet und in der Längsrichtung durch Gurtbogen miteinander verbunden sind. Die Dachkonstruktion besteht hauptsächlich aus kräftigen Sprengstreben, die mittels Zangen und Stielen mit den Bindersparren verbunden sind und die Dachpfetten tragen.

liegendes Gegenstrebe S in eine gerade Linie fällt, Fig. 476, so daß Z und S aus einem durchlaufenden Holz hergestellt werden können, und dann ein sogenanntes „Schwert“ bilden, und man kann sogar den Punkt D soweit aufwärts rücken, daß die beiden gegenüberliegenden Gegenstreben S in eine gerade Linie fallen, Fig. 476<sup>a</sup>. Eine Konstruktion

Fig. 473.



Eine von den vorstehend besprochenen Konstruktionen abweichende Anordnung freigesprengter Dächer entwickelt sich aus dem einfachen Hängewerk mit Gegenstreben, Fig. 474 (s. auch Tafel 24, Fig. 2), das nach dem System der „Fachwerke“ aus lauter Dreiecken besteht, die jeweils eine Seite gemeinschaftlich haben, und somit ein völlig unverschiebliches, statisch bestimmtes System bilden. Es ist zulässig, an Stelle der horizontalen Verbindung der beiden Fußpunkte A und B einen aufwärts oder abwärts gebrochenen Linienzug zu setzen, Fig. 475 und 475<sup>a</sup>, wodurch die Stabilität des Systemes nicht geändert und nur die Zug- und Druckspannungen vergrößert oder verkleinert werden, was sich aus der Zeichnung der Kräftepläne leicht ergibt.

Es ist mithin möglich, den mittleren Knotenpunkt D so weit zu heben, daß das Zugband Z mit der gegenüber-

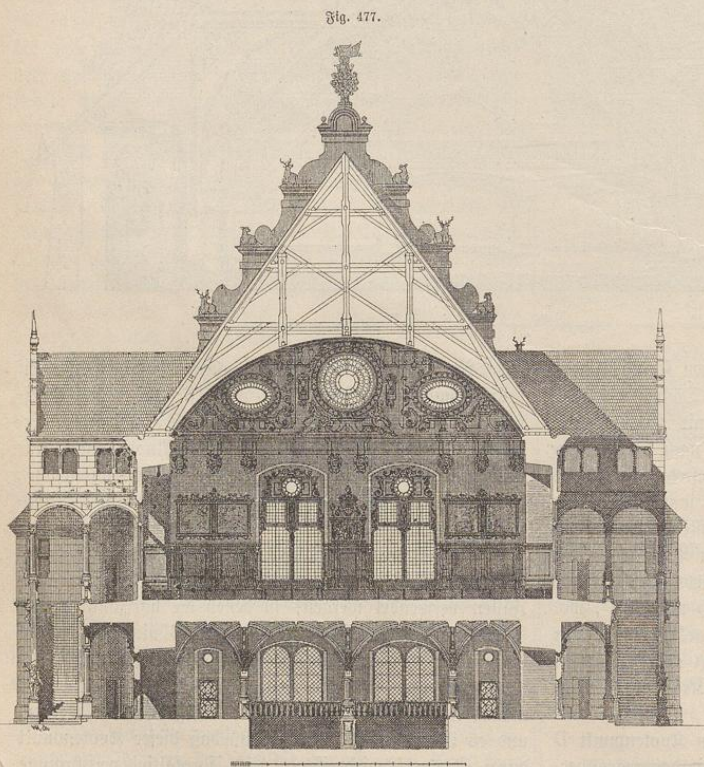
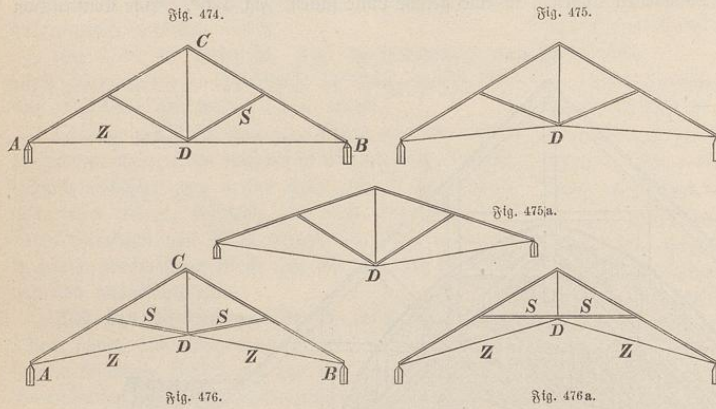
dieser Art zeigt die längst abgebrochene Bahnsteighalle auf dem Bahnhof in Mannheim, Fig. 13; bei reiner Holzkonstruktion sind die Knotenpunkte aber schwierig herzustellen, und es werden heute derartige Anordnungen nur noch als sogenannte Holzisenkonstruktionen ausgeführt, bei denen die auf Zug beanspruchten Stäbe aus Rundstangen gebildet werden.

Das System der sich kreuzenden Schwerter kann jedoch mit Vorteil für gebrochene Decken und in allen Fällen verwendet werden, in denen die horizontale Verbindung der beiden Fußpunkte A und B nicht möglich ist oder aus formalen Gründen unterbleiben soll. Sind die Schwerter aus einfachen Hölzern gebildet, so müssen sie am Kreuzungspunkte zur Hälfte ausgeschnitten werden, und es ist unbedingt erforderlich, daß dieser Knotenpunkt durch starke schmiedeeiserne und sorgfältig verschraubte



Bänder gesichert wird. Eine mittlere Hängefäule, oder besser ein Hängeeisen, das sich einfacher verbinden läßt, darf niemals fehlen, da dieser Konstruktionsteil eine bedeutende Zugspannung aufzunehmen hat.

Wird für den Hauptsparren eine zweimalige Unterstützung nötig, so läßt sich eine fehlbalkenartige Zange sehr leicht mit der vorigen Anordnung verbinden, wobei es vorteilhaft ist, noch liegende Stuhlfäulen nach Fig. 1, Tafel 38, anzuordnen; die Hauptsparren sind mit den Schwertern



versetzt und mit diesen und den zur Verstärkung dienenden Unterlagshölzern verkeilt und verbolzt. Der Fuß ist von den doppelten Wandpfosten, mit denen die schrägen Stuhlfäulen überblattet sind, umschlossen und getragen. Auf diese Weise sind die schiebenden und die dem Schub entgegenwirkenden Konstruktionsteile fest miteinander verbunden, und es dürfte dem Horizontalschub besser begegnet sein, als bei der auf Tafel 37 dargestellten Konstruktion. Fig. 2 zeigt den Längenschnitt, aus dem ein fester Längenverband zwischen der Firstpfette und dem darunter liegenden, die Schwerter der Binder verspannenden Riegel ersichtlich ist.

Eine sehr interessante Konstruktion mit Schwertern in Verbindung mit doppeltem und einfachem Hängewerk und tonnenwölbartiger Decke bildet der Dachstuhl des ehemaligen sogenannten Lusthauses in Stuttgart, aus dem Jahre 1580, Fig. 477.<sup>1)</sup> Der Dachstuhl hat drei übereinanderliegende Kehlgebälke auf liegenden Stühlen bei 20 m Spannweite, und ist durch die Schwerter und drei Paar Kopfbänder in vortrefflicher Weise verstrebt.

(Weitere Konstruktionen frei gesprengter Dächer siehe „Kirchendächer“ § 8.)

## 2. Dächer aus krummen Hölzern, Bohlendächer.

Die gewölbartige Überdachung weiter Räume, bei welcher diese durch keinerlei Verbandsstücke in ihrem Gebrauche beschränkt sind, führte zur

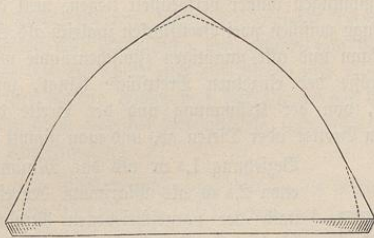
<sup>1)</sup> Paulus, Denkmäler in Württemberg. (Das Gebäude ist im Jahre 1846 abgebrochen worden.)



Konstruktion der Bohlendächer. Philibert Delorme, † 1577, soll zuerst aus Bohlen, Dielen oder Brettern bogenförmig zusammengelegte Dachsparren, Bohlensparren, verwendet haben, und zwar zur Kuppel einer Kornhalle. In Deutschland war es besonders Gilly, der sich die Verbreitung und Bekanntmachung dieser Dächer angelegen sein ließ und sie zur Überdeckung von Theatern, Kirchen, Reithäusern, Scheunen u. s. w. empfahl.

Bei diesen Dächern wurde die gebogene Gestalt auch im Äußeren der Gebäude beibehalten, so daß gebogene Dachflächen sich bildeten, die mit Ziegeln nicht dicht einzudecken waren. Am nachtheiligsten war die runde Form in der Nähe des Firstes, wo die Tangente die flachste Lage hatte, und es wurden hier dreieckige Brettstücke aufgesetzt, um einen scharfen Rücken für den First zu erhalten, und da am Fuße der Sparren ähnliche geradlinige Hölzer, als Aufschieblinge, erforderlich waren, so blieb nur noch der mittlere Dachteil gebogen. Eine solche Dachform, welche etwa die in Fig. 478 gezeichnete Gestalt zeigte,

Fig. 478.



konnte nicht lange für schön gelten, und da die Übelstände bei der Eindeckung mit Ziegeln doch immer noch teilweise fortbestanden, so fügte man den gekrümmten Bohlensparren bald noch äußere geradlinige hinzu, so daß sich im Äußeren die gekrümmten Sparren gar nicht verrieten.

Den Vorteil des freien Raumes im Inneren und die Möglichkeit, ohne durchgehende Balken Gespärre über große Gebäude konstruieren zu können, wohl erkennend, hat man die Bohlensparren auch in neueren Konstruktionen beibehalten; jedoch nur in den eben erwähnten Fällen, in denen sie als die Hauptsparren eines Pfettendaches auftreten und das zur Aufnahme des Deckmaterials dienende Gerüst tragen. Die äußere gebogene Form hat man nur den Kuppeldächern gelassen, die selten mit Ziegeln, sondern meist mit Schiefer oder Metall eingedeckt werden.

In allen den Fällen aber, in denen die Gewinnung eines großen freien Raumes nicht überwiegende Forderung ist, hat man die Bohlendächer aufgegeben, und auch wenn jene Bedingungen vorliegen, macht man doch im ganzen, mit alleiniger Ausnahme der Kuppeln, selten Gebrauch davon.

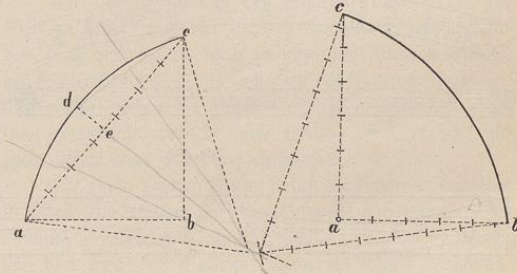
Wir wollen uns daher auch vorzugsweise nur mit den Bohlendächern über weitere Räume, die gerade Sparren tragen, beschäftigen und in Bezug auf sattelförmige Bohlendächer mit gebogenen Dachflächen auf das bekannte Gilly'sche Werk verweisen.

Was die Form der gekrümmten Bohlensparren anbelangt, so bietet die Kreislinie als Halbkreis, Kreissegment und Spitzbogen die zweckmäßigste Form dar.

Unter den vielen möglichen Spitzbogenformen giebt Gilly die in Fig. 479 und 480 dargestellten als die zweckmäßigsten an. Nach Fig. 479 ist die Höhe  $bc$  des Daches „um etwas“ größer anzunehmen, als die halbe Gebäudetiefe  $ab$ , dann die Hypotenuse  $ac$  zu ziehen, auf der Mitte derselben der Perpendikel  $de$  zu errichten und dieser „gleich  $\frac{1}{6}$  oder  $\frac{1}{7}$ “  $ac$  zu machen, worauf zu den drei Punkten  $a$ ,  $d$  und  $c$  der Kreismittelpunkt zu bestimmen ist. Nach Fig. 480 soll die halbe Gebäudetiefe  $ab$  in fünf gleiche Teile geteilt und sechs solcher Teile als Dachhöhe  $ac$  angenommen werden;  $7\frac{1}{2}$  solcher Teile bestimmen dann den

Fig. 479.

Fig. 480.



Halbmesser des Kreises, der die Form des Sparrens bezeichnet. Man sieht aus diesen Vorschriften, daß Gilly auf die sehr genaue Form der Bohlensparren keinen großen Wert legt, sondern nur im allgemeinen die Spitzbogenform für die vorteilhafteste hält.

Ist der Krümmungshalbmesser zu klein angenommen, so werden sehr breite Dielen notwendig, die stark „über den Span“, d. h. schief zu der Lage der Holzfasern, verschnitten werden müssen, und außerdem werden die Brettstücke doch nur kurz werden, wodurch sehr viele Jugen, d. h. schwache Stellen, in die Sparren kommen. Es ist daher doppelt vorteilhaft, den Krümmungshalbmesser möglichst groß zu nehmen.

Sollen die Bohlensparren das Deckmaterial unmittelbar aufnehmen, so wird man für die Krümmung der Sparren die Regel befolgen müssen, daß an keinem Punkte dieser Krümmung die Tangente einen kleineren Winkel mit dem Horizonte machen darf, als der für das Material zulässige Neigungswinkel ist. Trägt der Bohlensparren aber einen



geraden Sparren, so ist die Form des ersteren schon gleichgültiger, nur ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Last des Deckmaterials möglichst gleichförmig auf den Sparren verteilt werde und eine Abstützung des äußeren Sparrens auf den Bohlenparren da stattfindet, wo der letztere, bei starker Belastung, das Bestreben haben wird, nach außen auszubauhen.

Ist die Form des Bohlenparrens bestimmt, so erfolgt seine Anfertigung. Diese geschieht auf zweierlei Art. Nach der älteren, von Delorme angegebenen, werden die Dielen hochkantig nebeneinander angeordnet, ähnlich wie die Felgen eines Wasserrades, Fig. 481, 482 und 484;

Fig. 481.



Fig. 482.



Fig. 483.



Fig. 484.



Fig. 485.



nach der neueren, von Oberst Emy vorgeschlagenen, aber aus möglichst langen Dielen, die mit ihrer breiten Seite aufeinander liegen, ähnlich wie die Federn eines Wagens, Fig. 485. Im ersten Fall werden die Dielen nicht gekrümmt, sondern krumm geschnitten, im zweiten aber gekrümmt; von ersteren zunächst.

Ein solcher Sparren besteht aus mehreren, nebeneinanderliegenden Brett- oder Dielstücken, deren Stoßfugen

normal auf der Krümmung stehen, d. h. nach dem zugehörigen Kreismittelpunkte gerichtet sein müssen. Außerdem müssen diese Fugen in den verschiedenen Dielenlagen gehörig abwechseln oder Verband halten. Im allgemeinen ist es klar, daß ein solcher Sparren um so fester sein wird, aus je weniger Stücken er zusammengesetzt ist; deshalb ist es vorteilhaft, die notwendige Stärke der Sparren aus wenigen Lagen starker und nicht aus mehreren Lagen schwacher Bretter herzustellen. Am leichtesten ist es ferner, den Sparren aus lauter gleichen Stücken zusammenzusetzen, weil man dann die für eines derselben passende Schablone für alle gebrauchen kann. Dies wird bei zwei Brettlagen, welche Zahl wir als die kleinste bezeichnen müssen, leicht thunlich, weil dann immer die Fuge auf die Mitte des darüberliegenden Dielstückes treffen wird, Fig. 481. Bei drei Lagen, Fig. 482, ist das Verwechseln der Fugen schon weniger einfach, weil in einen und denselben Querschnitt des Sparrens nicht zwei Fugen fallen dürfen.

Das Schneiden der Brettstücke geschieht am vorteilhaftesten nach der in Fig. 483 angedeuteten Weise, so daß die Krümmungen immer verwechselt liegen, weil dann die Schnittfuge zwischen zwei Brettstücken zugleich als Stoßfuge dienen kann und alle unnötigen Zwischenräume wegfallen. Die Größe der einzelnen Brettstücke hängt, wie schon erwähnt, von der Krümmung und der Breite der vorhandenen Bretter oder Dielen ab, und man nimmt in dieser

Beziehung 1,5 m als das Minimum und etwa 2,5 m als Maximum der einzelnen, nach der vorgeschriebenen Krümmung geschnittenen Brettstücke an. Die Brett- oder Bohlstücke bleiben rauh, und nur in besonderen Fällen werden die äußeren Flächen der äußeren Lagen gehobelt.

Hat man die Brettstücke zu einer Lage geschnitten, so werden sie auf den Reishoden nach der aufgezeichneten Form, möglichst genau passend, aneinander geschoben, die zweite Lage mit verwechselten Fugen darauf gelegt und beide durch Nägel verbunden. Diese Nägel müssen, wenigstens an den Stößen, eiserne sein und wenigstens vier an jedem Stoße verwendet und umgenietet werden. Außer-

dem verbindet man die Brettlagen wohl durch hölzerne Nägel, in Entfernungen von ungefähr 20 bis 25 cm voneinander.

Die hölzernen Nägel werden gewöhnlich von recht trockenem, tannem Holz gemacht, und es ist gut, sie in ihrem Querschnitte nicht ganz kreisrund, sondern etwas oval zu bearbeiten. Werden sie dann in die rund vorgebohrten Löcher eingetrieben, so muß die größere Achse







nicht wohl zu erreichen ist, so schneidet man an den aus zwei Brettdicken bestehenden Sparren auf jeder Seite etwa 1,5 cm fort und macht das Zapfenloch um 3 cm schmaler als die Sparrendicke beträgt, so daß die Sparren auf dem gebildeten Absatz ruhen, wobei sie alle, unbeschadet der ungleichen Tiefe der Zapfenlöcher, in einerlei wagrechter Ebene aufstehen können. Ist der Sparren aus drei Lagen zusammengesetzt, so schneidet man nach Fig. 489 auf einer Seite, so lang als man den Sparren in das Zapfenloch reichen lassen will, die eine Brettdicke fort und giebt dem Zapfenloche eine Breite gleich der übrigbleibenden Sparrendicke. Übrigens können die Balken durchgehende Dachbalken oder auch Stichbalken sein.

wie dies in Fig. 490 dargestellt ist.

Zu den hier erwähnten Details ist noch zu bemerken, daß der Längen-Verband dieser Dächer außer der erwähnten Firstdiele noch durch Sturm-Latten hergestellt wird, die an der inneren Seite der Sparren in schräger

Fig. 490.

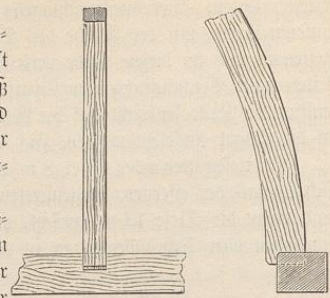
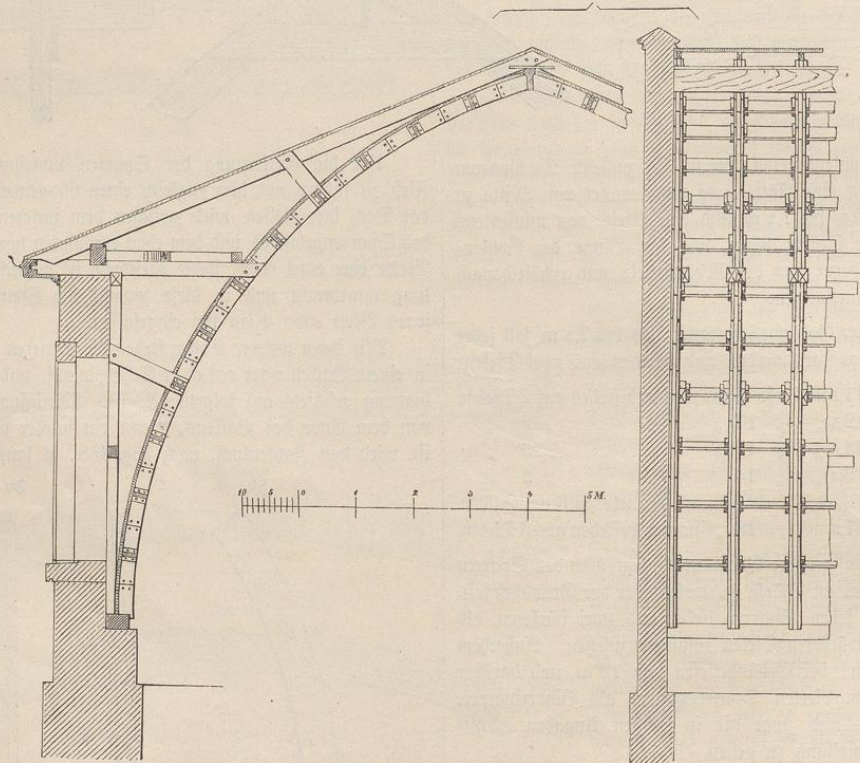


Fig. 491.



Steht der Sparren aber auf einer Schwelle auf, so muß diese, wenn ein Einzapfen stattfinden soll, um 9 cm breiter sein als die Zapfen, damit vor dem Zapfenloche nach außen zu diese 9 cm Holz stehen bleiben können. Deshalb pflegt man den Sparren in diesem Falle gewöhnlich nur teilweise einzuzapfen und zugleich aufzuklauen,

Richtung angenagelt werden. Auch eine Verriegelung der Sparren unter sich findet häufig Anwendung, wie wir beispielsweise in Fig. 491 dargestellt sehen. Hier ist nach früher angeführten Gründen die durch die Gestalt der Bohlen sparren angedeutete gewölbte Form der Dachflächen nicht beibehalten, sondern es sind die gekrümmten Sparren



gleichsam durch gerade Hölzer eingerahmt, um ebene Dachflächen zu erhalten.

Fig. 491 zeigt mit einigen nicht wesentlichen Abänderungen die von Schinkel für eine Reitbahn entworfene Dachkonstruktion. Die lichte Tiefe beträgt 13,33 m, die Bohlenrippen sind 28,6 cm breit und bestehen aus einer mittleren, 5,2 cm starken Diele und aus zwei seitlichen von je 4 cm Stärke, mithin Dicke der Sparren 13,2 cm. Diese sind auf ihrem Rücken mit gehobelten Brettern 2 cm dick bekleidet und bilden einen Teil des Längenverbandes der Bohlenrippen, die außerdem einmal durch 5 cm starke Dielen verriegelt sind. Hinter jedem Sparren steht ein Pfosten von 18,2 cm Breite und 23,4 cm Stärke mit dem Sparren auf derselben Schwelle. Diese Pfosten sind einmal inmitten ihrer Höhe verriegelt und tragen eine Wandpfette, auf der ein mit den Bohlenrippen zangenartig verbundenes Stichgebälk ruht. Dieses erhält einen Längenverband durch eine Reihe horizontaler Andreakreuze, die auf dem Stichgebälke aufgekämmt und mit der Schwelle für die äußeren Sparren und einem Rahmholze verbunden sind. Die äußeren geraden Sparren haben 13 cm Breite und 20 cm Höhe, sie sind mit Brettern verschalt, die eine Zinblechdecke aufnehmen.

Derartige Bohlenrippen-Konstruktionen werden bei Satteldächern nicht mehr ausgeführt, dagegen sind sie noch bei Kuppeldächern gebräuchlich, auf die wir später zurückkommen werden.

Die Bohlenrippen finden nur noch Verwendung als Haupt- oder Binderrippen eines Pfettendaches, wie Fig. 492 zeigt, welche mit einiger Abänderung der Dachkonstruktion der ebenfalls von Schinkel entworfenen Kirche in Moabit nachgebildet ist. Die hier als Binder auftretenden Bohlenrippen tragen flachliegende Sparren eines Pfettendaches; sie sind in starke Doppelpfosten versetzt, die dicht an der Mauer liegen und mit dieser durch eingemauerte Anker verbunden sind. Durch diese Doppelpfosten gehen die Stichbalken bis zu den Bohlenrippen, mit denen sie durch eiserne Bänder und Schraubenbolzen verbunden werden. In die Stichbalken sind die Hauptsparren eingesezt und mit ihnen, sowie mit den Bohlenrippen, wo diese tangiert werden, durch Eisenbänder verbunden.

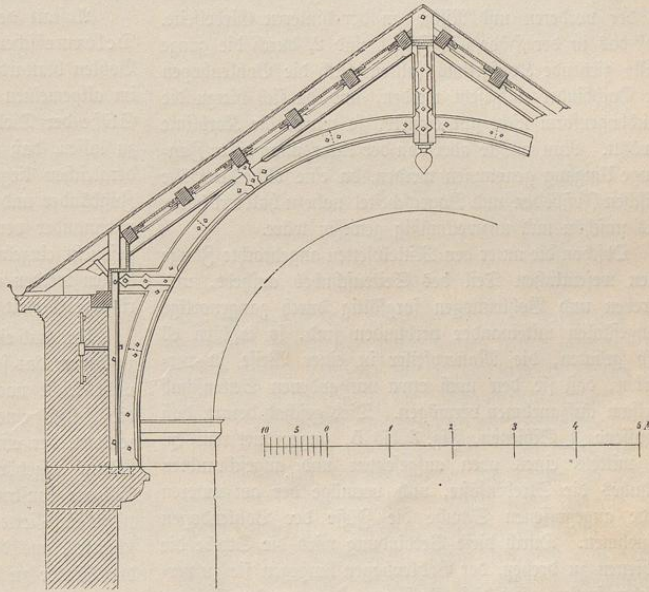
Im Scheitel vermitteln doppelte Hängesäulen den Verband der Hauptsparren mit den Bohlenrippen. Auf

ersteren liegen die Pfetten, die die Dachsparren tragen. Letztere sind unterhalb verschalt, so daß sich zwischen den Pfetten eine Felberdecke bildet.

Hübische Anwendungen der Bohlenbogen zu Binderkonstruktionen zeigen die auf Tafel 39 und 40 dargestellten Dachstuhlkonstruktionen, welche der frühere Bearbeiter dieses Handbuches, Oberbaurat Lang, in zwei Turnhallen in Karlsruhe ausgeführt hat, bei denen der Bohlenbogen in der Form des Kreissegmentes und der Korblinie als Konstruktionsteil der Binder in Anwendung kam.

Tafel 39, Fig. 1 bis 5, zeigt den Dachstuhl der Halle der Turnlehrerbildungsanstalt; sie hat 18 m Breite

Fig. 492.



45 m Länge und bis zur First 12 m Höhe. Zur Konstruktion der 5 m voneinander entfernten Dachbinder wurde der Bohlenbogen vom Querschnitt Fig. 5 gewählt und dieser mit einem Strebenpaare durch verdoppelte zangenartige Hängesäulen verbunden und verspannt. Die äußeren, schwächeren Bohlen sind innerhalb der Hängesäulen, die innere stärkere Bohle dagegen ist in der Mitte zwischen denselben gestoßen, wodurch die Stoßfugen der Bohlen verdeckt und gegen Ausbiegung gesichert sind. An jeder Stoßfuge sind nach Fig. 1 und 5 vier Schraubenbolzen mit eingelassenen Muttern und Köpfen angebracht, während die Längsfugen mit profilierter Leiste, Fig. 5, abgedeckt sind. Der Horizontalschub wird durch eine Zugstange



aufgehoben, die, in der Mitte geteilt, mit einem Schraubenschloß versehen und aufgehängt ist, Fig. 1 und 4. Sie ist durch die Zangen hindurchgesteckt, auf denen die Strebenfüße aufsitzen, die mit jenen durch eiserne Schuhe und Schraubenbolzen verbunden sind, Fig. 3. Hinter diesen wurden in die mit Schraubengewinden versehenen Zugstangenenden die Schraubenmuttern eingesetzt und angezogen. Das Dach ist mit Asphaltpappe und darauf mit Schiefer gedeckt. Die Dachhöhe beträgt  $\frac{1}{4}$  der Weite. Das Gebäude hat einen Balkenkeller, und der Fußboden besteht aus zwei Lagen tannener Schlaufdielen von je 32 mm Dicke.

Die städtische Turnhalle, Tafel 40, Fig. 1 bis 5, für die Schüler des Realgymnasiums und der Realschule bestimmt, hat 15 m Weite und 27 m Länge, ohne Vorhalle an der vorderen und Nische an der hinteren Giebelseite. Auf das in der Höhe a b, Fig. 1 und 2, durch die ganze Halle ziehende Kopfgeföms sollten auch die Bohlensbogen der Dachbinder aufgesetzt werden, und da sich hierzu die Stiehbogenform nicht gut eignete, so wurde die Korblinie gewählt. Nun mußte aber von der Anordnung einer Zugstange Umgang genommen werden, da eine solche die Höhe zwischen Fußboden und Bogenscheitel nahezu halbiert hätte, was unschön und unzweckmäßig gewesen wäre.

Ob schon die unter den Mittelpfetten angebrachte Zange einen wesentlichen Teil des Seitenschubes aufhebt, und Streben und Bohlensbogen sorgfältig durch zangenartige Hängesäulen miteinander verbunden sind, so erschien es doch geboten, die Mauerpfeiler in einer Weise zu verstärken, daß sie den noch etwa vorhandenen Seitenschub wirksam aufzunehmen vermögen. Dies geschah derart, daß gegossene  $\perp$  Schienen, Fig. 3 bis 5, angeordnet wurden, die mittels eines oben aufgesetzten und angeschraubten Schuhs die Strebenfüße, und vermöge der am unteren Ende angelegten Schuhe die Füße der Bohlensbogen aufnehmen. Durch diese Verbindung wird die Stiebe die Schienen zu drehen, der Bohlensbogen hingegen sie zu verschieben suchen. Da diese Pressungen dem von der Schiene berührten oberen Pfeilerende nicht zugemutet werden konnten, so wurde der Schienenfuß mit einer Stelle des Pfeilers w, Fig. 4, verbunden, die nur noch 1,4 m Abstand vom Hallenboden hat. Der Strebenschuh d, Fig. 3 und 4, ist mit der Sparrenschwelle b, auf der die Sparren aufgefattet sind, mit zwei Schraubenbolzen verbunden. Schuh und  $\perp$  Schiene t sind sechsfach verbolzt; ebenso oft ist letztere mit dem verdoppelten Wandpfosten c, Fig. 3 bis 5, verbunden, der sich mit dem Bohlensbogen in einen gemeinsamen Schuh d' einsetzt. Die Verbindung des Wandpfostens mit dem Bohlensbogen ist aus Fig. 3 bis 4 ersichtlich. Letzterer besteht aus drei Bohlen von zusammen 15 cm Dicke und 30 cm Breite, wovon die mittlere Bohle 6 cm stark ist. Der Schuh d', in welchem die  $\perp$  Schiene

unten endet, hat auf einem weit in die Mauer einbindenden steinernen Konsol ein gutes Auflager; um diesen nicht durchbohren zu müssen, verbinden zwei Schraubenbolzen s von je 1 m Länge den Schuh mit der bis w reichenden Hauptzugstange, die 2,30 m Länge hat. Damit diese den Pfeiler möglichst vollständig fasse, ist sie mit einer Gußplatte befestigt, auf der zwei Eisenbahnschienen von je 1,5 m Länge aufgelegt sind. Das Dach hat eine Höhe von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Breite der Halle und ist mit Schiefer auf Asphaltpappe gedeckt.

Eine andere Konstruktionsweise hat, wie bereits erwähnt und in Fig. 485 dargestellt wurde, Oberst Emy vorgeschlagen und in einem 1823 in Paris erschienenen Werke<sup>1)</sup> bekannt gemacht.

Anstatt der kurzen, hochkantig gestellten Dielen der DeLorme'schen Methode werden hier möglichst lange Bohlen blattartig übereinander gelegt. Die Anfertigung ist im allgemeinen einfach, und es kommt nur darauf an, die Stöße der Dielen, welche nur stumpf sind, so abwechseln zu lassen, daß in keinem Querschnitte des Sparrens zwei dergleichen liegen und alle Dielen durch die umgelegten Zugbänder und durchgezogenen Schraubenbolzen möglichst miteinander verbunden werden. Das Biegen der Dielen geschieht einzeln über ein Lehrgerüst, und die Schraubenbolzen werden erst eingezogen, wenn der ganze Bogen die richtige Gestalt angenommen hat.

Um auch einen Repräsentanten des Emy'schen Systems zu haben, das seiner außerordentlichen Kostspieligkeit wegen nicht leicht nachgeahmt werden dürfte, ist auf Tafel 41 die Hälfte eines Binders mit den nötigen Details gezeichnet, der einem von Emy erbauten Wagenschuppen zu Marai angehört. Dieser aus einem Bogen und geraden Hölzern konstruierte Binder hat 20 m Spannweite und trägt ein Vierteldach. Fig. 2 zeigt einen Teil des Längenschnittes, aus dem der Längenverband und die Entfernung der Binder zu entnehmen ist.

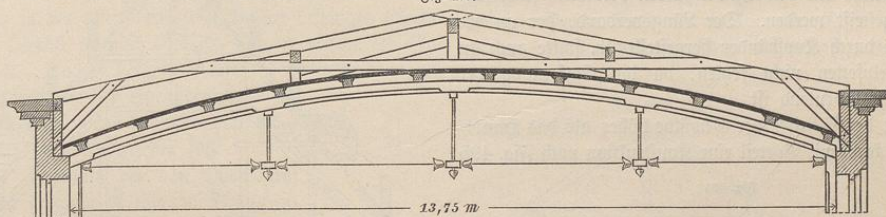
Der halbkreisförmige Bogen besteht in seinen verschiedenen Teilen aus einer verschiedenen Anzahl von Dielenlagen. Zu unterst und bis zur ersten Zange, oder so weit der Bogen mit dem senkrechten Pfosten verbunden ist, liegen sieben Lagen übereinander; von da bis zu dem Bände zwischen der sechsten und siebenten Zange sind deren acht angebracht; von hier bis zur neunten Zange sechs und im Scheitel selbst fünf; jede Dielenlage ist 0,055 m stark und 0,13 m breit. Die äußeren Bretter des Bogens sind von Eichenholz genommen, was sich ebenfalls leicht biegen ließ, und in das sich die Köpfe der Schrauben-

1) „Description d'un nouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, par A. R. Emy.“ Deutsch von L. Hoffmann. Leipzig 1860.



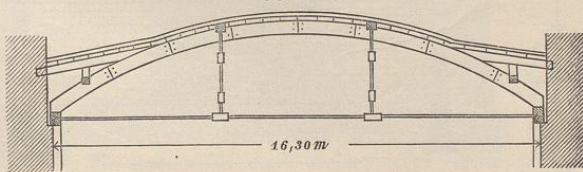
holzen nicht eindrücken, so daß diese recht fest angezogen werden konnten. Die vertikale Stuhlpfosten sowohl als die geraden Hauptsparren sind durch Verdoppelungen steifer gemacht, um sie gegen Verbiegungen zu schützen. Der vertikale Stuhlpfosten berührt die Mauer nicht, und obgleich die untersten Zangen über ihn hinaus verlängert sind und um etwas in die Mauer reichen, so geschieht dies doch nur in der Art, daß die Binder an der Mauer keine andere Stütze finden, als daß sie dadurch in ihrer vertikalen Stellung erhalten werden. Die gezeichneten Details machen alles Übrige deutlich. Fig. 3 zeigt den Fuß des Bogens und seine Auflager; Fig. 4 einen Durchschnitt vor der mit AB bezeichneten Zange in Fig. 1; Fig. 5 einen Durchschnitt durch den Scheitel des Bogens mit einem eisernen Zugbande und Fig. 6 einen solchen über der untersten Zange CD in Fig. 4.

Fig. 493.



Schließlich zeigt eine Vergleichung mit der auf Tafel 35, Fig. 2, dargestellten Konstruktion, daß beide nach einerlei Grundfäßen zu beurteilen sind, so daß wir uns auf das früher Gesagte beziehen können.

Fig. 494.



Bei tonnenartig gestalteten Saaldecken können die Bohlenbogen unmittelbar zur Deckebildung benutzt werden; ein hübsches Beispiel giebt Fig. 493, die den Bohlenbinder der auf dem Bahnhofe zu Görlik ausgeführten Decke- und Dachkonstruktion über dem Wartesaale I. und II. Klasse darstellt. Die Spannweite beträgt 15,75 m, die Pfeilhöhe 1,41 m und die Binderentfernung 3,71 m. Die Längenverbindung ist durch die Pfetten bewirkt.<sup>1)</sup>

Eine einfache Konstruktion, bei der die Bohlenbogen Decke und Dach bilden, zeigt Fig. 494, vom Malerjale des Hofopernhauses in Wien.

1) Zeitschrift für Bauwesen 1870.

## § 8.

## Kirchendächer.

Diese sind wegen ihrer Eigentümlichkeit zu einer besonderen Gruppe von Satteldächern hier zusammengestellt. Der Neigungswinkel dieser Dächer ist sehr verschieden und abhängig vom Baustil und Deckmaterial. Wegen der meist freien, dem Winde sehr ausgesetzten Lage ist auf einen besonders guten Quer- und Längenverband, sowie auf die Unmöglichkeit der Verschiebung der Dachflächen bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen. Je nach der Deckebildung der Kirche können Binderbalken angeordnet werden oder nicht. Was über die Hänge- und Sprengwerke gesagt wurde, gilt auch hier. Bei einschiffigen Kirchen werden die Satteldächer von den Umfassungsmauern, bei mehrschiffigen — Hallenkirchen — auch noch von Zwischenstützen getragen. Wird das Mittelschiff über-

höht, so zerfällt das Dach in ein Satteldach und zwei Pultdächer, welche wir später kennen lernen werden. Die Kirchen werden entweder mit Stein- oder Holzdecken versehen. Im ersten Fall ist die Dachkonstruktion unabhängig, im zweiten abhängig von der Deckebildung. Beispiele für den ersten Fall zeigen die Tafeln 42 bis 44, für den zweiten die Tafeln 45 bis 48.

Im Mittelalter wurde jedes Gespär etwa nach Fig. 395 abgebunden und der Längenverband durch Windrißpen, Dachlatten oder Schalbretter hergestellt, während auf unseren Zeichnungen die Sparren auf Pfetten ruhen, die einen tüchtigen Längenverband abgeben.

Inszbesondere sollte bei Kirchendächern die Firstpfette niemals fehlen, und zwar nicht allein wegen besserer Befestigung des Blitzableiters, sondern auch wegen der Erhaltung einer genauen Firstlinie.

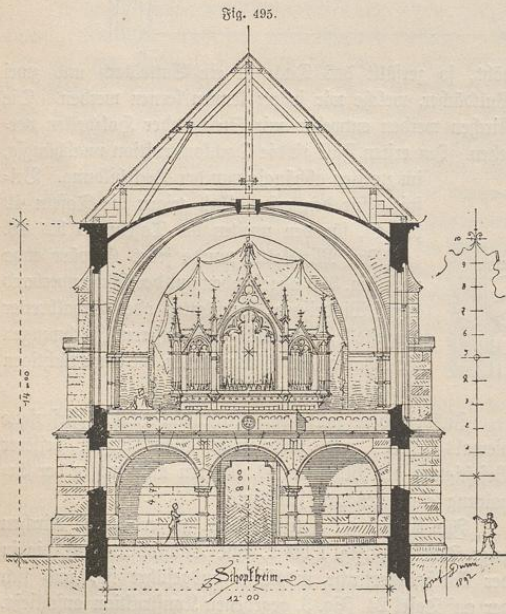
Für kleine, im gotischen Stil zu erbauende Kirchen zeigt Tafel 42, Fig. 1 bis 2, eine Dachkonstruktion, die in der Weißgärberkirche in Wien ausgeführt ist, und sich der auf Tafel 24, Fig. 3, gegebenen Konstruktion anschließt. Eine Abänderung zeigt sie in der Anordnung zweier, von der Hängesäule ausgehenden und senkrecht auf die Dachflächen gerichteten Strebebänder zum Zweck der Aufnahme der zur Unterstüßung der Mittelpfetten dienenden Kopf-



bänder, wodurch es möglich wurde, den Bindern 5 m Entfernung zu geben. Die Binderbalken sind zugleich Streckbalken, indem sie zur Verankerung der Umfassungsmauern benutzt wurden.

Ein weiteres Beispiel eines Kirchendaches von bescheidenen Abmessungen, und zwar von der Elisabethkirche in Wilhelmshaven, ist in Fig. 3 bis 4, Tafel 42, dargestellt. Hier endigt die verdoppelte Hängesäule unter der Zange, da sie nicht den doppelten Binderbalken zu tragen hat, dessen Mitte durch die Quergurtbogen unterstützt wird, Fig. 4. Die Mittelpfetten erhalten mittels der Zangen und der von ihnen und den doppelten Binderbalken umschlossenen Strebebänder, die sich unten in steinerne Konsolen einsetzen, eine sichere Lage. Dasselbe gilt für die Firstpfette, indem die doppelten Hängesäulen, auf denen sie aufgezapft ist, mittels zweier sie durchbringenden Strebebänder, welche mit den Binder sparren verblattet sind, sehr sicher abgesteift werden. Der Längsverband, der an der Firstpfette durch Kopfbänder hergestellt ist, sollte auch an den Mittelpfetten nicht fehlen, da die Entfernung der Binder sehr bedeutend ist.

Liegt der Scheitel der Gewölbe höher als das Hauptgesims, so kann mit Vorteil eine Konstruktion nach Fig. 495



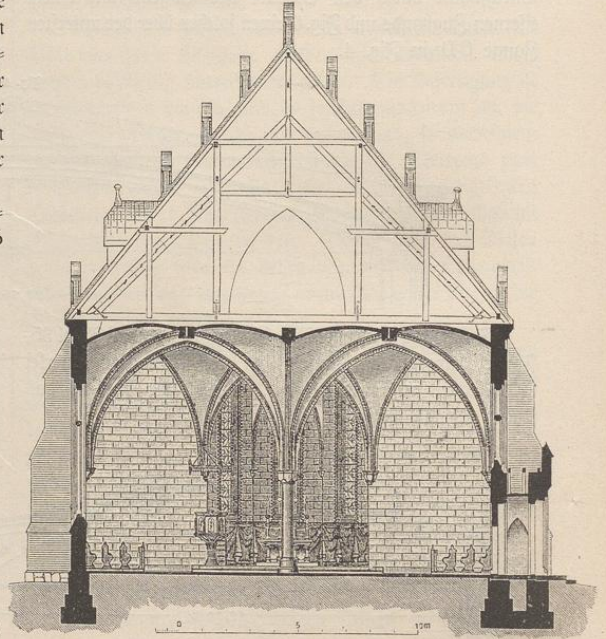
— von der evangelischen Kirche in Schoßheim<sup>1)</sup> — Verwendung finden, bei der eine Art Kniestock angeordnet ist;

1) Deutsche Bauzeitung 1892.

der Bundbalken liegt dann über den Kniestockpfetten und ist mit den bis in die Gurtbogenwickeln hinabreichenden schräg gestellten Stuhlfäulen überkämmt und verbolzt. Eine von dem oberen Strebenpaar getragene Hängesäule faßt den Spannriegel und den Bundbalken. Die Längsverspannung ist durch Kopfbänder und durch eine am Fuß der Hängesäule liegende und sorgfältig verbolzte Doppelzange hergestellt.

Eine Dachstuhlkonstruktion mit einfachem und doppeltem Hängewerk über einer zweischiffigen Kirche zeigt Fig. 496, aus der Lutherkirche in Berent in Westpreußen.<sup>1)</sup>

Fig. 496.



Auf Tafel 43 und 44 sind Dachstühle über dreischiffigen überwölbten Kirchen abgebildet, und zwar auf Tafel 43, Fig. 1 bis 2, zur Elisabethkirche in Basel und auf Tafel 44, Fig. 1 bis 2, zur Kirche in Brünn, vom Oberbaurat Ferstl.

Das Dach Fig. 1 bis 2, Tafel 43, ist ein außerordentlich fest konstruiertes und mit Kupferblech gedecktes Winkeldach, dessen Sparren durch Fußpfette, zwei Mittelpfetten und Firstpfette unterstützt sind. Der Dachbinder besteht aus dem einfachen Hängewerk mit zwei Horizontalverspannungen unter den Mittelpfetten, durch doppelte Nahlbalken oder Zangen, die die Binder sparren, Streben und Hänge-

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1894.



fäulen fassen, mit denen sie verbolzt sind. Um den Druck des Daches zu verteilen, sind über den Längsgurtbogen und Pfeilern Pfosten aufgerichtet, die in die Streben versetzt und in die Binderbalken eingezapft und außerdem durch ein Winkelband sichergestellt sind. Denselben Zweck hat das innere Strebenpaar zu erfüllen, das überdies der unteren Jange zwischen Pfosten und Hängefäule einen weiteren Stützpunkt gewährt.

Die Kopfbänder sind nicht der Unterstützung der Pfetten, sondern nur des Längsverbandes wegen angebracht, da die Binder sehr nahe, und zwar nur auf 3,7 m entfernt angelegt sind, somit das Bedürfnis einer weiteren Unterstützung der Pfetten in Wegfall kommt.

Die in der Höhe der Mittelpfetten gelegenen doppelten Rahmhölzer, die zur Längsverspannung der Hängefäulen und Zangen wesentlich beitragen, könnten etwas schwächer gehalten sein. Zur zeitweisen Unterjuchung des Daches dient der in der Mitte auf zwei Balken befestigte Dielenboden. Hierbei sei noch bemerkt, daß, je dichter die Eindeckung des Daches hergestellt wird, desto mehr man auf eine Durchlüftung des Speicherraumes bedacht sein muß, wenn das Holzwerk möglichst lange erhalten werden soll.

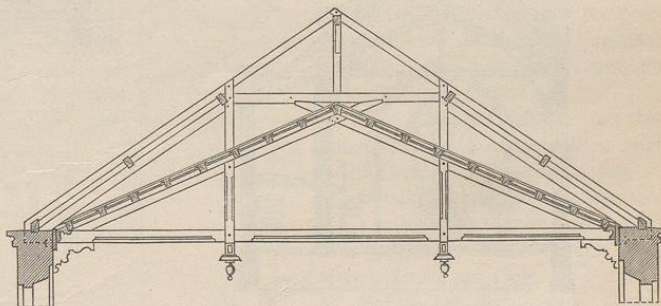
Der Dachstuhl der von Oberbaurat v. Ferstl erbauten Kirche in Brünn ist auf Tafel 44, Fig. 1 bis 2, dargestellt. Von den 15,5 m langen, auf Firspfette und Mittelpfetten ruhenden Sparren sind die Binderparren mit dem Fußende in Binderbalken, die Leersparren dagegen in Stichbalken eingesezt. Die unteren Mittelpfetten werden durch Stuhlfäulen sicher unterstützt, deren Druck von den Pfeilern und Längsgurtbogen der dreischiffigen gewölbten Kirche aufgenommen wird. Dagegen setzen sich die Stuhlfäulen der oberen Mittelpfetten in Rahmhölzer ein, die in die Spannriegel der unteren Mittelpfetten eingelassen sind. Um den Spannriegel gegen Einbiegung zu sichern, ist er durch doppelte Hängestreben und einfache Strebebänder unterstützt, die von den Hängefäulen ausgehen und mit den Hängestreben und Dachflächen parallel laufen. Während durch vielfache Dreiecksbildungen der Dachkonstruktion ein fester Querverband verliehen wurde, ist auch für einen tüchtigen Längsverband Sorge getragen durch Anordnung von Kopfbändern unter der Firspfette und den unteren Mittelpfetten, und durch Andreaskreuze zwischen den oberen Mittelpfetten und den darunter befindlichen Rahmhölzern. Vermöge dieser Zwischenunterstützung der Pfetten konnten die Dachbinder auf 5,60 m Entfernung voneinander angebracht werden. Die Dachhöhe liegt in der Mitte zwischen dem altfranzösischen und dem Winkel-

dach, wodurch die Sparren eine derart steile Neigung erhielten, daß man sie auf 4,5 bis 5,3 m Entfernung freilegen konnte.

Erhält die Kirche eine Holzdecke, so wird diese im Zusammenhang mit der Dachstuhlkonstruktion ausgeführt. Die einfachste Bildung einer solchen Decke besteht in der Anlage eines Dachgebälkes mit Schalung oder Bug. Derartige Konstruktionen einer gewöhnlichen Decke sind auf Tafel 24, Fig. 1 bis 3, und Tafel 28, Fig. 1, dargestellt. Ein weiterer Schritt in der Deckebildung besteht darin, daß die Felder des gehobelten Gebälkes mit Dielen oder gestimmter Arbeit ausgelegt werden, oder daß die Decke als vollständige Kassettendecke ausgeführt wird.

Soll der Kirchenraum an Höhe gewinnen bei möglichst niedrig gehaltenen Umfassungswandern, so geschieht dies auf Kosten des ohnehin wertlosen Speicherraumes durch Anordnung sogenannter gebrochener oder zusammengesetzter Decken, Tafel 45 bis 48. Mit Hilfe dieser Holzdecken, die in mancherlei Weise angeordnet werden können

Fig. 496a.



und je nach ihrer Form auch akustische Vorteile gewähren, ist es dem Architekten möglich, auch mit bescheidenen Mitteln dem Kirchenraume eine befriedigende Gestaltung zu geben, welche durch eine nüchterne horizontale Fuß- oder Schaldecke nicht erreicht wird.

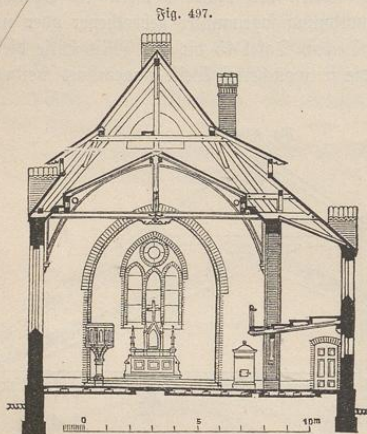
Eine einfache Konstruktion einer ansteigenden Decke von 11 m Spannweite zeigt Tafel 45, Fig. 1 bis 4, bei der über dem Binderbalken besondere Hauptparren zur Aufnahme der Deckebalken in die Konstruktion eingefügt sind. Der mittlere der langlaufenden Deckebalken wird durch die Hängefäulen unterbrochen, in welche die Enden der einzelnen Stücke versetzt, verklammert und außerdem durch Kopfbänder unterstützt werden, Fig. 2. Die Balkenfelder sind an den Hauptparren mittels vortretender Querriegel abgegrenzt, Fig. 4, und entweder durch Bretter mit Deckleisten an den Fugen oder mit Täfelwerk abgedeckt. Beide Bildungsarten sind in Fig. 3 dargestellt.



Das Dach ist ein Winkeldach, und von dem einfachen Hängebocke, aus dem die Binder hauptsächlich bestehen, sind zur Deckeildung direkt nur die Binderbalken und Hängesäule durch Aufnahme der die Balken tragenden Hauptsparren und indirekt die Streben beansprucht.

Fig. 496 a zeigt die Umbildung der Konstruktion bei größerer Spannweite und Annahme eines doppelten Hängewerkes.

Eine etwas andere Ausbildung des Motivs der Fig. 1, Tafel 45, giebt die Decke der evangelischen Kirche in Garzigar in Pommern, Fig. 497;<sup>1)</sup> hier laufen die Deckebalken nicht längs, sondern quer, und durch Einfügen von bogenförmig ausgeschnittenen Brettern in Verbindung mit Kopfbändern ergibt sich ein Spitzbogen, der eine Vermittelung zwischen Wand und Decke bewirkt.



Durch Einfügung von wirklichen Bogen, in Bohlenkonstruktion oder mit bogenförmig geschnittenen Hölzern, auf die die längslaufenden Deckebalken aufgelegt werden können, ergibt sich an Stelle der satteldachartigen Decke eine spitzbogenförmige Tonne, die in der Höhe der Bundbalken in eine wagrecht liegende Balkendecke übergeht, Fig. 498, aus der evangelischen Kirche in Laurahütte in Oberschlesien.<sup>2)</sup>

Beim Kehlbalgendach kann nach Fig. 499, — aus der Kirche in Helba bei Meiningen, — eine halbkreisförmige Tonne eingefügt werden; hier ist der Bundbalken innerhalb der Tonne durch eine Zugtange ersetzt, und ein Stüchgebälk angeordnet, das auf einem auf Pfosten liegenden Unterzug aufgelagert ist.<sup>3)</sup>

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.

2) Centralblatt der Bauverwaltung 1896.

3) Deutsche Bauzeitung 1896.

Eine weitere Ausbildung des auf Tafel 45, Fig. 1, gegebenen Deckemotives zeigt Fig. 500, die näherer Erläuterung nicht bedarf.<sup>1)</sup> Auch der Dachstuhl mit der dachförmigen Decke über der Kirche im Centralgefängnis

Fig. 498.

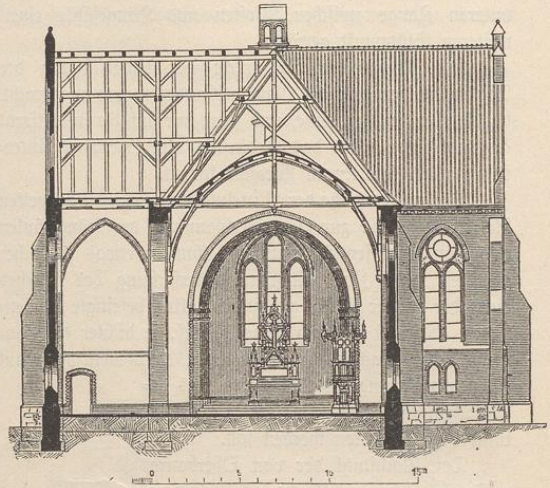
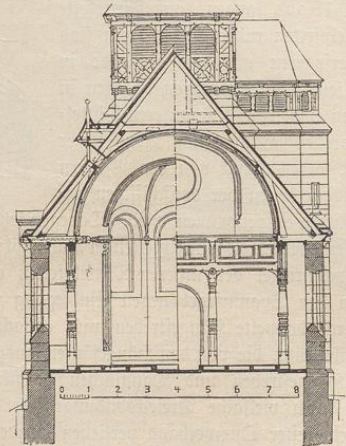


Fig. 499.



in Bronze (Böjen) ist hier anzuführen, Fig. 501,<sup>2)</sup> nur sind hier fünf Hängesäulen angeordnet, und die Decke zeigt seitlich schmale, wagrechte Felder nach dem Motiv der Decke auf Tafel 47.

1) Deutsche Bauzeitung 1887.

2) Zeitschrift für Bauwesen 1896.



Statt der sattelbachtartigen Form kann die Decke auch polygonal gebrochen werden, wie z. B. in der Kirche in Klein-Villars bei Maulbronn, Fig. 502.<sup>1)</sup>

1) Neumeister & Häberle, Die Holzarchitektur.

Fig. 500.

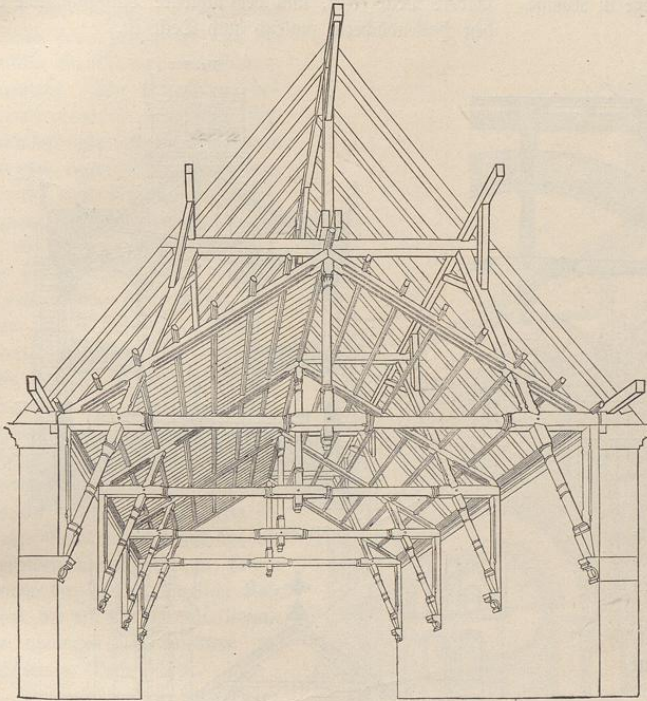
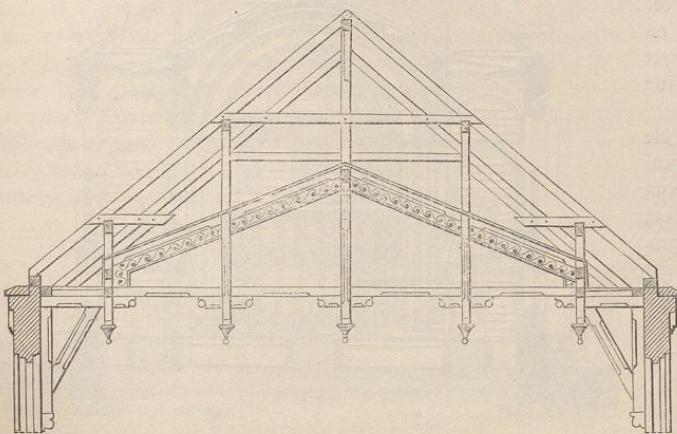


Fig. 501.



Eine wagrechte Balkendecke zu einer dreischiffigen Kirche zeigt Tafel 46, Fig. 1 bis 2, die über dem Mittelschiff erhöht ist, woselbst die verlängerten Unterzüge die untersten Mittelfetten, sowie die Hauptsparren des Pfettendaches und die Streben des doppelten Hänge- und Sprengwerkes aufnehmen. Der Dachstuhl selbst könnte mit geringerem Aufwand an Material konstruiert sein, indem anstatt der beiden oberen Mittelfetten eine genügend wäre, die teils auf dem Hauptsparren, teils auf der Zange gelagert werden könnte, welche die Stelle des Spannriegels einzunehmen hätte und bis unter die Dachschalung reichen müßte. Außerdem könnten die Binder in größeren Entfernungen angelegt sein.

Der Kirchendachstuhl Fig. 1 bis 2, Tafel 47, gehört zum Entwurf einer protestantischen Kirche nach Zingst; die Decke zeigt Dreiteilung durch Anordnung zweier Seitenfelder und eines überhöhten Mittelfeldes, und der Horizontalschub ist durch eine Zugtange aufgehoben, die in der Mitte durch ein Hängestängchen gefaßt ist.

Die Decke, Tafel 48, von der katholischen Kirche in Sabartowa zeigt dieselbe dreiteilige Anordnung, doch ist das Mittelfeld dachförmig gebildet, und der Horizontalschub wird nicht durch eine Zugtange, sondern durch zwei Schwertstreben aufgehoben, die zugleich die Balken der dachförmigen Mitteldecke aufnehmen. Das Fehlen des mittleren Hängeeisens oder der Hängesäule zur Verbindung des Firstpunktes mit dem Kreuzungspunkt der Schwertstreben ist als ein Fehler zu bezeichnen, siehe hierwegen Seite 163 u. Fig. 476.

Eine ähnliche Anordnung bei dreischiffiger Anlage zeigt der Dachstuhl der Kirche in Simmerfeld im Schwarzwald, Fig. 503.<sup>1)</sup>

Der Dachstuhl der reformierten Kirche in Insterburg, Fig. 504,<sup>2)</sup> zeigt bei dreischiffiger Anlage eine ähnliche Anordnung wie der Dachstuhl Fig. 495; die tief unter die durchgehende Doppelzange hinabreichenden Streben, die

1) Deutsche Bauzeitung 1888.

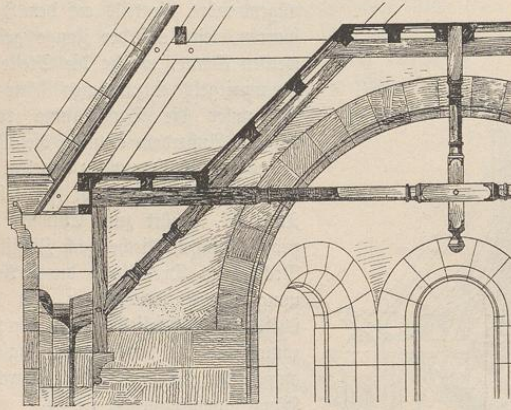
2) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.



sich auf die kurzen, über den Seitenschiffen liegenden Bundbalken aufsetzen, sind in vortrefflicher Weise durch Schwertstreben gesichert, die das ganze Bänderystem zu einem festen, unverschieblichen Ganzen vereinigen.

Eine interessante Konstruktion mit Schwertstreben und schrägen Stuhlsäulen ohne direkte Horizontalverbindungen zeigt der Dachstuhl der gewölbten Synagoge in Königsberg i. Pr., Fig. 505.<sup>1)</sup>

Fig. 502.



Die Konstruktion der Bohlenbogen, ihre Abmessungen, Entfernung voneinander und Anordnung zu beiden Seiten der Binder u. s. f. ist aus den Zeichnungen leicht zu entnehmen. Ebenso bedarf das Pfettendach wohl keiner weiteren Erklärung.

Eine weitere Anordnung ergibt sich, wenn eine besondere Decke fehlt, und der sichtbare Dachstuhl, wie bei den Hallendächern, zugleich auch Decke ist.

Fig. 503.

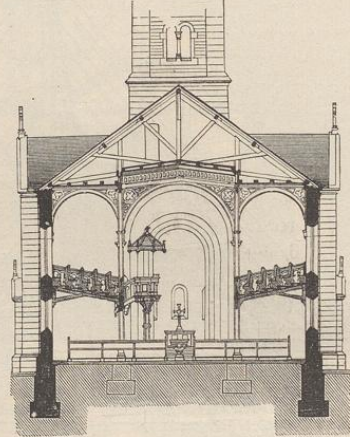


Fig. 504.

Die freigesprengten Dächer mit Schwertstreben geben die Möglichkeit, ohne Anordnung von Bundbalken oder Zugbändern tonnengewölbartige Decken auszubilden.

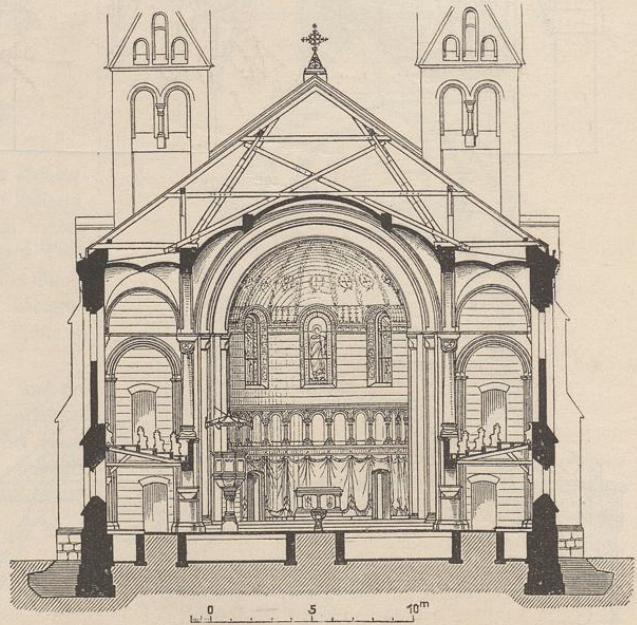
Hübsche Beispiele geben der Kehlbalkehdachstuhl der Kirche in Weimsheim (Oberamt Brackenheim in Württemberg), aus dem Jahre 1452, Fig. 506,<sup>2)</sup> mit Korbformen der Decke, und der Kehlbalkehdachstuhl der neuen katholischen Kapelle in Allendorf an der Werra, Fig. 507,<sup>3)</sup> mit spitzbogenförmiger Tonne, welche letzterem das System Fig. 476<sup>a</sup> zu Grunde gelegt ist.

Eine tonnenartige Gestalt besitzt auch die auf Tafel 49 teilweise im Querschnitt dargestellte Decke aus der Kirche in Bensheim an der Bergstraße von Moller, deren Seitenschiffe ebene Putzflächen zeigen, während Mittelschiff und Chornische mit Bohlenkonstruktionen überdeckt sind, deren formale Ausbildung dem fassettierten Tonnen- und Mischengewölbe entlehnt ist.

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.

2) Paulus, Denkmäler in Württemberg.

3) Centralblatt der Bauverwaltung 1897.





Hierher gehören zunächst die Dächer der Basiliken, die meistens Pfettendächer sind, deren Binder aus dem einfachen, doppelten oder dem zusammengesetzten Hängebock, Tafel 28, Fig. 2 bis 3, bestehen (siehe auch Fig. 6). Neues in konstruktiver Beziehung haben wir hier nicht zu verzeichnen, hingegen sind in Fig. 4 bis 6, Tafel 28, einige charakteristische Details des Dachbinders von der Basilika St. Miniato bei Florenz dargestellt. Zur Verstärkung des Binderbalkens in der Mitte sind Unterlaghölzer und an den Enden Konsolen angebracht. Dieser Anordnung entspricht auch die Unterstützung der Hauptsparren mittels der von der Hängesäule ausgehenden Strebebänder, sowie die der Pfetten, deren Druck durch Konsolen, Fig. 6, auf die Hauptsparren übertragen wird. Was die Decke selbst betrifft, so besteht sie aus Pfetten, die zwischen den Bindern abgeschlossene rechteckige Rahmen bilden, die ein leichtes Gespär aufnehmen von 0,45 m Legweite, das die Schalung trägt, Fig. 6. Dieses Gespär bildet mit den betreffenden Querriegeln zu beiden Seiten der Pfetten längliche Kassetten, die mit den darunter liegenden oblongen Pfettenfeldern die dachförmige Decke bilden.

In ähnlicher Weise hat Stüler die Decke der 10 m breiten Friedenskirche in Sanssouci, Tafel 46, Fig. 3 bis 4, konstruiert, nur mit dem Unterschiede, daß aus formalen Rücksichten zwei durch Pfetten getrennte Hauptsparren von verschiedener Stärke angeordnet sind, von denen die schwächeren die reich dekorierte Kassettendecke tragen. Um diese gegen Witterungseinflüsse zu schützen, ist darüber ein Hohlraum von der Höhe der Dachsparren geschaffen, die über der Kassettendecke aufgebracht sind und die Dachschalung aufnehmen.

Im Anschluß an die Kirchendecken seien hier noch einige Hallen- und Saaldecken erwähnt, die sich durch eigenartige Anordnung auszeichnen.

Fig. 508 giebt die Dach- und Deckenkonstruktion über dem großen Saale der von H. Stier erbauten „Flora“ in Charlottenburg.<sup>1)</sup> Die eigentliche Dachkonstruktion be-

steht aus einem Hängewerk mit zwei Strebenpaaren, die an drei Stellen durch doppelte Holzanglen und durch eine eiserne Zugstange verbunden sind. Der Dachstuhl ist mit einem System von Bohlentbögen kombiniert, die durch

Fig. 505.

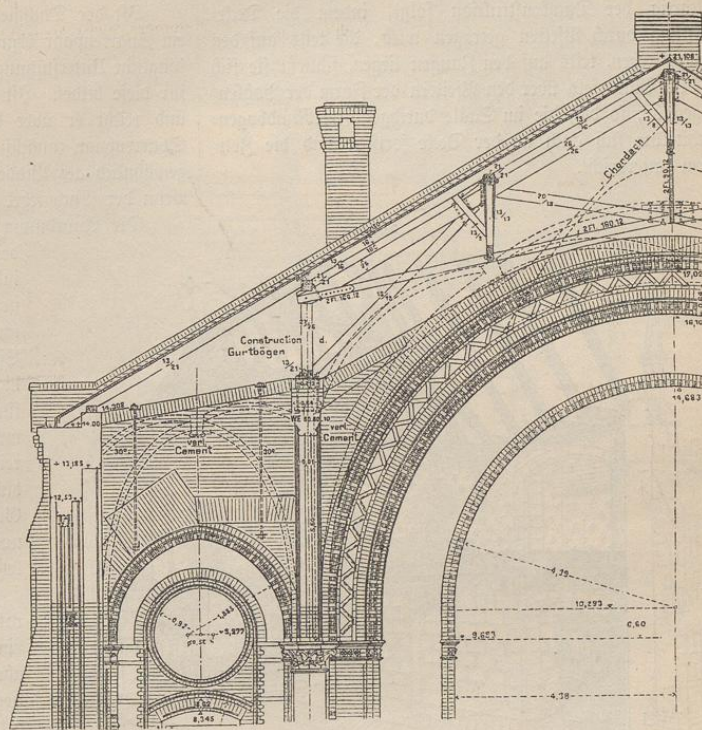
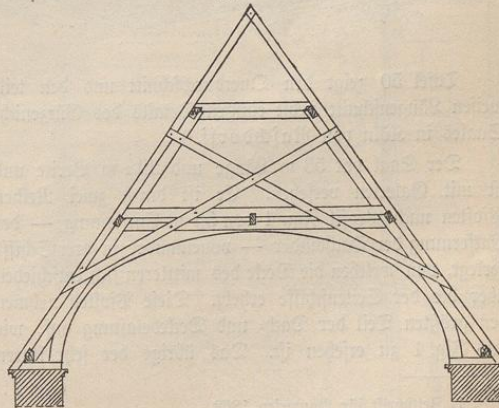


Fig. 506.



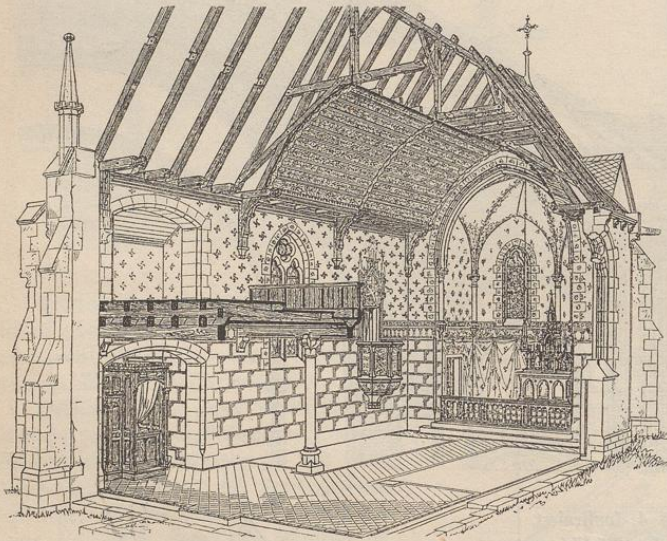
1) Deutsche Bauzeitung 1873.

Breymann, Bautechniklehre. II. Sechste Auflage.



Hängesäulen an dem Dachstuhl befestigt sind, und, von den Wandpfeilern ausgehend, den Saal überspannen. Die im übrigen gleichmäßig gebildeten Binder sind so angeordnet, daß je ein Binderfeld auf einen Pfeiler und je drei Binderfelder auf die dazwischen liegenden Bogenfelder entfallen. Während die Saaldecke in den Zwischenfeldern zeltartig der Dachkonstruktion folgt, indem die Deckenschalung durch Pfetten getragen wird, die teils auf den Hauptstreben, teils auf den Zangen liegen, schließt sie sich in dem Binderfeld über den Pfeilern der Form der Bohlenbogen an, so daß die im Saale durchgeführte Rundbogenarchitektur sich auch an der Decke fortsetzt und die Zeltform unterbricht.

Fig. 507.



Tafel 50 zeigt den Querdurchschnitt und den teilweisen Längenschnitt nebst einigen Details des Gürzenich-Saales in Köln von Raschdorff.<sup>1)</sup>

Der Saal hat 53 m Länge und 22,2 m Breite und ist mit Galerien versehen. Er ist durch zwei Reihen Pfosten nach Profil Fig. 4 von 5,3 m Entfernung — der Entfernung der Dachbinder — voneinander in drei Schiffe zerlegt, von welchen die Decke des mittleren sich entschieden über die der Seitenschiffe erhebt. Diese Pfosten nehmen den größten Teil der Dach- und Deckebelastung auf, wie aus Fig. 1 zu ersehen ist. Das übrige der sehr klaren

1) Zeitschrift für Bauwesen 1862.

Dach- und Deckkonstruktion ist aus den Zeichnungen zu ersehen.

Die bisher behandelten Satteldächer sind als solche anzusehen, die an den Enden durch Giebelwände geschlossen sind. Über die Verbindung dieser Giebelwände mit den Dachgerüsten haben wir noch folgendes mitzuteilen:

Ist der Dachgiebel eine Holzwand, so wird er durch ein Sparrenpaar begrenzt, das durch die Wand selbst hinlängliche Unterstützung findet und gewissermaßen die Pfette für diese bildet. Ist der Giebel in Mauerwerk ausgeführt und reicht er über die Dachflächen hinaus, so liegt ein Sparrenpaar zunächst an der Giebelmauer, und dieses wird gewöhnlich als Bindergepär konstruiert, besonders dann, wenn der Dachgiebel eine geringe Mauerstärke hat.

Die Anordnung eines Giebelbinders ist aber schon der Feuericherheit wegen zu empfehlen, indem man nicht benötigt ist, die Pfetten in die Giebelmauer einbinden zu lassen, im Fall diese zugleich Scheidemauer ist. Eine Verankerung der Dachpfetten mit dieser Mauer kann desienungeachtet stattfinden. Soll das Dach um ein oder mehrere Gebinde über den Giebel hinausreichen, so reichen auch die für diese Gebinde immer nötigen Pfetten über die Giebelwand hinaus und werden häufig noch durch Kopfbügel oder Konsolen von letzterer aus unterstützt.

Bei steilen Dächern wird es immer ratsam sein, diese überhängenden Gebinde mit Kehlbalken zu versehen, die aber, obgleich sie über den Pfetten liegen, doch mit den Sparren zangenartig zu verbinden sind. Das Nähere hierüber wird bei den Gesimfen besprochen werden.

## § 9.

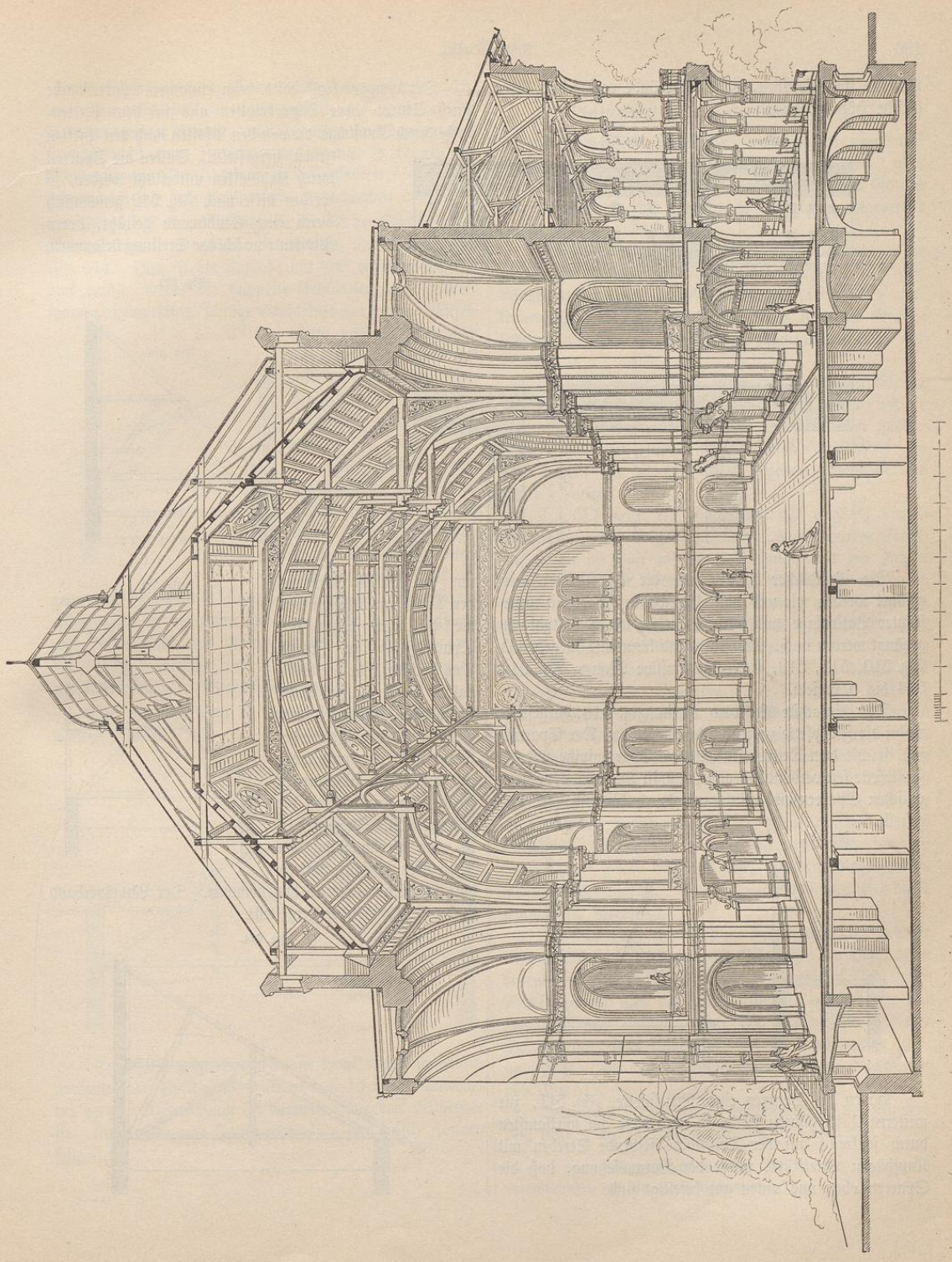
**Pultdächer.**

Die Pultdächer sind halbe Satteldächer, deren Konstruktionen mit wenigen Abänderungen auf jene übertragen werden können. Sie finden bei Bauten längs der Nachbargrenze, nach der das Traufwasser nicht geleitet werden darf, Verwendung.

Es ist vorteilhaft, diese längs der Grenzen laufenden Seitenbauten nach Fig. 509 derart anzulegen, daß je zwei eine gemeinschaftliche Brandmauer erhalten, da dann auch die beiden Höfe aneinander stoßen und so den Seitengebäuden am meisten Licht und Luft zugeführt wird. Die



Fig. 506.





Vorteile sind dieselben, ob die Gebäude verschiedene oder gleiche Höhe erhalten.

Der Längsverband wird beim einfachen Sparrendache durch Sturm- oder Schwebelatten und bei dem Pfettendache durch Kopfbügel, die von den Pfosten nach den Pfetten gehen, hergestellt. Sollen die Sparren durch Kehlbalken unterstützt werden, so werden diese nach Fig. 512 gewöhnlich durch eine Stuhlwand gestützt, deren Pfosten eine schräge Stellung bekommen,

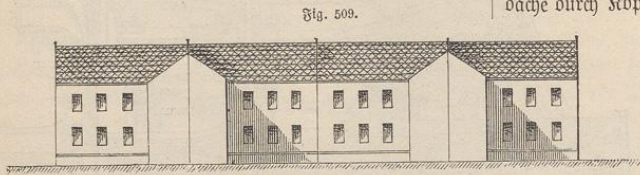


Fig. 509.

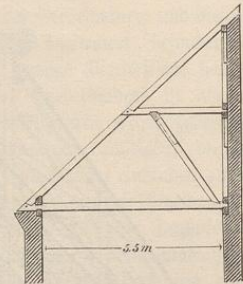
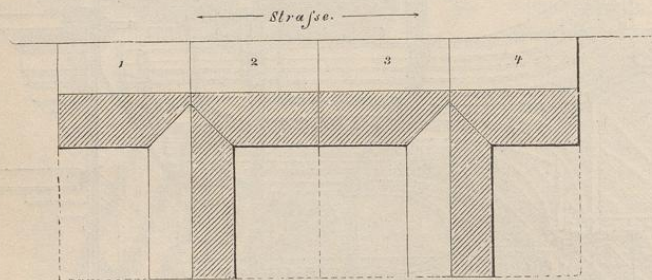


Fig. 512.

Die Pultdächer können wie die Satteldächer ausgeführt werden mit und ohne Kniewand; ferner mit unterstützter Balkenlage und solcher, welche am Dachstuhl angehängt werden muß. Die Pultwand kann eine Kiegelwand, Fig. 510, 511, 513, oder eine massive Mauer, Fig. 512, 514 bis 516, sein.

um die Balken nicht in der Mitte zu belasten und die Pultwand gegen den Sparrenschub zu sichern. Das hintere Ende der Kehlbalken findet in der Pultwand sein Auflager, entweder auf einer Pfette oder Mauerlatte, oder auch wohl nur auf einem Wandriegel, je nach der Konstruktion der Wand selbst. In Fig. 512 ist eine Verkämmung der Kehlbalken zwischen Rahmholz und Saumschwelle angenommen. Der Längsverband ist durch Kopfbänder hergestellt.

Das einfachste Pultdach ist in Fig. 510 dargestellt, wobei die Firstpfette zugleich Wandpfette ist. Der Sparrenfuß ist mit dem Deckebalken und die Sparrenspitze mit der Firstpfette fest verbunden; außerdem ist ein Dreiecksverband zwischen Sparren und Pultwand durch Winkelbänder hergestellt.

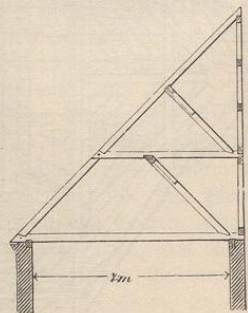


Fig. 513.

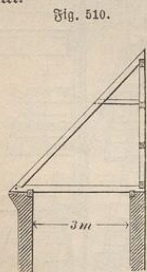


Fig. 510.

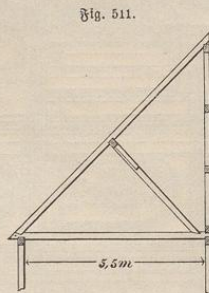


Fig. 511.

Haben die Sparren eine Mittelpfette, Fig. 511, zur weiteren Unterstützung nötig, so wird diese am wirksamsten durch senkrecht auf der Dachfläche stehende Streben mit Kopfbügel unterstützt, unter der Voraussetzung, daß die Sparren oben und unten gut befestigt sind.

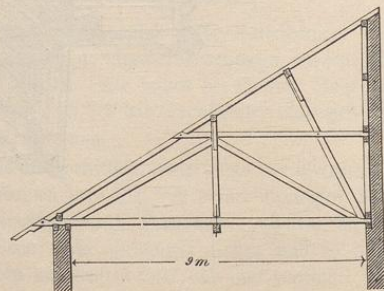


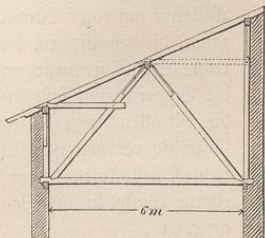
Fig. 514.



Soll der Speicherraum des Pultdaches, wie in Fig. 513, durch ein Kehlgebälk in einen unteren und einen oberen Speicher zerlegt werden, und bedürfen die Sparren des letzteren noch einer Zwischenunterstützung, so können die Konstruktionen Fig. 511 und 512 kombiniert, bezw. das Pfettendach mit dem Kehlbalkendach verbunden werden.

Ist das Deckgebälk teilweise mittels der Dachkonstruktion zu tragen, so entsteht das Hänge- und Sprengwerk, Fig. 514. Hier ist die Aufgabe mit dem einfachen Hängebock gelöst, wobei die doppelte Kehlbalkenzange Binder-sparren, Hängesäule, schräge Stuhlsäule der oberen Mittelpfette und die Pultwand fest miteinander verbindet und durch Bildung fester Dreiecke die ganze Konstruktion unverschiebbar macht.

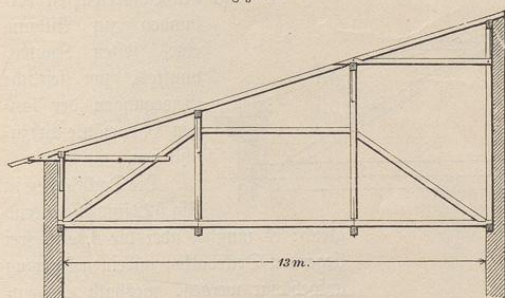
Fig. 515.



Zwei Beispiele von Pultdächern mit Knie-wänden stellen die Fig. 515 und 516 dar. Bei Fig. 515 ist die Mittelpfette durch den sogenannten Bock ab-gesprengt, während die beiden anderen Pfetten durch Pfosten unterstützt sind, deren lotrechte Lage durch Zangen gesichert wird. Im Falle der Pultwandpfosten durch Anker mit der Mauer verbunden werden soll, kann die punktiert angedeutete Zange in Wegfall kommen.

Der Längsverband ist durch Kopfbänder unter den Pfetten erreicht.

Fig. 516.



Schließlich zeigt Fig. 516 eine wohl nicht sehr häufig vorkommende Pultdachkonstruktion von 13 m Spannweite, bei der zur Absprengung der doppelte Hängebock verwendet ist. Kniewand- und Pultwandpfosten sind durch Zangen festgestellt.

## § 10.

**Asymmetrische Satteldachbinder.**

Asymmetrische Dachbinder entstehen bei ungleichen Dachneigungen, oder ungleich großen Dachflächen, oder auch in den Fällen, in denen aus irgend einem Grunde die Unterstützung der Pfetten asymmetrisch angeordnet werden muß.

Sichere Absteifung der Pfetten und Übertragung der Lasten auf die Unterstützungspunkte, sorgfältige Quer- und Längsverspannung und Aufhebung des im Binder wirkenden Horizontalschubes bleiben auch hier die Grundbedingungen für die Anordnung und Konstruktion des Binders.

Je nach den besonderen Verhältnissen werden sich die Anordnungen verschieden gestalten, stets werden wir es aber mit stehenden oder liegenden Stühlen, oder Hängewerken oder mit Zusammensetzungen dieser Systeme zu thun haben, wie die nachstehend gegebenen Beispiele dies näher erläutern.

Fig. 517 zeigt ein Satteldach mit ungleich langen Dachflächen; die Firstpfette ruht auf zwei liegenden Stuhlsäulen, die die Last auf die Umfassung- und die Innen-mauer übertragen, während die Zwischenpfette auf einem Pfosten liegt, der durch eine Doppelzange mit dem Binder-sparren und einer liegenden Stuhlsäule verknüpft ist.

In Fig. 518 sind die Dachflächen ebenfalls ungleich lang und verschieden geneigt; aber auf jeder Dachseite ist eine Zwischenpfette notwendig. Die Firstpfette ruht auf zwei liegenden Stuhlsäulen, während die Zwischenpfetten durch eine Doppelzange unterstützt werden, die mit den Stuhlsäulen und den Binder-sparren verbolzt ist. Die Zwischenpfette der linken Dachseite, die ziemlich weit vom Knotenpunkt entfernt ist, bedarf zur sicheren Unterstützung einer weiteren Stuhlsäule, die am Fuße mit der anderen Stuhlsäule versagt und verbolzt ist, und oben von der Doppelzange gefast und mit dieser und dem Binder-sparren gleichfalls verbolzt ist. Die Längsverspannung wird durch Kopfbänder hergestellt.

Fig. 519 zeigt eine ähnliche Anordnung, nur sind die Unterschiede in den Längen und Neigungen der Dachflächen bedeutender wie in Fig. 518; die Zwischenpfette der linken Dachseite ruht hier auf einem Pfosten, der sich auf eine Zwischenmauer aufstellt, und der Knotenpunkt zwischen Doppelzange und Binder-sparren ist durch einen Bug unterstützt. Die rechte Dachseite zeigt dieselbe Anordnung wie Fig. 518.

Wesentlich verschieden ist die Anordnung des Binders, Fig. 520;<sup>1)</sup> die Dachflächen, die mit Zink nach dem Leisten-

<sup>1)</sup> Die Binderkonstruktionen Fig. 517 bis 523 sind eigenen Ausführungen des Verfassers entnommen.



Fig. 517.

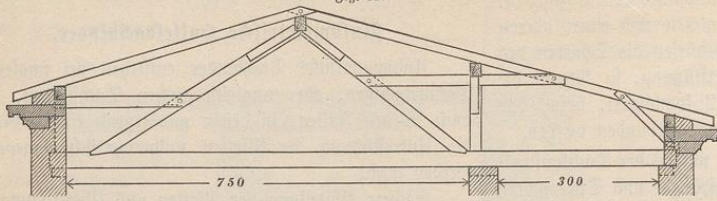


Fig. 518.

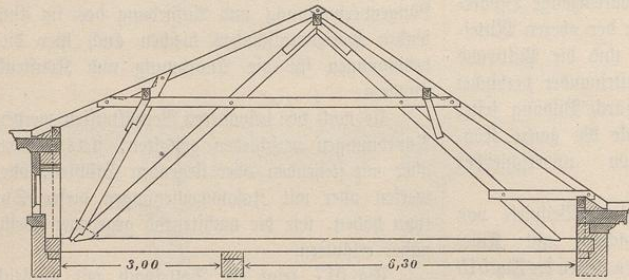


Fig. 519.

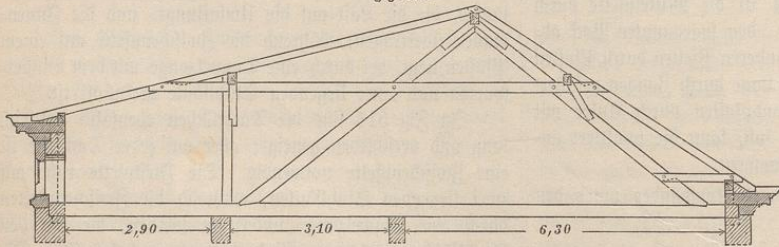


Fig. 520.

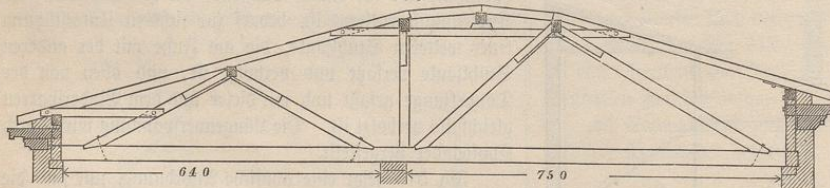
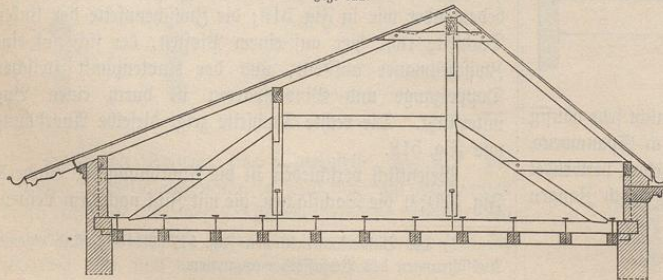


Fig. 521.



system eingedeckt und ungleich lang sind, nehmen ein kleines Plateau zwischen sich auf, so daß eine Firstpfette, zwei Dachbruchpfetten und eine Zwischenpfette zu unterstützen sind. Die linke Dachbruchpfette ist durch einen Pfosten, die rechte Dachbruchpfette und die Zwischenpfette durch je ein Stuhlsäulenpaar gefast; die Firstpfette dagegen findet ihr Auflager auf einer Doppelzange, die den Pfosten, das rechte Stuhlsäulenpaar und die Binder sparren faßt und die mit allen diesen Hölzern sorgfältig verbolzt ist. Die rechte Kniestockpfette ist durch eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

Beidem Binder Fig. 521 mit ungleich langen und ungleich geneigten Dachflächen besteht die Binderkonstruktion aus einem doppelten Hängewerk; eine Hängesäule ist nach oben zur Aufnahme der Firstpfette verlängert, und durch eine kurze Zange mit den Binder sparren verbunden zur Bildung eines festen Knotenpunktes, um seitliche Bewegungen der langen Hängesäule auszuschließen.

Die Dachflächen in Fig. 522 sind annähernd

gleich; es mußten aber die 8,52 m frei liegenden Deckbalken an einen Überzug aufgehängt werden, weshalb ein einfaches Hängewerk angeordnet wurde, das zugleich zur Unterstützung der linken Zwischenpfette dient; eine Doppelzange faßt den Binder sparren, die Hängesäule und den Pfosten, der unter der rechts liegenden Zwischenpfette steht und auf die Zwischenmauer aufgesetzt ist. Die Firstpfette ruht auf zwei liegenden



Stuhlfäulen, die von der Doppelzange ausgehen.

Bei größeren Spannweiten wird sich eine Anordnung nach Fig. 523 ergeben.

Endlich zeigt Fig. 524 einen Binder mit einseitig sehr steilem Dach, und Fig. 525 einen solchen mit beiderseitig steilen, aber verschiedenen hohen Dachflächen, die unter sich durch ein flacheres Dach verbunden sind.

Bei den bisher besprochenen Dachbindern sind die liegenden Stuhlfäulen stets paarweise angeordnet, derart, daß sie nach entgegengesetzten Richtungen wirken, so daß kein einseitiger Schub auftritt. Häufig können aber, ähnlich wie bei den Pultdächern, liegende Stuhlfäulen nur einseitig angeordnet werden, wie z. B. in dem auf Taf. 51 dargestellten Dachstuhlbinde, der im Neubau des zoologischen Institutes der Universität in Straßburg<sup>1)</sup> aus-

Fig. 522.

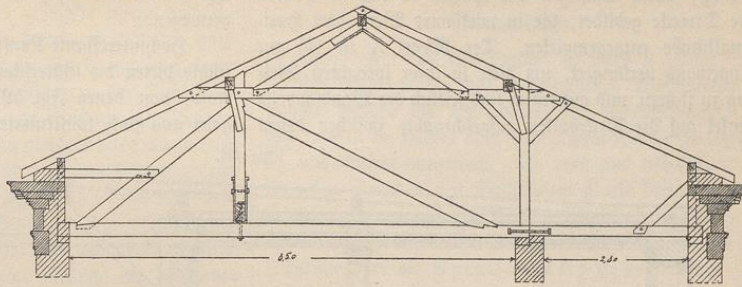


Fig. 523.

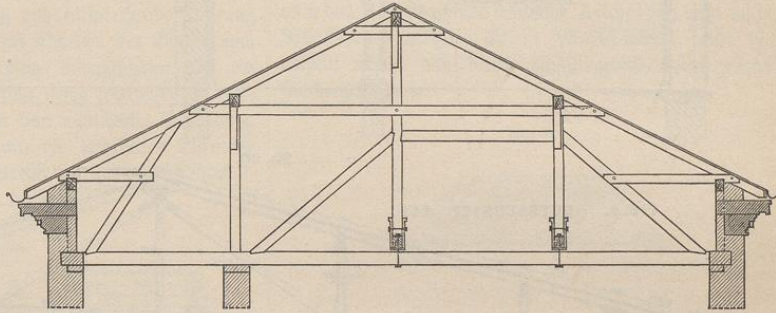


Fig. 524.

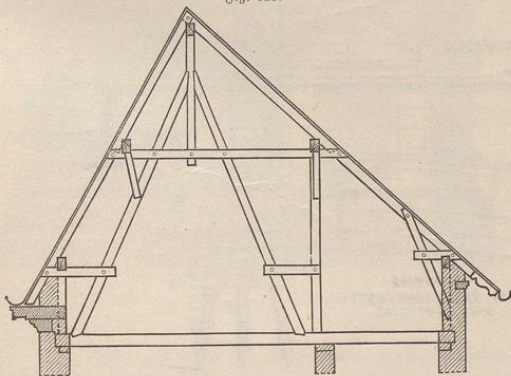
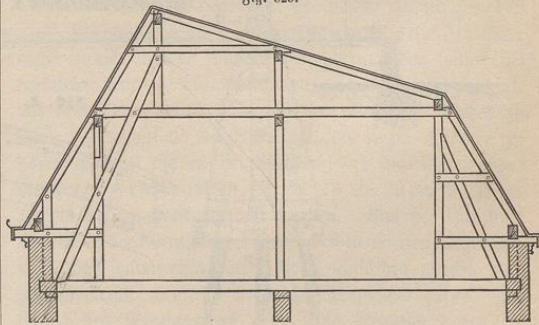


Fig. 525.



geführt ist. Um weitere Ausstellungsräume zur Unterbringung der umfangreichen Sammlungen zu gewinnen, wurde gegen den Hof ein drittes Obergeschoß angelegt, dessen Säle gegen die nach der Straße liegenden Dach-

<sup>1)</sup> Nach den Plänen von Prof. Dr. Warth, siehe auch Deutsche Bauzeitung 1898.

bodenräume durch eine längslaufende Wand abgeschlossen sind. Diese Wand ruht auf dem Hofen, und mußte deshalb nach Fig. 2, Tafel 51, als Hängewand ausgebildet und möglichst leicht gehalten werden; dies wurde erreicht durch Verwendung von 4 cm starken Gipsdielen, die

längslaufend über die Hängesäulen genagelt und verputzt wurden.

Die hinten liegenden flachen Dachflächen wurden mit Holzcement, die vorderen mit Schiefer eingedeckt.

Wie die auf Tafel 51 dargestellte Konstruktion erkennen läßt, sind die liegenden Stuhlfäulen verdoppelt und mit den überschnittenen Hölzern verkämmt und sorgfältig



verbolzt; durch Einfügen der Hölzer X und Y werden feste Dreiecke gebildet, die in wirksamer Weise dem Horizontalschube entgegenwirken. Der Kiegel X ist bis zur Hängewand verlängert, um diese in ihrer Lotrechten Stellung zu sichern, und außerdem sind seitlich der Wandschwelle Winkel auf die Deckebalken aufgeschraubt, zwischen denen

wir auf das in Fig. 563 bis 573 dargestellte Beispiel verweisen.

Hochinteressante Konstruktionen unsymmetrischer Dachstuhl bieten die Güterschuppen auf den Hamburger neuen Kais, von denen Fig. 527 ein System darstellt.<sup>1)</sup> Die ganz aus Holz konstruierten Binder sitzen auf gitterförmig

Fig. 526.

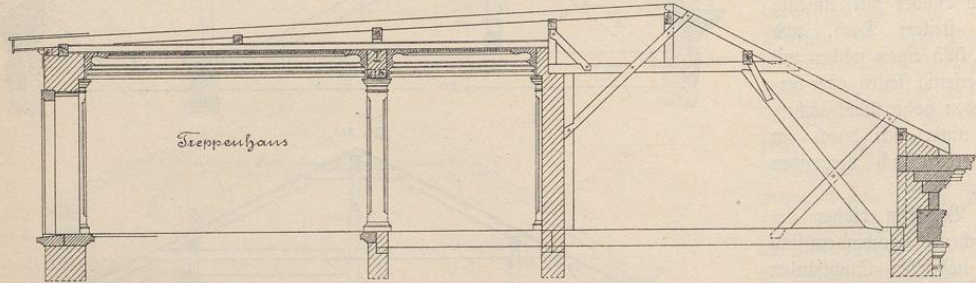
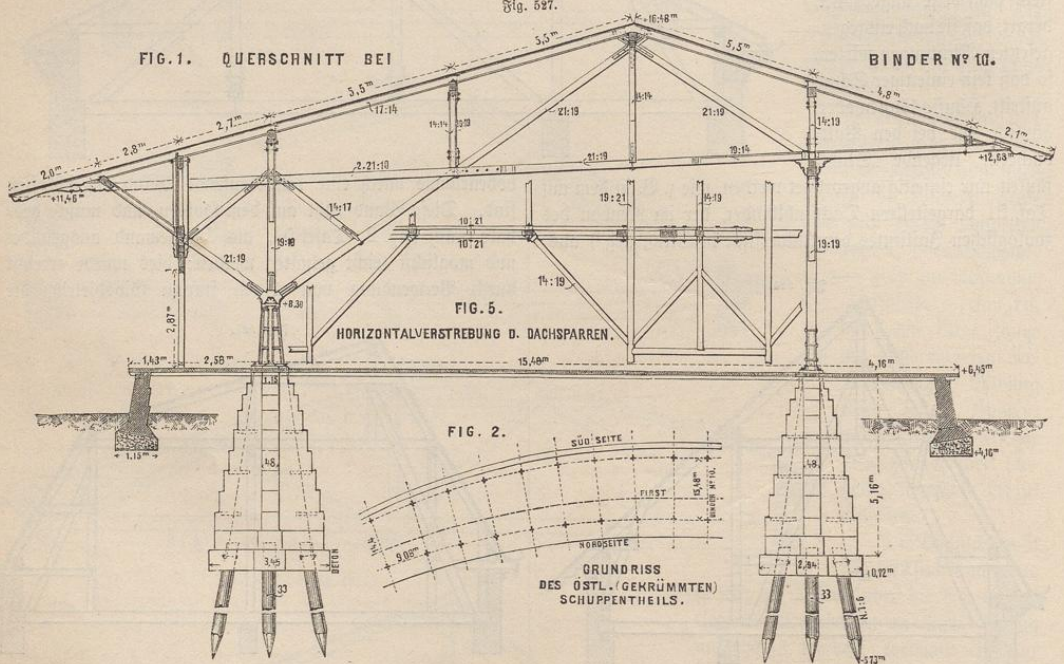


Fig. 527.



die Schwelle in der Lotrechten Ebene festgehalten wird, ohne mit den Winkeln verbunden zu sein.

Die Binder mußten je nach ihrer Stellung verschieden ausgebildet werden; Fig. 526 giebt eine solche Abänderung, die keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Bei den zusammengesetzten Dachstühlen finden sich die unsymmetrischen Binderanordnungen sehr häufig, worüber

konstruierten Stützen aus Walzeisen, die große Standfestigkeit besitzen und die Verbindung mit den schweren Hölzern des Dachstuhles in einfacher und sicherer Weise gestatten, so daß die Mehrkosten im Vergleich zu hölzernen Stützen reichlich aufgewogen werden.

1) Deutsche Bauzeitung 1897.



Die Schuppen sind nur nach der Landseite hin geschlossen, und zwar besteht der geschaltete obere Teil der Abschlußwand aus einem am Dachwerk aufgehängten Holzgerippe, und der untere Teil ist in Stiel- und Riegelwerk ausgeführt, das auf den Schwellhölzern des Fußbodens aufruhet. Die Binder haben 8,6 m Abstand, die Sparrenweite ist 0,96 m. Die kreuzförmig ausgebildeten gemauerten Fundamente der Hauptstützen sind von den Perronmauern, auf denen die Lagerhölzer des Fußbodens aufruhet, isoliert, so daß die unausbleiblichen Setzungen der verschiedenen Bauteile sich unabhängig voneinander vollziehen können; man hat von vornherein auf eine Setzung der Fußboden von nicht weniger als 20 cm gerechnet und für diese durch Überlappung der Holzschalung und entsprechende Führung Vorkehrung getroffen. Gegen das Abheben der Binder vom Kopfe der Stützen dienen kräftige Eisenschienen und ein durch die ganze Dachkonstruktion stetig fortlaufender Verband von schweren Eisenteilen von mancherlei Gestaltung. Der Längenverband wird durch die erwähnten Eisenteile in Verbindung mit den zahlreich vorkommenden Rahmhölzern in genügender Weise bewirkt.

Fig. 528.

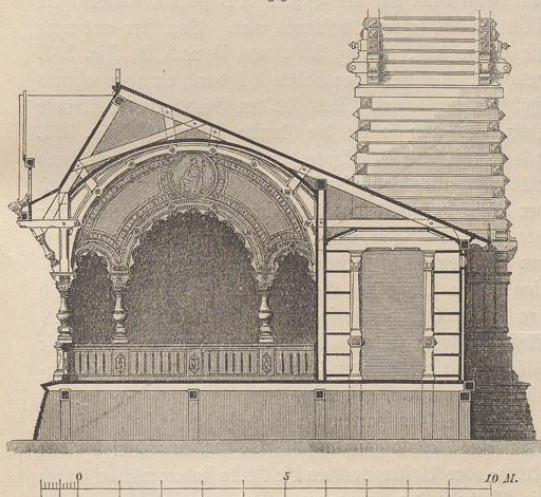


Fig. 528 zeigt noch den Querschnitt von der Probierhalle der rheinischen Weinproduzenten auf der Ausstellung in Philadelphia, bei der ein Bogenbinder und tonnenartig verschaltete Decke angenommen und der Horizontalschub durch mehrere über dem Bogen liegende Dreiecksverbindungen aufgehoben ist.<sup>1)</sup>

1) Architectonisches Skizzenbuch, Berlin 1877.  
Brey mann, Bauteilkonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

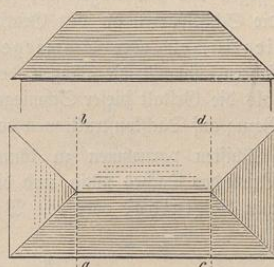
## § 11.

## Walmdächer.

Die Form des Walmdaches ist im § 2 erklärt, und bei der Beschreibung des gewöhnlichen Wohnhausdachstuhles wurden die Walmdächer kurz berücksichtigt. In Fig. 529 ist ein solches über rechteckigem Raume im Grundriß und Aufriß dargestellt. Da man aus technischen und formalen Gründen den Dachflächen gleiche Neigung giebt, so hat man nur die vier rechten Winkel der Grundfigur mittels der Gratlinien zu halbieren, um die Endpunkte der Firstlinie oder die Anfallspunkte zu bestimmen.

Ist der Anfallspunkt des Walms festgelegt, so ist auch das Anfallsgebilde bestimmt, welches sich dicht an den Anfallspunkt anlegt. Es ist wünschenswert, aber nicht absolut nötig, daß dieses Anfallsgebilde auch zugleich Binderesparr sei.

Fig. 529.



Die Konstruktion zwischen den beiden Anfallsgebilden eines Walmdaches oder zwischen  $a b$  und  $c d$ , Fig. 529, bietet nichts Neues, sondern besteht aus den seither betrachteten Satteldachkonstruktionen, wir haben es daher nur mit dem Walm selbst, d. h. mit dem Teile des Daches zu thun, der außerhalb der Anfallsgebilde liegt. Hierher gehören zunächst die in der Richtung der Gratlinien anzuordnenden Gratsparrren, welche 18 bis 20 cm hoch und 15 bis 18 cm breit gemacht werden. Von der Gratlinie aus wird der Gratsparrren nach beiden Seiten abgedacht, und zwar symmetrisch, wenn die Dachflächen gleiche, oder unsymmetrisch, wenn sie ungleiche Neigungen haben. Die Länge des Gratsparrrens und seine Neigung gegen die Horizontale wird bekanntlich durch Umlegung des rechtwinkligen Dreieckes bestimmt, dessen Katheten aus der Dachhöhe und der Horizontalprojektion der Gratlinie bestehen und dessen Hypotenuse der Länge des Gratsparrrens entspricht.

Die Gratsparrren stehen — bei unmittelbarer Verbindung der Sparren mit den Balken — in Grattischbalken,



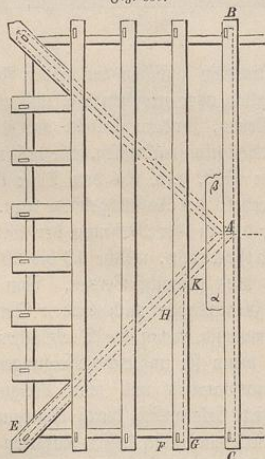
und man sucht diese gegen den auf sie ausgeübten Seitenschub dadurch zu sichern, daß man sie mit dem Balken, in den sie eingezapft sind, verklammert und diesen nötigenfalls mit seinen benachbarten durch ein Bandeisen verbindet. Die Gratsparren bilden halbe Dachgebände, da ihnen die Gegensparren fehlen, und sie lehnen sich daher gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, wo sie durch „Schiftung“ verbunden werden.

Alle Sparren der Langseiten außerhalb des Anfallsgebindes, sowie die der Walmseite, reichen nicht bis zur Firstlinie, sondern laufen gegen die Grat Sparren aus, werden hier angegeschifft und heißen daher Schifftsparren. Ihre Länge ergibt sich durch die Betrachtung, daß jeder Schifftsparren die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks bildet, dessen Katheten seine eigene Horizontalprojektion und die lotrechte Entfernung seines Anfallspunktes über der Horizontalebene des Sparrenfußes sind.

Die Flächen, mit denen sich die Grat Sparren gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, sowie die, mit welchen sich die Schifftsparren an den Grat Sparren legen, heißen Schmiegeflächen oder Schmiegen, und das praktische Verfahren, sowohl die Längen der Grat- und Schifftsparren, als die Gestalt dieser Schmiegen zu finden, nennt man in Bezug auf Dachkonstruktionen das Schiften.

Um das Schiften vornehmen zu können, ist eine Horizontalprojektion des Daches nötig, und diese bildet für den Zimmermann die Zulage oder den Werkfuß.

Fig. 530.

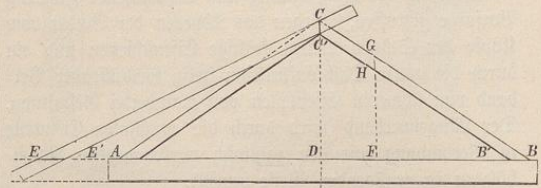


Auf der ordnungsmäßig zusammengelegten Dachbalkenlage werden die First- und Gratlinien aufgeschnürt, wie dies in Fig. 530 durch die punktierten Linien angedeutet ist. Da der Anfallspunkt A in die Kante des Anfallsgebindes

ABC fällt, so muß neben diesem Gebinde, in der Nähe des Anfallspunktes, ein Brettstück  $\alpha\beta$  befestigt werden, auf dem die für die Schmiege der Grat Sparren nötigen Zeichnungen gemacht werden können. Diese ergeben sich sehr leicht, wenn man die Hälfte der Breite der Grat Sparren zu beiden Seiten der Gratlinien aufträgt und Parallelen mit den Gratlinien durch die bezeichneten Punkte mittels Schnurstrahlen zieht.

Zunächst wird jetzt ein Lehrgebände, etwa das Anfallsgebinde, „zugelegt“ und mit dessen Hilfe die Länge der Grat- und Schifftsparren bestimmt. Dieses Lehrgebände sei in Fig. 531 dargestellt und aus der Spitze C desselben

Fig. 531.



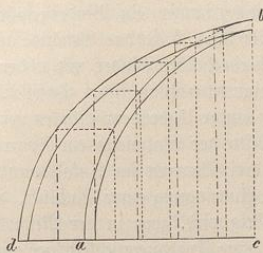
ein Perpendikel auf den Balken AB gefällt, wodurch die Mitte D des letzteren bestimmt wird. Von hier aus wird die Länge AE, in Fig. 530, von D nach E, Fig. 531, getragen, indem man den Balken AB durch ein angestoßenes Holzstück verlängert. Das für den Grat Sparren bestimmte Holz wird nun so an die Punkte E und C, Fig. 531, gelegt, daß seine Oberkante durch diese Punkte geht, und alsdann werden die Linien EE' und CC' aufgezeichnet. Nach der Linie CC' wird das Holz immer abgetrennt, unter der Linie EE' läßt man aber noch so viel Holz stehen, um den Zapfen anarbeiten zu können. Durch diese Operation ist die Länge des Grat Sparrens bestimmt, und durch den Schnitt CC' ist die sogenannte Lotschmiege (Senkelschmiege), sowie durch EE' die Fußschmiege, d. h. die Fläche, mit welcher der Grat Sparren auf der Dachbalkenoberfläche aufsteht, gefunden.

Ist der Grat Sparren der eines Bohlendaches, so findet man seine Gestalt ganz auf dieselbe Art, wie man bei den Kreuz- oder Klostergewölben die Gräte findet; nämlich durch die Methode der sogenannten Vergatterung. Es sei a b, Fig. 532, ein Sparren des Lehrgebändes eines solchen Daches, und cd die Länge des Grat Sparrens in seiner Horizontalprojektion. Die Grundlinie des Sparrens ab teile man in eine beliebige Anzahl, am besten gleicher Teile, und in ebenso viele die Linie cd. In diesen Teilpunkten errichte man Perpendikel, und zwar die auf ac bis zur Peripherie des Sparrens. Macht man nun die auf cd errichteten Perpendikel beziehungsweise ebenso lang, als die auf ac errichteten, so geben die Endpunkte der ersteren,



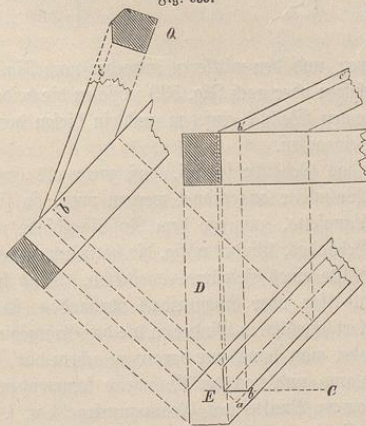
stetig verbunden, die verlangte Gestalt des Gratsparrens; und die Linien  $b c$  und  $d c$  bezeichnen zugleich die Richtungen der Lot- und Fußschmiegen.

Fig. 532.



Soll die Länge eines Schiffsparrens gefunden werden, so ist derselbe zunächst in der Horizontalprojektion aufzuzeichnen, d. h. es wird, seiner Breite entsprechend, ein Schnurstrich auf den betreffenden Balken gemacht, bis an die Schnurstriche, welche die Horizontalprojektion des Gratsparrens darstellen. Hierbei werden der Einfachheit halber die Sparren an einer Seite bündig mit den Balken angeordnet, und nicht mitten auf den Balken gestellt, wie dies bei den Gratsparren stets der Fall ist. Ist nun  $F G H K$ , Fig. 530, eine solche Horizontalprojektion, und trägt man die Länge  $G K$  in Fig. 530 von  $B$  nach  $F$  in Fig. 531, errichtet in  $F$  einen Perpendikel, so wird, wenn man vorher das für den Schiffsparren bestimmte Holz auf den Sparren  $B C$ , Fig. 531, gelegt hat, durch die Linie  $G H$  die Länge der Lotschmiege bestimmt, während  $B B'$  die Fußschmiege bezeichnet.

Fig. 533.



Die Oberfläche des Gratsparrens liegt sowohl in der Lang- als in der Walmseite des Daches; sie muß daher abgefugt oder im Querschnitt rückenförmig gestaltet werden.

Der Gratsparren wird, in der bis jetzt aufgefundenen Form, in der Horizontalprojektion an seinem Fuße die Gestalt haben, wie sie in Fig. 533 bei  $E$  mit punktierten Linien gezeichnet ist. Man schnüre daher die Fußlinien der Sparren bis an den Gratfußpunkt  $E$  auf und trage an der Fußschmiege des Gratsparrens die Entfernung  $a b$  von dem vorderen Eck hereinwärts auf und mache parallel mit der Oberkante desselben einen Schnurstrich  $b' c'$ , so wird dies die Linie sein, nach der die Abfugung vorgenommen werden muß, wie dies der Querschnitt  $Q$  zeigt.

Durch die Lotschmiege ist sowohl an den Grat-, als an den Schiffsparren nur die Richtung der Ebene der Schmiege gefunden, und die Gestalt der eigentlichen Anlehnungsfläche oder der Backenschmiege muß noch bestimmt werden. Es geschieht dies bei Grat- und Schiffsparren auf ganz ähnliche Weise, weshalb wir hier das Verfahren an einem der letzteren zeigen wollen.

Fig. 534.

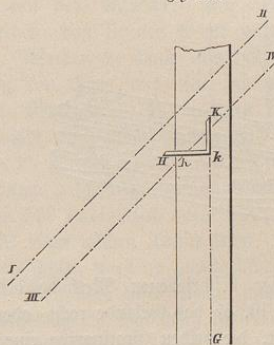
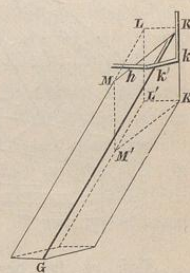


Fig. 535.

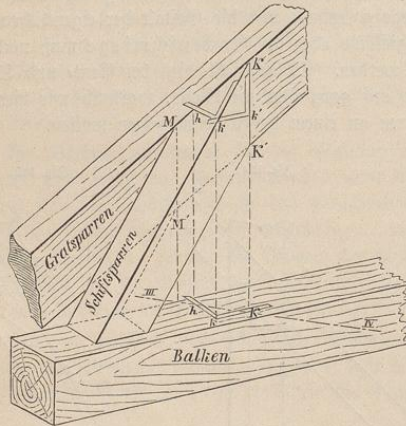


Es kommt darauf an, den Winkel, mit dem sich der Schiffsparren an den Gratsparren anlegt und der in Fig. 534 durch  $H K G$  in der Horizontalprojektion gegeben ist, an den Schiffsparren richtig zu übertragen. Letzterer hat, nach den bisherigen Operationen, die in Fig. 533 (teilweise punktiert) gezeichnete Gestalt. Der Zimmermann legt das Winkeleisen so an den Punkt  $K$ , Fig. 534, daß der eine Schenkel mit der aufgeschürften Linie  $G K$  zusammenfällt, und bezeichnet das Maß  $K k$  auf demselben; dann wird der unbezeichnete Schenkel des Winkeleisens an die Lotschmiege  $K K'$ , Fig. 535, gelegt und an dieser so lange verschoben, bis der auf dem anderen Schenkel bezeichnete Punkt  $K$  in die Kante  $K G$ , Fig. 535, fällt. Hierdurch ist der Punkt  $k$  in Fig. 535 so bestimmt, daß er lotrecht über  $k$  in Fig. 534 liegt; denn das Maß  $K k$ , Fig. 534, ist dem  $k k'$  in Fig. 535 gleich, und da  $K K'$  lotrecht steht, so ist auch  $k k'$ , wie  $K k$  in Fig. 534, wagrecht. Jetzt wird das Winkeleisen an die Kante  $G K$ , Fig. 535, gelegt



und von  $k$  aus eine winkeltrechte Linie  $kh$ , Fig. 535, gezogen, auf der der Punkt  $h$  so bestimmt wird, daß man das Maß  $kh$  aus Fig. 534 von  $k$  nach  $h$  in Fig. 535 trägt. Zieht man nun die Linie  $Kh$ , Fig. 535, bis  $M$  und schneidet nach dieser und nach der Richtung der Lotschniege  $KK'$  das Holzstück  $MLKK'L'M'$  fort, so ist die Backenschniege gefunden, die, wenn richtig verfahren wurde, genau an den Gratsparren sich anlegen wird. Die Richtigkeit des Verfahrens wird durch einen Blick auf Fig. 536 noch deutlicher werden.

Fig. 536.



Daß es bei der hier beschriebenen Methode des Schiftens ganz gleichgiltig ist, ob das Gebinde recht- oder schiefwinkelig geschlossen ist, die beiden Gratsparren eines Walms daher gleich oder ungleich lang sind, leuchtet ein, und deshalb sollen auch die übrigen, hier und da üblichen Methoden des Schiftens hier übergangen werden; bemerken müssen wir aber noch, daß, wenn die Walmsseite denselben Dachwinkel hat, wie die Langseite, alsdann die Schifter der Walmsseite auch auf dem Lehrgebände der Langseite abgeschiftet werden können, daß, wenn die Walmsseite aber eine andere Neigung gegen den Horizont hat, alsdann auch ein besonderes, diesen Winkel darstellendes Lehrgebände für die Schifter der Walmsseite zugelegt werden muß.

Daß es ferner für das Schiften der Sparren durchaus gleichgiltig ist, auf welche Weise oder wie oft die Sparren unterstützt sind, und ob sie zu einem steilen oder zu einem flachen Dache gehören, leuchtet ebenfalls ein.

In Bezug auf die Konstruktion der Walme ist im allgemeinen zu bemerken, daß die Gratsparren halbe Gebinde darstellen, und zwar immer halbe Binderespärre, wenn überhaupt Binderespärre in dem Dache vorhanden sind. Diese beiden Gratspärre durchschneiden sich in einer durch

den Anfallspunkt gehenden Vertikallinie, und wenn horizontale Verbandstücke, wie Zangen und Spannriegel, in denselben vorhanden sind, so müssen diese in ihrem Kreuzungspunkte eine Unterstützung finden, weshalb in diesem Fall das Anfallsgebände immer ein Binderespärre sein muß. Ist die Walmsseite lang, d. h. das Gebäude tief, so ist hier gewöhnlich auch ein halber Binder nötig, der dann in der Mitte seinen geeignetsten Platz findet, Tafel 22, Fig. 1 bis 3, obgleich es sonst einige Unbequemlichkeiten verursacht, wenn gerade in der Mitte der Walmsseite ein Sparren vorhanden ist, weil dann drei Sparren im Anfallspunkte zusammenstoßen, auch die Anbringung einer Dachlufe, die man, wenn sie überhaupt nötig wird, gern in der Mitte der Walmsseite anordnet, nicht ohne Unbequemlichkeit hier angelegt werden kann.

Kommen drei Sparren im Anfallspunkte zusammen, so sollte man sie nicht alle drei bis an diesen Punkt reichen lassen, wie es Fig. 537 darstellt, sondern nur die beiden

Fig. 537.

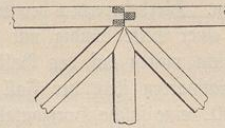


Fig. 538.

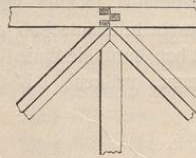
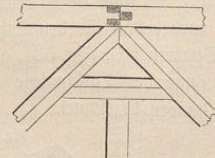


Fig. 539.



Gratsparren, und den mittleren entweder nach Fig. 538 an diese anschiften oder nach Fig. 539 zwischen die beiden Gratsparren einen Wechsel einsetzen und in diesen den dritten Sparren einzapfen.

Ist das Gebäude so tief, daß mehr als ein Binder auf der Walmsseite angeordnet werden muß, so sind auch auf der Langseite, zwischen dem Anfallsgebände und dem Eck des Gebäudes, Binder nötig, die natürlich noch weniger als die Hälfte eines Gelpärres darstellen. Sind in diesem Fall Kehlbalcken oder Spannriegel vorhanden, so werden die der eben erwähnten Binder in die der Gratsgebände verzapft, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die von der Lang- und von der Walmsseite kommenden Hölzer nicht in einem Punkte des Gratspannriegels u. s. w. zusammentreffen, um diesen nicht zu sehr zu schwächen. Daß, wenn auch in den Lehrgebänden Kehlbalcken vorhanden sind, für diese ein Stützgebälk, ganz ähnlich wie im Hauptdachgebälk, angeordnet werden muß, versteht sich von selbst.



Hat das Dach einen gebrochenen Walm, Fig. 1, Tafel 52, anstatt des einfachen, so kommt man einfach zum Ziel, wenn man in dem Anfallsgewinde eine Art Hängesäule anordnet, für welche die Hauptsparren die Streben bilden, und von dieser aus die Grat sparren durch Büge unterstützt; hat hierbei das Dach nur eine mittlere Pfette, so kann man die Hauptsparren in den Gratgebänden ganz fortlassen und die Pfetten unmittelbar durch die erwähnten Büge unterstützen, nur muß man dann Sorge tragen, daß der Fuß der Hängesäule nicht ausweichen kann. Sind indeß mehrere Pfetten zwischen den Endpunkten der Sparren vorhanden, so wird es einfacher, wenn man Hauptsparren in den Gratgebänden anordnet und diese von der gedachten Hängesäule aus unterstützt. Diese Hauptsparren dürfen aber nur so lang sein, daß sie die obere Pfette noch stützen (vergl. Fig. 6 und 7, Tafel 52).

Stehen die Sparren des Daches nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalken, ist also das Dach mit einem „Kniestock“ konstruiert, wie das auf Tafel 53 dargestellte, so muß man unter den Grat sparren eine Art liegender Stuhlsäulen anordnen, die dem größeren Horizontalschube derselben entgegenwirkt, auch dann, wenn das Dach einen stehenden Stuhl hat. Dieselbe geht dann von einem gut gegen das Ausweichen gesicherten Gratstichbalken aus und ist mit dem Grat sparren versagt. Ist der Grat sparren sehr lang und das Dach flach, so umfaßt man den Fuß des Grat sparrens auch wohl noch mit einer aus zwei horizontalen Hölzern gebildeten Zange, die die eben genannte schräge Stütze umfaßt und mit deren Hilfe ein festes Dreieck bildet.

Die Dach- und Stuhlpfetten, die in gleicher Höhe auch auf der Walmseite herumlaufen, werden gewöhnlich an den Ecken unter den Grat sparren nur stumpf auf Geh rung zusammengeschnitten und die Verbindung durch ein umgelegtes eisernes Band oder durch eine übergeschlagene Klammer verstärkt. Bei einem Pfettendache geschieht dieser Zusammenstoß auf den Haupt sparren der Gratgebände, und es sind letztere auf die erwähnte Art durch eine schräg stehende Stütze zu unterstützen, die, wenn diesen Sparren kein gegen den Horizontalschub ganz gesicherter Stand gegeben werden kann, von dem Eck des Gebäudes ausgehen muß, sonst aber auch von der im Anfallsgewinde angeordneten mittleren Hängesäule ausgehen kann.

Bei Stuhldächern geschieht der Zusammenstoß der Stuhlpfetten immer über einer Stuhlsäule, die dann einen Winkelzapfen erhält. Bei liegenden Stühlen steht der Stuhlpfosten in dem gehörig gesicherten Gratstichbalken, oder, wenn bei einem Kniestock gar kein Stichgebälk vorhanden ist, auf einem über zwei bis drei Balken in der Richtung des Gratbalkens gestreckten Schwellstück. Eben ein solches Schwellstück, nur senkrecht über die Balken gestreckt, dient

den Pfosten stehender Stühle in dem Fall zur Basis, wenn der Eckpunkt zweier Pfetten über den Zwischenraum zweier Dachbalken trifft. Ein solches über zwei bis drei Balken reichendes Schwellstück ist jedenfalls einem zwischen die Balken eingefegten Wechsel vorzuziehen.

Nach diesen Bemerkungen wird es nicht schwer halten, in allen den Fällen, in denen eine von unten unterstützte Dachbalkenlage vorhanden ist, ein Walmdach anzuordnen, auch wenn dies ein Fultdach wäre, und eine aufmerksame Betrachtung der auf Tafel 52 und 53 gegebenen Zeichnungen wird die dargestellten Konstruktionen deutlich machen.

Es ist nur noch darauf aufmerksam zu machen, daß die Schiffsparren einen bedeutenden Horizontalschub ausüben, und daß deshalb ein Walmdach, dessen Sparren nicht in die Dachbalken eingestellt werden können, entweder als Kehlbalckendach zu konstruieren ist, um durch die zangenartigen Kehlbalcken den Horizontalschub aufzuheben, oder es müssen die Pfetten, insbesondere die Sattelschwelle, so mit dem Bundwerk oder den Dachbalken verbunden werden, daß sie den Schub aufzunehmen im Stande sind.

Werden die Ganz- und Halbbinder derart angeordnet, daß von ihnen aus eine sichere Unterstüzung der Ecken der Pfettenkränze zu erreichen ist, so können die Gratgebände vollständig fehlen, und die Grat sparren werden wie die übrigen Sparren auf den sicher unterstützten Pfettenkränzen aufgesattelt und durch Leisnägel befestigt. Der in Fig. 563 ausführlich dargestellte Dachstuhl giebt ein Beispiel einer solchen Konstruktion, wie sie bei den neueren Dachstühlen meistens durchgeführt wird.

Soll über einer freien, nicht von unten unterstützten Balkenlage ein Walmdach konstruiert werden, so wird man es wohl immer mit einem Hängewerksdache zu thun haben. In einem solchen Fall wird es dann fast immer rätlich sein, das Hängewerk so anzuordnen, daß, wenigstens in dem Anfallsgewinde, eine mittlere Hängesäule vorhanden ist, weil auf der Mitte des Haupttrahmens dieses Gebäudes die Abstützung des Walmes am bequemsten geschieht und diese daher einer möglichst unmittelbaren Unterstüzung bedarf. Aus diesem Grunde ist es auch geraten, die Hängewerksstreben in diesem Gebinde etwas stärker zu nehmen, als in den übrigen Bindern, weil sie den Walm mit zu tragen haben.

Da es in Verbindung mit einem Hängewerke, wie wir früher gesehen haben, immer am vorteilhaftesten ist, ein Pfettendach zu konstruieren, so wird man bei einem Walmdache ebenfalls ein solches Dach vorziehen; und es kommt dann nur darauf an, die Eckpunkte, in denen die Pfetten auf den Gratlinien zusammentreffen, gehörig zu unterstützen. Dies kann auf verschiedene Art geschehen.

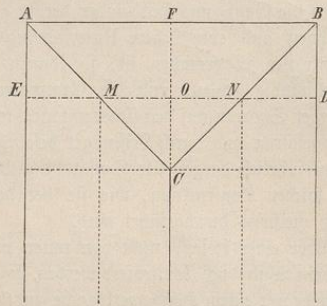
Entweder ordnet man über den Horizontalprojektionen der Grat sparren Hängewerke an, d. i. über den Linien A C



und CB, Fig. 540, oder man legt in der Mitte der Breite des Walms, etwa über DE, ein Hängewerk parallel mit den übrigen durch, das dann natürlich im allgemeinen die Gestalt eines doppelten Hängebockes haben wird. Oder hat man keine mittlere Hängesäule im Anfallsgebäude, sondern überhaupt nur zwei Hängesäulen, so werden unter den von M und N, Fig. 540, ausgehenden und mit dem First parallelen Linien Unterzüge oder Träger vorhanden sein, und man kann dann diese benutzen, um auf ihnen Hängewerke aufzustellen, die die Punkte M und N unterstützen.

Die erstgenannte Konstruktion verlangt, daß man für die diagonal gelegten Hängewerke Gratbalken von der Horizontalprojektion des Anfallspunktes bis in die Gebäudeecken anordnet, die für die diagonalen Hängewerke als Haupttramen auftreten. Diese finden auf der Mitte des Haupttramens vom Anfallsgebäude immer ein mangelhaftes Auflager, was nur durch Zuhilfenahme von bedeutenden Eisenkonstruktionen einigermaßen gesichert werden kann. Die

Fig. 540.



Beschaffung eines sicheren Auflagers an dieser Stelle wird auch dadurch erschwert, daß in den meisten Fällen noch der Haupttramen eines dritten Hängewerkes, über der Linie FC, Fig. 540, hier ein Auflager erhalten muß, da ein solches Hängewerk zur Unterstützung der Pfetten auf der Walmsseite fast immer nötig sein wird. Es ist daher die Anordnung mit diagonal gestellten Hängewerken möglichst zu umgehen und nur etwa dann anzuwenden, wenn die unregelmäßige Gestalt des Walms eine andere Disposition nicht zuläßt; in welchem Fall gewöhnlich nichts anderes übrig bleibt, als über der Horizontalprojektion jedes Gratsparrens ein Hängewerk zu errichten.

Die zweite Konstruktion führt gemeiniglich leichter zum Ziele. Der Haupttramen des Hängewerkes über ED, Fig. 540, findet sein Auflager, wie alle übrigen, auf den Umfangsmauern des Gebäudes, und ist die Entfernung zwischen den durch dieses Hängewerk unterstützten Punkten M und N noch zu groß, so giebt ein über FC angeordnetes Hängewerk die

beste Gelegenheit, den Punkt O zu unterstützen. Alsdann kann man auch den doppelten Hängebock über ED bei durchgehenden Haupttramen in zwei einfache verwandeln, wodurch die Konstruktion an Unverwundbarkeit und daher Festigkeit gewinnt.

Ist in dem Dachgebäude auf jeder Dachlangseite nur eine Pfette vorhanden, so bedürfen die Gratgebäude keiner Hauptsparren, ebenso der über FC, Fig. 540, anzuhängende Binder nicht; denn es kommt ja dann nur auf die Unterstützung der einen Pfette an. Sind aber mehrere Pfetten vorhanden, so dürfen die Hauptsparren nicht fehlen, die dann durch die Hängewerke unterstützt werden und ihrerseits wieder den Pfetten ein Auflager gewähren.

Ist für die Hauptbalken des Daches überhaupt nur eine Unterstützung nötig, also überhaupt nur eine mittlere Hängesäule vorhanden, wie in Fig. 1, Tafel 54, so wird aus dem Hängewerk über ED, Fig. 540, ein Binder mit liegendem Dachstuhl, denn die Hängesäulen bei MN werden nun entbehrlich, und der Hauptbalken ED erhält seine Unterstützung durch die in O angeordnete Hängesäule des Hängewerkes über FC, Fig. 4, Tafel 54, während die Enden der Pfette auf der Dachlangseite, auf dem Spannriegel des Binders ED, ein Auflager finden, Fig. 2, Tafel 54.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Konstruktion von Walmdächern in Verbindung mit Hängewerken dürfte man im Stande sein, unter aufmerksamer Erwägung der jedesmaligen Umstände, ein solches Dach zu konstruieren, wenn auch die Aufgabe, besonders bei weitgespannten Dächern, immer zu den schwierigen gehört und alle Umsicht und Gewandtheit des Konstrukteurs erfordert. Alle möglicherweise vorkommenden Fälle können hier nicht besprochen werden, und wir müssen uns auf einige Beispiele beschränken, die das Gesagte näher erläutern.

Auf Tafel 54 ist ein solches Dach über einen 11 m tiefen Raum mit einer mittleren Hängesäule dargestellt. Die Haupttramen der Bindergepärre dienen als Unterzüge für die der Länge des Gebäudes nach liegenden Dachbalken, ein ringsum laufendes Stützgebälk trägt eine Sparrenschwelle, fängt den Schub der Schiffsparren auf und dient zur Bildung einer weit vorragenden Dachtraufe.

Wie das Anfallsgebäude, Fig. 3, und die Horizontalprojektion, Fig. 1, zeigen, sind die Hängestrebene durch eine doppelte, fehlbalkenartige Zange gestützt, die mit diesen Streben, der mittleren Hängesäule und den Dachsparren verbolzt ist und eine mittlere Dachpfette trägt. In den Gratgebäuden sind keine Hauptsparren vorhanden, und das Eck der Dachpfetten wird durch den ebenfalls doppelten, zangenartigen Spannriegel des in Fig. 2 dargestellten Binders über DE, Fig. 1, gestützt. Dieser Spannriegel wird durch zwei liegende Stuhlposten und durch die Hängesäule des in



der Mitte der Walmseite auf dem mittleren Balken aufliegenden einfachen Hängebockes getragen. Auf diesem Spannriegel findet auch die doppelte Pfette, die durch die ganze Länge des Daches reicht und mit den Hängesäulen der Binder verbolzt ist, ein Auflager, und auf den Enden dieser Doppelpfette und denen der Dachpfetten liegt die Dachpfette der Walmseite, die ihrerseits daher um eine Holzstärke höher liegt. Die Gratparren stehen nur auf kurzen Gratstichbalken und ihr Fuß ist daher durch eine, über drei der Dachbalken hinweg reichende und hier verbolzte eiserne Schiene gegen den Horizontalschub gesichert. Diese Schiene ist in der Horizontalprojektion, Fig. 1, angedeutet. Die Hängesäule ist an ihrem Kopfe mit den früher erwähnten Laschen versehen, um die zugleich als Hauptparren auftretenden Hängestriegen unmittelbar gegen einander stemmen zu können, wie dies die Detailfigur auf Tafel 54 nachweist.

Auf Tafel 55 ist ein Walmdach ähnlicher Konstruktion über einen ca. 18 m tiefen, freien Raum dargestellt. Die Binder enthalten zwei doppelte Hängesäulen, und die Dachsparren sind zweimal zwischen ihren Enden durch Zwischenpfetten unterflügt. Eine Dachbalkenlage ist nicht vorhanden, und auf den Tramen der Hängewerke liegen zwei, die ganze Länge des Gebäudes durchziehende Träger, die aber nur des Längenverbandes wegen, und um die für den Walm nötigen Hängewerke aufstellen zu können, angeordnet sind.

Da mehr als eine Dachpfette vorhanden ist, so mußten auch sowohl in den Gratgebänden als in den Bindern des Walms Hauptparren angeordnet werden, von denen die letzteren sich an die der Gratparren anschließen.

Der mittlere Binder auf der Walmseite wird durch ein Hängewerk gestützt, dessen Ebene mit der des Anfallsgebindes parallel ist, wie der Durchschnitt Fig. 4 dieses zeigt, während die übrigen Binder des Walms Hängewerk haben, deren Vertikalebene parallel mit dem Firste des Daches sind. Die Hängesäule des erstgedachten Hängewerkes dient nur zur Unterstützung des Hauptparrens des mittleren Walmbinders und ist daher mit ihrem Haupttramen auch nur durch einen Zapfen verbunden, der sie in ihrer vertikalen Stellung erhalten soll.

Die mittlere, nur bis zu dem zangenartigen Spannriegel reichende Hängesäule sämtlicher Binder ist hauptsächlich wegen des Längenverbandes des Daches angeordnet, wie dies der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt. Auf den Spannriegeln liegt, mit den eben erwähnten Hängesäulen verbolzt, eine Doppelpfette, und zwischen dieser und der Firstpette ist eine Reihe Andreaskreuze angeordnet.

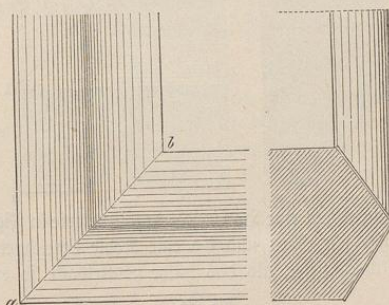
Alles übrige dieser Konstruktion dürfte aus den Figuren auf Tafel 55 deutlich zu entnehmen sein, denn auch das Detail der Hauptverbindungen ist in den Fig. 5, 6 und 7 nach größerem Maßstabe ausführlich dargestellt.

## § 12.

## Die zusammengesetzten Dächer.

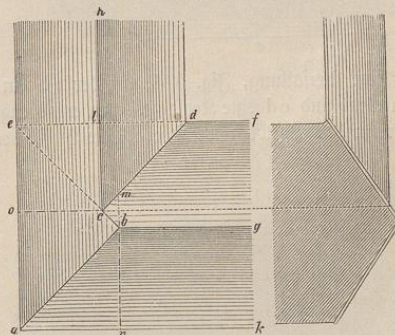
Unter diesen verstehen wir solche, die im Grundrisse außer den auspringenden auch einspringende Winkel zeigen und bei denen daher Dachkehlen vorkommen, Fig. 541. Die hierbei möglichen Formen sind so mannigfaltig, daß wir nur einige der am häufigsten vorkommenden näher besprechen können.

Fig. 541.



Die einfachste Form ist die sogenannte Wiederkehr, Fig. 541, bei der zwei Gebäudeflügel unter einem Winkel zusammenstoßen. Hier sind aber schon verschiedene Fälle möglich, selbst unter der Beschränkung, daß beide Gebäudeflügel geradlinige Fronten haben; denn die Gebäudeflügel können bei gleicher Tiefe einen rechten, einen stumpfen oder einen spitzen Winkel einschließen. Dasselbe kann aber auch stattfinden unter der Voraussetzung, daß die Tiefe beider Flügel ungleich ist.

Fig. 542.

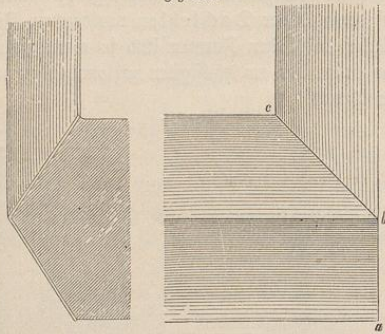


Sind beide Dächer mit demselben Material gedeckt, und haben sie gleiche Neigungswinkel, so werden, Satteldächer vorausgesetzt, die Firstlinien bei gleich tiefen Gebäudeflügeln in gleicher Höhe liegen, Fig. 541, bei verschiedener Tiefe aber in verschiedenen Höhen, so daß eine Horizontalprojektion wie in Fig. 542 entsteht. Eine solche Verbindung von Dachflächen nennt man eine Verfallung.



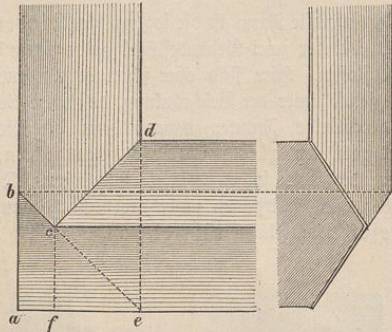
Ist eines der Dächer ein Pultdach, so hat das zweite an der Wiederkehr keinen Walm, sondern einen Giebel, und hat das Pultdach gerade die halbe Tiefe des Sattel-

Fig. 543.



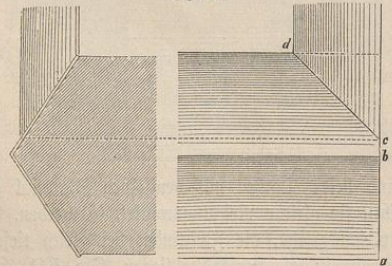
daches so entsteht eine Horizontalprojektion wie in Fig. 543, in der ab ein Bord und bc eine Kehle bezeichnet. Ist das Pultdach tiefer, als das halbe Satteldach, so entsteht

Fig. 544.



wieder eine Verfallung, Fig. 544, bei der ab ein Bord, bc ein Grat und cd eine Kehle ist. Im entgegengesetzten Fall, wenn das Pultdach weniger als die Hälfte der Tiefe

Fig. 545.

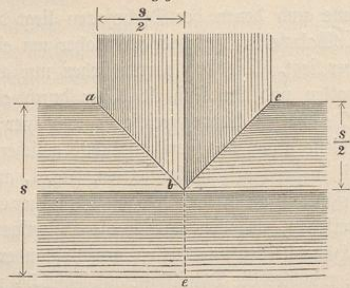


des Satteldaches zur Tiefe hat, bildet sich eine Verbindung nach Fig. 545, bei der ab und bc Borde sind, cd aber eine Kehle bezeichnet.

Ähnliche Figuren entstehen, wenn die Wiederkehr schiefwinkelig ist.

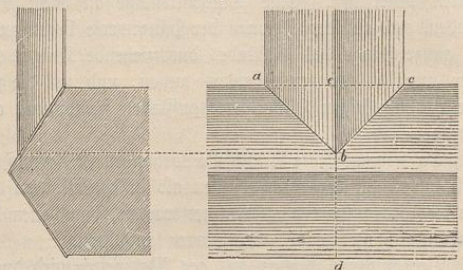
Die Vereinigung zweier Dächer braucht aber nicht gerade am Eck stattzufinden, sondern kann so geschehen,

Fig. 546.



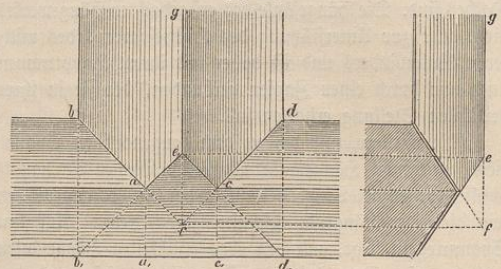
daß sich eines der Dächer noch über den Vereinigungspunkt hinaus erstreckt, wobei dann wieder die Fälle vorkommen können, daß beide Dächer (die immer beide Satteldächer

Fig. 547.



sein werden) entweder gleiche oder verschiedene Höhen haben, in welcher letzterem Fall wieder Verfallungen entstehen, wie dies die Fig. 546 bis 549 zeigen. Diese

Fig. 548.



wenigen Formen zusammengesetzter Dächer wollen wir etwas näher betrachten, um daraus Anhaltspunkte für andere Fälle zu gewinnen.

In Fig. 546 haben die zusammenstoßenden Gebäudeflügel gleiche Tiefe, die Firstlinien liegen somit in derselben



Höhe und die beiden Kehlen ab und cd sind Linien unter 45°. Sämtliche Dachflächen erhalten in der Horizontalprojektion die Breite  $\frac{s}{2}$ , wenn die Gesamttiefe mit s bezeichnet wird.

des Vorsprunges verbreitern, oder man läßt den Walm mit etwas geringerer Neigung in der Hauptdachfläche auslaufen, Fig. e.

Ist das Gebäude stumpfwinkelig gebrochen und sind die Flügel verschieden tief, so werden bei gleicher Dachneigung die Firslinien in verschiedener Höhe liegen. Man vervollständige nach Fig. 550 das Hauptdach, bestimme den Anfallspunkt, indem man die halbe Gebäudetiefe  $= \frac{x}{2}$  normal an der Walmseite anträgt, woraus sich dann die Gratlinien ac und bc ergeben; die Gratlinie bc wird in d von der Firslinie des schmälern Flügels getroffen, wonach sich die Kehle de ergibt.

Befinden sich an einem Hauptbau schmalere Anbauten, deren Fluchten mit den Hauptfluchten des Gebäudes einen

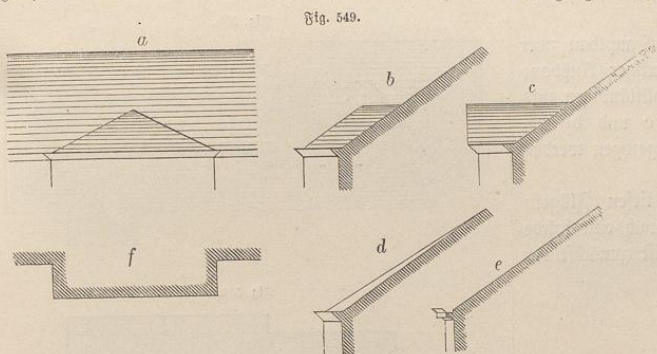


Fig. 549.

In Fig. 547 schließt sich an das Hauptdach ein weniger tiefes Satteldach an, so daß sich ungleich hoch liegende Firste ergeben; die Kehlen bilden Linien unter 45°. In Fig. 548 ist das durchlaufende Satteldach niedriger als das einschneidende; zur Bildung der Dachverfallung verlängere man die Fluchten des breiteren Daches bis  $b_1$  und  $d_1$  und verzeichne die Walmfläche  $b_1 c d_1$ , so ergibt sich durch den Schnitt der Firslinien mit den Gratlinien und nach Ziehen der Kehlen ab und cd die Verfallung.

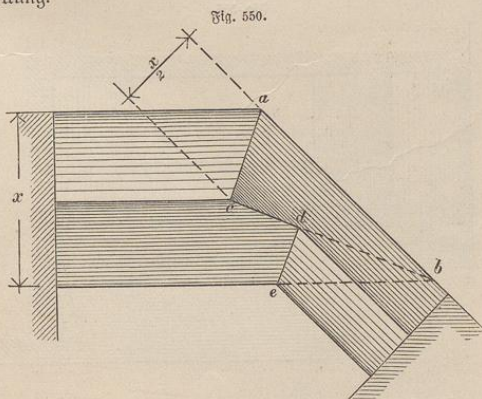


Fig. 550.

Vielfach finden sich an den Gebäuden vorspringende Nischen, wie in Fig. 549 a bis f. Ist der Vorsprung, wie bei f, größer als etwa 50 cm, so wird ein Walm nach b, oder ein Giebel nach c angelegt; ist der Vorsprung aber nur gering, so kann man entweder nach Fig. e den Dachkanal auf die Länge des Nischen um die Größe

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

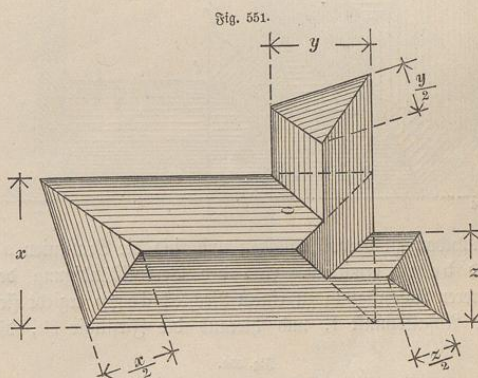


Fig. 551.

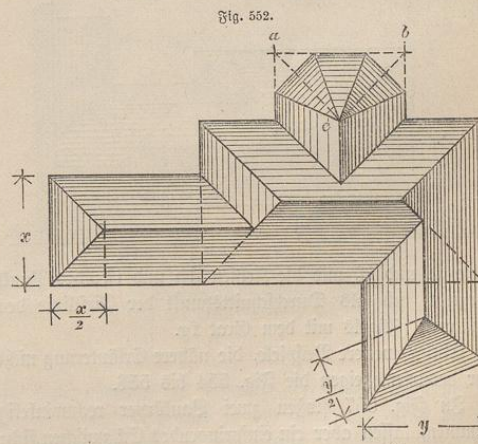


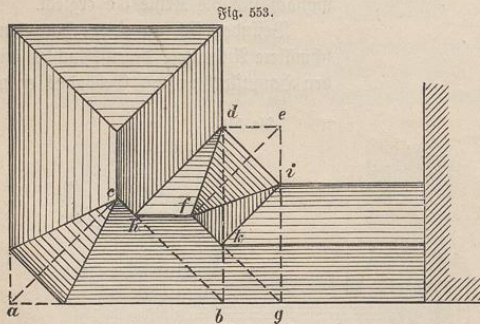
Fig. 552.



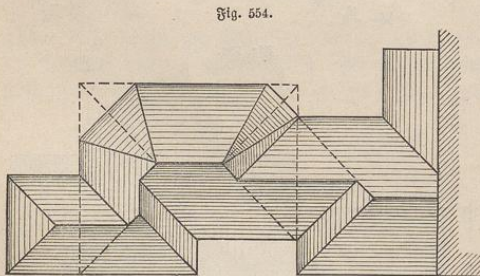
Winkel bilden, Fig. 551, so wird man in ähnlicher Weise verfahren, indem man das Hauptdach vervollständigt, und die anstoßenden kleineren Satteldächer bestimmt, wie dies die Figur näher erläutert; die Länge der Gräte wird durch die einschneidenden Firslinien der kleineren Satteldächer bestimmt.

In Fig. 552 schließen sich an einen Hauptbau zwei schmälere Anbauten und ein halber achteckiger Ausbau; den letzteren wird man zum Rechteck vervollständigen und den Anfallspunkt durch die Gratlinien  $ac$  und  $bc$  bestimmen, wonach die Gräte des Achteckes gezogen werden können.

Erhält ein Eckbau mit verschieden tiefen Flügeln außer der Abchrägung am äußeren Eck noch eine solche in einspringenden Winkel, Fig. 553, so ist zunächst der



Hauptbau zu vervollständigen und sind die Gratlinien  $ac$  und  $bc$  zu ermitteln. Aus der Vervollständigung der inneren Abchrägung zu einem Rechteck  $degb$  ergibt sich der Anfallspunkt  $f$ , und hieraus die Firslinie  $fh$ , die



Gräte  $df$  und  $if$ , und die Kehlen  $dh$  und  $ik$ ; der Punkt  $k$  ergibt sich als Durchschnittspunkt der Firslinie des schmäleren Flügels mit dem Grat  $fg$ .

Einige weitere Beispiele, die nähere Erläuterung nicht mehr bedürfen, zeigen die Fig. 554 bis 556.

In Fig. 557 stoßen zwei Baukörper rechtwinklig zusammen, lassen aber ein einspringendes Eck zwischen sich;

auch hier müssen zunächst die Baukörper zu Rechtecken nach  $ab$  und  $de$  ergänzt und die Anfallspunkte  $f$  und  $c$  bestimmt werden, wonach sich dann die Grat-, Kehl- und Firslinien verzeichnen lassen.

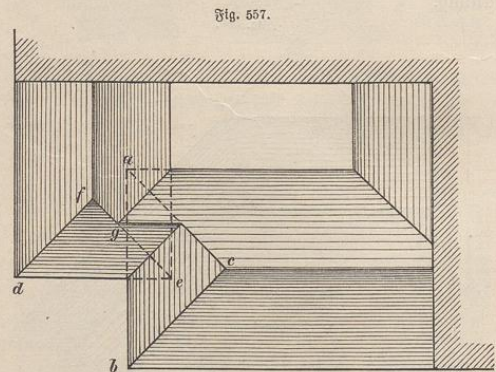
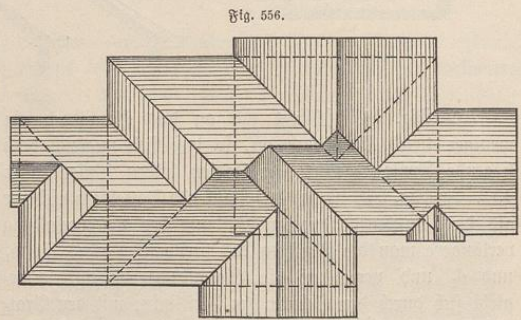
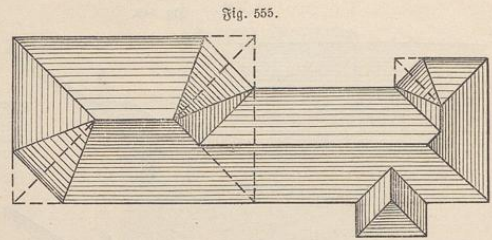


Fig. 558 zeigt einen etwas zusammengesetzteren Grundriß, wobei die Baukörper wieder in derselben Weise zu vervollständigen sind.

In Fig. 559 bezeichnen die Buchstaben  $abcd$  und  $efgh$  die einzelnen je für sich abgewalmten Dächer, welche sich durchdringen; die Verfalllinien können hiernach ermittelt werden.



Schließt sich an einen breiten Baukörper ein schmalerer von der Tiefe  $x$  unter einem beliebigen Winkel an, Fig. 560, so ermittelt man die Anfallslinien derart, daß man die Hauptfluchten  $ab$  und  $cd$  verlängert, und die halbe Gebäudetiefe  $= \frac{x}{2}$  normal anträgt, woraus sich die Anfallspunkte  $e$  und  $f$ , und die Kehlen  $df$ ,  $fg$  und  $ga$  ergeben.

Bei steileren Dächern, wie solche vielfach bei privaten und öffentlichen Gebäuden angeordnet werden, ergeben sich, namentlich bei größerer Gebäudetiefe, außerordentlich große Dachhöhen, die sich durch Einfügung von Plateaus vermeiden lassen; diese geben zu-

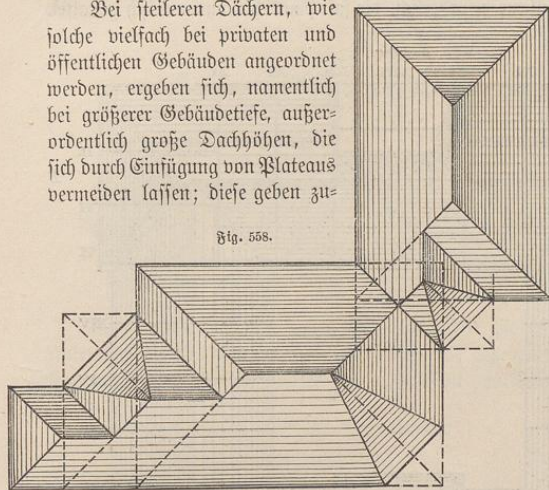


Fig. 558.

gleich die Möglichkeit, die Höhe des Daches ganz nach formalen Rücksichten zu bemessen. Fig. 561 giebt eine derartige Dachverfallung von einer vom Verfasser ausgeführten Villa.

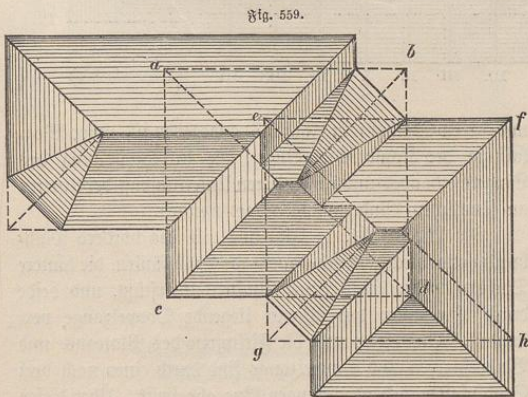


Fig. 559.

Bei Gebäuden, welche Hofräume in sich schließen, wie z. B. in Fig. 562, wird die Dachverfallung nach denselben Regeln zu ermitteln sein.

Taf. 56 giebt ein weiteres Beispiel; der Grundriß des Gebäudes zeigt einen quadratischen umbauten Hof, und die sämtlichen Dachflächen sind mit gleicher Dachneigung unter  $45^\circ$  gegen den Horizont angenommen. Um

Fig. 560.

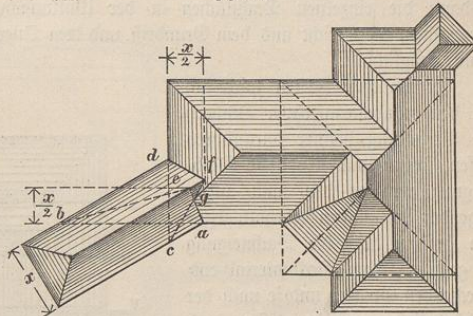


Fig. 561.

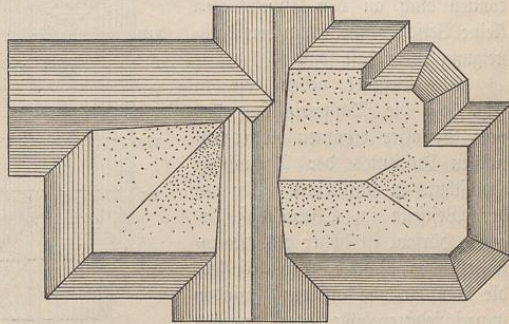
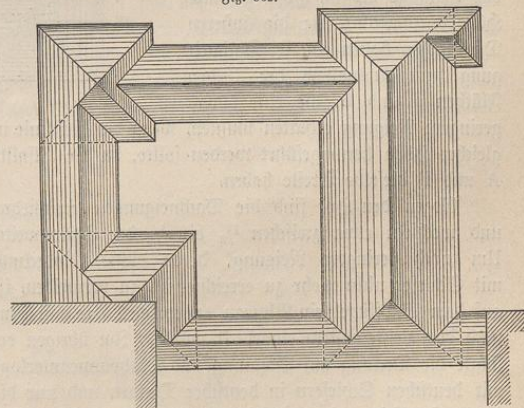


Fig. 562.



die Dachverfallung zu erhalten, verlängere man  $mc$  bis  $k'$  und  $h$ , und verzeichne in der bekannten Weise die Anfallspunkte des über  $hi$   $kk'$  liegenden Walmdaches, dessen



Querschnitt in Fig. 2 dargestellt ist. Man ziehe weiter durch  $m$  die Linie  $st$  parallel zu  $kl$  und behandle wieder  $klts$  als Walmdach, dessen Firstlinie bei  $u$  in den Grat  $k'p$  des ersten Walmdaches einschneidet. Ebenso bildet man die Walmdächer über  $l'xy$  u. s. w., und man kann alsdann die einzelnen Dachflächen in der Umlappung verzeichnen, was leicht aus dem Grundriß und dem Querschnitt möglich ist.

In manchen Fällen wird sich bei den zusammengesetzten Dächern die Verfallung leichter durchführen lassen, wenn man dieselbe Dachneigung nur an den nach außen liegenden Dachflächen beibehält, gegen den Hof zu aber die Dachneigung in gewissen, dem Deckmaterial entsprechenden Grenzen und je nach der Gebäudetiefe wechseln läßt; doch können auch an den Außenflächen kleine Verschiedenheiten in der Dachneigung vorteilhaft sein.

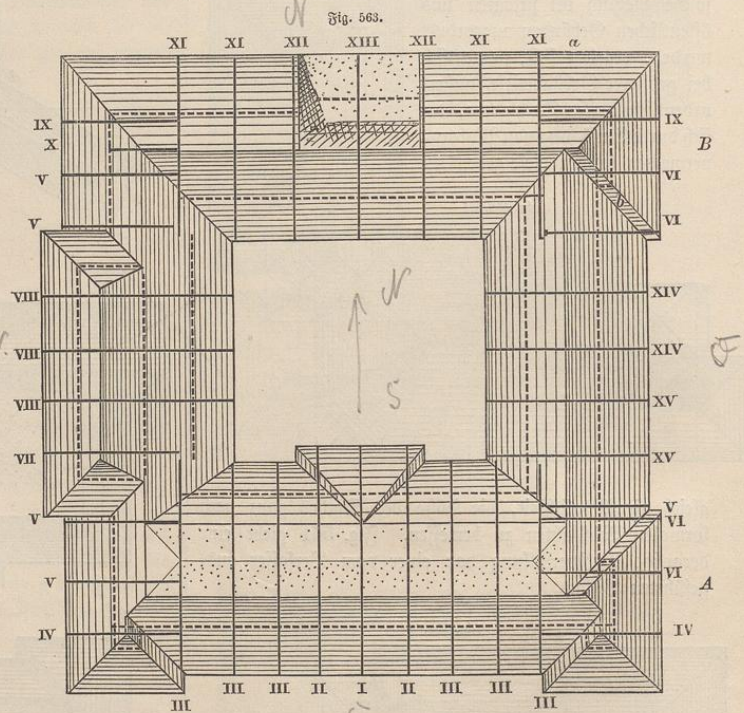
Als Beispiel geben wir in Fig. 563 die Dachverfallung des vom Verfasser erbauten elektrotechnischen Institutes der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Der auf der Westseite im Obergeschoß liegende Hörsaal ist höher als die anschließenden Räume,<sup>1)</sup> so daß hier die Hauptgesimse an den Fassaden in verschiedener Höhe liegen, wogegen das Hauptgesims im Hofe in einer Höhe durchgeführt ist; die äußeren Dachflächen haben einerlei Dachneigung, mit Ausnahme der beiden Flächen  $a$  und  $b$ , die eine etwas geringere Neigung erhalten mußten, wenn die Firstlinie in gleicher Höhe herumgeführt werden sollte, da die Risalite  $A$  und  $B$  dieselbe Breite haben.

Gegen den Hof sind die Dachneigungen verschieden und wechseln etwa zwischen  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Spannweite. Um noch geringere Neigung, deren dichte Eindeckung mit Schiefer nicht mehr zu erreichen ist, zu vermeiden, ist auf dem Südflügel ein Plateau angeordnet, das mit Zink nach dem Leistenystem eingedeckt wurde. Im übrigen erfolgte die Deckung auf Schalung und Dachpappeunterlage mit deutschen Schiefeln in deutscher Deckart, und nur die flache Dachseite mit  $\frac{1}{6}$  Neigung, die zudem gegen den herrschenden Wind geschützt liegt, wurde in deutscher Art doppelt gedeckt.

1) Siehe Deutsche Bauzeitung 1898.

Auf dem Nordflügel wurde ein photographisches Atelier eingebaut, zu welchem Zweck ein Teil des Dachraumes ausgeschnitten ist, um in der durch die Firstpfette gehenden lotrechten Ebene das gegen Norden gerichtete Atelierfenster anordnen zu können.

Die Verschiedenheit der Gebäudetiefe, der Stellung und Lage der Innenmauern machten 15 verschiedene Bindersysteme erforderlich, die fast sämtlich unsymmetrisch gestaltet,



und deren Stellung in Fig. 563 angegeben ist, unter Weglassung der Kopfbänder (Büge), die zur Herstellung des Längenverbandes und zur weiteren Unterstützung der Pfetten an sämtlichen Bindern angeordnet wurden.

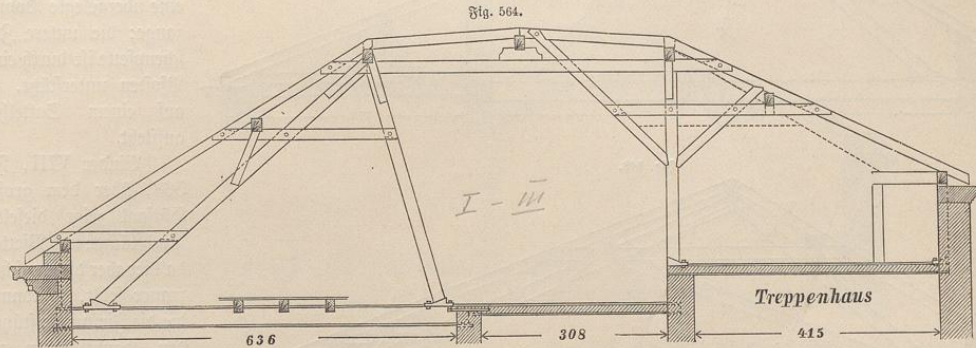
Im Binder Nr. 1, Fig. 564, ist die vordere Dachbruchpfette durch zwei schräggehende Stuhlpfosten, die hintere Dachbruchpfette durch einen Pfosten unterstützt, und beide durch eine unter den Pfetten liegende Doppelzange verbunden. Auf dieser ruht die Firstpfette des Plateaus, und Binder sparren und Doppelzange sind durch einen nach dem Stuhlpfosten gehenden langen Bug abgesteift. Über diesen Bug, den Stuhlpfosten und den Bindersparren der hinteren Dachfläche läuft eine zweite Doppelzange, die zur Aufnahme der hinteren Zwischenpfette dient, die wiederum durch einen nach dem Pfosten gehenden Bug unterstützt ist.



Auch die vordere Zwischenpfette findet in derselben Art ihr Auflager auf einer Doppelzange.

Die vordere Kniestockpfette ist durch eine Zange mit der Stuhlsäule verbunden, die hintere dagegen durch starke eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

Pfosten und Streben in eiserne Schuhe eingesezt nach Fig. 116; in den Zeichnungen sind diese Schuhe zum Teil nicht angegeben, so z. B. bei den Kniestockpfosten, wo sie natürlich nicht fehlen können.



Die sämtlichen Binder ruhen auf I Trägern, die als Unterzüge die Deckenbalken nach der in Fig. 257 gegebenen Konstruktion aufnehmen, und es sind deshalb die sämtlichen

Der Binder II unterscheidet sich vom Binder I nur durch die steilere Neigung der Hofdachfläche, die in Fig. 564 punktiert angegeben ist.

Der Binder III ist wie der Binder II, nur die Deckenbalken liegen auf die ganze Tiefe in einerlei Höhe.

Der Binder IV, Fig. 565, besteht aus einem einfachen Bock zur Unterstützung der im vorderen kleinen Walme nahe dessen First zusammenlaufenden Zwischenpfetten.

Binder V, Fig. 566, dient zur Unterstützung der Firstpfette und der vorderen Zwischenpfette, was wieder durch einen Bock mit übergelegter Doppelzange erreicht wird.

Binder VI zeigt dieselbe Anordnung wie Binder V, nur ruhen hier auf der Doppelzange die Zwischenpfette des Walms und jene des anschließenden Langdaches auf.

Zu Binder VII, Fig. 567, sind die Firstpfette, eine Zwischenpfette der vorderen Dachfläche und zwei Zwischenpfetten der hinteren Dachfläche zu unterstützen. Eine Mittel-

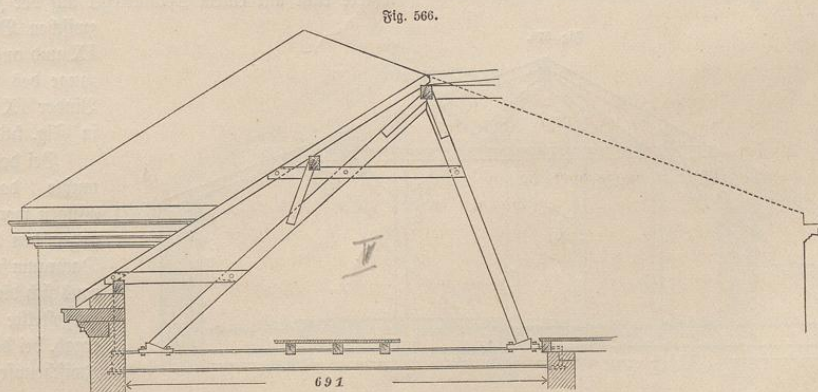
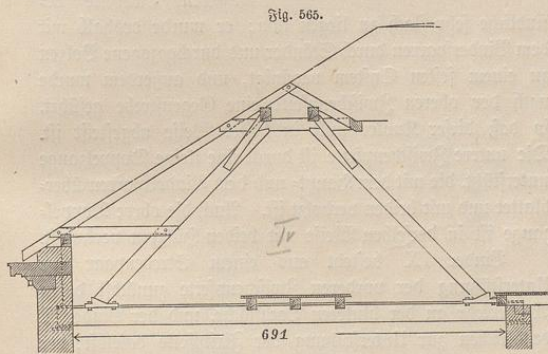




Fig. 567.

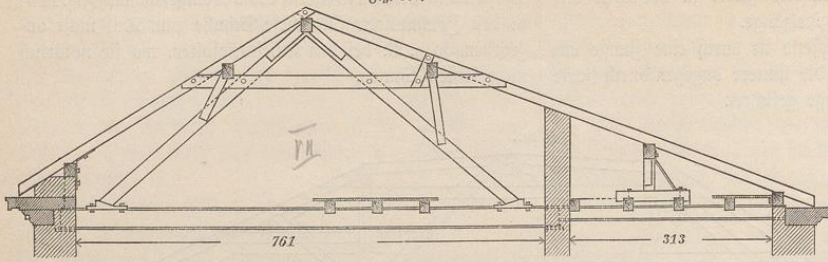


Fig. 568.

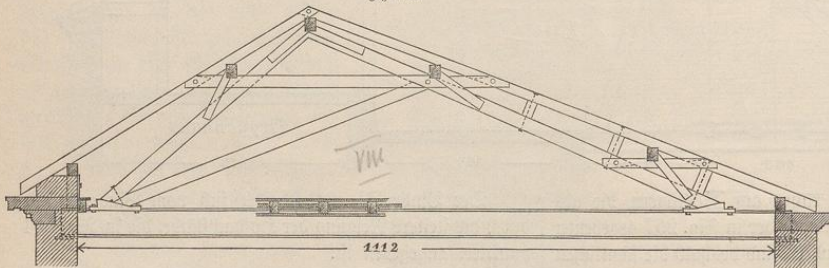


Fig. 569.

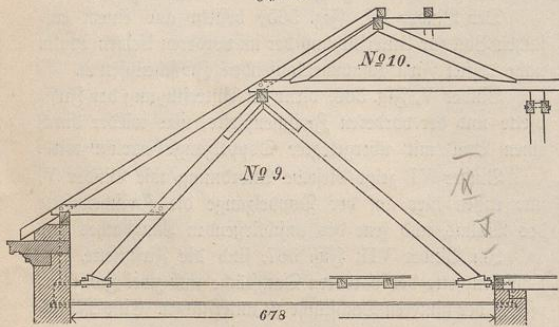
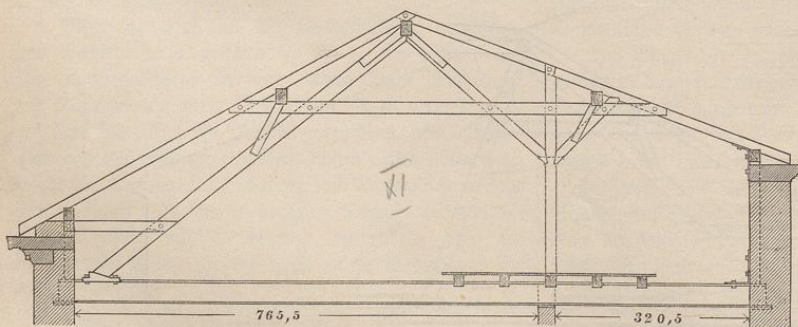


Fig. 570.



mauer ermöglicht die Anordnung eines Bodens zur Unterstützung der Firstpfette und der oberen Zwischenpfetten durch eine übergelegte Doppelzange; die untere Zwischenpfette ist durch einen Pfosten unterstützt, der auf einem Sattelholz aufsteht.

Binder VIII, Fig. 568, über dem großen Hörsaal zeigt dieselben Dachflächen und Pfetten; da hier aber die Zwischenmauer fehlt, so konnten die die Firstpfette stützenden Hauptsparren nur zunächst der Umfassungsmauern aufgesetzt werden, so daß der unter der hinteren Dachseite be-

findliche sehr flach zu liegen kam; er wurde deshalb mit dem Bindersparren durch Ständer und durchgezogene Bolzen zu einem festen System vereinigt, und außerdem wurde nach der oberen Zwischenpfette eine Gegenstrebe geführt, so daß dieser Knotenpunkt in bester Weise abgesteift ist. Die untere Zwischenpfette ist durch eine kleine Doppelzange unterstützt, die mit dem Haupt- und dem Bindersparren überblattet und mit beiden verbolzt ist. Auch die obere Doppelzange ist in derselben Weise mit beiden Hölzern verknüpft.

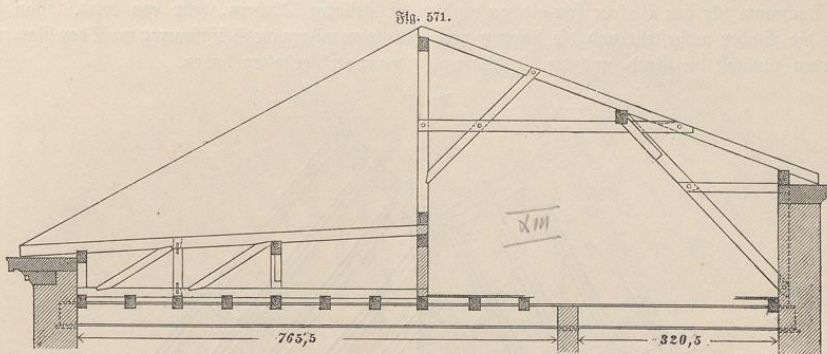
Binder IX besteht aus einem Strebenpaar zur Unterstützung der vorderen Zwischenpfette zunächst deren Wiederkehr an der hinteren Dachfläche, und der Binder X desgleichen zur Unterstützung der Firstpfette daselbst; der letztere ruht mit einem Spannriegel auf der Zwischenpfette zwischen Binder V und IX und auf der Doppelzange des Binders XI; Binder IX und X sind in Fig. 569 dargestellt.

Bei dem Binder XI mußte davon ausgegangen werden, daß der gegen den Hof gelegene Dachraum frei bleibt, woraus sich die in Fig. 570 dargestellte Anordnung ergab, bei der die hintere Zwischenpfette durch die



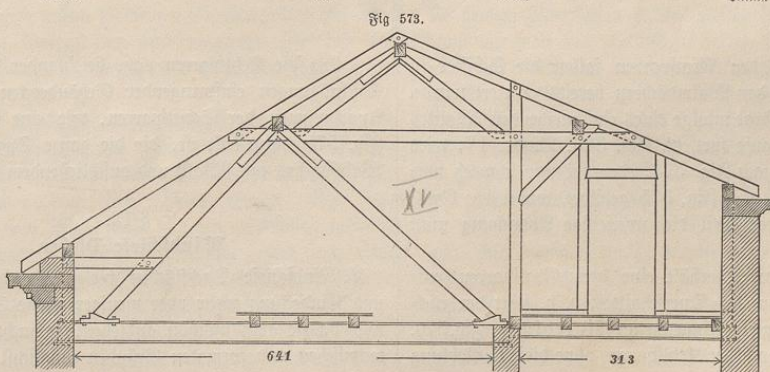
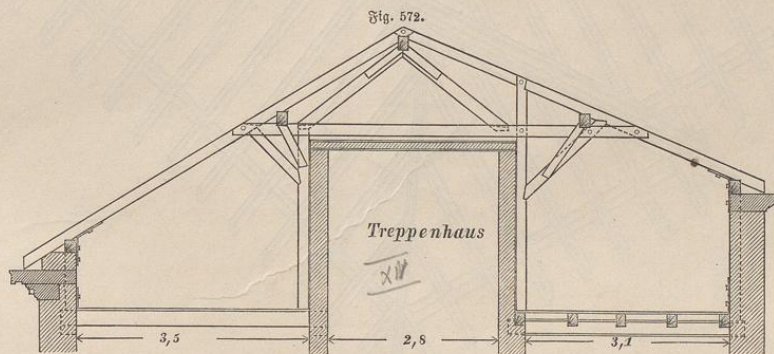
feite Verknüpfung der Hölzer wirksam unterstützt und der durch die vordere liegende Stuhlsäule hervorgerufene Horizontalschub sicher aufgehoben ist. Die hintere Kniestockpfette ist durch eiserne Winkel in ihrer Lage gesichert.

Fig. 571 giebt den Schnitt durch das Atelier und die davor liegende, mit Holzcement gedeckte Terrasse, und zeigt die Anordnung des Binders XIII.



Die Binder XII zeigen dieselbe Anordnung; sie sind nur vollständig ausgeriegelt, da sie die Abschlüsse gegen den Dachauschnitt und das photographische Atelier bilden. So weit sie die äußere Wand bilden, sind sie verschalt und mit Schiefer auf Dachpappe gedeckt.

Fig. 572 zeigt den Binder XIV, der eine abweichende Konstruktion erhalten mußte, da hier die nach dem Dachgeschoß führende Nebentreppe liegt und der Dachraum für den Verkehr frei bleiben mußte. Durch Pfosten, Doppelzange und Büge sind die Zwischenpfetten, und durch ein





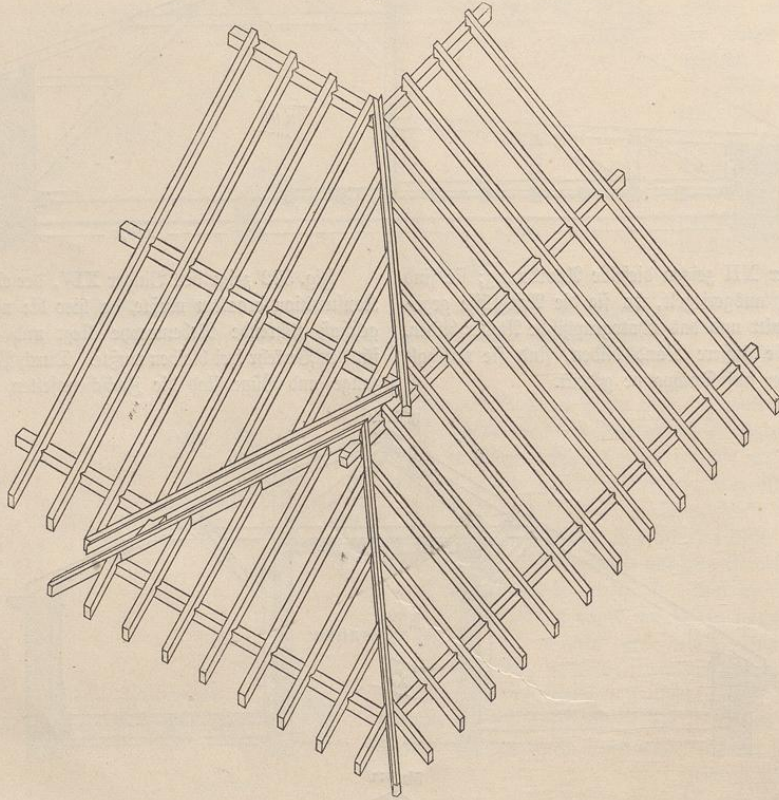
Strebenpaar die Firstpfette abgestützt, während die Sattelschwellen wieder durch eiserne Winkel gesichert sind.

Bei der Anordnung des Binders XV, Fig. 573, war ebenfalls die Forderung maßgebend, daß der gegen den Hof gelegene Dachraum für den Verkehr frei bleiben muß.

Nachdem die Binder aufgestellt und die Pfetten verlegt sind, werden zunächst die Grat- und die Kehlsparren

kantig hergestellt, Fig. 578. In beiden Fällen schließen sich die Schifter an den Kehlsparren in derselben Weise wie an den Gratparren an. Seltener findet das Aufklauen der Schifter nach Fig. 577 statt, wodurch die Kehle, insbesondere bei steileren Dächern, sehr eng wird. Von dieser Konstruktion mögen die Schiffsparren wohl den Namen „Reiterparren“ erhalten haben.

Fig. 574.



aufgebracht. An den Gratparren fallen die Schifter so an, wie dies bei den Walmdächern bereits erwähnt wurde. Da, wo sich ein Grat infolge eines einschneidenden Nisalit nicht bis zur Traufe fortsetzt, Fig. 563, Binder IV, wird der Gratparren nach Fig. 574, oder bei nur schwach vortretendem Nisalit nach Fig. 575 gebildet, wobei der Gratparren im unteren Teil die zweiseitige Abdachung nicht erhalten darf.

Der Kehlsparren erhält eine dem Gratparren entgegengesetzte Form des Querschnittes, d. h. statt der rückenförmigen Abfassung eine rinnenartige Einkerbung, Fig. 576. Meistens wird jedoch der Kehlsparren ohne diese Einkerbung

Wo die Kehlsparren nahe beieinander liegen, wie bei Abschrägungen einspringender Gebäudeecken, ergeben sich Anordnungen der Schiffsparren, wie eine solche z. B. in Fig. 575 dargestellt ist, die die ganze Sparrenlage eines Walmdaches mit Nisalit und anschließendem Pultdach zeigt.

## § 13.

**Windschiefe Dächer.**

Windschiefe Dachflächen bieten für die Herstellung und Eindeckung mehr oder weniger große Schwierigkeiten, und da sie auch unschön aussehen, so sucht man sie aus technischen und formalen Gründen möglichst zu vermeiden.



Fig. 575.

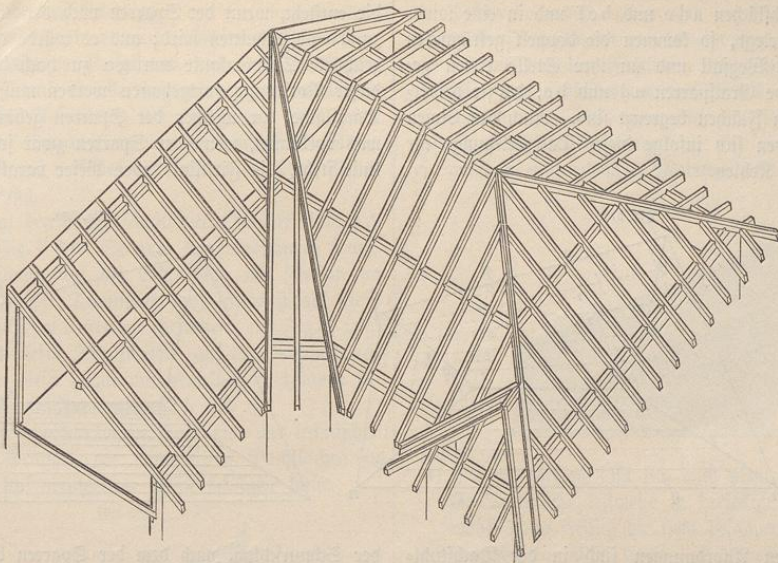


Fig. 576.

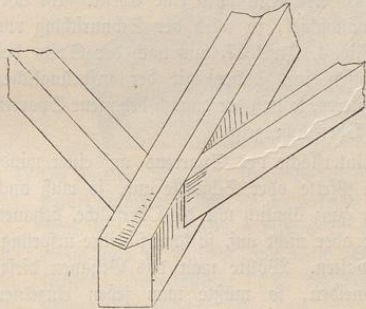


Fig. 577.

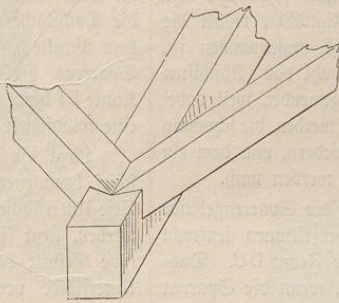
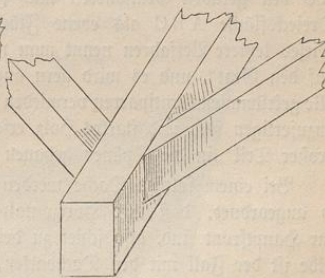


Fig. 578.



Sie ergeben sich, wenn die beiden Langseiten des Gebäudes nicht parallel laufen, und eine wagrechte Firstlinie beibehalten werden soll, wie dies des guten Aussehens wegen wohl stets der Fall ist.

Um die Konstruktion zu vereinfachen, legt man die Dachfirst stets parallel der Hauptseite durch den Schwerpunkt der Grundrißfläche, damit die Dachfläche der Vorderseite wenigstens eine ebene Fläche werde. Die dieser gegenüberliegende Fläche wird dagegen windschief, während die Walmflächen, die durch drei Punkte gehen, stets ebene Flächen bilden; der Durchschnitt der Walmflächen mit der windschiefen Fläche ergibt krumme Gratlinien.

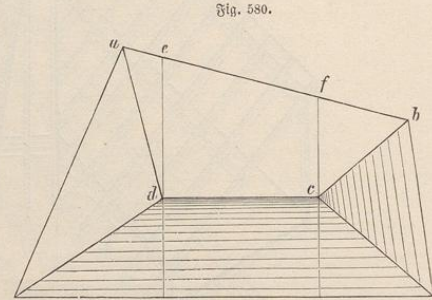
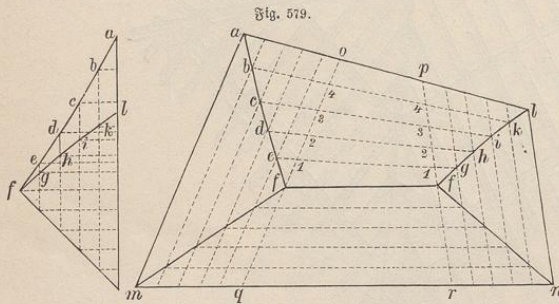
In Fig. 579 sei  $ff$  die durch den Schwerpunkt gehende und zu  $mn$  parallele Firstlinie, und die Vorderseite und

die beiden Walmseiten sollen gleiche Neigungen erhalten; dann hat man nur die Winkel bei  $m$  und  $n$  zu halbieren, und die Gratlinien  $mf$  und  $nf$  zu ziehen, wodurch die Firstlänge bestimmt ist. Die Gratlinien der windschiefen Dachfläche  $af$  und  $fl$ , welche doppelt gekrümmt sind, werden dadurch ermittelt, daß man eine Anzahl horizontaler Schnitte in gleicher Entfernung durch die Höhe des Daches legt und sie im Aufsriß und Grundriß zeichnet, sodann die Linien  $fo$  und  $fp$  in ebenso viele gleiche Teile wie  $fq$  und  $fr$  teilt, die betreffenden Teilpunkte 1, 2, 3, 4 miteinander verbindet und bis zu den zu  $am$  und  $nl$  parallel gezogenen Linien verlängert, wodurch im Grund- und Aufsriß die Form der Gratparren  $af$  und  $lf$  gefunden wird. Weitere Erklärung giebt die Beschreibung zu Fig. 588.



Wird die windschiefe Dachfläche  $abcd$ , Fig. 580, in zwei ebene Dachflächen  $ade$  und  $bef$  und in eine windschiefe  $cdef$  zerlegt, so kommen die doppelt gekrümmten Gratsparren in Wegfall und an ihre Stelle treten gewöhnliche gerade Gratsparren  $ad$  und  $bc$ , da sie beiderseits von ebenen Flächen begrenzt sind. Nach den Linien  $de$  und  $ef$  bilden sich infolge dieser Dachzerlegung sehr stumpfwinkelige Kehlen.

Balkens, so stellt  $agc$  eine dreieckige Schnittfläche dar, die entsteht, wenn der Sparren nach der Linie  $ac$  parallel zu  $de$  abgetrennt wird; und es würde die punktiert gezeichnete Sparrenkante um  $gc$  zu hoch liegen, weshalb dieser Vorsprung fortgehauen werden muß. Ist nur die Dachfläche, zu welcher der Sparren gehört, eine Ebene, was vorkommt, wenn der Sparren zwar schief zur Trauf- linie steht, die Firmlinie aber dieser parallel ist, so muß



Diese beiden Anordnungen sind in der Dachstuhl- konstruktion, Tafel 57, veranschaulicht, und zwar giebt DE, Fig. 1, den gekrümmten Gratsparren nach Fig. 579, und AC den geraden Gratsparren nach Fig. 580, wobei die Dreiecksfläche ABC als ebene Fläche angenommen ist. Dieses letztere Verfahren nennt man wohl das „Abhächsten auf den Grat“, und es wird gern angewendet, weil dabei alle gekrümmten Gratsparren vermieden werden, die schwierig anzufertigen sind und starkes Holz erfordern, von dem ein großer Teil „in die Späne“ gehauen werden muß.

Bei einem solchen Dache werden die Sparrengebände so angeordnet, daß ihre Horizontalprojektionen senkrecht zur Hauptfront sind, also schief zu der Front DC. Das- selbe ist der Fall mit den Dachbalken, wenn die Sparren auf denselben aufstehen. An den Walmseiten stehen so- wohl die Sparren als die Balken senkrecht auf den Front- linien dieser Seiten.

Welche Konstruktionsweise man einem solchen Dache zu Grunde legt, ist im ganzen gleichgiltig, doch haben die Kehlbalckendächer vor den Pfettendächern den Vorzug, daß man bei jenen die Pfetten nicht windschief zu gestalten braucht, was bei diesen notwendig wird.

Das auf Tafel 57, Fig. 1 bis 6, dargestellte ist ein Kehlbalckendach mit gewöhnlichem verschwelltem liegendem Dachstuhl, wobei sowohl die Stuhlpfette als auch die Stuhlschwelle windschief bearbeitet werden müssen.

Es sei in Fig. 4, Tafel 57,  $ab$  die Vorderkante der Fußschmiege des ursprünglich rechteckigen Sparrens und  $de$  die parallel der Front DC liegende Vorderkante des

der Schnurschlag, nach dem der Sparren behauen werden soll, der ursprünglichen Sparrenkante parallel sein, und die Oberfläche des Sparrens wird eine Ebene. Ist aber die Dachfläche windschief, so wird der Schnurschlag von dem Punkte  $c$ , Fig. 4, Tafel 57, aus nach der Spitze des Sparrens hinlaufen und daher mit der ursprünglichen Kante  $bf$  konvergieren, so daß der danach behauene Sparren eine windschiefe Oberfläche zeigt.

Liegt die Unterfläche des Sparrens auf einer wind- schief behauenen Pfette oder Schwelle auf, so muß auch diese Unterfläche, ganz ähnlich wie die Oberfläche, behauen werden, liegt sie aber nicht auf, so kann sie ihre ursprüng- liche Gestalt behalten. Wollte man das Behauen dieser Unterfläche vermeiden, so müßte man jeden einzelnen Sparren nach Maßgabe seiner steileren oder flacheren Lage verschieden tief einkämmen, damit er mit seiner ganzen Breite auflage, was noch umständlicher wäre.

Was die Lage der Pfetten bei einem solchen Dache anbelangt, so bemerken wir darüber folgendes.

Nachdem man eines der Dachgebände, etwa das An- fallsgebände  $BB'$ , Fig. 1, Tafel 57, aufgezeichnet und den Querschnitt des Daches, wie ihn Fig. 3 zeigt, bestimmt hat, ist auch in diesem die Lage der Pfetten gegeben, und dieselben können in den Grundriß nach L, K und O pro- jiziert werden. Zieht man darauf die Horizontalprojektionen der Kanten der Pfette an den Walmseiten parallel zu den Trauf- linien, also  $KP$ ,  $LM$  und  $MN$ , so muß auch  $ON$  parallel der  $BC$  sein, und wenn man  $O$  und  $P$  durch eine gerade Linie verbindet, so wird diese Linie die Lage der

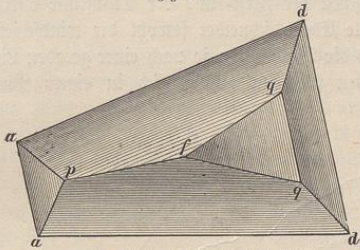


Pfette auf der windschiefen Seite in der Horizontalprojektion bezeichnen, so daß die Längen der einzelnen Pfettenstücke gefunden und bestimmt werden können. Die Richtigkeit des eingeschlagenen Verfahrens, d. h. daß die Punkte K, L, M, N, O und P alle in einerlei Horizontalebene liegen, sowie die Auffindung der Länge der Grat- und Schiffsparren, der Sparrenlänge auf der windschiefen Fläche und der Gestalt der verschiedenen Schmiegen bedarf keiner weiteren Erklärung.

Fig. 5 zeigt den Längenschnitt durch die Firstlinie EA in Fig. 1 und Fig. 6 drei Sparren der windschiefen Dachfläche in Beziehung auf die Eindeckung mit Ziegeln an der Traufkante. Die Traufschar muß nämlich auf einer ebenfalls windschiefen Unterlage aufrufen, und Fig. 6 zeigt den Querschnitt dieses Traufbrettes auf drei verschiedenen Sparren, die in dieser Figur mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in Fig. 1 mit a, b und c.

Wie bereits erwähnt wurde, sucht man aus technischen und formalen Gründen die windschiefen Dachflächen zu umgehen, was auf verschiedene Weise erfolgen kann.

Fig. 581.



1) Es werden, Fig. 581, steigende Firstlinien  $fp$  und  $fq$  derart angeordnet, daß sie symmetrisch liegen; es liegen dann die drei Punkte  $p$  und  $q$  in einer Horizontalebene, und es entsteht eine mehr oder weniger flachliegende Dreiecksfläche  $fpq$ , die mit entsprechendem Material einzudecken ist.

Fig. 582.

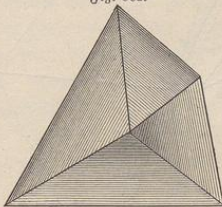
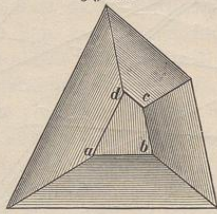


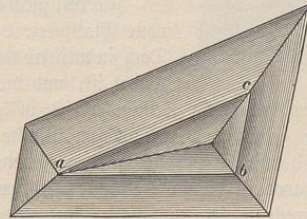
Fig. 583.



2) Das Dach wird als Zeltdach gebildet, mit der Spitze im Schwerpunkt der Grundfigur, wobei dann ungleiche Dachneigungen entstehen. Diese Anordnung ist aber nur durchführbar, wenn hierbei keine der Walmflächen flacher wird, als es das zur Verwendung kommende Deckmaterial zuläßt, Fig. 582.

3) Die sämtlichen Dachflächen werden als Pulldachflächen behandelt, indem man die Firstlinien parallel zu den Traufkanten und in eine Horizontalebene legt, und die von den Firstlinien umschlossene Fläche als Plattform ausbildet und mit Metall oder Holzcement eindeckt, Fig. 583, oder auch ein Zeltdach anordnet, Fig. 584, dessen Eindeckung mit einem der Dachneigung entsprechenden Material erfolgen muß.

Fig. 584.



4) Die Windschiefe läßt sich auch vermeiden, wenn man die Dachfläche teilweise in dreieckige Ebenen auflöst, wobei dann freilich die stets beschwerlich einzudeckenden Kehlen nicht immer zu vermeiden sind. Daß man in einem solchen Falle verschiedene Formen darstellen kann, zeigen die folgenden Figuren, die verschiedene Anordnungen, zum Teil über ein und derselben Grundfigur, darstellen.

Fig. 585.

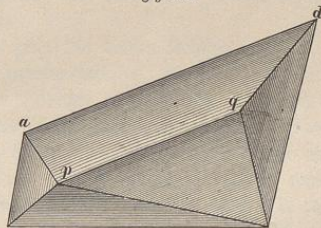
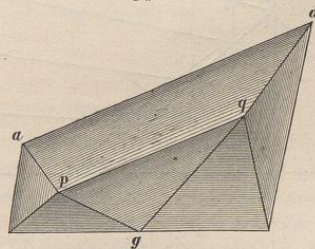


Fig. 585 a.



Die Fig. 585 und 585 a haben horizontale, mit der Hauptfront  $ad$  parallele Firstlinien  $pq$  und lauter ebene Dachflächen. Dabei zeigt Fig. 585 nur Gräte, während in



Fig. 585a sich bei  $qg$  eine Kehle bildet. In der Fig. 586 ist über jeder Frontseite ein Walm mit gleich langen Gratlinien angeordnet. Die vier Anfallspunkte liegen alle in derselben Höhe, und es entstehen nun acht Gräte, vier Kehlen und zwei sich kreuzende Firstlinien; eine allerdings etwas komplizierte und nicht empfehlenswerte Anordnung.

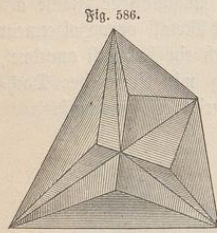
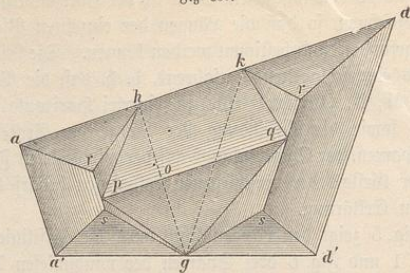


Fig. 587 giebt eine Lösung ohne Plattform, bei der das Dach in mehrere kleine Dächer zerlegt ist, und die ein gutes Aussehen gewährt. Die Seite  $a'd'$  ist in  $g$  in zwei gleiche Teile geteilt und von diesem Punkte aus sind die Linien  $gh$  und  $gk$  parallel zu den Fronten  $aa'$  und  $d'd'$  gezogen, wodurch die Punkte  $h$  und  $k$  bestimmt wurden. Über den Vierecken  $a'hg$  und  $d'kg$  sind alsdann Walmdächer von gleicher Höhe gedacht, und zwar ist diese Höhe so bestimmt, daß eine durch  $o$  (in der Mitte von  $gh$ ) gelegte Firstlinie  $pq$  des mittleren Dachteiles bestimmend auftritt, indem sie für die Dachflächen  $pqh$  und  $pgq$  noch angemessene Neigungen zuläßt.

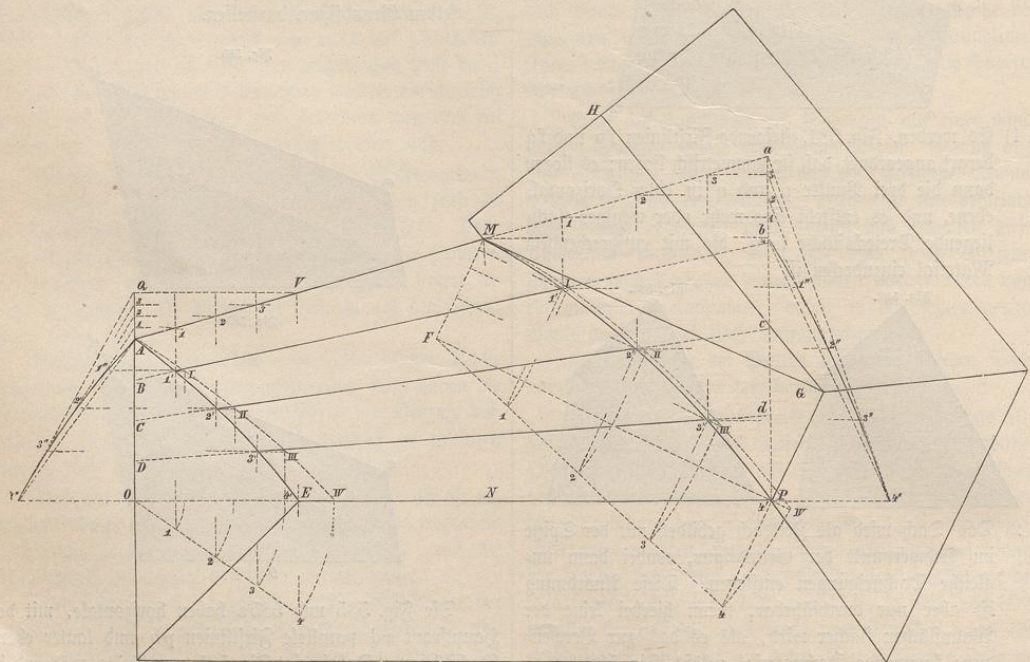
Fig. 587.



Will man keine der zur Vermeidung oder Verminderung der Windschiefe angegebenen Mittel anwenden, sondern bei Walmdächern die krummen Gratsparren beibehalten, so kann man diese Krümmung auf folgende Art finden.

Fig. 588 stelle die Horizontalprojektion eines Daches dar, bei welchem der Teil  $A E P M$  windschief werden soll. Man denke sich diese windschiefe Fläche über den Grat  $A E$  und die Kehle  $M P$  hinaus fortgesetzt, so als ob  $A O$  und  $a P$  die Horizontalprojektionen vertikaler Dachgiebel wären. Eine zwischen der First- und der Trauflinie durchgehende horizontale Ebene schneidet sowohl die windschiefe Dachfläche als die Walmdfläche je nach einer geraden Linie, und diese beiden Geraden müssen sich in einem Punkte der

Fig. 588.





krummen Gratlinie treffen. Da eine solche Ebene die beiden in OA und aP projizierten Linien und die Walmsseite in einem und demselben Verhältnis teilt, so sind die Schnittlinien der Ebene mit den beiden Dachflächen leicht zu projizieren. Teilt man z. B. OA, Pa und OE (oder die ihr gleiche und parallele QV) in vier gleiche Teile, so zeigt die Figur, wie sich drei Punkte 1', 2', 3' für die Horizontalprojektion der Gratlinie ergeben.

Um die Vertikalprojektion dieser Linie auf der umgelegten Vertikalebene OQ4' zu finden, trage man die Dachhöhe, d. h. die vertikale Entfernung des Punktes E über der Traufenebene, senkrecht auf QO, von O nach 4'', dann wird das Dreieck QO4'' die Vertikalprojektion für einen Durchschnitt des Daches nach der Linie VE darstellen. Projiziert man ferner die Punkte 1, 2, 3 auf QA nach 123 und zieht die Linien 34'', 24'', 14'', so sind dies die Vertikalprojektionen von den Schnittlinien der durch 3, 2, 1 gedachten Vertikalebene mit der windschiefen Dachfläche, und schneidet man diese durch Perpendikel auf AO aus den Punkten 3', 2', 1', so wird durch die Schnittpunkte 3'', 2'', 1'' die Vertikalprojektion der Gratlinie bestimmt.

Um die wahre Gestalt dieser Linie zu bekommen, darf man sich die Walmebene AOE nur um AO in die Horizontalebene niedergelegt denken. Macht man daher E4 senkrecht zu EO und gleich der Dachhöhe, zieht O4 und macht OIV gleich O4, teilt ferner O4 in denselben Verhältnissen wie VQ und überträgt diese Teilung auf OIV, so darf man durch die Teilpunkte nur Parallelen zu AO ziehen und diese durch Senkrechte auf AO durch die Punkte 1', 2', 3' schneiden, um durch die Punkte I, II, III, IV die wahre Gestalt der Gratlinie zu bestimmen.

Ähnlich dieser Konstruktion wird die Form der Kehllinie bestimmt. In Fig. 588 ist PM eine solche Kehllinie, welche entsteht, indem die windschiefe Fläche AEPM sich mit der Ebene MGP schneidet. Man denke sich nun die Ebene MGP bis zum Durchschnitt mit der Horizontalebene verbreitert, dann wird die Spur des Durchschnittes eine durch M gehende mit GP parallele Linie, mithin MF sein. Klappt man nun das rechtwinkelige Dreieck, dessen Grundlinie PF und dessen Höhe gleich der Dachhöhe ist, um FP in die Horizontalebene nieder, nimmt auf F4 die bekannte Teilung vor und trägt die Längen F1, 12, 23 u. s. w. von F4 auf die verlängerte FP, so darf man von diesen Teilpunkten aus nur Perpendikel zu FP bis zum Durchschnitt mit anderen Perpendikeln auf MF durch die Punkte 1', 2', 3' ziehen, um in den Durchschnitten dieser Perpendikel die Punkte I, II, III, IV zu erhalten, welche die wahre Gestalt der Kehllinie angeben.

Im Anschluß hieran sei noch ein Beispiel eines zusammengesetzten Dachstuhles älterer Art dargestellt, Tafel 58, bei dem eine windschiefe Fläche vorkommt. Fig. 1 zeigt den Verfaß des unregelmäßigen Grundrisses; bei T ist ein von oben beleuchtetes Treppenhaus angenommen. Die gewählte Konstruktion ist die eines Kehlbalkendaches mit stehendem Stuhle, dessen Sparren unmittelbar auf den Balken stehen und zugleich auf eine Sparrenschwelle aufgekämmt sind, Fig. 2. Die windschiefe Fläche ist „auf den Grat abgeschifft“, so daß die krummen Grat- und Kehlsparren vermieden sind und nur das Stück DCBE, Fig. 1, windschief bleibt (s. a. Fig. 580).

In der Wiederteil bilden sich zwei Dachflecken, denen ebensoviele Gräte entgegenstehen. Die Gratsparren fallen aber nicht mit den Kehlsparren in einerlei Vertikalebene zusammen, weshalb in den Anfallspunkten Pfosten angeordnet sind. Der Kehlsparrenbalken BF nimmt zugleich viele Stichbalken auf, ist deshalb doppelt genommen und geht auf die ganze Gebäudetiefe durch.

Auf welche Weise die beiden langen Kehlsparren unterstützt sind, zeigen die punktiert gezeichneten, in die Horizontalebene niedergeklappten Längendurchschnitte derselben. Der Kehlsparrenbalken BG wird in seinem unteren Teile durch die Treppenhausmauer unterstützt, weshalb er nur noch durch den Stuhlpfosten H getragen wird, der zugleich die hier ein Eck bildenden Stuhlpfetten unterstützt.

Der Stuhlpfosten A ist in Fig. 3 dargestellt, wo seine Verbindung mit dem Kehlsparren durch Lagen deutlich erkennbar ist.

Fig. 4 zeigt die beiden Kehlsparren, da wo sie im Punkte B zusammentreffen, in der Horizontalprojektion, und je drei lotrechte Durchschnitte durch die Mitte der Sparren und längs ihrer äußeren Flächen, aus denen die Gestalt der Sparrenschwelle an dieser Stelle und die verschiedene Tiefe der Einkämmung deutlich wird. Fig. 5 zeigt den Vertikalschnitt durch den Grat GL, welche Figur in der Hauptsache die Konstruktion sämtlicher Gräte darstellt. Fig. 6 ist ein Teil des Längenschnittes des Daches, da wo es regelmäßig gestaltet ist.

## § 14.

**Mansardedächer.**

Die Mansardedächer haben seit ihrer Erfindung eine große Verbreitung und häufige Anwendung gefunden, da sie eine gute Ausnutzung des Dachbodenraumes zulassen, und ermöglichen, über der durch die baupolizeilichen Bestimmungen festgelegten Gesimshöhe noch ein Wohnungsgeschoß anzuordnen. Sie bieten aber auch Gelegenheit zur Anlage reicher Dachfenster in Stein, Holz oder Zink, zur Eindeckung mit verschiedenfarbigen Schiefeln nach



geometrischen Zeichnungen und zur Ausschmückung mit gepreßten Zinkarbeiten in Form von Gesimsen und Ornamenten, so daß die Mansardedächer, nachdem sie längere Zeit wenig oder gar nicht mehr zur Ausführung kamen, in neuerer Zeit außerordentlich häufige Anwendung finden und wesentlich zur malerischen Gruppierung und Ausgestaltung der Bauten beitragen.

Zur Bestimmung der Form des Mansardedaches diente früher meistens der Halbkreis, den man entweder nach Fig. 589 in vier Teile,  $a b = b c$ , u. s. w. oder nach Fig. 590 in sechs Teile,  $a d = d b$  u. s. w. teilte, und die Punkte in der in den Figuren angegebenen Weise verband.

Fig. 589.

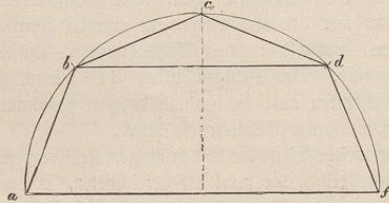
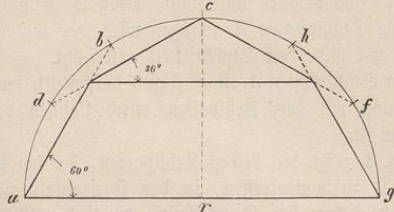
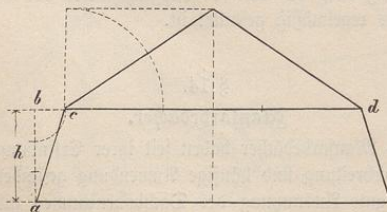


Fig. 590.



Diese Abhängigkeit der Dachform vom Halbkreis ist in statischer und in formaler Beziehung bedeutungslos, und schon Gilly hat eine vom Halbkreis unabhängige Konstruktion angegeben, wonach, Fig. 591, die Höhe  $a b = h$

Fig. 591.



des Mansardestockes angenommen wird. Teilt man  $h$  in drei gleiche Teile und trägt davon einen Teil von  $b$  nach  $c$ , so ist in  $a c$  die Richtung der unteren Dachfläche  $a c$  festgestellt; um die der oberen zu erhalten, wird der Kehl-

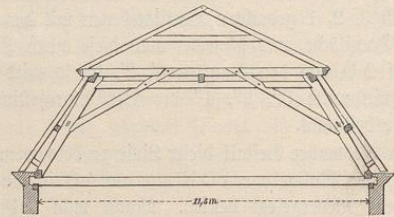
balken  $o d$  in drei gleiche Teile geteilt und ein Teil als Dachhöhe angenommen. Das so erhaltene Dritteldach kann mit Ziegeln eingedeckt werden, wodurch aber das Mansardedach auch ein schwerfälliges Ansehen erhält, das dadurch gemildert wird, daß man den oberen Dachflächen eine geringere Höhe giebt und sie mit Schiefer oder Metall eindeckt.

In neuerer Zeit wird meistens die obere Dachfläche flach, mit  $1/15$  bis  $1/20$  Neigung für Holzcementdeckung ausgeführt, so daß sie bei der Erscheinung des Daches überhaupt nicht mehr mitpricht.

Das ältere Mansardedach wurde nicht als Pfettendach, sondern stets als Kehlbalkendach ausgeführt, wobei besonders der liegende Stuhl zur Anwendung kam.

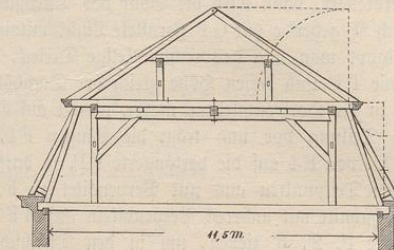
Fig. 592 zeigt eine solche Konstruktion mit liegendem Stuhle und Kehlgebälk, wobei auch die oberen Sparren

Fig. 592.



durch ein zweites Kehlgebälk abgesteift sind. Die unteren Kehlbalken treten über die Sparren so weit hervor, daß unter dem Vorprung Schalung und Deckung Platz finden und ein dichtes Einbinden möglich wird. Die Kehlbalken sind vorn mit Zapfen versehen und tragen ein gefehltes Gesimsholz, das die Balkenfache schließt und den Zusammenstoß der beiden Dachflächen vermittelt. In neuerer Zeit werden an Stelle der gefehlten Balken Zinkgesimse, häufig in Verbindung mit Dachkanälen, auf entsprechenden Unterfütterungen angebracht, wies dies auf Tafel 59 angegeben ist.

Fig. 593.



Wendet man, wie in Fig. 593, den stehenden Dachstuhl für den unteren Dachteil an, so wird bei einigermaßen tiefen Gebäuden noch eine mittlere Pfette zur

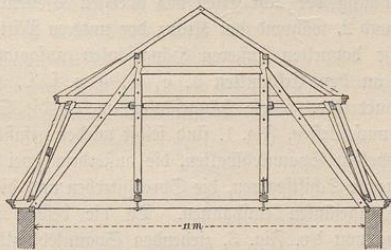


Unterstützung der Kehlbalcken nötig, und wenn man den freien Dachraum durch Anordnung eines mittleren Stuhlpfostens nicht beengen will, so bringt man zwischen den äußeren Stuhlpfosten eine Art Spannriegel an, der von diesen aus durch Kopfbügel unterstützt wird und seinerseits den Unterzug für die Kehlbalcken trägt. Konstruiert man aber den oberen Dachteil als Pfettendach und benutzt dabei die Hauptsparren desselben als Streben eines Hängewerkes, so läßt sich die Unterstützung der Kehlbalcken durch letzteres ebenfalls bewirken.

Eine neuere Konstruktion eines Mansardendaches nebst den Zeichnungen für die Dachfenster ist auf Tafel 59, Fig. 1 bis 9, dargestellt; es ist dies die Dachkonstruktion des von Oberbaurat Lang erbauten Model'schen Hauses in Karlsruhe.

Das Dach sitzt nach der Straßenseite auf einer Kniewand, die nach der Hofseite fehlt. Der Mansardestock hat 3 m Höhe und das Satteldach darüber, mit zwei Mittelpfetten und liegendem Dachstuhl, ist aus dem Grunde höher angeordnet, als für Schiefereindeckung nötig war, um daselbst Schlafräume für Diensthofen einrichten zu können. Die Last der Dachbinder wird durch Querwände aufgenommen, deren stehende und liegende Pfosten oben in die Binderkehlbalken eingezapft sind, während die übrigen Kehlbalcken durch die äußeren Wände und die Gangwände getragen werden. Die nach der Straße gerichteten Fenstergestelle sind aus Hausteinen ausgeführt und in Fig. 2 in der Ansicht, in Fig. 3 im Durchschnitt, in Fig. 4 in der inneren Ansicht und in Fig. 5 die innere Ansicht mit der Bekleidung gezeichnet; die nach dem Hofe gelegenen, aus Holz konstruierten Fenstergestelle sind in Fig. 6 bis 9 dargestellt.

Fig. 594.

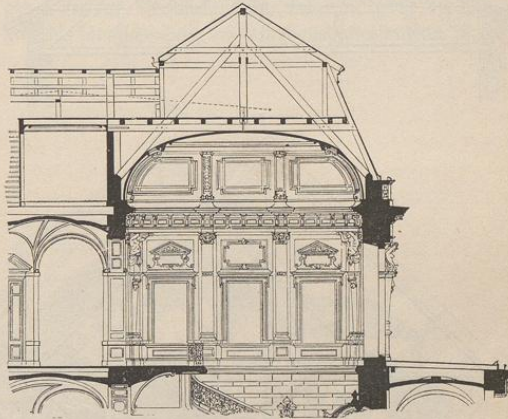


Nicht allein über unterstützten Balkenlagen hat man früher Mansardendächer konstruiert, sondern auch über solchen, die teilweise durch den Dachstuhl zu tragen waren, wodurch diese Dächer auch mit Hängewerken zur Ausföhrung kamen. Ein in Fig. 594 dargestelltes Beispiel einer derartigen holzreichen Konstruktion möge genügen. Hier sind zu beiden Seiten der Verbandstücke des eigent-

lichen Dachbinders doppelte Hängeböcke angenommen, die einen derart breiten Binderbalken bedingen, daß noch eine jede der doppelten Streben des Hängewerkes mit einem verzagten Blattzapfen in ihn eingreifen kann.

Über große freie Räume ein Mansardendach auszuführen, dürfte heute kaum mehr in Frage kommen. Es ist aber auch bei den Mansardendachstühlen möglich, einen Teil des Dachraumes zu dem darunter liegenden Raum zu ziehen, und die Decke tonnenartig auszubilden; ein hübsches Beispiel einer solchen Anordnung giebt Fig. 595 vom erprinzlichen Palast in Dessau.<sup>1)</sup>

Fig. 595.



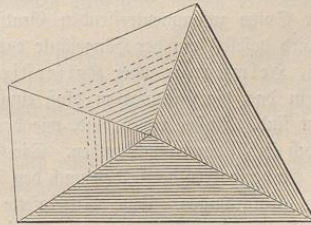
§ 15.

#### Zelt-, Kegel- und Turmdächer.

Wie schon auf Seite 130 erklärt ist, besitzt das Zelt-  
dach keinen First, sondern nur eine Spitze, in der die dreieckigen ebenen Dachflächen, über dem einfachsten Grundriß, dem Quadrat, eine Pyramide bildend, auslaufen.

Bei unregelmäßigem Viereck, Fig. 596, liegt der Firstpunkt, nach dem die Gratlinien laufen, im Schwerpunkt

Fig. 596.



der Grundfigur, wodurch aber verschiedene Neigungswinkel der Dachflächen entstehen.

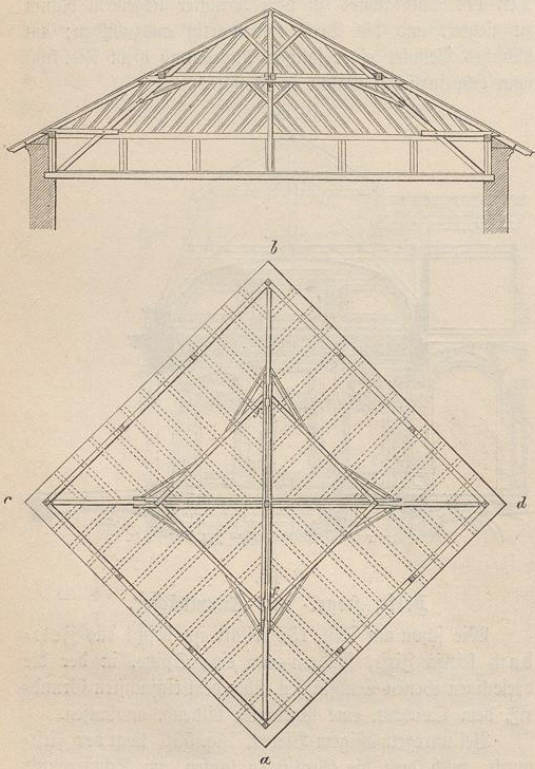
1) Deutsche Bauzeitung 1886.



Hieran schließt sich das Zeltbad über polygonalem Grundriß und endlich über dem Kreise, wobei das Zeltbad mit gekrümmter Dachfläche oder das Kegeldach entsteht.

Die Konstruktion eines Zeltbades mit Kriewänden über einem quadraten Lichttraume von 10 m und hinlänglich unterstütztem Dachgebälke ist in Fig. 597 im Grundriß

Fig. 597.



und diagonalen Durchschnitt dargestellt. Zur Verbindung der in einer Spitze zusammentreffenden Gratsparren der Zeltbäder wird daselbst ein der Hängesäule entsprechendes Verbandstück, Helmstange oder Kaiserstiel genannt, angebracht, in das die Grat Sparren bloß eingezapft oder besser versetzt sind. Außer diesen sind, wie der Grundriß zeigt, nur noch Schiffsparren vorhanden. Die Grat Sparren sind zugleich Binder Sparren der beiden nach den Diagonalen angeordneten Gratgebänden. Eine Mittelfette unterstützt die Grat- und längeren Schiff Sparren und wird getragen von zwei doppelten, von a nach b und von c nach d gerichteten Spannkehlbalken und vier liegenden, mit Kopfbändern versehenen Stuhlsäulen. Die ersten liegen nicht

in einer Ebene, sondern überkämnen sich und umfassen die Grat Sparren, Stuhlsäulen und die Helmstange. Mit dem in der Richtung von a nach b ziehenden Spannkehlbalken sind bei ff die Pfettenenden durch schwalbenschwanzförmige Verblattung verbunden. Vier von der Helmstange nach den Grat Sparren ziehende Strebebänder tragen zur vollständigen Absteifung derselben wesentlich bei.

Die Kriewandpfette ist durch vier Eck- und acht Zwischenpfosten unterstützt und mittels vier Zangen mit den liegenden Stuhlsäulen abgesteift.

Wie dieses Beispiel zeigt, werden bei der Konstruktion der Zeltbäder am zweckmäßigsten die Gratgebände verwendet, weil sie den so wesentlichen Verbandstücken, den Grat Sparren, an die sich die Schiff Sparren anschmiegen, eine durchaus solide Unterstützung gewähren.

Eine andere Anordnung der Dachbinder ist bei dem auf Tafel 60, Fig. 1 bis 3, dargestellten Kirchendache<sup>1)</sup> mit sichtbarer Holzdecke ausgeführt worden, bei welcher sie nicht nach den Gratlinien, sondern senkrecht über den Seiten des 15,5 m weiten Oktogons gespannt sind. Da hier die Decke an die Dachstuhlkonstruktion aufgehängt ist, so sind die vier Dachbinder als Hängewerke gebildet, bei denen die Binderbalken, des besseren und leichteren Aussehens wegen, im mittleren Teile durch eiserne Zugtangen ersetzt sind.

Die Konstruktion des Dachbinders war nach der einmal angenommenen und in Fig. 1 und 3 dargestellten Deckebildung einzurichten. Darnach ergaben sich für die Unterstützung der Eckpunkte des ein Quadrat bildenden Mittelfeldes der Decke von der Seitenlänge h i, Fig. 3, vier einfache mittlere Hängesäulen, von denen je zwei mit Spannriegel und Sprengstreben den doppelten Hängebock bilden. Auf den vier Spannriegeln sitzen acht Pfosten zur Unterstützung der acht Ecken des obersten Pfettenkranzes, Fig. 1 und 2, während der Kranz der unteren Mittelfette auf acht doppelten äußeren Hängesäulen aufgezapft ist, welche an den Eckpunkten b, c, d, e u. s. f., Fig. 2, angeordnet sind. Diese Hängesäulen, welche die Sprengstreben umschließen, Fig. 1, sind selbst wieder gefaßt durch die doppelten Spannkehlbalken, die außerdem zwei gegenüberliegende Schiff Sparren, die Sprengstreben und die mittleren Hängesäulen einspannen. Da die beiden in der Richtung von b e, Fig. 3, ziehenden Spannkehlbalken auf den beiden nach e g und d k gerichteten aufgefämmt sind, so müssen an den Endpunkten c und d und den entsprechend gegenüberliegenden die Pfettenenden mit Unterlagen versehen werden, die den Druck auf die Spannkehlbalken zu vermitteln haben. Zur weiteren Unterstützung des unteren Pfettenkranzes sind die Hängesäulen mit Kopfbändern

1) Von Baurat Diemer in Karlsruhe.



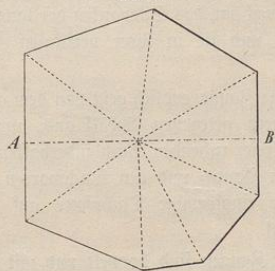
verfehen. Zur Aufnahme der acht Gratparren ist die Helmstange oben stärker angenommen als unten, wo sie von zwei sich rechtwinklig kreuzenden Zangen, die in der Mitte der Spannriegel Unterstützung finden, sicher gefaßt und verbolzt ist.

Wenn sich auch gegen die Solidität der Dachkonstruktion und der gefälligen Deckenordnung nichts einwenden läßt, so dürfte doch der Lösung dieser Aufgabe mit Gratgebänden der Vorzug eingeräumt werden, und zwar nicht allein wegen der entschieden solideren Unterstützung der Gratparren, sondern auch wegen der einfach klaren und doch wirkungsvollen Anordnung der Decke durch Herstellung einer in der Mitte sich erhebenden regelmäßigen achteitigen Hohlpyramide von 8,5 m Weite.

Eine derartige Anordnung mit Gratgebänden zeigt das Zelt Dach über dem achteitigen Kuppelraum der Kirche in Nietleben bei Halle a. S., bei dem die den Strebenfuß verbindenden Zangen im mittleren Teil durch Zugstangen ersetzt, und die Wandpfosten mit den Hängestreben im oberen Teil durch schräge Stuhlsäulen verbunden und die letzteren mit den Zangen verbolzt sind. Die Zwischenspfetten liegen gleichfalls auf Doppelzangen, die die Binderparren, die Streben, die Stuhlsäule und die mittlere Hängesäule umfassen, so daß ein in allen Teilen fester Verband hergestellt ist. (Fig. 598.)

Ist die Grundfigur, wie bei Fig. 599, unregelmäßig und fallen zwei einander gegenüberliegende Gräte nicht in

Fig. 599.

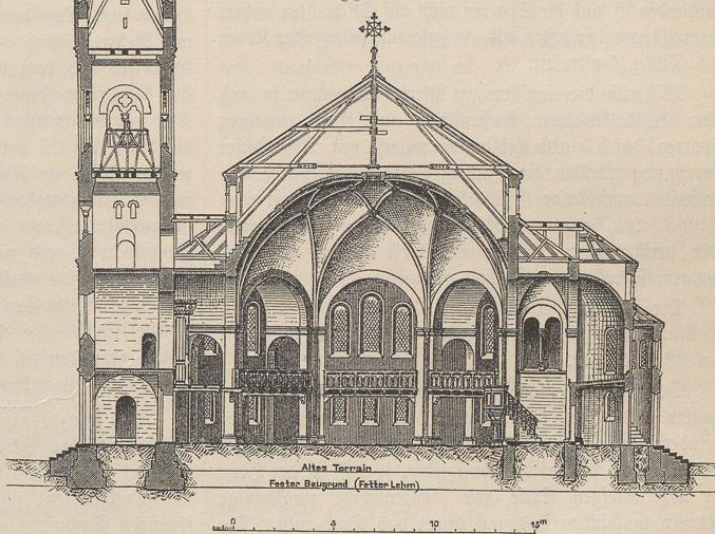


1) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.  
Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

eine Vertikalebene, so kann kein ganzes Gratgebände konstruiert werden. In diesem Fall ordnet man ein rechtwinklig auf den parallelen Seiten stehendes und durch die Spitze gehendes Gebinde AB an, betrachtet dieses als Anfallsgewinde und die zu beiden Seiten desselben liegenden Dachflächen als Walm, die sich nach dem über die Walmdächer Gesagten leicht konstruieren lassen.

Was die Stabilität der Zelt dächer betrifft, so weisen theoretische Untersuchungen nach, daß man sie wie die Satteldächer nur gegen das Verschieben auf ihrer Unterlage zu sichern hat und vor dem Umfallen keine Besorgnis zu hegen braucht, weil die Gefahr des Umfallens erst gleich der des Verschiebens ist, wenn die Höhe der Pyramide die fünffache Seite des Grundquadrates erreicht. Dieses

Fig. 598.



Höhenverhältnis kommt aber nicht leicht vor, da ein Verhältnis 1:3 bis 1:4 schon äußerst schlanke Zelt dächer oder Turmspitzen giebt (siehe jedoch S. 215).

Die kegelförmigen Dächer entstehen, wenn das Polygon des Zelt daches in den Kreis übergeht.

Die Konstruktion dieser Dächer ist nicht gerade schwierig, wenn sie auch nicht ganz so einfach als die der Pyramiden ist. Man wird einen Kaiserstiel anordnen und einige Gebinde, in lotrechten Ebenen durch die Achse des Kaiserstieles, aufstellen, die als Bindergerippen auftreten und den notwendigen Pfetten als Stützen dienen. Nur die Binderparren reichen bis an die Spitze des Daches, die Zwischenparren werden aber nur so weit hinaufgeführt, als es zur Unterstützung der Latten oder der Bretterverschalung



erforderlich ist. Die Zwischensparren werden daher verschiedene Längen bekommen, indem man, nach der Spitze zu, zwischen zwei Sparren nach und nach immer einen ausfallen läßt, bis endlich die Bindersparren nur noch so weit voneinander abstehen, daß die Verschalung keiner weiteren Unterstützung bedarf. Die Zwischensparren endigen an ihrem oberen Ende frei und können immer noch etwas über die letzte, sie unterstützende Pfette hinausragen.

Die Pfetten, welche hier ringförmige Gestalt erhalten, werden am einfachsten als Bohlenbogen so aus einzelnen Dielen konstruiert, wie dies bei den Bohlensparren beschrieben wurde. Eine solche Pfette bildet einen sehr festen Ring und ist nicht gerade schwierig anzufertigen.

Auch die Sparrenschwelle wird, wenn sie überhaupt vorhanden ist und die Sparren nicht auf Stiehbalken ruhen, ebenfalls am leichtesten als ein zusammenhängender Kranz aus Dielen konstruiert.

Will man die ringförmigen Pfetten vermeiden, so muß man Kehlballdächer konstruieren und jeden einzelnen Sparren durch einen Kehlbalken unterstützen. Bei dieser Anordnung erhalten die Bindergespärre durchgehende, den Kaiserstiel umfassende Kehlbalken, und in diese zapft man Wechsel, von denen aus Kehlstiehbalken bis an die Leer- oder Zwischensparren reichen. Da diese Dächer selten vorkommen, so möge ein Beispiel genügen.

Die Zeichnungen auf Tafel 61 stellen die Dachkonstruktion über dem Zuschauerraume des Theaters zu Mainz von Moller dar.

Der innere Durchmesser der ringförmigen Umfassungsmauern beträgt 32,5 m, und etwa 5 m von dieser entfernt befindet sich eine Säulenstellung, die ein vollständiges, aus Stein konstruiertes Gebälk trägt, so daß in der Höhe der kegelförmigen Decke zwei konzentrische ringförmige Mauern vorhanden sind, auf denen das Dach ruht. Die äußere Mauer ist ca. 1 m höher als die innere, und bildet eine Art „Kniestock“.

Die beiden Mauern tragen ein Gebälk, das durch eine Reihe von horizontal liegenden Andreaskreuzen zu einem festen, unverschieblichen Kranze gemacht wird. Die äußere Mauer hat über diesem Gebälke eine Stärke von 0,625 m und unter demselben von 0,75 m bei einer Höhe von 18,5 m über dem Pflaster.

Das Dach ist ein Pfettendach, und zwar sind die 19,5 m langen Dachsparren durch drei Zwischenpfetten unterstützt. Diese werden durch Hauptsparren, g h, Fig. 1 und 2, getragen, die auf einem auf der äußeren Mauer liegenden Stiehbälke aufstehen und ihrerseits durch ein System von Streben gestützt werden, das auf der inneren Mauer auf eichenen „Schuhen“ steht.

Diese eichenen Schuhe, c, Fig. 2, 4 und 5, kurze starke Balken, liegen auf doppelten kurzen Schwellen, die auf dem Gebälke aufgekämmt sind. Das die Hauptsparren unterstützende Strebenssystem besteht aus drei Streben, d, e und f, Fig. 2 und 5, die fächerartig nach den Hauptsparren hinauflaufen. Zwischen zwei langen Hauptsparren liegt immer ein kürzerer, g h', Fig. 4, bei welchem die längste der Streben fehlt. Die langen Hauptsparren tragen einen kurzen Kaiserstiel, o, Fig. 2, 4 und 6, der an seinem oberen Ende durch ein mit ihm verschränktes Holzstück verstärkt ist, um die nötigen Flächen für die anfallenden Hauptsparren zu bieten, Fig. 3 und 6.

Das Dach hat nur ein einziges ganzes Gespärre, das in der Bildfläche von Fig. 2 erscheint, und in diesem befindet sich eine doppelte Zange m n, Fig. 2, die die Haupt- und Dachsparren und den Kaiserstiel umfaßt und mit diesen Hölzern verbolzt ist. In den übrigen halben Gespärren, d. h. denjenigen, welchen die Gegensparren fehlen, sind dergleichen Zangen ebenfalls vorhanden, die jedoch zum Teil nur bis in Wechsel reichen, die zwischen den Zangen, die den Kaiserstiel noch umfassen, eingezapft sind; auf der rechten Seite von Fig. 1 sind diese Zangen und Wechsel in der Horizontalprojektion bezeichnet. Dicht über der horizontalen Zange m n trifft die längste Strebe f die Hauptsparren, und um hier einen recht festen Knoten zu bilden, geht eine zweite Zange Z, Fig. 2 und 7, über alle bisher genannten Verbandstücke hinweg, hinter welcher die oberste ringförmige Pfette ein sicheres Auflager findet. Fig. 7 zeigt den bei B, Fig. 2, sich bildenden Knoten in isometrischer Projektion.

Eine ganz ähnliche Zange, Z', Fig. 2 und 8, ist da, wo die mittlere Strebe e den Hauptsparren trifft, angeordnet; sie umfaßt die Streben f und e und den Haupt- und Dachsparren; zugleich dient sie der mittleren ringförmigen Dachpfette als Stütze gegen das Gleiten. Auf und unter diesen zuletzt genannten Zangen und noch mit den langen Streben f verbolzt, ist aus geraden Hölzern, k und k', Fig. 2 und 8, ein polygonaler Kranz gebildet, den Fig. 1 zum Teil in der Horizontalprojektion zeigt, und der den Zweck hat, das Schwanken der langen Streben f zu verhindern und sie in ihrer vertikalen Stellung zu erhalten.

Eine dritte Zange endlich geht von dem auf den ringförmigen Mauern gelegenen Gebälk aus, umfaßt die auf der äußeren Mauer ruhenden Stiehbinderbalken, die mittlere Strebe d, den Haupt- und den Dachsparren, letztere da, wo die untere ringförmige Dachpfette auf dem Hauptsparren aufliegt.

Alle diese Zangen sind doppelt und mit den Hölzern, die sie umfassen, verkämmt und verbolzt.



Die Dachsparren kommen in vier verschiedenen Längen vor, wie solches aus Fig. 1, links, deutlich hervorgeht.

Dieses hier beschriebene Dach würde unstreitig einen bedeutenden Horizontalschub auf die Mauer ausüben, wenn hiergegen nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären. Denn wenn man auch annehmen wollte, die Binderespärre wären so steif konstruiert, daß durch die horizontale Zange *m n* aller Horizontalschub aufgehoben würde, so könnte dies doch nur bei dem einzigen ganzen Gebinde stattfinden, und alle übrigen, denen die Gegenparren fehlen, würden ihren Horizontalschub auf die Mauern sehr nachtheilig äußern. Denn betrachten wir einen einzelnen Binder, wie ihn z. B. Fig. 4 darstellt, und nehmen an, daß die denselben bildenden Hölzer eine in sich feste und unverschiebliche Fläche bilden, so stellt das Ganze einen zweiarmigen Hebel dar, dessen Unterstützungspunkt und Drehpunkt auf dem Schub *e* liegt. Da sich nun aber der längere Hebelarm bei *b* nicht senken kann, weil ihn die übrigen Binder, die das gleiche Bestreben haben, hieran hindern, so wird sich das Bestreben äußern, den Unterstützungspunkt nach außen zu schieben.

Um diesem Bestreben entgegen zu wirken, ist dem kürzeren Hebelarme das Übergewicht dadurch verschafft, daß die ganze Kniemauer durch eiserne Anker mit dem Ende des kürzeren Hebelarmes bei *g* verbunden ist. Durch dieses bedeutende Übergewicht wird bewirkt, daß die Vertikale durch den Schwerpunkt der ganzen Hebelverbindung zwischen die beiden ringförmigen Mauern fällt und daher der Punkt *g* das Bestreben hat, zu sinken und den Hebel um seinen Unterstützungspunkt zu drehen, und da diesem Bestreben durch die rückwirkende Festigkeit der äußeren Umfangsmauer vollkommen entgegengewirkt wird, so resultiert aus der ganzen Verbindung nur ein vertikaler Druck auf die beiden ringförmigen Mauern.

Das hier zur Anwendung gekommene Prinzip ist unstreitig das des Krahnens, und es ist nicht zu leugnen, daß dieses Prinzip bei Baukonstruktionen gewiß sehr oft mit Vorteil benutzt werden kann.

In Beziehung auf die Figuren der Tafel 61 ist noch hinzuzufügen, daß die eigentliche Decke des Raumes, einen halben abgekürzten Kegel bildend, durch Sparren *p*, Fig. 2, gebildet ist, die sich gegen die auf den ringförmigen Mauern liegenden Balken stützen, Fig. 5, zwischen welche ringförmige oder auch polygonale Wechsel eingesetzt sind, die in Verbindung mit den Sparren eine leichte Bretterdecke tragen. Die Sparren *p* stützen sich an ihrem oberen Ende gegen den die Öffnung für den Kronleuchter begrenzenden Bohlenkranz *o*, Fig. 2. Um indessen auch den Horizontalschub dieser leichten Decke ungefährlich zu machen, ist sie, wie solches aus Fig. 2 ersichtlich wird, durch dünne, schmiedeeiserne Stangen an die Hauptbinderparren aufgehängt.

Alles Übrige dieser scharfsinnigen Konstruktion ist aus den auf Tafel 61 gezeichneten Figuren deutlich zu ersehen.

Turmdächer sind Zeltdächer von bedeutender Höhe; einige der am meisten vorkommenden Turmhelme mit ebenen und mit gekrümmten Dachflächen sind auf Tafel 18 und 19 dargestellt.

Die Grundfiguren dieser Dächer sind meistens Quadrate oder regelmäßige Achtecke, seltener Kreise. Sehr häufig werden die Pyramiden verkehrt, Fig. 7, 12 und 13, Tafel 18, so daß die Gräte auf die Mitte der Seiten des Turmes treffen, oder auf den viereckigen Turm kommt ein achteitiger Helm, Fig. 9, Tafel 18.

Über die Konstruktion der Turmspitzen sagt MoUer in seinen „Beiträgen zu der Lehre von den Konstruktionen“ folgendes:

„Die seit dem 16. Jahrhundert übliche Konstruktionsweise hölzerner Turmspitzen, die noch in den neuesten Zeiten angewendet wird, ist mit wenigen Abweichungen folgende: Die Pyramide des Turmes besteht aus mehreren Stockwerken von sogenannten liegenden Dachstuhl, die jedesmal durch eine Balkenlage voneinander getrennt sind. In der Mitte befindet sich ein starker, durch alle Stockwerke gehender Pfosten, die Helmstange (Kaiserstiel) genannt, in den die Gebälke meistens eingezapft sind. Die Mauerlatten liegen etwas vertieft, so daß sich ihre obere Seite mit der Mauer in gleicher Höhe befindet. — Die Konstruktionsart kostet sehr viel Holz, ist nicht fest, wird bald schadhast und ist schwer zu reparieren. Die liegenden Stuhlsposten, die durch die Gebälke und Schwellen unterbrochen sind, haben keinen festen Stand, da diese horizontalen Hölzer sich zusammendrücken und eintrocknen. Die Helmstange beschwert den Turm ganz unnötig und unterbricht den Verband der Gebälke. Wenn der Regen eindringt, was bei Türmen so häufig der Fall sein kann, so wird das Wasser durch die unteren Zapfen der Sparren und liegenden Stuhlsposten in die Schwellen und Balken hineingeleitet, und da diese, sowie die Mauerlatten, wenn sie einmal im Innern naß sind, schwer trocknen, so faulen sie sehr bald. — Die Reparatur der angefaulten Schwellen und Gebälke ist aber äußerst schwierig, weil die ganze Last des oberen Turmes auf ihnen ruht und daher gehoben werden muß, um die alten Balken herauszuziehen und neue zu legen.

Außer diesen Fehlern findet sich an diesen Türmen noch häufig ein anderer, der nicht genug gerügt werden kann. An manchen Türmen fängt das Zimmerwerk schon innerhalb des obersten oder der zwei obersten Stockwerke der steinernen Umfassungsmauer an. (Wenigstens reicht die Helmstange so weit herab.) Man fragt sich hierbei unwillkürlich: sollen die Mauern das Zimmerwerk oder



letzteres die Mauer fester machen? — Das Ergebnis ist aber gerade ein entgegengesetztes:

- 1) werden beim Sturmwinde die das Holzwerk umgebenden Mauern durch die Schwingungen, die die Pyramide annimmt, auf das Nachteiligste erschüttert;
- 2) wird die Last der Holzpyramide nicht gleichförmig auf die ganze Mauerdicke verteilt, sondern sie ruht nur auf dem inneren Rande oder Absätze der Mauer; und beides ist gleich nachteilig.

Sehr verschieden von dieser war die Konstruktionsweise an den älteren Türmen vom 13. bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts. Charakteristisch ist an denselben:

- 1) daß die Verbindung der Holzstücke nicht durch Zapfen, sondern durch Schwalbenschwänze bewirkt ist, welche aber nicht bündig überschritten (überblattet), sondern nur 3 bis 5 cm vertieft (eingekämmt) sind, um das Holz nicht zu schwächen;
- 2) daß die Pyramide des Turmes durch mehrere, sich in der Mitte des Grundrisses kreuzende, lotrechte Dreiecksebenen gebildet wird, deren jede durch mehrere kleine Dreiecke auf verschiedene Weise zu einer einzigen größeren, unverschieblichen Ebene gestaltet werden.

Dieser zweckmäßigen Konstruktion verdanken die alten Türme ihre große Festigkeit, doch lassen sich auch folgende Mängel derselben nicht verkennen:

- 1) fehlt der Seitenverband, indem die Sparren zwischen den Ecksparren nur durch sogenannte Stichbalken unterstützt sind. Eine Folge davon ist, daß die Gräte der Ecken vieler alten Türme sich gedreht und eine etwas schiefe Richtung angenommen haben;
- 2) da die Ecksparren unmittelbar, ohne andere Unterstützung, die Hauptstärke des Verbandes bilden, so lassen sich dieselben nicht gut ausbessern oder wegnehmen, ohne die Festigkeit des Turmes in Gefahr zu bringen;
- 3) sind die meisten dieser Türme doch etwas mit Holz überladen, so daß in der Mitte sich zu viele Holzstücke kreuzen.

Außerdem läßt sich an diesen, sowie an den meisten neuen Türmen tadeln, daß sie im Innern nicht gehörig erleuchtet und nicht zugänglich sind, wodurch nötige Ausbesserungen oft zu spät erkannt werden.

Nach diesen Bemerkungen sind es besonders zwei Gegenstände, die hervorgehoben zu werden verdienen, und diese sind:

a) Die Weglassung der Helmstange. Dieses Verbandstück ist nur zum Anlehnen der Gratsparren in der Nähe der Spitze notwendig, und es scheint, als ob man dasselbe

nur deshalb durch die ganze Dachhöhe geführt hat, um ein Umfallen der Pyramide zu verhüten. Wir wissen aber, daß diese Gefahr weit weniger zu befürchten ist, als die einer Verschiebung, und gegen die Bewegung ist eine Vermehrung der Reibung im Auflager der unteren Balkenlage auf den Mauern weit wirksamer, als die Helmstange, und daher die Fortlassung dieses schweren, immer sehr teuren, die Querverbindung der Sparren hindernden und den inneren Raum fast ganz unzugänglich machenden Verbandstückes gewiß gerechtfertigt.

b) Die Vermeidung der in mehreren Stockwerken übereinander gestellten liegenden Dachstühle. Sind diese Dachstühle verschwellt, so sind zwei übereinander stehende Stuhlpfosten durch Pfette, Balken und Schwelle voneinander getrennt. Diese drei Langhölzer, welche zusammen mindestens 50 bis 60 cm Höhe haben, verringern diese Abmessung durch das Eintrocknen und die Pressung. Hierdurch wird aber eine Senkung der oberen Stuhlpfetten u. s. w. hervorgerufen, und dieser können die im ganzen durchgehenden Sparren, die durch die auf den Stühlen ruhenden Gebälke gestützt werden, nicht folgen, wodurch notwendig Störungen des ganzen Verbandes hervorgerufen werden müssen. Es muß daher schon aus diesem Grunde die Schädlichkeit einer solchen Anordnung zugegeben werden, ganz abgesehen von der sehr beschwerlichen Erneuerung dieser, dem Verfaulen sehr ausgesetzten Verbandstücke.

Als Ergebnis der vorstehenden Bemerkungen giebt nun Moller für die Konstruktion von Turmspitzen folgende allgemeine Regeln, und zwar:

#### A. In Hinsicht der Festigkeit.

- 1) Man setze das Zimmerwerk der Turmspitze unmittelbar auf den oberen Teil der Mauer, so daß die Holzkonstruktion ganz für sich besteht, und das Mauerwerk keine weitere Verbindung mit ersterer hat, als daß es ihr zur Unterlage dient;
- 2) das Innere des Turmdaches werde möglichst leicht konstruiert, und man verstärke dagegen die äußeren Dachwände;
- 3) die langen und schweren sogenannten Helmstangen sind wegzulassen und auf eine kurze Hängesäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken;
- 4) die Eckpfosten oder Gratsparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen, sondern sie müssen, wenn sie zu kurz sind, unmittelbar verlängert werden, so daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt;
- 5) die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur lotrecht auf die Mauer wirken können;



- 6) dieselben sind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in gewissen, nicht zu großen Entfernungen so abzuschließen, daß dadurch die Turmpyramide in mehrere kleine, abgestumpfte Pyramiden abgeschlossen wird.

#### B. Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit.

- 1) Alle Zapfenlöcher, in denen sich das Wasser sammeln könnte, sind zu vermeiden; wo dieses nicht möglich ist, müssen sie unten geschlitzt werden, damit das Wasser ablaufen (oder wenigstens die Luft zum Trocknen eintreten) kann;
- 2) alle Mauerlatten und Balken dürfen nicht eingemauert werden, sondern müssen nur auf der Mauer aufliegen.
- 3) der Luftzug ist zu befördern.

#### C. Hinsichtlich der Ausbesserungen.

- 1) Alle Hölzer sind so zu verbinden, daß die schadhaften leicht fortgenommen werden können, mithin müssen die Gebälke, Sparrenbalken u. s. w. nicht unter die Hauptpfosten der Ecksparren gelegt werden, sondern neben dieselben;
- 2) bei größeren Türmen ist jedesmal, außer den Ecksparren, noch eine von ihnen unabhängige Unterstützung anzubringen, so daß durch diese, sowohl beim Aufschlagen als bei Reparaturen, die Festigkeit des Ganzen gesichert wird und sie zugleich zum Gerüst dienen kann;
- 3) die unter A 6 erwähnten Kränze sind so einzurichten, daß sie als innere Galerien oder Gänge für die Bauarbeiter dienen können;
- 4) in jedem Stockwerk (des Daches) ist wenigstens eine Fensteröffnung anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerkes leicht erkennen zu können.

Die Fig. 1 bis 9, Tafel 62, stellen die von Koller entworfene Turmspitze der Kirche zu Friedrichsdorf mit wenigen ganz unwesentlichen Abänderungen dar und wir bemerken dazu nur noch kurz folgendes:

Um in der Mitte eine freie Öffnung auch in der untersten Balkenlage zu bekommen, gehen nur vier der Balken ganz durch, sind in den Kreuzpunkten überblattet und treffen auf die Ecken der achteckigen Pyramide. In diesen Balken stehen die acht Eck- oder Gratsparren der Pyramide mit Zapfen, deren Zapfenlöcher durchgeschlitzt sind. Zwischen diesen Gratsparren sind auf jeder Seite zwei Leerparren angeordnet, die auf Stiehbalken und so stehen, daß ihre Horizontalprojektionen senkrecht zu den Seiten der Grundfigur sind.

Die Anordnung des untersten Gebälkes zeigt Fig. 3. Es ruht auf einem doppelten Mauerlattenranze, der in Fig. 4 dargestellt ist. Die acht Hauptsparren, welche, wenn sie nicht in ganzer Länge zu haben sind, in verschiedenen Höhen durch das einfach verbolzte Blatt verlängert und die bei der 23 m über dem Mauerwerk hohen Spitze 25 bis 30 cm stark genommen wurden, bilden vier große Dreiecke, ABS, CDS, EFS und GHS, die durch fünf Zwischengebälke, deren Balken mit den Ecksparren seitwärts verkämmt und verbolzt sind, in sechs Stockwerke oder ebenso viele ähnliche kleinere Dreiecke geteilt sind.

Von den Balken dieser Stockwerke liegen immer nur die beiden parallel laufenden in einerlei Ebene und sind mit den anderen beiden verkämmt und verbolzt, wie solches aus dem Durchschnitte Fig. 1 und den Grundrissen der verschiedenen Stockwerke, Fig. 5 bis 9, hervorgeht. Hierdurch ist das Innere der Pyramide möglichst frei geblieben und doch eine große Festigkeit erzielt, indem die langen Linien der Hauptsparren auf sehr wirksame Weise in kurzen Entfernungen mit den in sich selbst unverrücklichen Gebälken verknüpft sind.

Oberhalb lehnen sich die Hauptsparren an eine, nur durch die beiden oberen Stockwerke reichende Helmstange, die von den Balken der unteren schloßartig umfaßt wird.

Um eine Bewegung der Ecksparren zu verhindern und um zugleich den Leerparren eine weitere Unterstützung zu gewähren, sind in jedem der drei unteren Stockwerke vier Andreaskreuze angeordnet, die abwechselnd stehen und deren Schwellen auf die Gebälke aufgekämmt sind. Die Pfetten dieser Andreaskreuze sind seitwärts in die Hauptsparren etwas eingelassen und mit ihnen verbolzt, so daß diese hierdurch eine Seitenverbindung in den Dachflächen und eine weitere Unterstützung erhalten, als die ist, die ihnen die Stockwerkbalken gewähren. Ebenso sind die Gebälke zweifach unterstützt, einmal durch die Hauptsparren und dann durch die Pfetten der Andreaskreuze des unteren Stockwerkes. Hierdurch wird aber, neben einer vergrößerten Festigkeit und einer gleichmäßigen Verteilung der Last, noch der Vorteil erlangt, daß durch die Schwellen und Pfetten der Andreaskreuze die Gebälke die für die Unverschieblichkeit erforderlichen Dreiecksverbindungen erhalten, und daß die Andreaskreuze ein Gerüst beim Aufschlagen des Zimmerwerkes bilden.

Beim Aufschlagen werden nämlich zuerst die vier unteren Andreaskreuze aufgestellt und das Gebälk, Fig. 5, auf dieselben gelegt. Dann werden die Hauptsparren aufgerichtet, deren Länge wenigstens immer durch zwei Stockwerke reicht, so daß vier der Sparren bei jedem Stockwerke durchgehen und die vier übrigen dazwischen gestoßen werden. Sind die vier durchreichenden Sparren mit den Pfetten der Andreaskreuze und den betreffenden Balken

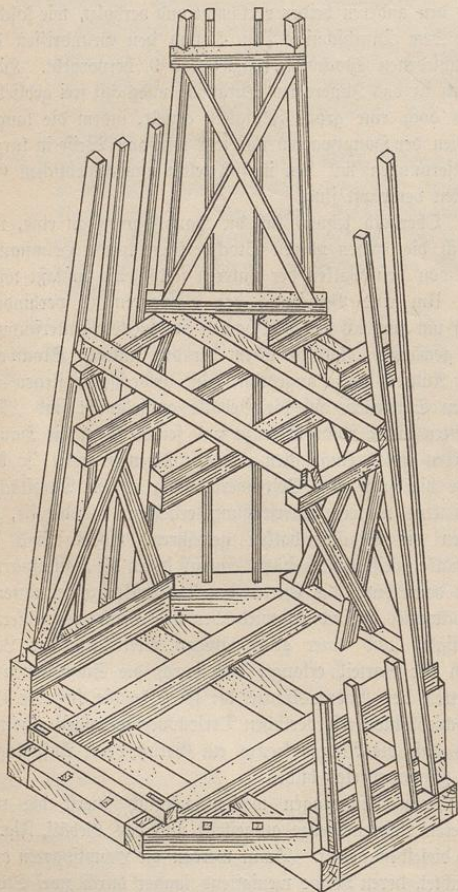


verbolzt, so kann man die Andreaskreuze des nächsten Stockwerkes aufstellen, dann die zurückgebliebenen vier Sparren aufsetzen und nun wie vorhin verfahren, so daß ein besonderes Gerüst erspart wird. Die in jedem Gebälke bleibende, mittlere Öffnung erlaubt außerdem ein Herausziehen der einzelnen Verbandsstücke im Innern des Turmes.

Fig. 2, Tafel 62, zeigt die äußere Ansicht des Zimmerwerkes, bei der aber, der größeren Deutlichkeit wegen, die Leerparren zum Teil fortgelassen sind.

Fig. 600<sup>1)</sup> wird die gesamte Anordnung mit Balkenlagen, Kreuzen und Sparren verdeutlichen.

Fig. 600.



Nach denselben Grundsätzen ist die Holzkonstruktion des von D'hen in Berlin entworfenen neuen Turmhelmes

1) Nach Krauth und Meyer, Das Zimmermannsbuch.

der Nikolaikirche in Flensburg ausgeführt, welche auf Tafel 63, Fig. 1 bis 9, dargestellt ist.<sup>1)</sup> Derselbe mußte auf die alten Turmmauern aufgesetzt werden, die kein Quadrat, sondern ein Rechteck von 11,6 zu 12,6 m bilden. Diese Unregelmäßigkeit, sowie die der schiefen Ecken wurde durch die vier Ecktürmchen maskiert, die den großen oktogonalen Helm flankieren. Die Unterbauten dieser Ecktürmchen sind nach D'hen's Angabe aus dem Grunde massiv gehalten, weil sie eine Verbindung der isolierten Giebel bis auf halbe Höhe derselben herbeiführen, und, durch nach Innen liegende Strebe Pfeiler verstärkt, einen festen Mauerwerk darstellen, der eine weitere Unterstüzung der Giebel unnötig erscheinen läßt.

Unterhalb der Giebel ist das alte Mauerwerk durch einen neuen Mauerkranz in Cementmörtel abgedeckt und mittels acht Stück durchgehender I-Schienenanker fest zusammengehalten. Dieselben bilden zugleich die Mauerlatten für die unterste Balkenlage des ganzen Helmes, dessen Gewicht auf diese Weise gleichmäßig auf die alten Mauern übertragen wird. Der Helm steht frei, damit nicht vor kommende Erschütterungen dem Giebelmauerwerk von Nachteil sein können.

Der 50 m hohe Helm ist durch 11 Balkenlagen in eben so viele Etagen geteilt von 3,5 bis 5 m Höhe. Mit der zweiten und dritten Balkenlage sind die Helme der Ecktürmchen sehr solid verbunden, Fig. 3. Von der Spitze herab bis einschließlich der fünften Balkenlage sind die beiden rechtwinkelig übereinanderliegenden Balkenpaare der Etagen im stande, sich ohne weitere Unterstüzung als die vorhandene zu tragen. Da jedoch die freie Legweite der Balken nach unten immer mehr zunimmt und in der vierten Balkenlage schon 7 m beträgt, welche sich bis zur untersten auf 9 m steigert, so sah man sich veranlaßt, den vier untersten Balkenlagen eine Zwischenunterstüzung zu geben. Dadurch entstand der pyramidale Zubau, der aus vier 4 fachen Pfosten besteht, die auf verdübelten Balken aufsitzen, durch acht Paar Streben abgesprengt und mittels der Balkenlagen verbunden und verbolzt sind. Dieser Zubau giebt den durch die gekuppelten Pfosten greifenden Balken der zweiten bis vierten Balkenlage eine äußerst sichere Lage. Die Dachflächen sind mit rotem englischen Schiefer gedeckt.

Bei noch größeren Konstruktionen dieser Art wird es nötig, außer den Gratparren noch andere, von diesen unabhängige Stützen für die Gebälke anzuordnen, damit man einen etwa schadhaft gewordenen Gratparren durch einen neuen ersetzen kann, ohne die Festigkeit der Stockwerksgebälke zu gefährden. Diese Stützen stehen hinter

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover, Jahrgang 1878.



den Gratparren in einiger Entfernung von denselben, aber in den Ebenen der Dreiecke, die zwei einander diagonal gegenüberliegende Gratparren bilden, und sind mit den Gebälken auf dieselbe Weise, wie die Gratparren selbst, verbunden. Sie lehnen sich ebenfalls an die kurze Helmsange und ersetzen auf weit zweckmäßigere Weise die mehrfachen Stockwerke von liegenden Dachstühlen der früher geübten Konstruktionsweise.

Die Frage, ob eine Verankerung des Turmhelmes mit dem Turmmauerwerk wünschenswert oder notwendig sei, ist in neuerer Zeit durch mehrfach vorgekommenen Absturz von Turmhelmen eingehend erörtert worden.<sup>1)</sup> Wenn auch die Anschauungen geteilt sind, und sich heute noch viele Techniker dem von Moller aufgestellten Grundsatz der Nichtverankerung anschließen, so ist doch für die Beurteilung der Frage folgendes als feststehend anzunehmen:

- 1) Die alten Türme sind mit einem großen Holzaufwand aus Eichenholz konstruiert und besitzen ein großes Eigengewicht;
- 2) die neuen Turmhelme erfordern einen viel geringeren Holzaufwand, und werden aus dem leichten Tannenholz hergestellt, so daß sie ein wesentlich geringeres Eigengewicht besitzen als die alten Turmhelme;
- 3) die schlanken in Eisen hergestellten Turmhelme werden ihres geringen Eigengewichtes wegen stets mit dem Turmmauerwerk verankert, genau, wie auch die hohen eisernen Viadukt Pfeiler mit dem Unterbau verankert werden;
- 4) auch hölzerne Turmhelme sind in neuerer Zeit vielfach mit dem Turmmauerwerk verankert worden;
- 5) weder bei den eisernen noch bei den hölzernen verankerten Turmhelmen sind bisher irgend welche schädliche Einwirkungen auf das Mauerwerk bekannt geworden;
- 6) die Holzkonstruktion der neueren Helme hat annähernd dasselbe Gewicht wie die Schalung und Schieferung zusammen; dabei ist zu beachten, daß das Helmgerüst in den unteren Teilen stark durchbrochen ist, dagegen nach der Spitze hin eine mehr und mehr geschlossene Fläche dem Winde darbietet;
- 7) für die Fertigstellung der Spitze sind meist umfangreiche Gerüste nötig, die den Angriffspunkt der Windresultierenden erheblich nach oben rücken;

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 481. Deutsche Bauzeitung 1895, S. 382, 393, 415, 477. Handbuch der Architektur, III. Tl., Bd. 2, Heft 4, S. 144. Mohrmann-Angewitter, Lehrbuch der gotischen Konstruktionen, S. 615.

8) die große Masse des Schiefers und der Schalung befindet sich im unteren Teil des Helmes, belastet diesen somit sehr stark und trägt wesentlich und erheblich zu dessen Standfestigkeit bei;

9) während des „Nichtens,“ und vor Aufbringung der Dachdeckung ist mit Rücksicht auf die vorstehend angeführten Verhältnisse die Standfestigkeit des Helmes thatsächlich eine ungenügende, so daß die Verankerung als unbedingt erforderlich bezeichnet werden muß, wenn die genügende Sicherheit gegen Stürme geboten sein soll;

10) eine vorübergehende Verankerung ist umständlich und schwierig auszuführen, und wohl nicht erheblich billiger als die dauernde Verankerung, welche letztere aber den großen Vorteil bietet, daß sie dem Helm eine vermehrte Sicherheit gegen den Umsturz bietet und dessen Standsicherheit auch bei späteren Umdeckungen oder Neudeckungen gewährleistet.

Es dürfte somit die Verankerung als zweckmäßig zu empfehlen sein, wobei jedoch die Anker im Mauerwerk liegen und möglichst tief in dasselbe eingreifen müssen, um eine genügende Mauermaße zu fassen.

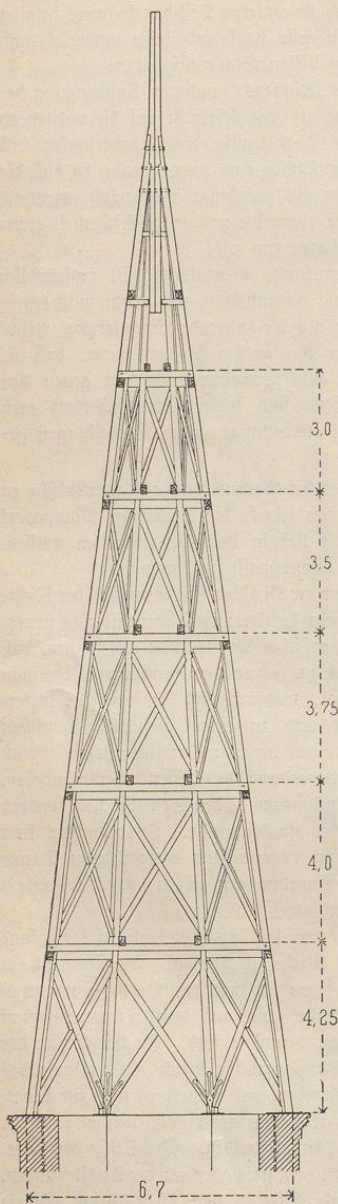
Hiernach erscheint der Moller'sche Grundsatz der Nichtverankerung nicht mehr haltbar; auch darin ist man neuerdings von der Moller'schen Konstruktion abgewichen, daß man die Verkreuzung zwischen den Gratparren, die man verdoppelt, vornimmt, wodurch das System eine bessere Verspannung erhält und zu einem stabilen räumlichen Fachwerk wird. Bei den neueren Turmhelmen ist endlich die ausgedehnte Verwendung des Eisens hervorzuheben, nicht nur zu den Schrägstäben in den Seitenflächen, sondern auch zur Bildung der Knotenpunkte. Insbesondere sind es die von Dgen in neuerer Zeit ausgeführten Turmdächer, welche diese Anordnungen zeigen; zwei Beispiele<sup>1)</sup> mögen dies näher erläutern.

Fig. 601 zeigt den fast ausschließlich in Holz konstruierten Helm der Kirche zu Apolda. Die 20 × 24 cm starken Gratparren setzen sich mit dem Hirnholz unmittelbar auf Auflagerschuhe, die auf dem Turmmauerwerk liegen und mit diesem verankert sind. In der Ebene der Auflager sind die Auflagerschuhe durch ein umlaufendes Randwinkleisen verbunden, und außerdem sind zur Querverbindung der acht Auflager vier Winkleisen angeordnet, die einander in der Mitte schneiden. Die Stöße der Gratparren wechseln und liegen stets oberhalb der Aussteifungen, die durch horizontale Pfetten von 15 × 18 cm Stärke hergestellt werden. Die Pfetten bilden geschlossene Polygone und sind in die Gratparren eingesetzt. Die 18 × 18 cm

1) Handbuch der Architektur, III. Tl., Bd. 2, Heft 4, S. 170.

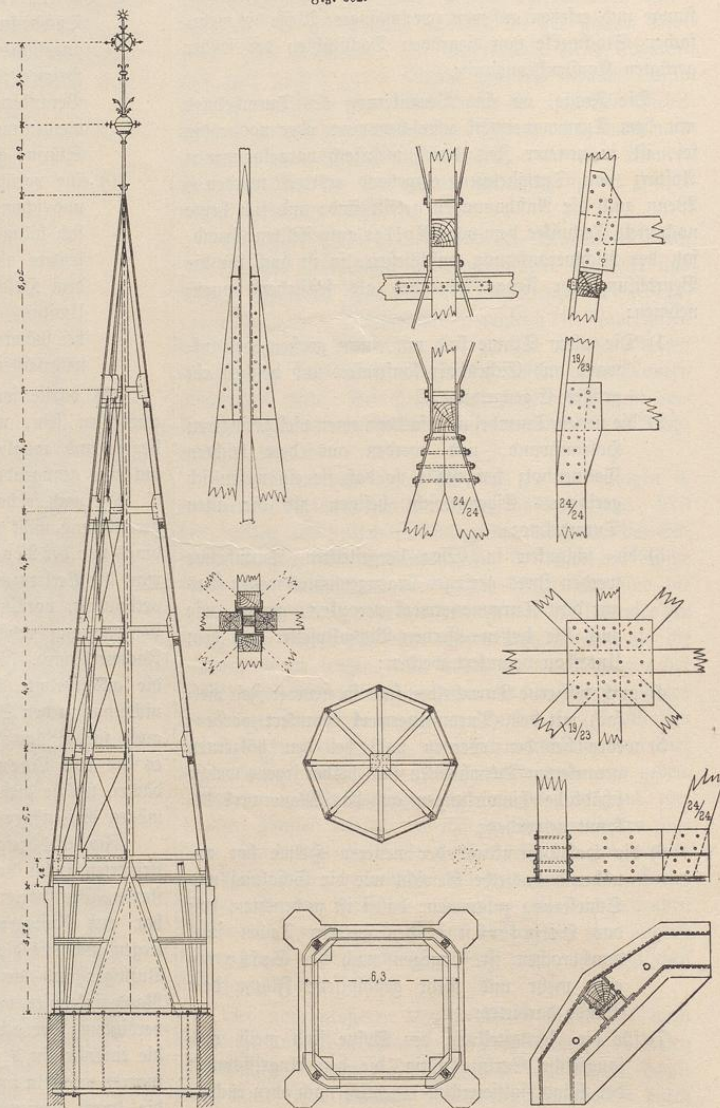


Fig. 601.



sparren verbolzt sind. Die Gratsparren setzen sich in den aus vier Hölzern von  $18 \times 18$  cm Querschnitt bestehenden Kaiserstiel, der etwa 6 m unter den Anfallspunkt der Grat-

Fig. 602.



starken Streben bilden Andreaskreuze, die in der Kreuzung miteinander vernagelt sind. Auf den Pfettenringen ruhen je zwei Paar parallele Balken, die sich unter rechtem Winkel kreuzen und unter sich und auch mit den Grat-

sparren herabreicht; er ist mehrfach durch Winkelisen gefast, die sich unter rechtem Winkel schneiden.

Eine ausgedehnte Verwendung des Eisens zeigt der Turm der Lutherkirche in Berlin, Fig. 602.



Hier setzen sich vier von den acht Gratsparren auf Giebeldreiecke, während die anderen vier Gratsparren bis zu derjenigen Auflagerebene hinabreichen, auf welche sich auch die Streben der Giebeldreiecke setzen. In der Höhe der Giebelspitzen ist eine achteckige Scheibe durch umlaufende Ringhölzer und vier querlaufende Balken gebildet, und hierauf ruht nunmehr die achtförmige Pyramide, bei der die Sparrenfelder durch Flacheisen ausgekreuzt sind, und außerdem sind über den Pfettenkreuzen jeweils die vier einander kreuzenden Balken angeordnet. Die Ausbildung der Knotenpunkte ist aus den beigegebenen Abbildungen ersichtlich.

Bei kleineren Helmen können die Andreaskreuze fehlen und die Konstruktionshölzer auf die Gratsparren und die wagrechten Balkenlagen beschränkt werden. Ein hübsches Beispiel giebt der Turmhelm der Kirche in Helba in Thüringen,<sup>1)</sup> der, mit vier kleinen Türmchen flankiert, sich auf einem in Holz konstruierten quadratischen Obergeschosß erhebt, und in der architektonischen Gestaltung den Charakter der Kirchen des Werrathales und der angrenzenden fränkischen Bezirke aus dem 16. Jahrhundert zeigt.<sup>2)</sup>

Viele Türme aus der romanischen Bauperiode haben eigentümlich gestaltete Dächer, wovon Fig. 11, Tafel 64, ein allgemeines Bild giebt. Man kann sich diese Form dadurch entstanden denken, daß über einer quadraten Grundfigur eine vierseitige Pyramide aufgestellt wird, deren Grundlinien gleich und parallel den Diagonalen des ersten Quadrates sind. Es entstehen auf diese Weise über den vier Seiten des Turmes ebenso viele Giebelfelder, und das Dach selbst erscheint als aus vier Rauteflächen zusammengesetzt.

Die Fig. 1 bis 10, Tafel 64, zeigen ein solches Dach.

Fig. 1 ist der Grundriß der untersten Balkenlage. Zwei Hauptbalken gehen nach den Diagonalen der Grundfigur durch, um mit den bis an die unteren Giebeldecken reichenden — die Mitte einer Raute bildenden — Sparren zwei feste vertikale Dreiecke zu bilden. Diese Hauptbalken liegen auf vier kürzeren, die die Mitten der Seiten der Grundfigur verbinden, so daß die ersteren durch Sattelhölzer an den Enden so verstärkt sind, daß sie mit den kürzeren Balken auf den ringsum laufenden doppelten Mauerlatten aufgekämmt werden können.

In der Höhe der Giebelspitzen liegen ebenfalls zwei durchgehende Balken, jedoch parallel mit den Seiten der Grundfigur des Turmes. Sie dienen den vier Grats-

sparren, die von den Giebelspitzen aufsteigen, als Basis und bilden mit diesen wieder zwei feste Dreiecke, die sich mit den erstgenannten in der Achse des Turmes durchdringen. Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt in der Höhe der Giebelspitzen.

Auf den ebengenannten Balken liegen, parallel zu den Diagonalen der Grundfigur, vier Pfetten, welche die langen Hauptsparren und die Schiffsparren der Dachseiten unterstützen. Diese Pfetten, die in den Fig. 3a und 3b im Durchschnitt erscheinen, sind durch vier vertikale, auf den unteren Hauptbalken stehende Pfosten unterstützt, die in der Mitte ihrer Höhe noch einmal durch Zangen mit den langen Hauptsparren verbunden sind und so auch diese stützen.

In der Mitte der Giebelfelder stehen vier vertikale Pfosten, auf denen die Kehlbalke ruhen und gegen welche sich die Ortsparren anschließen. In Fig. 2, die die Giebelfelder im Durchschnitt, das Holzgerüst der Turmspitze aber in der vorderen Ansicht zeigt, werden diese Pfosten und die erwähnten Ortsparren sichtbar. Auch ist aus dieser Figur ersichtlich, wie die rauteförmigen Dachflächen durch die langen Hauptsparren, die Grats- und Ortsparren gebildet werden, und wie sich die Schiffsparren an die Ort- und Gratsparren anschmiegen.

Um die von den langen Hauptsparren gebildeten großen Dreiecke nochmals zu teilen, gehen in der Höhe der Giebelspitzen horizontale Zangen von einem Sparren zum gegenüberliegenden, die an die Hauptsparren angeblattet sind, aber in verschiedenen Höhen liegen, um ohne Schwächung sich kreuzen zu können. Diese Anordnung ist aus den Fig. 3a und 3b ersichtlich, die zwei halbe, in eine Ebene ausgebreitete Diagonaldurchschnitte zeigen.

Die Spitze ist durch einen kurzen Kaiserstiel gebildet, der durch Zangen gehalten wird, die von den Grats- und Hauptsparren ausgehen. Auch diese vier Zangen liegen in verschiedenen Höhen, wie solches die Fig. 2 und 3 zeigen, und umschließen den Kaiserstiel schloßartig, wie dies aus der Horizontalprojektion in Fig. 6 hervorgeht.

In den unteren Winkelspitzen der Rautefelder trifft jeder Hauptsparren mit zwei Ortsparren zusammen, und wie hier die Verbindung hergestellt ist, zeigt Fig. 3c in der äußeren, Fig. 8 in der inneren Ansicht und Fig. 7 in einer isometrischen Projektion, während Fig. 9 den zur Anwendung gekommenen Gabelbolzen darstellt. Fig. 10 zeigt endlich einen normalen Querschnitt eines der Ortsparren mit seiner Fasse, welche in der rauteförmigen Dachfläche liegt.

Zeltdächer, aus nach beliebigen Linien geschweiften Dachflächen bestehend, wie die Fig. 3, 6, 8 und 20, Tafel 19, solche darstellen, sind nur über ganz regelmäßigen Grund-

1) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.

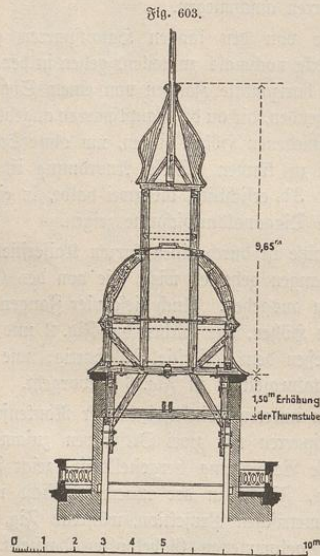
2) Deutsche Bauzeitung 1886.

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.



figuren anwendbar und gehören meistens dem Renaissance- und Rokoko-Stil an.

Die Form mag sein, welche sie will, immer ist der Kern der Konstruktion eine gewöhnliche Pyramide, und die geschwungenen und gebogenen Flächen werden durch entsprechend zugeschnittene Hölzer, die man auf den geraden Sparren der inneren Pyramide befestigt, dargestellt. Da die Dächer gewöhnlich nur klein sind, so ordnet man einen durch die ganze Höhe reichenden Kaiserstiel an und lehnt gegen diesen die nötige Anzahl gerader Gratsparren. Dieselben werden durch horizontale Zangen, die zugleich den Kaiserstiel umfassen verbunden, und letztere geben, wenn man sie über die Grat Sparren hinaus verlängert, Gelegenheit, die nötigen Dachpfetten auf ihnen zu befestigen, die wiederum den geschweiften oder gebogenen Außen Sparren zur Stütze dienen. Die Dächer sind daher meistens Pfettendächer, und wenn die Seiten der Grundfigur so groß sind, daß die Pfetten zwischen den Grat Sparren noch einer weiteren Unterstützung bedürfen, so werden auf den Mitten dieser Seiten ebenfalls gerade Bindersparren aufgestellt, die entweder gegen den Kaiserstiel angeschifft oder in Wechsel eingezapft werden können, die man in angemessener Höhe zwischen den Grat Sparren anbringt.



Tafel 65, Fig. 1 bis 2, zeigt als Beispiel die Konstruktion einer Dachhaube, die einer weiteren Erläuterung nicht bedarf, da in beiden Projektionen dieselben Konstruktionshölzer durch gleiche Buchstaben bezeichnet sind.

Fig. 603 giebt die achteckige Turmhaube vom Rathhaus in Münsterberg in Schlesien mit Laternenaufsatz mit

Zwiebelhaube. Die Konstruktion sitzt auf zwei sich rechtwinklig schneidenden Balken, in welche sich Wechsel unter  $45^\circ$  einfügen, die dann die über Eck gelegten Stüchbalken aufnehmen. Auf diesen radial liegenden Balken stehen die acht Ständer, die oben den Laternenring tragen und gegen die sich die Kuppel Sparren aus Bohlenbogen anlehnen. In der oberen Zwiebelhaube bilden entsprechend ausgeschnittene Bretter die Sparren.<sup>1)</sup>

Erhebt sich die Dachhaube auf einem in Kiegeifach konstruierten Geschoß, so kann es vorteilhaft sein, die Verstrebrungen bis zum Boden dieses Geschoßes hinabzuführen und so den ganzen Holzaufbau zu einem einheitlichen System zusammenzufassen. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 604 von einem Turme einer Villa bei Berlin.<sup>2)</sup> Das in Kiegeifach erstellte Obergeschoß des Turmes ruht auf einem Gebälk mit Gratstüchbalken — Grundriß bei H —, die die vier diagonal stehenden Streben aufnehmen. Diese setzen sich oben mit doppelter Verfassung in vier Ständer, welche den Laternenaufsatz bilden, und auf dem oberen Turmgebälk aufstehen. Diagonale Zangen und Pfosten, die auf quer gelegten Hölzern aufrufen, unterstützen die Zwischenpfetten der Bohlen Sparren, während die oberen Pfetten auf Knaggen aufstiegen, die an den Streben befestigt sind. Der obere spitze Turmhelm besitzt einen Kaiserstiel, der bis zum Turmgebälk hinabgeht und durch eine Anzahl Doppelzangen mit den übrigen Konstruktions teilen fest verbunden ist.

Fig. 605<sup>2)</sup> zeigt eine kleine Dachhaube mit doppeltem Laternenaufsatz von einem Nürnberger Privathause, und Fig. 606<sup>2)</sup> die Dachhaube eines Gartenhäuschens; beide Konstruktionen dürften aus den Zeichnungen in allen Teilen verständlich sein.

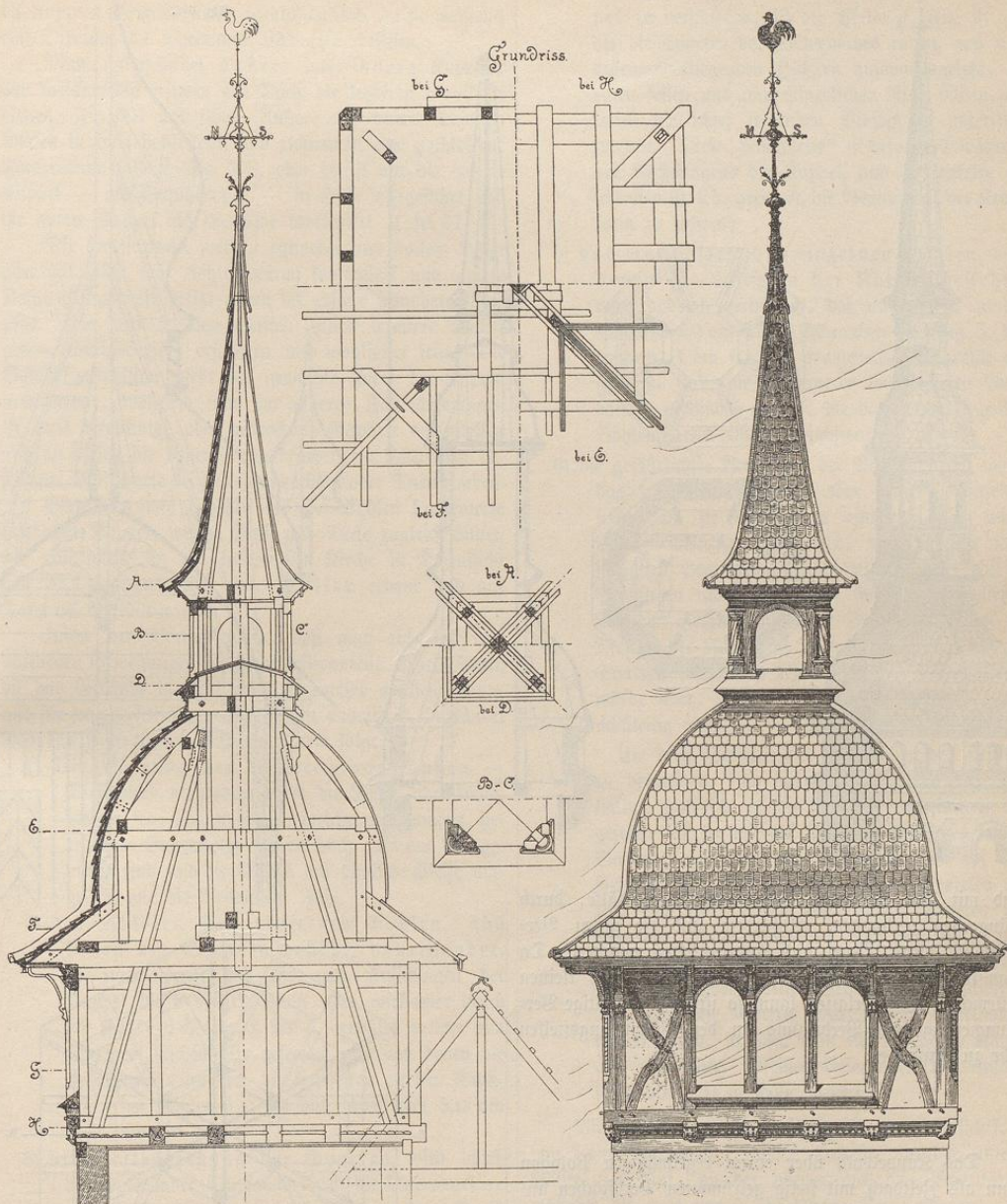
Hierher gehören noch die sogenannten Dachreiter, d. h. kleine Türme, die auf dem Dach sitzen, oder, wie man sich ausdrückt, darauf „reiten“; Fig. 3, 5 und 7, Tafel 65, zeigen einige Beispiele. Diese kleinen Türme ragen mit ihren lotrechten Umfassungswänden aus der Hauptdachfläche heraus und diese bildet somit an jenen sogenannte Dachanstöße, deren Konstruktion im ersten Teil dieses Handbuchs besprochen ist. Die Dächer der Türmchen sind Zelt- oder Helmdächer, und es ist deshalb nur noch zu zeigen, wie die Eckpfosten des Dachreiters mit der Dachkonstruktion verbunden werden müssen, um an letzterer eine Stütze zu finden. Sind die Dachbalken gehörig von unten durch Scheidewände u. s. w. unterstützt, so wird die Sache keine Schwierigkeit haben, und ist dies nicht der Fall, so wird man sich durch Hängewerke zu helfen suchen,

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1891.

2) Neumeister und Häberle, Die Holzarchitektur.



Fig. 604.



deren spezielle Anordnung aber immer von den in jedem einzelnen Fall gegebenen Bedingungen abhängen wird.

Fig. 3 bis 6, Tafel 65, stellen in der Ansicht, dem Durchschnitt und zwei Grundrissen einen einfachen Dach-

reiter dar. Er besteht im wesentlichen aus vier Eckpfosten oder Hängesäulen, die vom Dachgebälk bis zum Schwellenfranz reichen, auf dem die Giebel des Dachreiters aufliegen. Diese Hängesäulen sind durch Streben abgesprengt



Fig. 605.

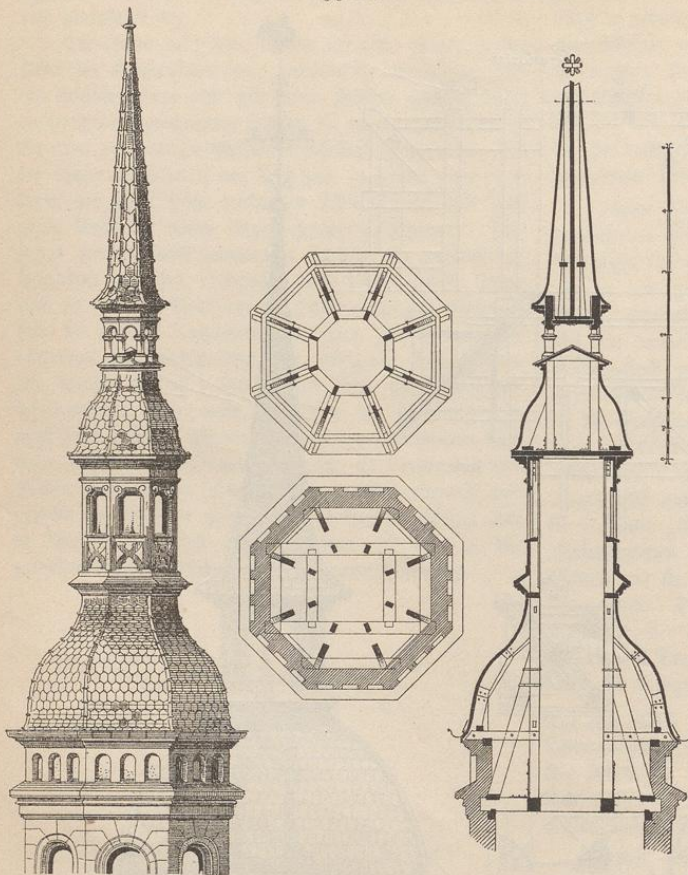
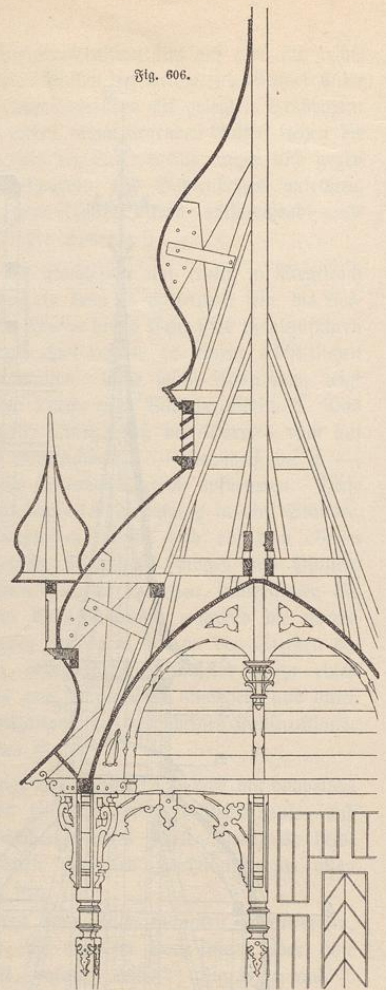


Fig. 606.

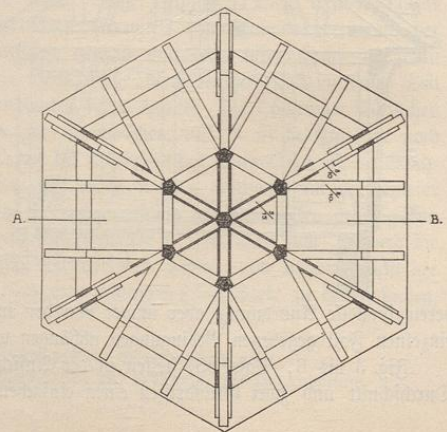


und mit dem Überzuge, bezw. dem Dachgebälke, durch Hängeeisen verbunden. Außerdem sind sie gegen Verschiebung durch Riegel und Andreaskreuze gesichert. Da man sich auf die Holzverbindungen allein bei solch' kleinen Türmchen nicht verlassen kann, so ist eine sorgfältige Verflammerung und Verbolzung an den Verbindungsstellen sehr zu empfehlen.

## § 16.

**Kuppeldächer.**

Das Kuppeldach über einem regelmäßigen Polygon kann als Zeltdach mit stetig gekrümmten Dachflächen angesehen werden. Als Erzeugungslinie der verschiedenen Kuppelformen wird nicht nur der Halbkreis, sondern auch der Spitzbogen und die Ellipse gewählt. Die Kreisform giebt der Kuppel nicht allein ein gedrücktes Aussehen,





sondern erschwert auch das dichte Eindecken am Scheitel, wo die Kuppeln übrigens selten geschlossen sind, da sie meistens eine Öffnung, die sogenannte Laterne, besitzen.

Man unterscheidet äußere und innere Kuppeln, von welchen die ersteren als Dach, die letzteren als Decke dienen, Fig. 607 und 608. Äußere und innere Kuppeln können in Holz hergestellt, und zusammen eine geschlossene Konstruktion bilden, Fig. 608, oder es ist nur die äußere Kuppel — als Schutzkuppel — in Holz ausgeführt und die innere Kuppel als Gewölbe konstruiert, Tafel 67.

Die Holzkuppeln werden entweder aus vollem Holze oder mit Hilfe von Bohlenparren konstruiert und letztere Konstruktionsweise besitzt gegen die erstere besondere Vorzüge. Sie wird in den meisten Fällen leichtere Dächer geben, weniger Holz erfordern und wohlfeiler sein. Die Bohlenkonstruktion giebt die gewölbte Form der Kuppel unmittelbar, während man im anderen Fall gezwungen ist, erst geradlinige oder gebrochene Gespärre aufzustellen und an diesen die bogenförmig bearbeiteten Hölzer zu befestigen, ähnlich wie bei den Helmdächern oder Turmhauben.

Betrachten wir zunächst die aus Bohlen konstruierte einfache Kuppel, welche Dach und Decke zugleich bildet, wie eine solche an der katholischen Kirche in Darmstadt von 33,5 m Durchmesser von Moller erbaut und auf Tafel 66 abgebildet ist.

Unter der Voraussetzung, daß man sich die verschiedenen Bewegungen der Konstruktionsteile einzeln denkt, die das Gebäude im Fall eines Einsturzes machen könnte, und für jede derselben eine Gegenkraft ausmittelt, begründet Moller seine Kuppelkonstruktion wie folgt:

- 1) Die Biegung der Sparren nach außen. — Diese wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder bb, Fig. 2 bis 4, welche von jungem, gerissenem Eichenholze 10 cm hoch, 2,5 cm dick gemacht sind und die Kuppel auf ähnliche Weise umgeben, wie die Reifen ein Faß;
- 2) das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen der Sparren besteht, voneinander, ist zwar zuerst und bis zum Aufschlagen der Kuppel durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Kette dd, Fig. 2 bis 4, verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertigt und von denen die einfachen 2,5 cm dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen 1,25 cm dick, beide aber 5,13 cm breit sind;
- 3) die Seitenbiegung der Sparren wird durch die Gurtbänder bb, sowie durch die Querriegel ee verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufstellen der Bohlenparren, ehe die Gurtbänder bb angelegt werden, den Sparren die gehörige Stellung zu geben;

4) um die horizontale Verschiebung der Kuppel zu verhindern, ist die Pfette g, Fig. 2, auf der die Sparren des Seitendaches ruhen, aus zwei aufeinanderliegenden Hölzern zusammengesetzt, die einen festen und unverschieblichen Ring bilden und durch die schief stehenden Pfosten h unterstützt werden. Diese „Ringpfette“ ist besonders während des Aufschlagens der Kuppel, und ehe dieselbe geschlossen ist, sehr geeignet, die Genauigkeit der Kreisform zu sichern;

5) das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Sparren der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den Keilen d 50 cm lange Schrauben ee, Fig. 3, von rundem, 1 cm starkem, gezogenem Eisendrahte angebracht sind, die die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden und so die dazwischen liegenden Bohlenparren zusammenpressen;

6) die gefährlichste Bewegung der Bohlenparren würde das ungleiche Setzen oder Senken derselben sein. Da sie aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Bei der großen Länge der Sparren und bei der Menge der Fugen ist es also möglich, daß die Sparren sich etwas setzen werden. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfände, sehr nachteilig werden.

Um diese Nachteile der Ungleichheit des Senkens zu vermeiden, sind die Gurtbänder bb mit ihrer halben Holzdicke in die Sparren eingelassen, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Sparren kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken und teilt sich durch dieses den übrigen Sparren mit, kann aber weder nach oben, noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen. Da nun diese Gurten circa 1,75 m voneinander entfernt sind, so kann man sich die große Kuppel als aus lauter aufeinanderliegenden Regelstücken, jedes von 1,75 m Höhe, denken.<sup>1)</sup>

Die Hauptbogenrippen, welche bis zum Oberlichtkranz von 7,5 m Durchmesser greifen, bestehen an der unteren Hälfte aus fünf, an der oberen aus drei Brettstärken, während die etwa nur  $\frac{2}{3}$  so langen Zwischenparren aus drei Bohlenlagen konstruiert sind, Fig. 1. Die Bohlen-

1) Moller, Beiträge zur Lehre von den Baukonstruktionen.



sparren oder Bohlenrippen bestehen aus circa 38 cm breiten, 5 cm dicken und 1,6 m langen Bohlenstücken.

Wir hätten es jedoch für zweckmäßiger gehalten, die Sparren der Kuppel anstatt aus drei und fünf Brettschichten beziehentlich nur aus zwei und drei stärkeren Brettschichten zu bilden, und an den Stößen der einzelnen Bohlenstücke kräftige Holzschrauben oder leichte Schraubenbolzen statt der Nägel zu verwenden. Denn die Keile dd sichern die Sparren wohl gegen ein seitwärtiges Ausweichen, daß sie aber das Trennen der einzelnen Bohlenlagen voneinander kräftig verhüten, müssen wir bezweifeln.

Die oben ad 4 gegen eine horizontale Verschiebung der Kuppel erwähnten Sicherheitsmaßregeln lassen sich nur in dem sehr günstigen Fall, daß die Kuppel mit einem sich anlehnenen Pultbache umgeben ist, auf die angegebene Art anbringen, im anderen Fall wird man darauf verzichten müssen. Die Gefahr einer solchen Verschiebung dürfte indessen auch nicht groß sein, denn sie könnte wohl nur in einer schraubenförmigen Bewegung der Kuppel bestehen, der durch die sehr wirksame Verriegelung der Sparren kräftig entgegen gearbeitet wird.

Auch das untere Auflager der Bohlen sparren, die ringförmige Schwelle ii, hat nicht oft eine so günstige Lage, wie in dem vorliegenden Fall, in welchem das ihr zur unmittelbaren Unterlage dienende Stützgebälk, das durch die äußere Umfassungsmauer und durch die innere Säulenstellung gestützt wird, durch einen Kranz von Andreaskreuzen unverschieblich gemacht ist, Fig. 1, Tafel 66. Nur wenn außer der Umfangsmauer noch eine weitere Unterstüzung im Inneren vorhanden ist, wird eine derartige Anordnung möglich. Im anderen Fall wird man sich begnügen müssen, eine möglichst breite, ringförmige Schwelle unmittelbar auf der Umfangsmauer zu lagern und mit dieser durch 1 bis 1,5 m lange, eingemauerte, eiserne Anker in Entfernungen von 1,5 bis 2 m zu verbinden. Daß dergleichen Kuppeln, ohne durchgehende Dachbalken, auf die Umfangsmauern einen Horizontalschub ausüben, können wir nach dem über diesen Gegenstand früher Gesagten nicht bezweifeln, und es ist daher von Wichtigkeit, die Sparrenschwelle als einen möglichst festen Ring zu konstruieren. Denn wenn der Horizontalschub der Sparren im ganzen Umfange derselbe ist, was wir wohl voraussetzen dürfen, so hebt die Festigkeit dieses Ringes die Wirkungen desselben auf. Bei großen Abmessungen der Kuppeln wird man diesen Ring vielleicht aus zwei hintereinanderliegenden, krumm gewachsenen Hölzern konstruieren können und dann auch hinlängliche Festigkeit erreichen. Ist aber der Kuppeldurchmesser kleiner, oder sind keine krumm gewachsenen Hölzer zu haben, so konstruiert man den Ring aus Bohlen, ähnlich wie die Sparren. Da es indessen hierbei hauptsächlich auf die absolute Festigkeit des Ringes

ankommt, so dürfte es wohl zweckmäßiger sein, denselben nach Art der Emy'schen Bohlenbogen aus hochkantig hintereinandergestellten, möglichst langen Dielen zu konstruieren und die äußere Dielenlage von Eichenholz zu nehmen. Ein solcher Ring, gehörig durch Bolzen und Bänder armiert, muß eine größere Festigkeit dem Zerreißen entgegensetzen, als ein auf die gewöhnliche Art, mit horizontalen, auf ihren breiten Seiten liegenden Dielen konstruierter.

Im oberen Teile der Kuppel lehnen sich die Sparren ebenfalls gegen einen horizontalen Ring, der aber mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen hat und daher aus liegenden Dielen gebildet werden muß. Die Sparren klauen auf und gegen diese Ringe und sind mit ihrer Breite etwas in dieselben eingelassen, um ihre Stellung in horizontaler Beziehung zu sichern.

Alles übrige der in Rede stehenden Konstruktion geht aus den auf Tafel 66 dargestellten Figuren so deutlich hervor, daß wir keine weitere Erläuterung zu geben brauchen; nur wollen wir noch das erwähnen, was Moller über die für die Dauerhaftigkeit der Konstruktion getroffenen Maßregeln anführt.

Er sagt: „Die Schwellen ii, Fig. 2, auf denen die Bohlen sparren ruhen, sind von Eichenholz; die letzteren stehen mit ihren Füßen nicht in einem Zapfenloche, worin sich Regenwasser sammeln könnte, sondern in einer nach innen offenen und etwas abhängigen Vertiefung. Das Gebälk, das die Schwellen trägt, hat Zuglöcher, so daß es, wenn es auch einmal naß werden sollte, schnell trocknen kann. Zwischen den Köpfen der Sparren, zunächst der oberen Laterne, sind (in dem oberen Ringe) Zuglöcher in Form von durchbrochenen Kassetten angebracht; da nun unter den Seitendächern die äußere Seite der Kuppel nicht verschalt ist, so entsteht natürlich zwischen den Bohlen sparren, deren Zwischenräume den Rauchröhren ähnliche, weite Kanäle bilden, ein beständiger Zugwind, welcher die Oberfläche des Holzwerkes bestreicht und zu seiner Erhaltung wesentlich beitragen muß.“

Diese Vorichtsmaßregeln sind gewiß zweckmäßig, und besonders ist auf die Herstellung eines guten Luftzuges zwischen der äußeren und inneren Verschalung große Sorgfalt zu verwenden. Es wird sich übrigens ein solcher doch immer anordnen lassen, wenn auch kein Nebendach mit der Kuppel verbunden sein sollte, wenn man nur durch passende Öffnungen (nötigenfalls durch kleine metallene Kappfenster) die äußere Luft mit der im Gebäude durch den Zwischenraum zwischen beiden Verschalungen in Verbindung zu setzen sucht.

Ein Kuppeldach von 12 m Weite über einer gewölbten Steinkuppel, wie es in neuerer Zeit in ähnlicher Größe nicht selten ausgeführt worden ist, zeigt Tafel 67 in



Fig. 1 bis 3. Die Konstruktion ist sehr einfach und besteht aus langen und kurzen Bohlensparren, von denen erstere unten in den Schwellenkranz und oben in den Laternenkranz sich einfügen, während letztere oben an den dritten Verspannungsring der Sparren sich anschließen. Die Sparren bestehen aus zwei Brettlagen von 25 cm Breite und zusammen 8 cm Dicke. Die in Entfernungen von circa 2 m angelegten drei Verspannungsringe sind des geringeren Werfens wegen aus doppelten Brettern von zusammen 6 cm Stärke gebildet, welche, um die Sparren nicht zu schwächen, zwischen diese nach Fig. 3 eingeschoben sind.

Die Schwelle ist in den Gesimsplattenkranz eingesetzt. Befürchtet man, durch ungenaue Ausführung oder außergewöhnlichen Winddruck veranlaßt, Verschiebungen der Schwelle, so können zu deren Verhinderung entweder in Entfernungen von 3 m Anker angebracht oder die Gesimsplatten durch Einlaßklammern zu einem festen, unverschieblichen Steinkranz verbunden werden.

Zur Einschalung der Kuppel behufs Eindeckung mit Zink sind schmale Dielen von etwa 10 bis 12 cm Breite zu verwenden, und davon sind einzelne besonders solid mit großen Nägeln oder Schrauben zu befestigen, damit sie als Verspannungsringe, „Kuppelgürtel“, wirken und der horizontalen Bewegung der Sparren nach außen entgegenwirken.

Als Beispiel einer einfachen Kuppel aus geraden kantigen Hölzern lassen wir auf Tafel 68 die von Schinkel entworfene, aber nicht zur Ausführung gelangte Kuppel über der Nikolaikirche in Potsdam folgen. Sie bildet das Dach über einer gewölbten Steinkuppel und trägt einen turmartigen Aufsatz. In der halben Höhe der Kuppel etwa sind zwei sich kreuzende doppelte Kehlbalcken durchgelegt, auf denen die Hauptpfosten des erwähnten Aufsatzes und die durch die ganze Höhe des letzteren reichende Helmstange ruhen. Zwei auf diesen Kehlbalcken aufgestellte doppelte Hängeböcke übertragen die Last des Aufsatzes, dessen Hauptpfosten als Hängesäulen auftreten, nach den Enden der Kehlbalcken, wo sie von liegenden Stuhlpfosten aufgenommen wird, die auf der Hintermauerung der Kuppel stehen. Die Stuhlpfosten sind doppelt und tragen eine ringförmige Pfette, die die übrigen Kehlbalcken am inneren Ende unterstützt, am äußeren Ende liegen diese auf einer mit ersterer konzentrischen Pfette, die wieder durch doppelte Stuhlsäulen getragen wird, die auf der Schwelle stehen, welche auf einem Abgange der ringförmigen Umfangsmauer ruht. Auf dieser Schwelle, und von der doppelten Reihe zentrisch gestellter Stuhlpfosten umfaßt, liegen zwei Stichgebälke übereinander und fassen zwei ringförmige Pfetten zwischen sich, von denen die innere an der äußeren Seite der längeren Stuhlpfosten liegt, die

äußere aber mit ihrer Außenfläche in den Umfang der Kuppel fällt. Die oberen der zuletzt genannten Stichbalcken nehmen zugleich die gekrümmten Sparren auf.

Zwischen diesem Stichgebälke und den Stuhlpfetten sind die Sparren noch einmal durch horizontale Niegel unterstützt, die von den zwei Reihen doppelter Stuhlsäulen getragen werden. Über dem Kehlgebälk ist noch ein zweiter Kranz von liegenden Stuhlsäulen aufgestellt, die aber einfach und auf den unteren Kehlbalcken eingezapft sind. Die Stuhlpfette dieser Säulen trägt abermals ein Stichgebälk zur Unterstützung der Sparren, deren innere Enden auf einer zweiten Pfette ruhen, die auf den Streben der Hängewerke mittels Knaggen befestigt ist. Am oberen Ende klauen die gekrümmten Sparren gegen eine Schlußpfette, die auf der bis hierher reichenden Verdoppelung der Hauptpfosten des Türmchens liegt.

Alles übrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich hervorgehen. Die äußere Bekleidung des Türmchens ist aus Metall gedacht.

Vergleicht man diese Konstruktion mit den übrigen, so wird man sich zu gunsten der Bohlenkonstruktion entscheiden müssen, indem diese bei weitem einfacher und nicht minder fest erscheint, während sie durch ein ungleich geringeres Gewicht das Gebäude weniger belastet. Nur wenn man beabsichtigt hätte, durch das bedeutende Gewicht der eben besprochenen Konstruktion die Mauern absichtlich zu belasten, um der inneren gemauerten Kuppel mehr Widerstand zu verschaffen, würde die Anordnung Vorteile gewähren; doch ist dabei nicht zu vergessen, daß die schräg gestellten Stuhlsäulen jedenfalls auch einen Horizontalschub äußern, der der Stabilität der Mauern gerade nicht zum Vorteil gereicht. Vergleicht man die Kosten, so wird der Vorteil größerer Wohlfeilheit ohne Zweifel ebenfalls auf Seiten der Bohlenkonstruktion sein.

Eine Kuppelkonstruktion nach Tafel 66, die gleichzeitig Decke und Dach bildet, ist wenig empfehlenswert, da Unrichtigkeiten der bei den Kuppeln stets mit Schwierigkeit verbundenen Eindeckung schwer zu erkennen sind, insofern die innere Kuppel und ihre dekorative Ausstattung leicht dem Verderben ausgesetzt ist.

Für die Erhaltung des Gebäudes ist es daher gerechtfertigt, zwei Kuppeln übereinander derart anzuordnen, daß man den Zwischenraum begehen kann, um alle notwendigen Ausbesserungen an der äußeren Kuppel zeitig zu entdecken. Wegen des größeren Umfanges der äußeren Kuppel wird man dieser eine größere Anzahl Sparren geben müssen; und es ist dann am besten, diese Anzahl doppelt so groß zu nehmen als bei der inneren Kuppel, so daß abwechselnd ein äußerer Sparren mit einem inneren in einerlei lotrechter Ebene liegt. Diese Sparren sind dann durch

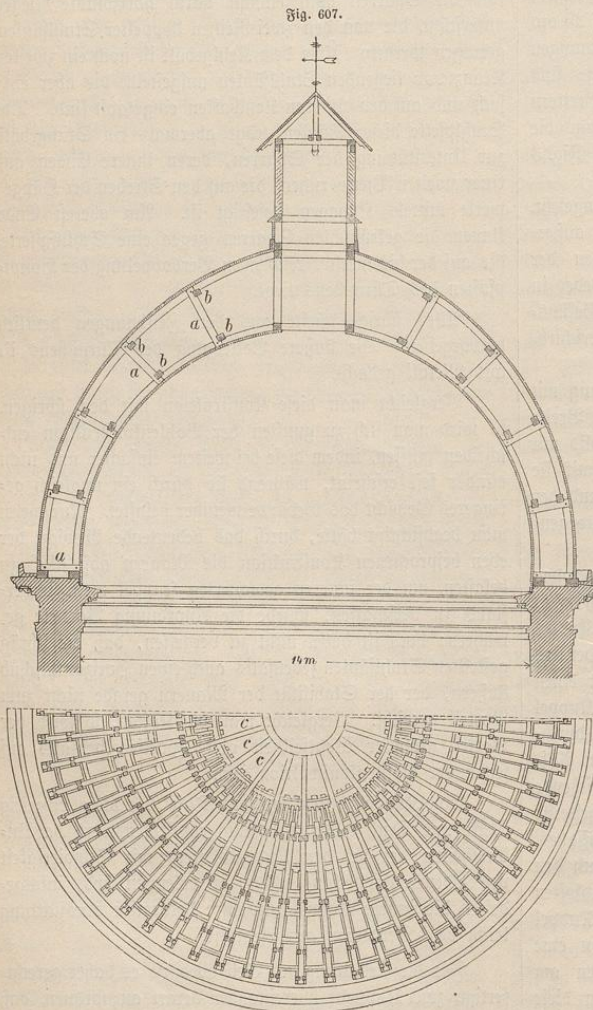


doppelte Zangen in normaler Richtung miteinander zu verbinden, wodurch das Ganze eine große Festigkeit erhält.

Ist keine besondere Unterstützung für die innere Kuppel vorhanden, sondern nur eine Umfangsmauer, so bleibt

Stichgebälk zu legen, dessen Balken die Sparren der inneren Kuppel zangenartig umfassen.

Eine Doppeltkuppel mit Laterne ist in Fig. 607 abgebildet.



nichts anderes übrig, als die innere Kuppel auf einen Absatz dieser Mauer zu stellen, diese Mauer dann noch angemessen höher zu führen und die äußere Kuppel auf den höher geführten Mauerteil zu lagern, so daß durch die exzentrische Stellung beider Kuppeln der nötige Zwischenraum gebildet wird. Bei einer solchen Anordnung erscheint es angemessen, die Schwelle der äußeren Kuppel auf ein

Die Kuppeldecke hat 14 m, das oben ansteigende Kuppeldach — die Schutzkuppel — 16,5 m und die Laterne circa 2,30 m Durchmesser. Beide Kuppeln sind aus Bohlen-sparren konstruiert, die senkrecht übereinander angeordnet sind, um sie durch mehrfache doppelte Kiegel oder Zangen a a fest verbinden und absteifen zu können. Die Sparren sind gegen das Ausbiegen durch die kreisförmigen Gurtbänder b b gesichert, und in zwei auf der Mauer liegende und mit ihr verankerte eichene Bohlenkränze eingesetzt, woselbst sie in Entfernungen von circa 1 m aufgestellt werden. Nur ein Teil der Sparren, die Hauptgebände cc, tragen die Laterne, indem sie sich in die Bohlenkränze derselben einklauen, während die beiden Leergebände, die sich zwischen je zwei Hauptgebänden befinden, bei den obersten Gurtbändern b b enden.

Als Beispiel der Konstruktion einer Doppeltkuppel von 30 m Durchmesser lassen wir in Fig. 608 bis 610 die Zeichnungen der Kuppel der von Weinbrenner erbauten katholischen Kirche in Karlsruhe folgen.

Beide Kuppeln sind aus einer gleichen Anzahl senkrecht übereinander liegender Bohlen-sparren von 25 cm Höhe und 12 cm Breite konstruiert. Sie bestehen aus drei Lagen Dielen von je 4 cm Stärke. Die Hälfte der äußeren und inneren Sparren behält ihre volle Stärke bis zu den Oberlichtkränzen, in welche sie eingelassen sind; die andere Hälfte dagegen endet bei a und a', Fig. 608, an den zwischen je zwei durchgehenden Sparren eingesetzten Kiegeln, welche die Kränze b c und f g, Fig. 610, im Grundriß bilden. Zur Verspannung dieser Kiegel gegen die in ihrer Mitte endenden dreidieligen Bohlen-sparren sind letztere durch einfache, 4 cm starke Bogen bis zu den Oberlichtkränzen verlängert. Die unverschiebbare Schwelle b, Fig. 608, nimmt die inneren, und das kurze radial angelegte Gebälk die äußeren Bohlen-sparren auf.

An den Stellen der Dachbinder cc, Fig. 609, sind die Balken verdoppelt; sie haben am äußeren Ende eine Entfernung von 1,12 m von Mitte zu Mitte voneinander. Das innere Ende ist für die Fassung der inneren Bohlen-sparren ausgekehrt.

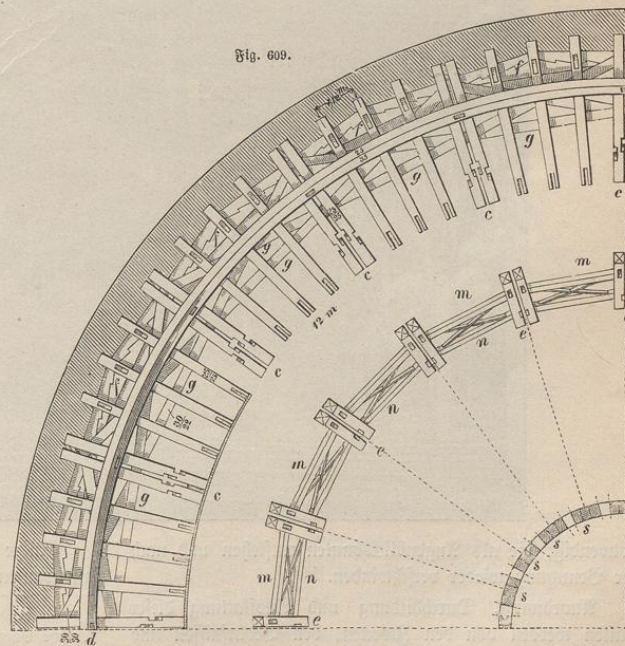
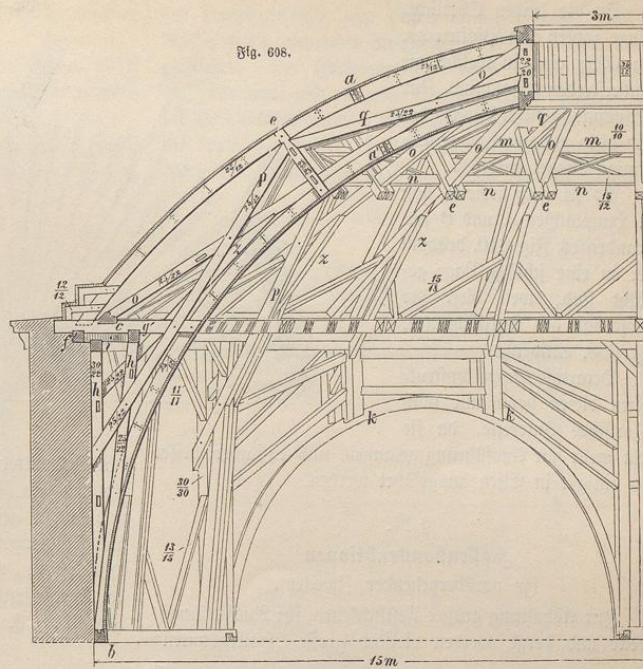


Von der festen unverschiebbaren Lage dieses Gebälkes hängt aber die Sicherstellung der äußeren Sparren, sowie die der ringförmigen Schwelle *c*, Fig. 608, und *de*, Fig. 609, ab, in welche die Hauptstreben des Dachbinders eingesetzt sind. Dies wird erreicht mittels Aufkämmens der Balken auf eine feste Unterlage, bestehend aus polygonal aneinander gereihten verzahnten Balken *ff* und der sich überblattenden liegenden Bänder *gg*, Fig. 609, und *f'g'*, Fig. 608, welche in die verzahnten Balken eingelassen sind und sie zu einem festen Kranze verbinden. Zur Unterstüzung dieser Balkenunterlage dienen die senkrechten und schrägen Pfosten *hh*, welche an den Stellen der Binder aufgerichtet sind, sowie der Pfettenkranz *i*. Zur Feststellung der Pfosten sind Kopf- und Fußbüge angebracht.

Von den 20 bis zum Oberlichtschachte ziehenden Bindern reichen nur zwölf bis zur Schwelle *b*, Fig. 608, herab, was seinen Grund darin hat, daß die Kuppel in der Richtung zweier senkrecht aufeinanderstehenden Achsen von vier großen Nischen von 12 m Weite unterbrochen ist, Fig. 608 und 610. In einer dieser Nischen über dem Haupteingange befindet sich die Orgelempore; in der auf gleicher Achse entgegengesetzten der Altar und in den beiden, an denen die Seiteneingänge liegen, die Emporen. Durch diese Nischen veranlaßt, mußten teilweise die Gewichte der übrigen acht Binder wie *kk*, Fig. 608, auf die benachbarten Binder abgeprengt werden.

Die Zangen *ee*, Fig. 608 und 609, fassen die Bindersparren der beiden Kuppeln, während die äußeren Leersparren auf die Riegel *mm* aufgelegt und die inneren an die Riegel *nn* angehängt sind. Somit haben die äußeren Bohlenparren außer den Endpunkten eine einmalige, die inneren längeren eine zweimalige Zwischenunterstützung. Die Zangen *ee* sind mittels der Hauptstreben *oo* und der sie übergreifenden doppelten Strebebänder *pp* und *qq* abgeprengt; zur Absteifung der Hauptstreben *oo* dienen die Strebenbüge *rr*.

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.





In die beiden Oberlichtfränze zapfen sich Pfosten ss, Fig. 609, ein, in welche die Binderstreben versetzt sind. Zur Verspannung dieser Pfosten hat man oben und unten kurze keilförmige Riegel eingesetzt.

Es sei noch bemerkt, daß die Hauptachsen A und B des Grundrisses, Fig. 610, deshalb hier in eine schräge Lage gebracht sind, weil diese der Projektion des Durchschnitts, Fig. 608, entspricht.

Derartige Kuppelkonstruktionen bieten heute nur noch historisches Interesse, da sie nicht mehr zur Ausführung gelangen, und einfacher, besser und billiger in Eisen ausgeführt werden.

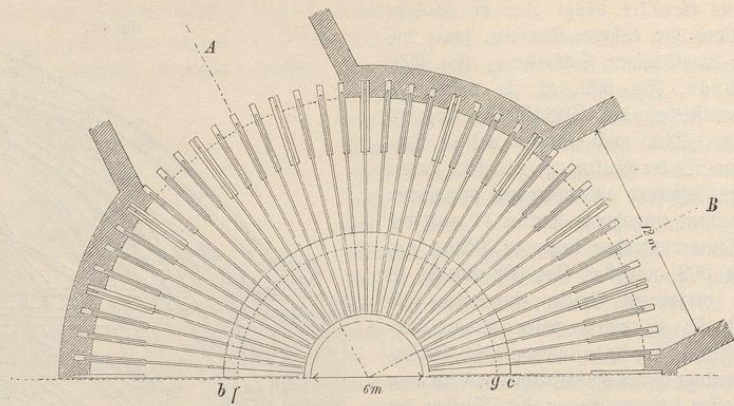
### § 17.

#### Hallenkonstruktionen

(zu vorübergehenden Zwecken).

Zur Abhaltung großer Festlichkeiten, für Ausstellungszwecke und dergl. werden vielfach große „Hallenbauten“

Fig. 610.



den Geldmitteln abhängen, es wird aber immer danach zu trachten sein, das konstruktive Gerüst entsprechend einfach und so zu gestalten, daß unter Verwendung von Laub- und Tannengewinden, Stoffen zur Bekleidung von Flächen und Stützen, von Wimpeln, Fahnen, Wappenschilden und dergl. eine festliche und großräumige Wirkung erreicht wird, Fig. 611<sup>1)</sup> (s. auch Fig. 620).

Fig. 611.



notwendig, die als Augenblicksbauten entstehen und nach der Benutzung wieder verschwinden.

Anordnung, Durchbildung und Ausstattung dieser Hallen werden von den Zwecken, den Bedürfnissen und

Einige Beispiele der neueren Ausstellungs- und Festhallenbauten mögen zeigen, wie zum Teil mit einfachen

1) Festhalle für das X. Deutsche Bundesschießen in Berlin: Deutsche Bauzeitung 1890.



Mitteln außerordentlich großartige Räume erstellt worden sind.

Die Festhalle für das Schützenfest in Zürich 1872 war mit 45 m Breite und 115,8 m Länge eine der größten Hallen dieser Art, Fig. 612.

Die quadratischen, 55 cm starken und 12 m hohen Ständer, die aus je vier sorgfältig verschraubten Pfosten bestanden, waren 2,5 m tief in die Erde eingegraben und fest mit Steinen umfeilt worden. Die 45 m weit gesprengten Dachbinder, die durch Zugbänder mit den Ständern verbunden waren, sind aus je drei Hängewerken mit fünf Hängeäulen zusammengesetzt und die Knotenpunkte durch Kreuzdiagonalen versteift, so daß ein vollständiger Fachwerkbinder entsteht, mittels dessen die Überdeckung des gewaltigen Raumes ohne innere Stützen möglich wurde.

Die Halle für das Sängerefest in Basel 1875, Fig. 613, hatte eine Spannweite von 31,5 m, und zeigt eine höchst einfache Konstruktion aus zwei ineinander verschobenen Polygonen derart, daß sieben feste Dreiecke entstanden, und die einzelnen Stäbe Tangenten an einen Halbkreis bildeten, der durch entsprechend ausgeschnittene Bretter zur Erseinerung gebracht war. Die Umfassungswände und die Dachflächen waren aus Brettern hergestellt, und die nach außen vorspringenden Schrägpfeiler waren durch Bretterverschalung als „Strebebeiler“ ausgebildet, die die langgestreckten Seitenfassaden wirkungsvoll unterbrachen, aber dem Charakter des Materiales nicht angepaßt waren. Die Beleuchtung erfolgte durch Doppelfenster, die in den oberen Wandflächen zwischen den Bindern angebracht und mit bemalten durchscheinenden Stoffen geschlossen waren.<sup>1)</sup>

Eine Konstruktion mit wirklichen Bohlenbogenbindern zeigten die Hallen der Patent- und Mustersehenausstellung zu Frankfurt a. M. 1881; Fig. 614 zeigt die Dachbinder

des Hauptvestibüls, von dessen halbkreisförmig geführter Rückseite die einzelnen Ausstellungshallen strahlenförmig ausliefen. Der Horizontalschub wird durch Zugstangen aufgenommen, und es wird besonders hervorgehoben, daß die Dachstuhlkonstruktion allen konstruktiven Anforderungen, die durch die radialen Hallen mit ihren Endigungen, und durch den halbrunden Hallenbau mit den sich bildenden

Fig. 612.

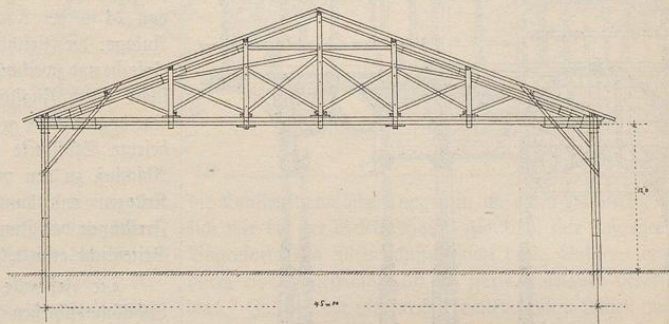
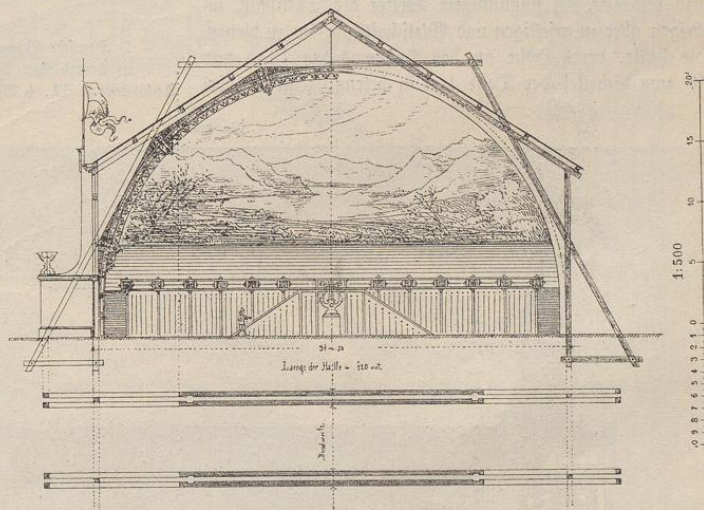


Fig. 613.



frei tragenden Durchschneidungen bei wechselnden Breiten gestellt wurden, völlig genügt habe.<sup>1)</sup>

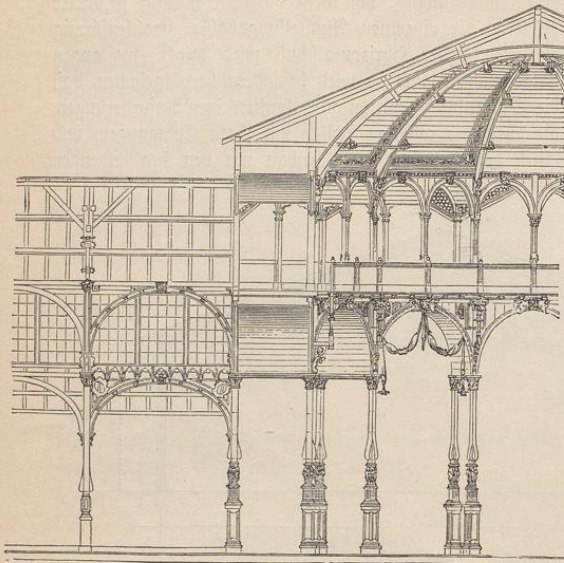
Als besonders gelungen und von wahrhaft festlicher und gewaltiger Wirkung wird die große Festhalle für das VI. Deutsche Turnfest in Dresden 1885 geschildert, Fig. 615. Die Halle hatte 28 m Breite bei 62 m Länge, und war

1) Handbuch der Architektur, 4. Tl., 4. Bd.

1) Deutsche Bauzeitung 1881.



Fig. 614.



dazu bestimmt, bei ungünstigem Wetter als Turnplatz, im übrigen aber zu geselligen und Wirtschaftszwecken zu dienen. Die Halle, deren Höhe an den Außenwänden 13 m und bis zum Scheitel der Decke 16,5 m betrug, zeigt das bei

ähnlichen Anlagen und Ausstellungsbauten bewährte System eines dreischiffigen basilikal beleuchteten Raumes, dessen schmale Seitenschiffe durch feste Querverbindungen versteift sind, während die Hallenbinder aus hölzernen, durch Zugstangen verankerten Gitterträgern mit bogenförmiger unterer Gurtung bestehen. Die Wände waren mit Brettern verwechselt, die Dächer mit Pappe eingedeckt.<sup>1)</sup>

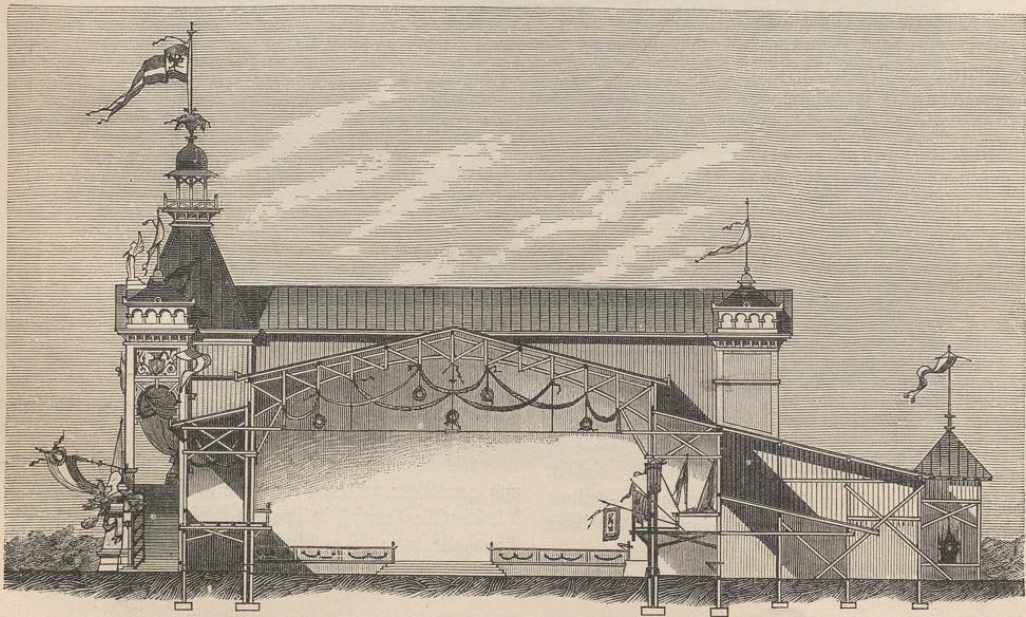
Die Festhalle für die 500jährige Jubelfeier der Universität in Heidelberg, Fig. 616, hatte eine Mittelschiffbreite von 24 m bei 8 m breiten Seitenschiffen und basilikaler Anlage; die Firsthöhe des Mittelschiffes betrug 18 m. Die einfache und zweckmäßige Dachstuhlkonstruktion, deren Seitenschub durch Zugstangen aufgehoben wurde, wurde durch eine bogenförmig gespannte, lichtblaue, mit goldenen Sternen besetzte Stoffdecke verhüllt; sie bildete so einen ruhigen Abschluß zu den mit Malereien, Wappen, Laubgewinden, Kränzen und bunten Stoffen behangenen Wänden und Freistützen des Inneren, das seine Beleuchtung durch hohes Seitenlicht erhielt.<sup>2)</sup>

Die Festhalle für das IX. Deutsche Bundes- und Jubiläumsfest zu Frankfurt a. M. 1887 bildet in Deutschland das erste Beispiel einer einschiffigen Festhalle, nach Art der Konstruktion der in Fig. 613 dargestellten

1) Deutsche Bauzeitung 1885.

2) Centralblatt der Bauverwaltung 1886, und Handbuch der Architektur 4. Tl., 4. Bd., S. 189.

Fig. 615.

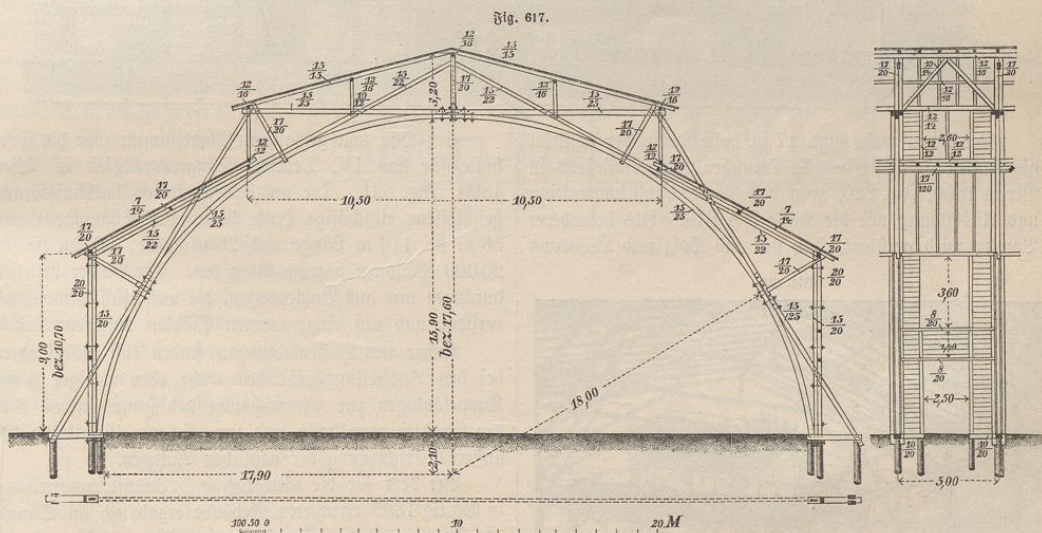
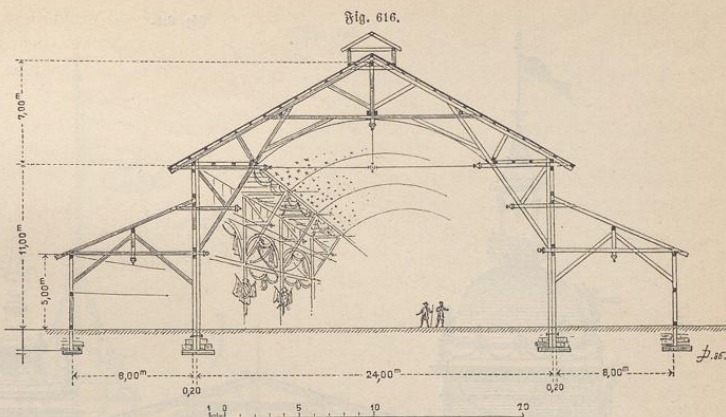




Baseler Festhalle von 1875. Die Breite beträgt hier aber 37 m, die Länge 145 m, und die Höhe 15,90 bez. 17,60 m bei einer Binderweite von 5 m. Dem Konstruktionsgerippe ist zur Versteifung ein halbkreisförmiger Bogen hinzugefügt, Fig. 617, der aus drei miteinander verschraubten Bohlen von je 5 cm Stärke und 28 cm Höhe zusammengesetzt war. Die Länge der zur Verwendung gekommenen Bohlenstücke betrug 2,25 m. Die Binderauflager wurden beiderseitig aus je drei in den Boden gerammten Pfählen gebildet, mit denen die Binder verschraubt waren.

Wegen den Winddruck waren an beiden Seiten der Halle sogenannte Versteifungstürme angelegt, und außerdem waren die beiden Endbinder sowohl an der Nord- wie an der Südseite durch Diagonalen gegeneinander versteift. Die Montierung der Binder erfolgte mittels fahr-

die Konstruktionsstäbe Tangenten an einen Halbkreis, ähnlich wie bei der Baseler Halle, Fig. 613, nur daß hier die Bogenform des Mittelschiffes nicht durch Bohlen, sondern durch eine eingespannte 35 cm starke Guirlande hergestellt war. Infolge der hierdurch erzielten großen Linien wurde



baren Gerüstes unter Benutzung von zwei Lauftrahnen; nachdem die Arbeiter eingelebt waren, konnten täglich zwei Binder aufgestellt werden.<sup>1)</sup>

Der Dachstuhl der basilikal angeordneten Festhalle für das VII. Deutsche Turnfest in München 1889, Fig. 618, zeigt bei 25 m Spannweite ein Sprengwerk mit seitwärts zur Erde geführten Verstrebungen. Im Inneren bilden

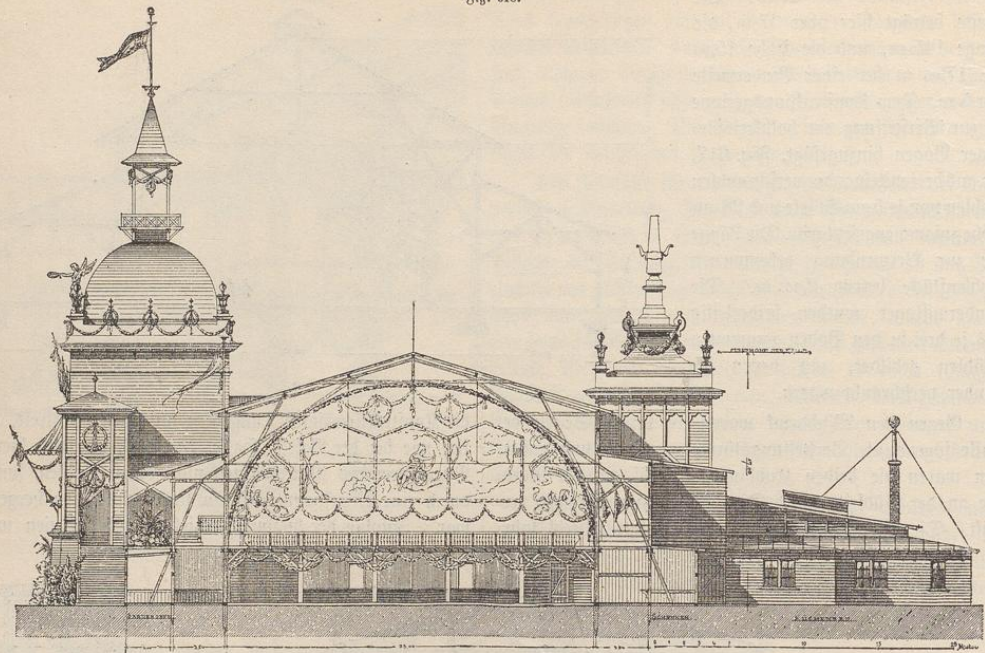
in die Perspektive der Halle eine außerordentliche Ruhe gebracht, und durch die scheinbar entstandene Tonne die Raumwirkung wesentlich gesteigert. Die Aufrichtung des Zimmerwerkes dieser Halle zeigt Fig. 619. Die Wandflächen waren verschalt, die Fache der oberen Wandteile des Mittelschiffes als Lichtflächen frei gehalten und nur mit Schirting bespannt; die Dächer waren mit Dachpappe gedeckt.<sup>1)</sup>

1) Wochenblatt für Baukunde 1887.

1) Deutsche Bauzeitung 1889.

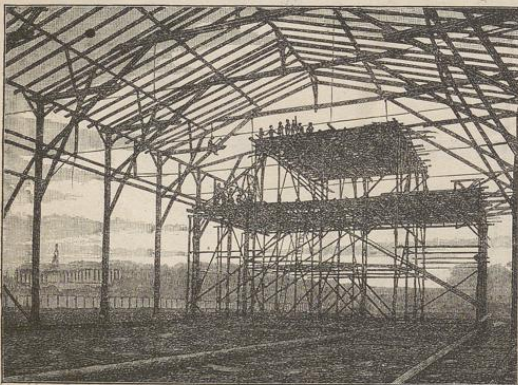


Fig. 618.



Die 24 m weite und 17 m hohe Halle der basilikal abgestuften Festhalle des X. Deutschen Bundeschießens in Berlin 1890, Fig. 620, zeigt dieselbe Dachstuhlkonstruktion und Ausbildung wie die Halle Fig. 618. Als besonderer Vorzug wird gerühmt, daß der aus Holz und Leinwand

Fig. 619.



errichtete Bau als eine Augenblicksanlage nichts weiter scheinen wollte als er war<sup>1)</sup> (s. auch Fig. 611).

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1890.

Ein Bau von gewaltigen Abmessungen war die Festhalle für das IV. Deutsche Sängerbundesfest in Wien 1890, Fig. 621. Die an beiden Enden halbkreisförmig geschlossene einschiffige Halle hatte eine Spannweite von 56 m bei 116 m Länge und 23 m Höhe, so daß sie für 20 000 Personen bequem Platz bot. Die Binder bestehen durchweg nur aus Bohlenbogen, die unter sich entsprechend versteift und auf eingerammten Pfählen aufgesetzt sind.<sup>1)</sup>

Außer den Hallenbildungen finden sich insbesondere bei den Ausstellungsgebäuden mehr oder weniger große Kuppelanlagen zur Auszeichnung des Hauptraumes oder der Haupteingangshalle und zur reicheren Gestaltung der äußeren Erscheinung der baulichen Anlagen.

Bei dem für die Gewerbe- und Industrieausstellung in Görlitz 1885 errichteten Gebäude ergab sich im Schnitt der Haupt- mit der Querschalle eine Vierung, die als der natürliche Schwerpunkt der ganzen Hallenanlage betrachtet werden konnte, und es lag nahe, diesen Punkt auch im Äußeren durch einen höheren Aufbau zu bezeichnen, welchem die Gestalt einer vierseitigen an den Ecken abgechrägten Kuppel gegeben worden ist.

Fig. 622 zeigt in einem Durchschnitt und in drei auf verschiedene Höhenlagen bezogenen Grundrissen die

1) Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1890.



interessante Kuppel-Konstruktion. Die Abbildungen, aus welchen auch zugleich die konstruktive Anordnung der Ausstellungshallen ersehen werden kann, erläutern sich im wesentlichen selbst, so daß es zum vollen Verständnis derselben nur weniger Bemerkungen bedarf.

Die Standfestigkeit der Kuppelkonstruktion wird hauptsächlich gesichert durch die besondere Anordnung folgender Teile: Die vier Eckpfeiler sind bis zum Boden herab durch Diagonalen vollständig verstrebt, so weit die unerlässlichen Durchgänge dies irgend gestatteten. Durch Anhebung der Mittelschiffdächer nächst der Kuppel wird nicht bloß der Innenraum erheblich weiter und einheitlicher gestaltet, sondern auch der Außenwand mehr Stabilität bei geringer Winddruckfläche gegeben. In Höhe des Gurtgesimses (vergl. Grundriß B) am Fuße der Kuppelwölbung ist ein einfacher Fachwerkträger ringsherum angeordnet zur Aufnahme des äußeren Winddruckes bzw. des Schubes der Kuppelrippen. In halber Höhe der Kuppelwölbung werden die leichten Bohlenrippen durch einen achteckigen Stern innerhalb gegeneinander abgesteift, so daß nennenswerte Einbiegungen einer einzelnen Dachfläche nicht wohl erfolgen können.

Die Erscheinung des leichten und luftigen Baues, dessen Höhenverhältnisse zu denen des Halleninneren glücklich abgestimmt sind, ist eine besonders gelungene.<sup>1)</sup>

Auch bei der nordischen Ausstellung in Kopenhagen 1888 erhob sich zunächst dem Haupteingang über der vom Haupt- und vom Querschiff gebildeten Vierung

1) Deutsche Bauzeitung 1885.

Fig. 620.

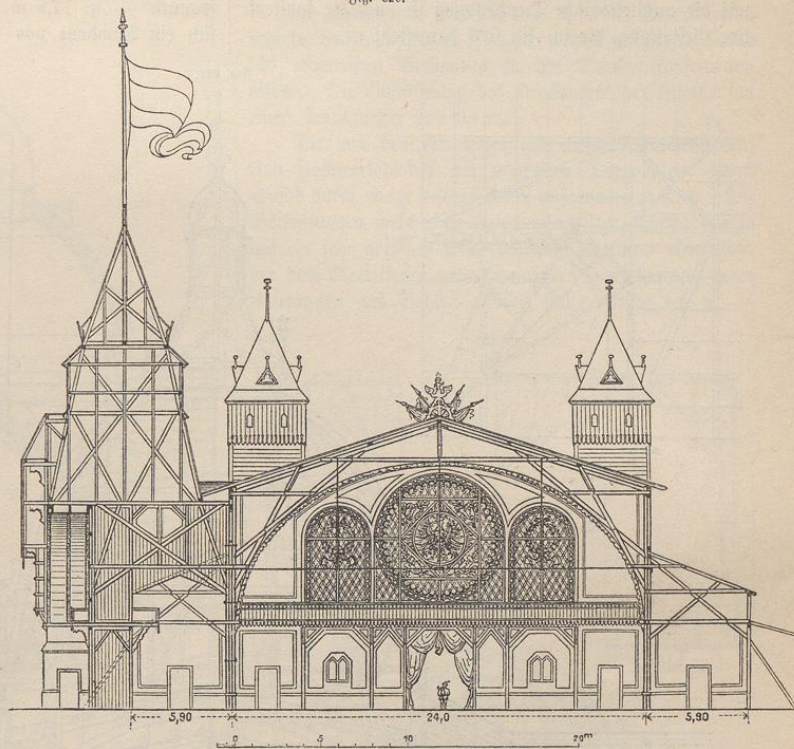
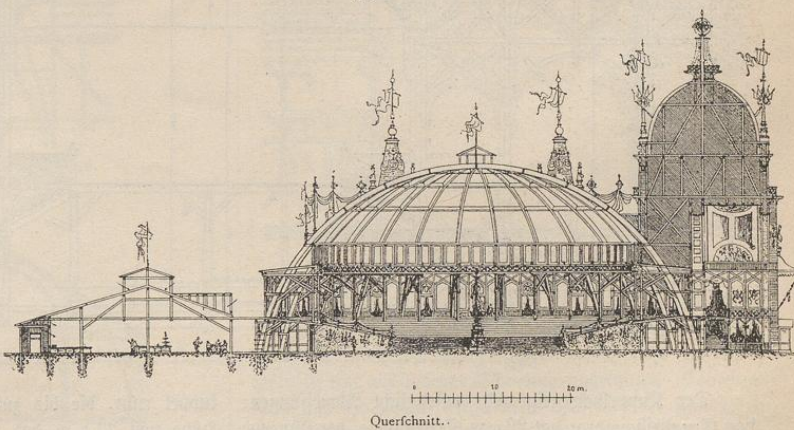


Fig. 621.

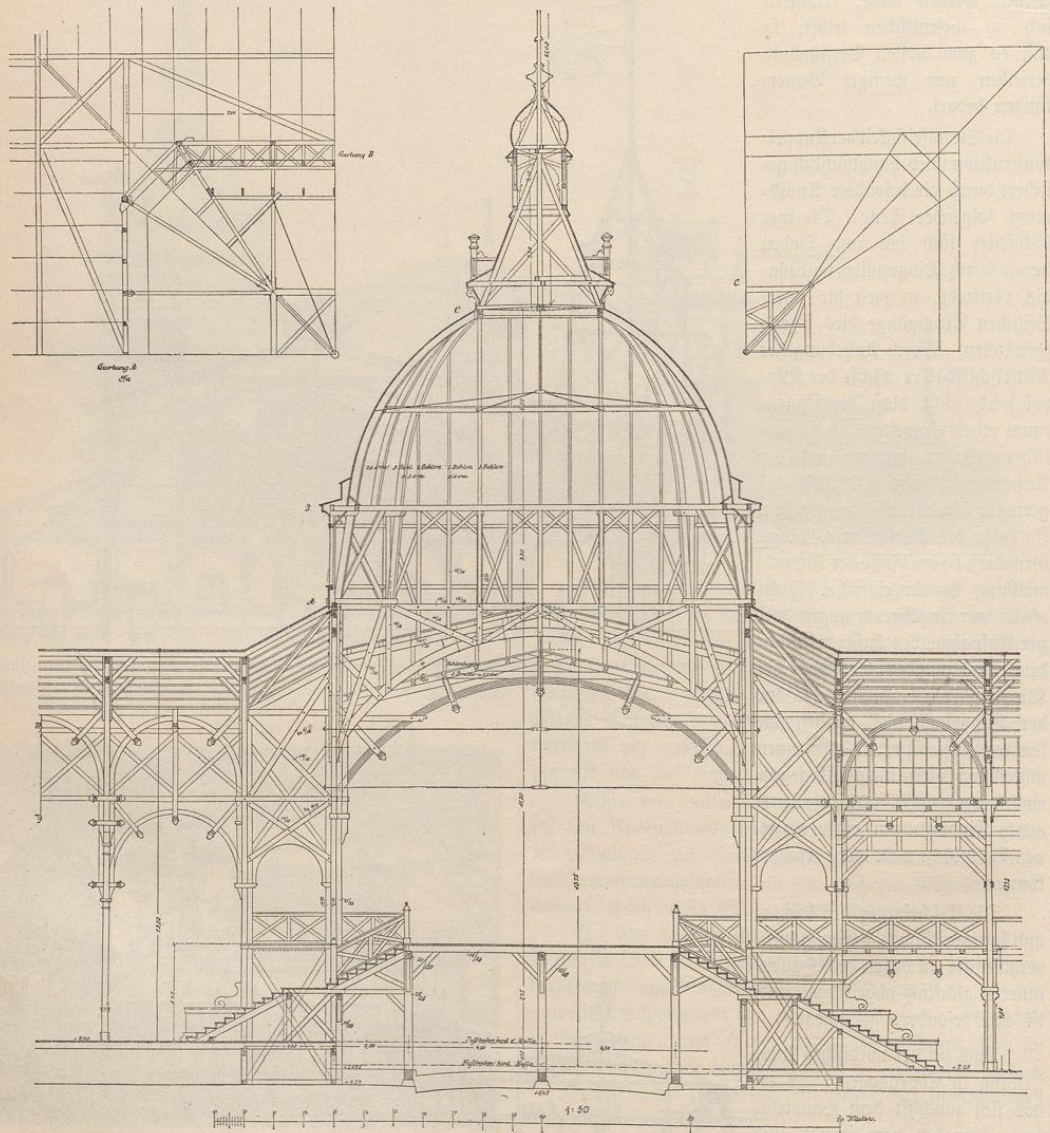




eine hochragende Kuppel mit einfallendem Licht; interessant wie die architektonische Durchbildung ist auch die konstruktive Gestaltung, die in Fig. 623 dargestellt ist.

Bogen, welche die Eingänge in die Seitenschiffe überspannen — ist 17,5 m hoch. Auf diesen Unterbau fest sich ein Tambour von 6 m Höhe, auf dem die Haupt-

Fig. 622.



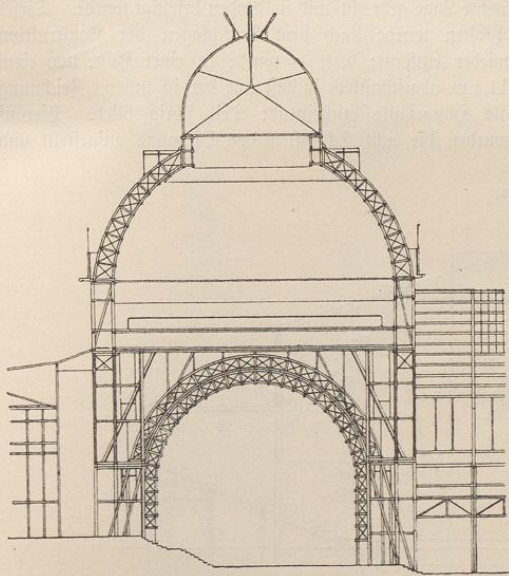
Der Kuppelbau zeigt sehr ansehnliche Abmessungen: das Grundrißquadrat hat 26,5 m Seitenlänge, der stützende Unterbau — übereinstimmend mit der Scheitelhöhe der

Kuppel ruht, die bis zur Oberkante des Druckringes die Höhe von 11,5 m hat. Da der Druckring eine weitere in Eisengerippe hergestellte Spitzkuppel von 11 m Spann-

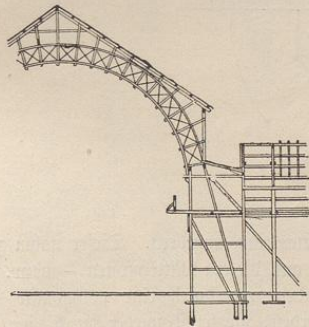


weite und 8 m Höhe trägt, so erreicht die Kuppel eine Gesamthöhe von 43 m.

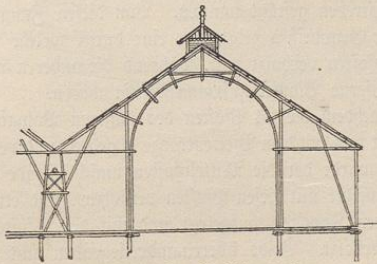
Fig. 623.



a Kuppel des Hauptgebäudes.



b Querschnitt des Hauptgebäudes.



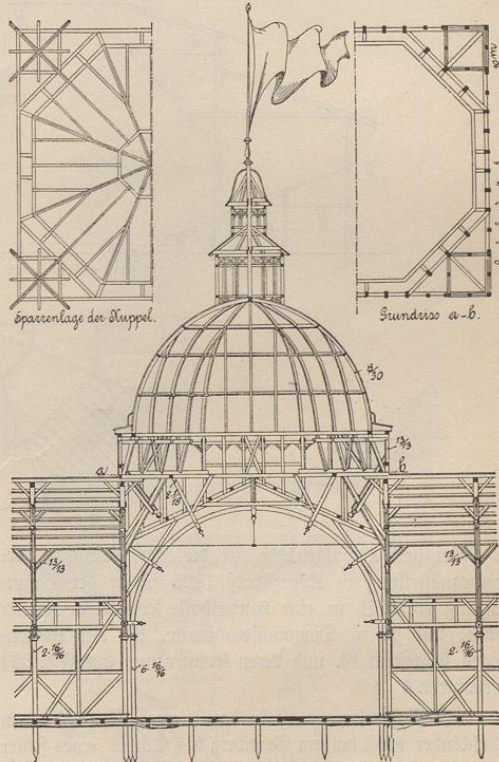
c Querschnitt der Maschinenhalle.

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

In der Höhe von 20 m — unten im Tambour — ist eine umlaufende Galerie von 2 m Breite angelegt, mittels Vortragung von Hölzern, welche gleichzeitig Teile des wagrechten Verbandes in der Tambourkonstruktion bilden. Die Lichtöffnung des Druckringes der Kuppel hat einen Durchmesser von 9,5 m.

Die von den vier Ecken ausgehenden Kuppelsparren sind Fachwerksbinder mit doppelten Diagonalen, deren Schub durch einige eiserne Anker aufgenommen wird. Die Versteifungen, welche den Unterbau erhalten, konnten darum auf ein sehr geringes Maß beschränkt werden. Die Höhe der dem Viertelkreise nahe kommenden Hauptsparren, deren Gurtungen aus Bohlen gebildet sind, beträgt 1,75 m. —

Fig. 624.



Der Eingang zum Hauptschiff der Halle ist mit Bogen überspannt von 16,5 m Weite, welche ebenfalls in Holz ausgeführt sind und 2,25 m Höhe haben; etwa in halber Höhe ist eine aussteifende Säumung angebracht. Die ebenfalls aus Holzbogen hergestellten Hallenbinder sind 19 m weit gespannt, bei ungefähr gleicher Scheitelhöhe. Auch die Halle hat, etwas unter Kämpferhöhe der Bogenbinder

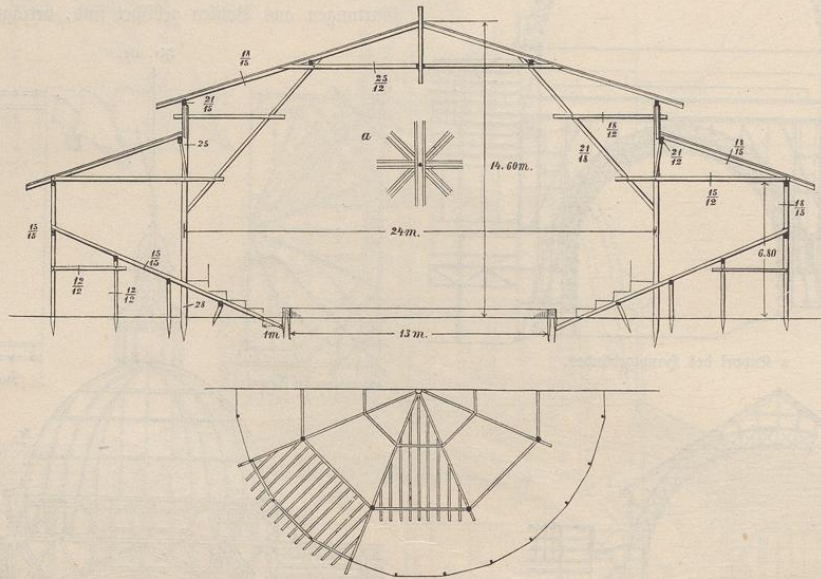


angeordnet, Laufgalerien. Die Vorrichtungen zur Aufnahme des Horizontalschubes der Binder sind im Querschnitt b angegeben; es ist wohl nicht unwahrscheinlich, daß außerdem noch einige Anker zu Hilfe genommen sind, wenigleich in den Holzwänden der Seitenschiffe das nötige Widerlager gegeben ist.

Der in Fig. c beigelegte Querschnitt eines anderen Hallenbaues, der Maschinenhalle, bietet ein Beispiel einer klaren, mit wenig Materialaufwand hergestellten Konstruktion.<sup>1)</sup>

Ausschlagen dieses provisorischen Bauwerkes begann mit der Aufstellung eines runden Mittelpfostens von 28 cm unterem und 25 cm oberem Durchmesser, welcher in senkrechte Lage gebracht und im Boden befestigt wurde. Dieser Pfosten wurde nach dem Ausschlagen der Konstruktion wieder entfernt; d. h. er wurde in einer Höhe von circa 11,5 m abgesehritten, so daß nur der in unserer Zeichnung als Hängesäule erscheinende Teil übrig blieb. Hierauf wurden die acht Eckpfosten des Oktogons aufgestellt und

Fig. 625.



Bei dem Hauptgebäude für die Nordostdeutsche Gewerbeausstellung in Königsberg 1895 führte der Haupteingang ebenfalls in eine Kuppelhalle von 21 m innerer Höhe, und 19 m Diagonalspannweite, die mit Bohlenbogen hergestellt ist, und deren Konstruktion aus Fig. 624 hervorgeht.<sup>2)</sup>

Als Beispiel eines Circusbaues zeigt Fig. 625 einen Dachbinder nebst halbem Grundriß des Daches eines seiner Zeit für den Circus Corty in Karlsruhe errichteten Baues.

Das erhöhte Mittelbaldach erhebt sich über einem Rechteck von 24 m Durchmesser, welches von einem Polygon von 24 Seiten und von 37,4 m Durchmesser umgeben ist. Das

mit dem Pfettenkranz abgedeckt. Dieser nahm zunächst die Gratsparren auf, die am Mittelpfosten — bzw. der Hängesäule — enden und durch eine polygonale Mittelpfette getragen werden, die selbst wieder durch vier, die gegenüberliegenden Gratsparren fassenden Zangen und acht Sprengstreben gestützt wurden. Von diesen Zangen ging, wie der Grundriß a zeigt, nur eine durch, welche mit dem Mittelpfosten verholzt war, während die anderen mit jener durch eiserne Bänder zusammengefaßt waren.

Nachdem die 24 Pfosten des äußeren Polygons ausgerichtet und mit dem Pfettenkranze abgedeckt und verbunden waren, wurde der die Mittelpfosten umschließende Pfettenkranz auf die mit diesen Pfosten verholzten und etwas eingelassenen Knaggen aufgelegt und mit den Pfosten ebenfalls verholzt. Beide übereinanderliegenden und für die Sparren des mittleren und des Seitendaches dienenden

1) Deutsche Bauzeitung 1889.

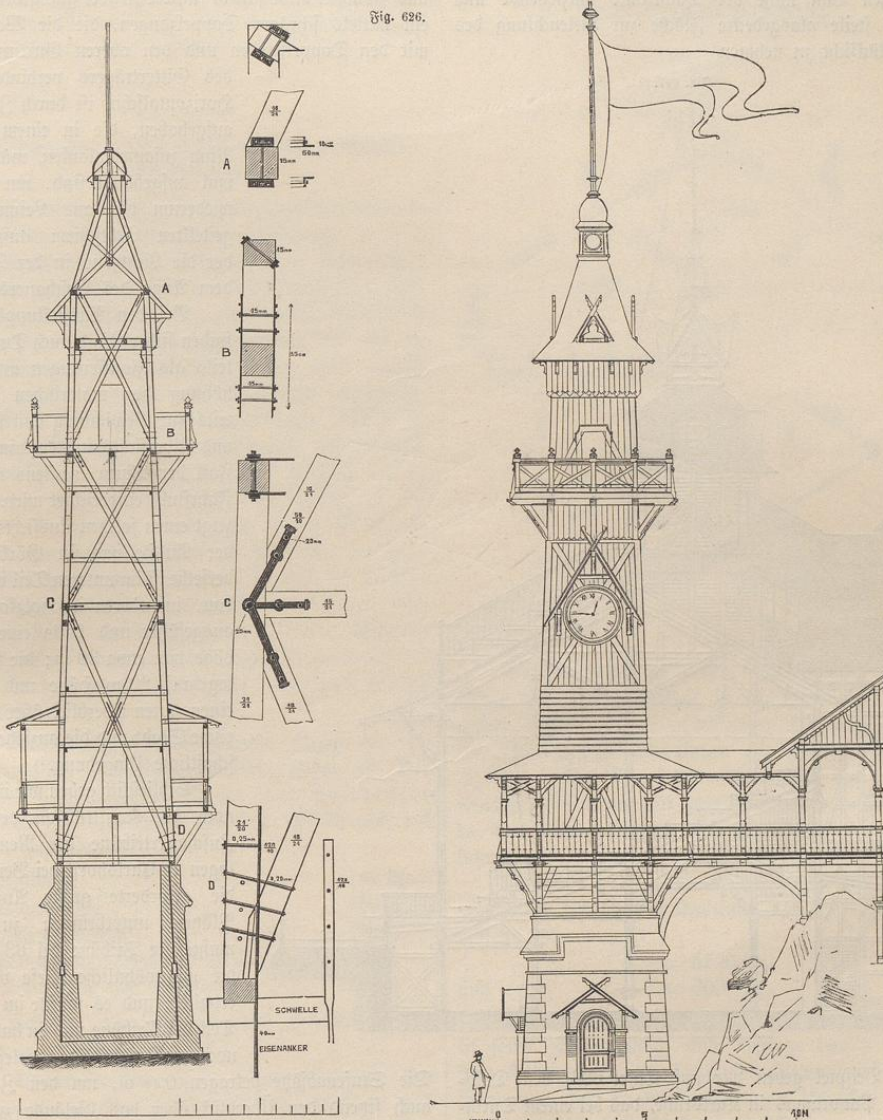
2) Deutsche Bauzeitung 1895.



Pfettenkränze lagen von Pfosten zu Pfosten circa 5 m frei und wurden deshalb noch durch Kopfbänder unterstützt. Die Mittelpfosten, sowie die Eckpfosten des äußeren Poly-

Damit war das Dachgerüst soweit hergestellt, daß die Sparren, Schalbretter und Asphaltpappe aufgebracht werden konnten. Die äußeren Wandungen wurden mit Brettern

Fig. 626.



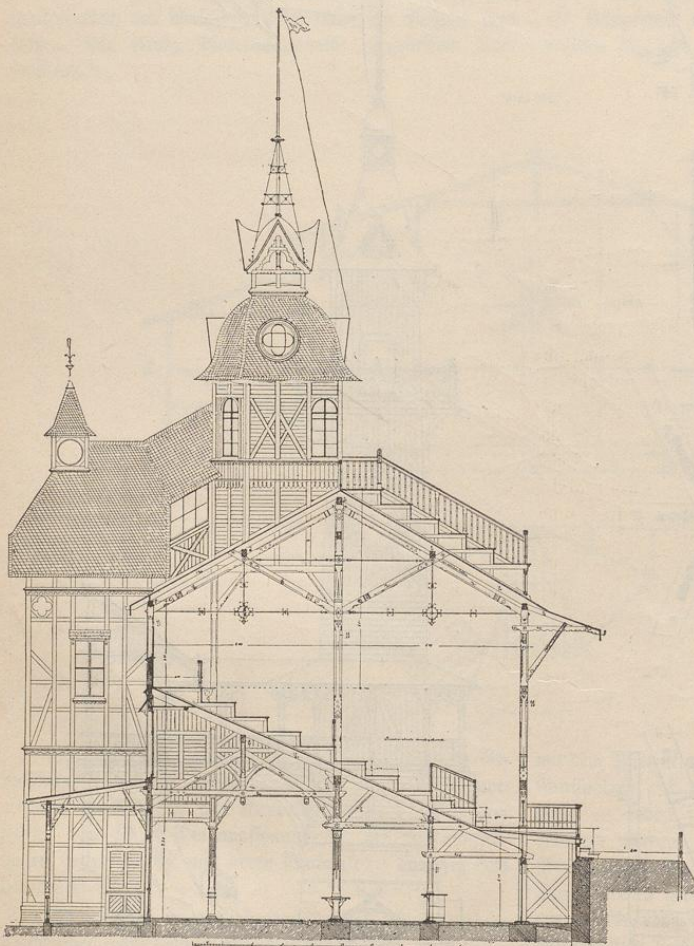
gons, welche in gleichen Radien liegen, wurden durch Zangen verbunden und verbolzt, welche nebst den darüberliegenden kürzeren Zangen auch die Sprengstreben absteiften.

verschalt. Die wesentlichen Maße sind in der Fig. 625 angegeben. Die Konstruktion ist mit geringen Mitteln ausgeführt und bietet für den Zweck, den sie zu erfüllen hat, hinreichende Festigkeit.



Die Panoramabauten zur Aufnahme der Rundgemälde erhalten wie die Circusgebäude runde oder polygonale Grundrisse, bei der Dachkonstruktion ist jedoch auf einen den ganzen Bau nahe der Dachtraufe umziehende und genügend steile glasgedeckte Fläche zur Beleuchtung des Bildes Rücksicht zu nehmen.

Fig. 627.



Als Beispiel geben wir auf Tafel 69<sup>1)</sup> den Dachbinder des Panoramas in Karlsruhe, das bei einem Durchmesser von 32,40 m ein zwölfeitiges Polygon bildet. Die diagonal gestellten Binder bestehen aus einfachen Hängewerken, die sich in die mittlere gemeinschaftliche Hängesäule

1) Nach den von Herrn Architekt Augenstein zur Verfügung gestellten Zeichnungen.

einsetzen und etwas über der Mitte durch Doppelzangen abgesteift sind. Im unteren Teil sind die Streben verdoppelt, im oberen Teil sind sie als Gitterträger gebildet, und zwischen beide schiebt sich die steilere glasgedeckte Fläche ein mittels schräger Doppelzangen, die die Wandpfosten mit den Doppelseiten und den oberen Gurtungsholzern des Gitterträgers verbinden. Der Horizontalschub ist durch Zugstangen aufgehoben, die in einem mittleren Ring zusammenlaufen, und je zweimal aufgehängt sind, um an ihnen wiederum den aus Leinwand hergestellten Lichtschirm aufzunehmen, der die Lichtzone in der Dachfläche dem Auge des Beschauers entzieht.

Bei den Ausstellungsgebäuden finden sich vielfach auch Turmbauten, teils als Flankierungen und zur Erhöhung der malerischen Wirkung, teils zur Gewinnung von Ausichts- und Übersichts punkten, in welchem Fall der Turm meistens mit einem Fahrstuhl eingerichtet wird. Fig. 626 zeigt einen solchen Aussichtsturm von der Ausstellung in Görlitz 1885; derselbe ist im unteren Teil in Massivbau, im oberen in Holzkonstruktion ausgeführt und hatte eine Gesamthöhe von etwa 30 m; die Plattform lag auf 20 m Höhe und gewährte einen guten Überblick über die malerische Stadt und die anziehende landschaftliche Umgebung.<sup>1)</sup>

Schließlich geben wir in Fig. 627 noch die Konstruktion der großen Zuschauertribüne der Rennbahnanlagen in Carlsdorf bei Berlin. Um die geforderte große Anzahl von Plätzen unterbringen zu können, mußte die Tribüne bei 63 m Länge die ungewöhnliche Tiefe von 14 m erhalten, und es mußte im mittleren Teil der Tribüne und in halber Tiefe noch eine Dachtribüne angelegt werden.

Die Stufenabätze betragen 0,48 m, um den Zuschauern auch sitzend den Überblick über das Gelände zu ermöglichen. Hieraus und wegen einer 4 m hohen Anschüttung erhielt das Gebäude eine beträchtliche Höhe und sind die mittleren Ständer bei 26/26 cm Querschnitt 17 m hoch. Diese erhebliche Höhenentwicklung war die Veranlassung,

1) Deutsche Bauzeitung 1885.



die sonst übliche Form des Bulddaches zu verlassen und ein Satteldach zu wählen. Die Traufkante der vorderen Dachfläche wurde so weit vorgeschoben, daß die Zuschauer gegen den Regen geschützt sind, daß sich aber von den Sitzplätzen der obersten Reihe noch ein Elevationswinkel der Sehstrahlen von 10° ergibt.<sup>1)</sup>

§ 18.

**Ermittlung der Spannungen in den Dachstuhlkonstruktionen.**

Infolge der eigenartigen Anordnung der Konstruktionsstäbe sind die meisten Dachstuhlkonstruktionen in Holz statisch unbestimmte Systeme, in denen sich die Spannungen nicht genau ermitteln lassen, und bei verschiedenen Konstruktionen, insbesondere bei den durch schräge Stuhlsäulen abgesprengten, ist die genaue Ermittlung der auf die einzelnen Knotenpunkte entfallenden Lasten nicht möglich, wir sind hierbei vielmehr auf Schätzungen angewiesen. Zudem ist die Übertragung der Spannungen infolge der Verbindungsweise eine nur unvollkommene und ungleichmäßige, die Stärke der Hölzer aber mit Rücksicht auf die Verbindungen vielfach eine größere als statisch an und für sich erforderlich wäre. Außerdem lehrt die Erfahrung, daß in den gewöhnlichen Fällen die Sicherheit der Holzkonstruktionen gewährleistet ist, wenn sie nach den praktisch erprobten Regeln und nach gutem Handwerksbrauch ausgeführt sind, so daß nur in besonderen Fällen die Rechnung angewendet wird, um hiernach diejenigen Abmessungen festzulegen, die den Konstruktionsteilen mindestens gegeben werden müssen.

Die Ermittlung der Spannungen erfolgt am einfachsten nach der graphischen Methode, wobei als Belastungen pro Quadratmeter der überdeckten Fläche, aus Eigengewicht, Schnee- und Winddruck zu Grunde zu legen sind:

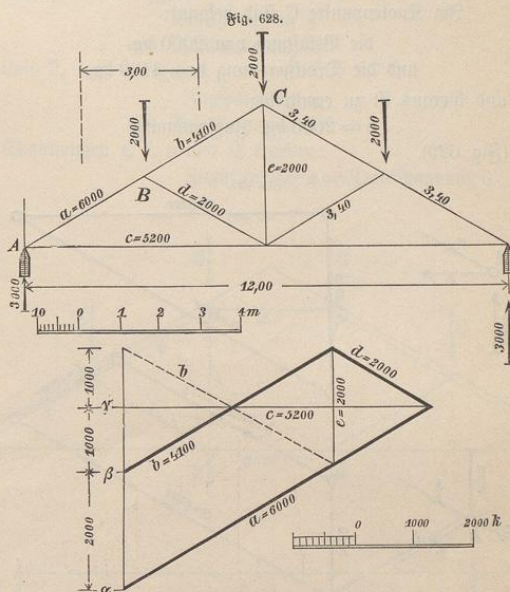
|  |        |
|--|--------|
| Beim Zinddach . . . . .                          | 140 kg |
| „ Schieferdach . . . . .                         | 190 „  |
| „ Falzziegeldach . . . . .                       | 190 „  |
| „ gewöhnlichen Ziegeldach (Spließdach) . . . . . | 220 „  |
| „ Doppeldach und Kronendach . . . . .            | 250 „  |

Ein Beispiel möge den Gang der Bestimmung der Spannungen erläutern:

Ein Dachbinder von 12 m Spannweite habe eine Firstpfette und je eine Zwischenpfette aufzunehmen und werde als einfaches Hängewerk mit Gegenstreben konstruiert. Die Deckung bestehe in Schiefer, und die Bundweite betrage 3,50 m, Fig. 628.

1) Deutsche Bauzeitung 1896.

Die Belastung eines Knotenpunktes wird dann:  
 $(3,00 \times 3,50) 190 = 2000 \text{ kg,}$   
 und die Auflagerreaktion  
 $2000 + \frac{1}{2} \cdot 2000 = 3000 \text{ kg.}$



Die sämtlichen an einem Knotenpunkte wirkenden Kräfte und Lasten müssen im Gleichgewicht sein, und müssen mithin, nach einem beliebigen Maßstab aufgetragen, ein geschlossenes Kräftepolygon mit einerlei Pfeilrichtung ergeben, s. Kap. VI, § 10. Es dürfen aber an jedem Knotenpunkte immer nur zwei Unbekannte vorhanden sein, da nach mehr als zwei Richtungen nicht zerlegt werden kann.

In A ist bekannt die aufwärts gerichtete Reaktion = 2000 + 1000 = der Kraftlinie  $\alpha\beta + \beta\gamma$ , und zu ermitteln sind:

$c = 5200 \text{ kg,}$

und  $a = 6000 \text{ kg.}$

Die Pfeilrichtung von c geht von dem Knotenpunkte, ist somit Zugspannung, und diejenige von a geht nach dem Knotenpunkte, ist somit Druckspannung. Die Zugspannungen sind im Kräfteplan durch schwache, die Druckspannungen durch starke Linien markiert.

Im Knotenpunkte B sind bekannt:

die Belastung von 2000 kg,

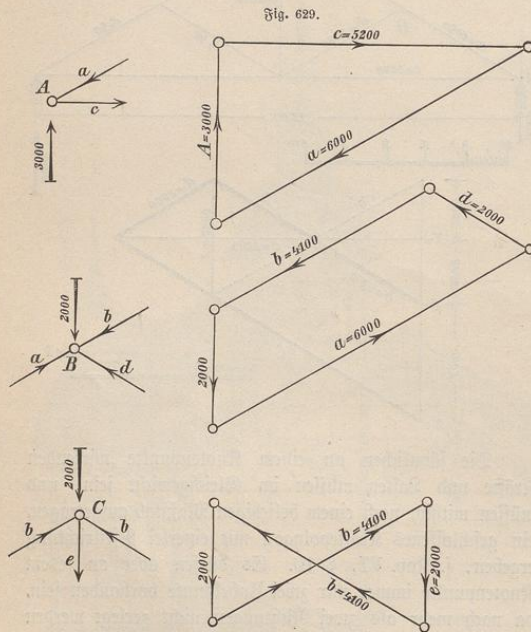
und die Druckspannung  $a = 6000 \text{ kg,}$

und hieraus sind zu ermitteln:



die Druckspannung  $d = 2000$  kg  
 und " "  $b = 4100$  "  
 Die Zusammensetzung bzw. Zerlegung erfolgt somit entgegengesetzt der Richtung der Zeiger der Uhr, von rechts nach links drehend, Fig. 629.

Im Knotenpunkte C sind bekannt:  
 die Belastung von  $2000$  kg  
 und die Druckspannung  $b = 4100$  kg,  
 und hieraus ist zu ermitteln:  
 $e = 2000$  kg, Zugspannung,  
 (Fig. 629).



Alle diese Spannungen sind in dem Kräftepolygon, Fig. 628, nach Cremona so aneinandergereiht, daß jede Kraft nur einmal in dem Plane vorkommt, wodurch sich die Ermittlung in einfacher Weise durchführen läßt.

Nachdem die Spannungen bekannt sind, können nach Kap. VII die Querschnitte der Konstruktionsstäbe bestimmt werden.

a) Strebe.

Es ist: die Normalspannung  $N = 6000$  kg  
 Bieungsbeanspruchung  $P = 2000$  "  
 Länge  $340$  cm,

somit nach Formel (42)

$$s = \frac{3 \cdot 2000 \cdot 340}{4 b h^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2 b h}$$

Es sei  $b = 17$  cm und  $h = 25$  cm,  
 dann wird  
 $s = \frac{3 \cdot 2000 \cdot 340}{4 \cdot 17 \cdot 25^2} + \frac{5 \cdot 6000}{2 \cdot 17 \cdot 25} = 34 + 35 = 69$  kg,  
 somit richtig.

b) Bundbalken.

Die Zugspannung ist  $Z = 5200$  kg,  
 somit nach Formel (43)

$$b h = \frac{Z}{12} = \frac{5200}{12} = 433;$$

für  $b = \frac{3}{4} h$

wird  $\frac{3}{4} h^2 = 433,$

und hieraus

$$h = 23 \text{ cm},$$

$$b = 17 \text{ cm}.$$

c) Gegenstrebe.

Die Druckspannung ist  $N = 2000$  kg,  
 die Länge  $l = 340$  cm,

somit nach Formel (40)

$$h = 0,294 \sqrt{2000} = 13 \text{ cm},$$

und nach Formel (41)

$$h = \sqrt[4]{2,4^2 \cdot 6000} = 13 \text{ cm},$$

d. h. der Querschnitt wird auf Druck und auf Zerknickung gleich stark,

und zwar  $13 \times 13$  cm.

d) Hängesäule.

Zugspannung  $Z = 2000$  kg,

somit nach Formel (47)

$$h = 0,4 \sqrt{2000} = 18 \text{ cm}.$$

Da die Streben eine Breite von  $17$  cm erhalten, so kann die Stärke der Hängesäule mit  $18/18$  cm beibehalten werden.

(Wegen vereinfachter Querschnittsberechnung siehe die Fußnote Seite 124).

In dem Fig. 630 dargestellten Hängewerk seien die Dachlasten  $P_1$  und  $P_2$ , und die durch die Hängesäulen aufgenommenen Lasten  $Q_1$  und  $Q_2$ ; die Reaktion  $A$  wird

$$\text{dann} = P_1 + Q_1 + \frac{P_2}{2} + \frac{Q_2}{2}.$$

Aus  $A$  ergeben sich:

Zugspannung  $c$ ,  
 und Druckspannung  $a$ ;

aus  $P_1 + Q_1$  und  $a$  ergeben sich:

Druckspannung  $d$ ,  
 und Druckspannung  $b$ ,

aus  $d, c, Q_2, c$  und  $d$  ergibt sich:

Zugspannung  $e$ .



System Fig. 631.

Die Reaktion wird  $2000 + 1000 = 3000$  kg,  
und zerlegt sich nach der Zugspannung  $c = 5200$  kg,  
und der Druckspannung  $a = 6000$  kg;

Fig. 630.

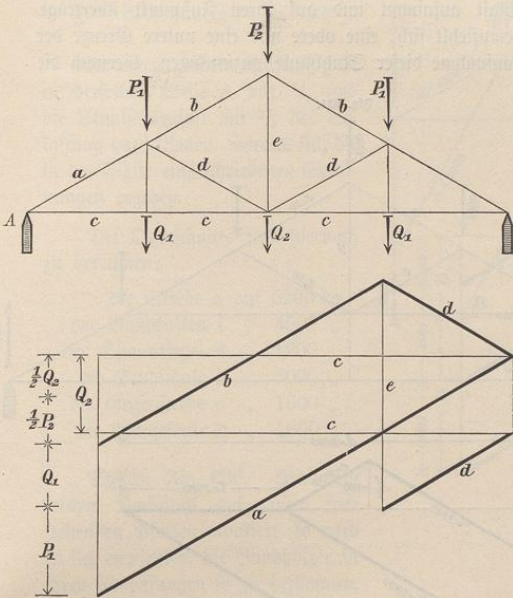
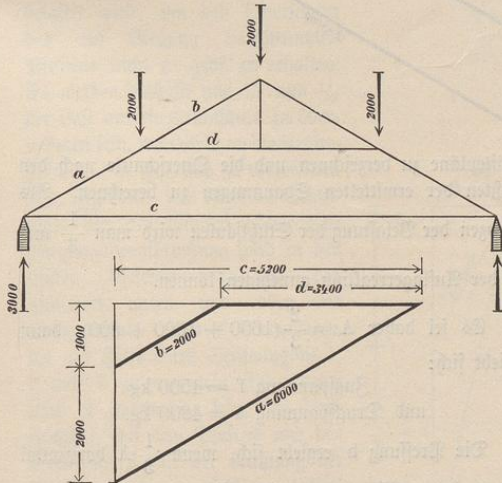


Fig. 631.



aus der Knotenpunktlast  $2000$  und  $a$  ergeben sich:

Druckspannung  $d = 3400$  kg,  
Druckspannung  $b = 2000$  kg.

System Fig. 632.

Die Reaktion wird  $P_1 + P_2 + Q$ , und zerlegt sich nach:  
der Zugspannung  $c$ ,  
und der Druckspannung  $a$ ;

Last  $P_1$  und  $a$  ergeben:

Druckspannung  $f$ ,  
und Druckspannung  $b$ ;

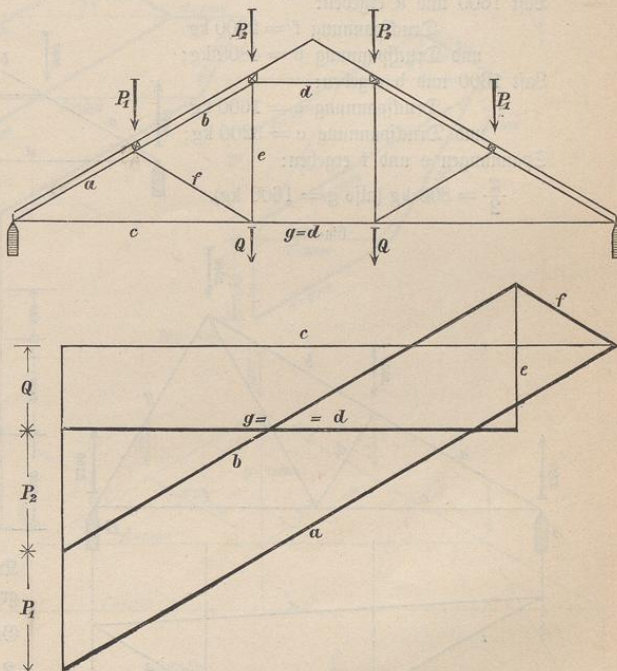
Last  $P_2$  und  $b$  ergeben:

Zugspannung  $e$ ,  
und Druckspannung  $d$ ;

Spannungen  $e, f, c$  und  $Q$  ergeben:

Zugspannung  $g =$  Druckspannung  $d$ .

Fig. 632.



System Fig. 633, Scheddach.

Die Knotenpunktlasten seien je  $2000$  kg; da die Lastverteilung unsymmetrisch ist, so sind mit Hilfe eines beliebigen Seilpolygons die Reaktionen zu ermitteln, und es wird

$A = 1700$  kg,  
 $B = 2300$  kg.

Aus Reaktion  $A$  ergeben sich:

Zugspannung  $c$ ,  
und Druckspannung  $a$ ;

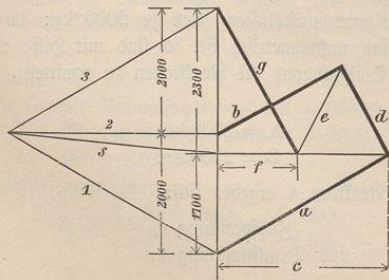
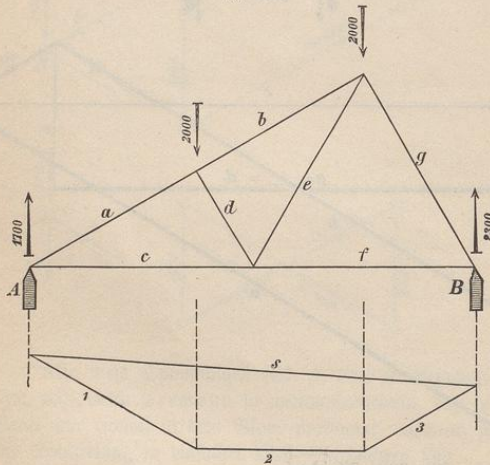


Last 2000 und a ergeben:  
 Druckspannung d  
 und Druckspannung b.  
 Spannungen d und c ergeben:  
 Zugspannung f  
 und Zugspannung e.  
 Last 2000 und b und e ergeben:  
 Druckspannung g.

System Fig. 634.

Die Reaktion wird  
 $1600 + 1600 + 800$ ,  
 und ergibt: Zugspannung  $d = 6800$  kg  
 und Druckspannung  $a = 8000$  kg;  
 Last 1600 und a ergeben:  
 Druckspannung  $f = 2700$  kg  
 und Druckspannung  $b = 4800$  kg;  
 Last 1600 und b ergeben:  
 Druckspannung  $e = 1600$  kg  
 und Druckspannung  $c = 3200$  kg;  
 Spannungen e und f ergeben:  
 $\frac{g}{2} = 800$  kg (also  $g = 1600$  kg).

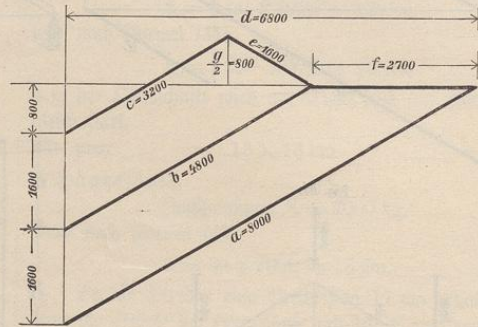
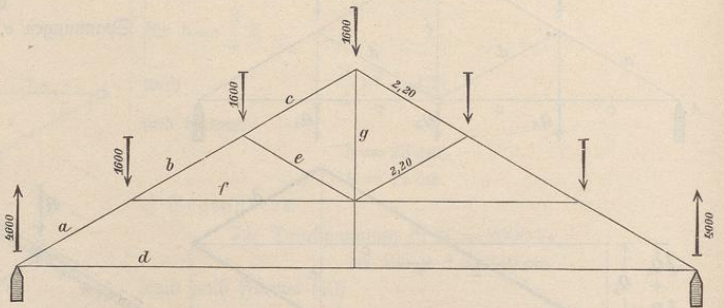
Fig. 633.



System Fig. 635.

Hier ist der Knotenpunkt K durch eine schrägstehende Stuhlhäule unterstützt, die sich auf einen Träger oder in einen Wandpfosten einsetzt, und die je nach der Genauigkeit der Arbeit einen mehr oder weniger großen Teil der Dachlast aufnimmt und auf ihren Fußpunkt überträgt. Es empfiehlt sich, eine obere und eine untere Grenze der Lastaufnahme dieser Stuhlhäule anzunehmen, hiernach die

Fig. 634.



Kräftepläne zu verzeichnen und die Querschnitte nach den größten der ermittelten Spannungen zu berechnen. Als Grenzen der Belastung der Stuhlhäulen wird man  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{3}$  der Auflagerreaktion annehmen können.

Es sei daher  $A = \frac{2}{3} (1600 + 1600 + 800)$ , dann ergibt sich:

Zugspannung  $f = 4500$  kg  
 und Druckspannung  $a = 4200$  kg.

Die Pressung h ergibt sich, wenn  $\frac{1}{3} A$  horizontal und nach der Richtung der Stuhlhäule zerlegt wird, und es ergeben sich dann im Punkte K aus 1600 kg, a und h:  
 die Druckspannung  $d = 1200$  kg  
 und die Druckspannung  $b = 4800$  kg;



Last 1600 und b ergeben

Druckspannung  $e = 1600$  kg,  
und "  $c = 3200$  kg;

und e und d ergeben:

$$\frac{1}{2}g = 800, \text{ d. h. } g = 1600 \text{ kg.}$$

In einem zweiten Kräfteplan ist in derselben Weise A mit  $\frac{1}{3}$  und die Stuhlhäulenlast mit  $\frac{2}{3}$  der Belastung anzunehmen, woraus sich die in der Figur eingeschriebenen Spannungen ergeben.

Die Querschnitte sind hiernach zu berechnen:

- die Strebe a auf 5200 kg,
- der Bundbalken f 4500 "
- der Spannriegel d 1200 "
- die Stuhlhäule h 3000 "
- die Gegenstrebe e 1600 "
- die Hängefäule g 1600 "

System Fig. 636. Wird ein solcher Dachstuhl auf einem freistehenden Pfosten montiert, so wird es sich empfehlen, die Bundhölzer in ihren Abmessungen so zu bestimmen, daß die schräge Stuhlhäule weniger belastet wird, um den Querschnitt des auf Biegung beanspruchten Pfostens nicht zu groß zu erhalten. Es werden deshalb nur  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{2}$  der Last auf die Stuhlhäule zu übernehmen sein, wonach dann die Kräftepläne wie in Fig. 635 zu verzeichnen sind, Fig. 636. Die durch die Stuhlhäule auf den Pfosten übertragene Biegungsbeanspruchung wird in den beiden Befestigungspunkten des Pfostens unten und oben die Stützendrucke t und t' hervorrufen, die mit Hilfe eines Seilpolygons 1, 2 und 3 zu ermitteln sind; dabei wird es zweckmäßig sein, den Seilstrahl 1 mit dem Pfosten, und den Seilstrahl 2 mit der Richtung der Stuhlhäule zusammenfallen zu lassen, so daß durch Ziehen der Linie 3 und der hierzu Parallelen im Kräfteplan die Werte t und t' unmittelbar

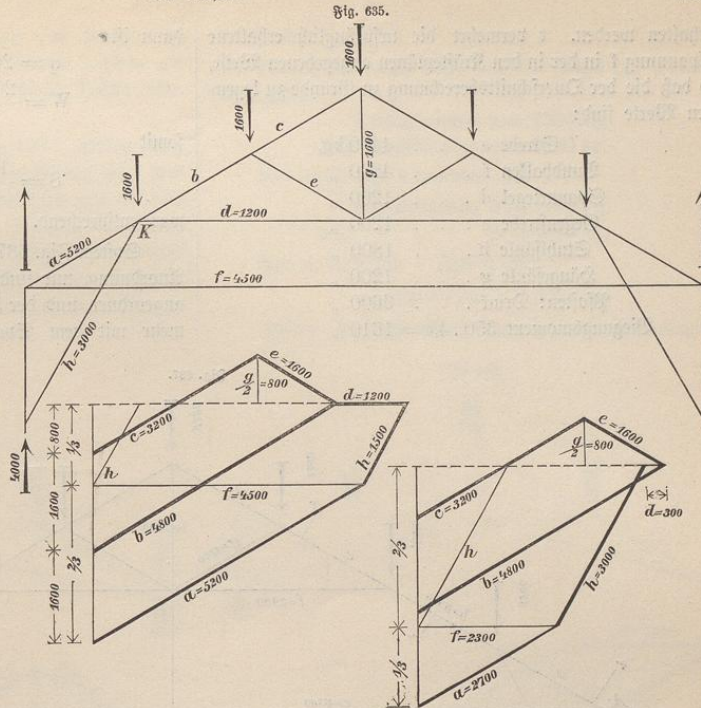
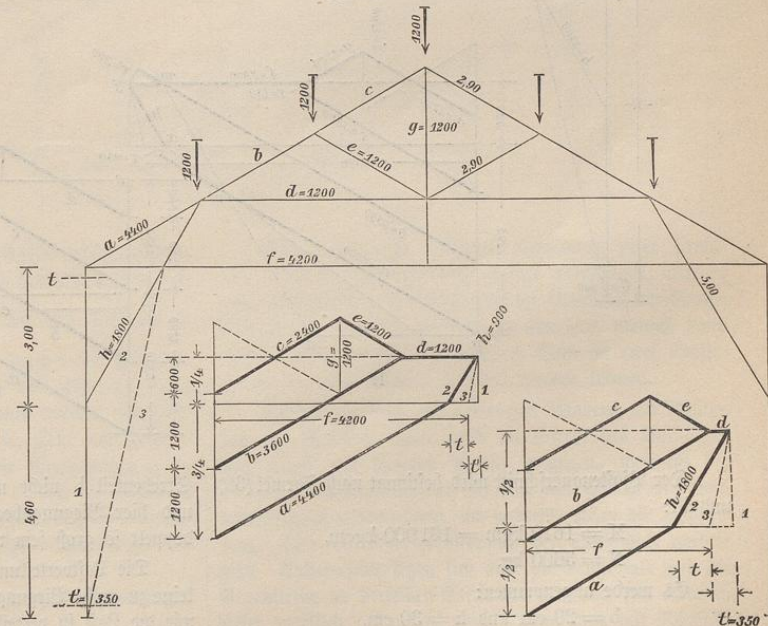


Fig. 636.





erhalten werden.  $t$  vermehrt die ursprünglich erhaltene Spannung  $f$  in der in den Kräfteplänen angegebenen Weise, so daß die der Querschnittsberechnung zu Grunde zu legenden Werte sind:

- Strebe  $a$  . . . 4400 kg,
- Bundbalken  $f$  . . . 4200 "
- Spannriegel  $d$  . . . 1200 "
- Gegenstrebe  $e$  . . . 1200 "
- Stuhlsäule  $h$  . . . 1800 "
- Hängesäule  $g$  . . . 1200 "
- Pfosten: Druck . . . 3600 "
- Biegemoment  $350 \cdot 4,6 = 1610$  "

dann ist

$$q = 20 \cdot 30 = 600 \text{ qcm,}$$

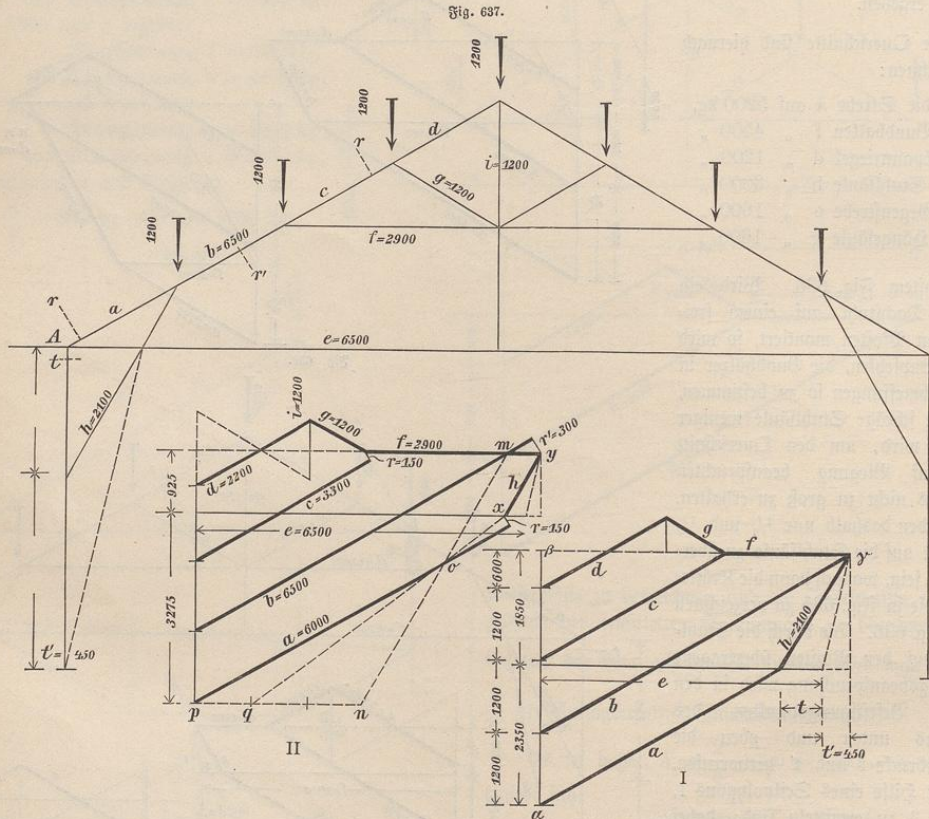
$$W = \frac{20 \cdot 30^2}{6} = 3000,$$

somit

$$S = \frac{161000}{3000} + \frac{3600}{600} = 60 \text{ kg,}$$

was entsprechend.

System Fig. 637. Dieser Dachstuhl zeigt eine ähnliche Anordnung, nur sind auf jeder Seite drei Zwischenpfetten angeordnet, und der Kopfpunkt der Stuhlsäule  $h$  fällt nicht mehr mit dem Spannriegel  $f$  zusammen, so daß der



Der Pfostenquerschnitt wird bestimmt nach Formel (30) und ist:

$$M = 1610 \text{ kgm} = 161000 \text{ kgcm,}$$

$$N = 3600 \text{ kg.}$$

Es werde angenommen:

$$b = 20 \text{ cm und } h = 30 \text{ cm,}$$

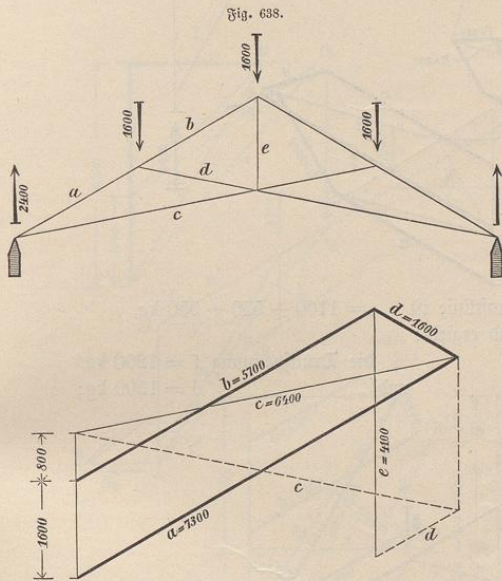
Streben  $b$  nicht mehr in einem festen Dreieck liegt, und hier Biegebeanspruchungen  $r'$  auftreten, die etwa doppelt so groß sein werden wie in den Feldern  $a$  und  $e$ .

Die Lastverteilung muß so erfolgen, daß der Pfosten keine zu große Biegung erfährt; als oberste Grenze werden wir die Last so verteilen, daß die Strebe ohne Biegung



arbeitet, was auf den Pfosten schon eine beträchtliche Biegung hervorbringt und als untere Grenze nehmen wir an, daß die Last auf die Stuhlsäule auf die Hälfte reduziert sei.

Für die Strebe ohne Biegung, Fig. 637 I, müssen 1200, a, h und b einen geschlossenen Kräftezug bilden; zieht man deshalb durch  $\beta$  eine Horizontale, dann b bis zum Schnittpunkt  $\gamma$ , so können hiernach a und h ermittelt und hieraus der Stützendruck in A mit 2350 kg und die auf die Stuhlsäule übertragene Last mit 1850 kg bestimmt werden. Die übrigen Spannungen werden dann in der bekannten Weise verzeichnet.



System Fig. 638.  
Der Stützenpunkt wird  $1600 + 800 = 2400$  kg, woraus sich ergeben:

Druckspannung  $a = 7300$  kg,  
und Zugspannung  $c = 6400$  kg.

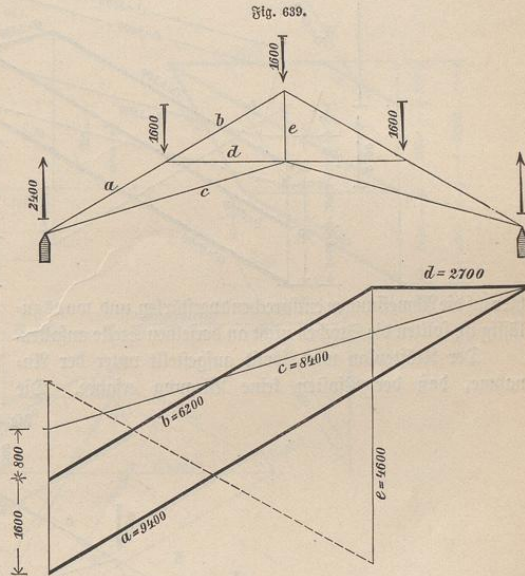
Aus 1600 und a ermitteln sich:

Druckspannung  $d = 1600$  kg,  
und " "  $b = 5700$  kg.

Aus d, c, e und d ergibt sich:

Zugspannung  $e = 4100$  kg.

System Fig. 639 bedarf keiner weiteren Erläuterung.



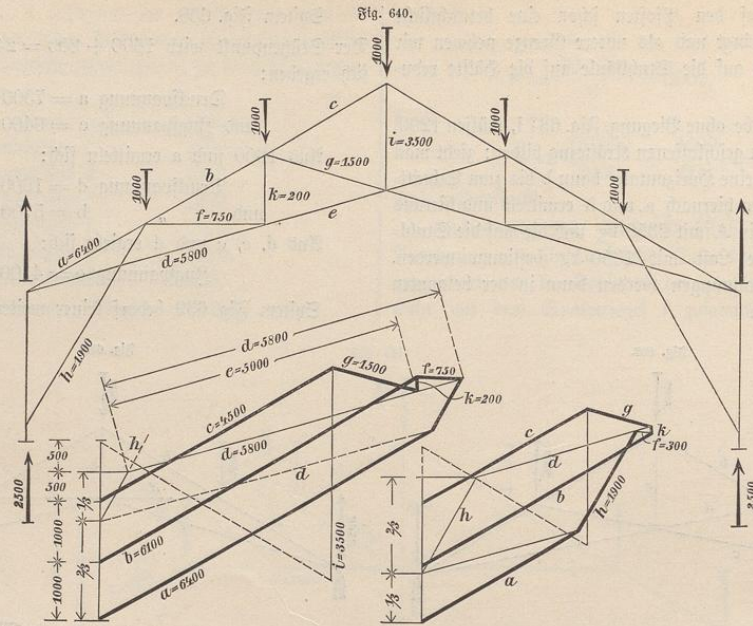
In einem zweiten Kräfteplan Fig. 637 II ist jetzt die Lastverteilung derart vorzunehmen, daß die Stuhlsäule nur noch  $\frac{1850}{2} = 925$  kg erhält, wogegen auf das Auflager A 3275 kg entfallen. Man ziehe nun b, durch m die Parallele zu h, teile pn in drei gleiche Teile und ziehe qx durch den Schnittpunkt o von a mit mn, und durch x eine Lotrechte zu a und eine Parallele zu h; zieht man noch r' senkrecht zu b, so sind hierdurch die Spannungen a, b, deren Biegungsspannungen r und r' und h ermittelt. Zwischen c und g ist eine Biegungsspannung = r einzuschalten, wonach dann auch die übrigen Spannungen ermittelt sind.

Die Querschnitte sind nach den größten Spannungen aus beiden Kräfteplänen zu berechnen.

System Fig. 640. Infolge Einfügung einer Stuhlsäule wird die Lastverteilung wieder unbestimmt, und es wird zulässig sein, die Grenzen für die Belastung der Stuhlsäule auf  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{3}$  der Last zu bemessen, wonach dann wieder in der bisher besprochenen Weise in zwei Kräfteplänen die Spannungen ermittelt werden können.

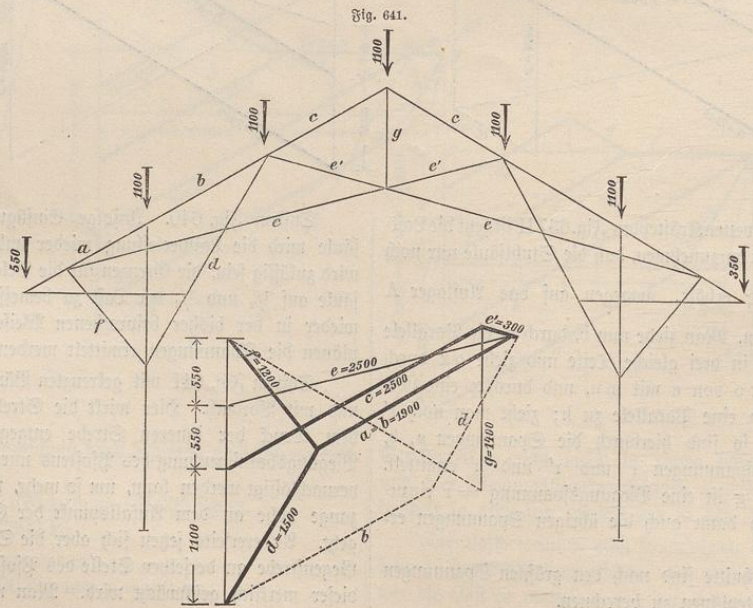
System Fig. 641 mit gekreuzten Bändern auf Pfosten und mit Vordach. Hier wirkt die Strebe des Vordaches dem Druck der inneren Strebe entgegen, wodurch die Biegungsbeanspruchung des Pfostens nur gering wird und vernachlässigt werden kann, um so mehr, wenn die Doppelzange nahe an dem Anfallspunkt der Stuhlsäule vorbeigeht. Andererseits setzen sich aber die Stuhlsäule und die Gegenstrebe an derselben Stelle des Pfostens ein, wodurch dieser merklich geschwächt wird. Man muß mit Rücksicht





hierauf die Abmessungen entsprechend verstärken, und, wo es zulässig ist, sollten die Streben nicht an derselben Stelle anfallen. Der Kräfteplan wird somit aufgestellt unter der Annahme, daß der Pfosten keine Biegung erfahre. Die

Kraftlinie ist = 1100 + 550 + 550 kg, und ergibt: die Druckspannung  $f = 1200$  kg, und " "  $d = 1500$  kg;









Im oberen Knotenpunkt müssen die Last 1000 und die Spannungen  $b$ ,  $t$ ,  $e$ ,  $t'$  und  $c$  ein geschlossenes Kräftepolygon bilden; zieht man daher durch  $\gamma$  die Linie  $t$  senkrecht auf  $b$  und macht  $t' = \frac{1}{2}t =$  dem bereits bei  $a$  ermittelten  $t'$ , so werden dadurch die Längen der Linien  $b$ ,  $c$  und  $e$  und damit deren Größe bestimmt.

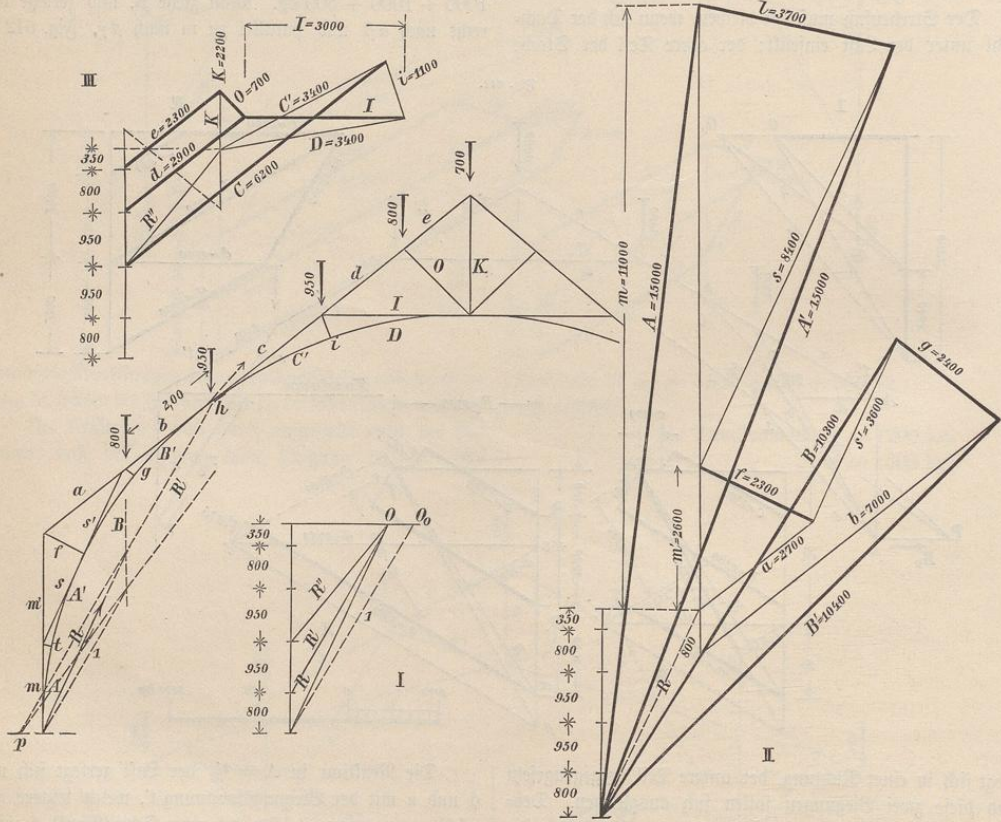
In derselben Weise werden die Spannungen im Kräfteplan III ermittelt unter der Annahme, daß die

und der Kräfteplan würde die Gestalt Fig. 642 IV annehmen mit den darin verzeichneten Größen der Spannungen.

System Fig. 643, Bogenbinder.

Der obere Teil des Binders sitzt im Punkte  $h$  auf dem unteren, und die Beanspruchungen der Strebe werden in beiden Teilen entgegengesetzt sein. Ein Seilpolygon muß durch den Fußpunkt des Binders und durch  $h$  gehen, woraus sich die Resultierenden  $R$ ,  $R'$  und  $R''$ , Fig. 643 I ergeben.

Fig. 643.



Stuhlsäule  $\frac{2}{3}$  der Last erhalte, und die Querschnitte werden dann unter Zugrundelegung der größten Spannungen ermittelt. <sup>1)</sup>

Bei Einfügung einer Zugstange, die den Horizontal-schub aufnimmt, werden die Biegungsspannungen beseitigt,

<sup>1)</sup> Die nähere Begründung für die Art der Verzeichnung des Kräfteplans, auf die wir hier verzichten müssen, siehe in: *Fermes de comble, par Planat. Aulanier & Co., Paris.*

Aus R ergeben sich, Fig. 643 II:

Zugspannung  $m = 11\ 000$  kg,  
und Druckspannung  $A = 15\ 000$  kg.

Aus A ergeben sich:

Druckspannung  $l = 3\ 700$  kg,  
und "  $A' = 15\ 000$  kg.

Aus l und m:

Zugspannung  $m' = 2\ 600$  kg,  
"  $s = 8\ 400$  kg.



Aus m':

$$\begin{aligned} \text{Zugspannung } a &= 2700 \text{ kg,} \\ \text{Druckspannung } f &= 2300 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus A', s und f:

$$\begin{aligned} \text{Zugspannung } s' &= 3600 \text{ kg,} \\ \text{Druckspannung } B &= 10300 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus B:

$$\begin{aligned} \text{Druckspannung } g &= 2400 \text{ kg,} \\ \text{'' } B' &= 10400 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus g, s', a und 800:

$$\text{Zugspannung } b = 7000 \text{ kg.}$$

In derselben Weise sind die Spannungen im oberen Teil ermittelt aus der im Punkte h wirkenden Reaktion R'.

Aus R', Fig. 643 III ergeben sich:

$$\begin{aligned} \text{Zugspannung } C' &= 3400 \text{ kg,} \\ \text{Druckspannung } C &= 6200 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus C':

$$\begin{aligned} \text{Zugspannung } D &= 3400 \text{ kg,} \\ \text{'' } i &= 1100 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus 950, c und i:

$$\begin{aligned} \text{Druckspannung } I &= 3000 \text{ kg,} \\ \text{'' } d &= 2900 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus 800 und d:

$$\begin{aligned} \text{Druckspannung } o &= 700 \text{ kg,} \\ \text{'' } e &= 2300 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Aus 700, e und e:

$$\text{Zugspannung } K = 2200 \text{ kg.}$$

Die Kräftepläne zeigen, daß der Wandpfosten m/m', der untere Teil a/b der Strebe und das Tragholz s/s', die durch das Band f verbunden sind, auf Zug und nicht auf Druck beansprucht sind, wie dies bei den anderen Konstruktionsystemen der Fall ist. Die gewöhnliche Verbindung mit Zapfen genügt in diesem Fall also nicht, sondern es muß die Befestigung mit eisernen Winkeln erfolgen, oder es müssen teilweise Doppelhölzer verwendet und die Verbindungen sorgfältig verbolzt werden. Im oberen Teile des Dachbinders wird die Strebe dagegen wieder auf Druck beansprucht, während im Bogen umgekehrt die unteren Teile A bis B' auf Druck, die oberen C' und D auf Zug beansprucht sind.

Die Hölzer des unteren Teiles sind außerordentlich stark beansprucht gegenüber dem oberen Teile, und wenn man die Querschnitte nach den größten Spannungen berechnet, so werden sich für den oberen Teil übertriebene Stärken ergeben.

Wenn alle Teile sorgfältig und fest miteinander verbunden werden, so kann sich der Bogen, der je zwischen zwei Knotenpunkten gleichzeitig auf Biegung beansprucht wird, nicht mehr merklich krümmen, da er in fester Verbindung mit den übrigen Verbandhölzern ein Ganzes

von großer Höhe bildet, das der Biegung einen großen Widerstand entgegensetzt.

Es ist weiter zu beachten, daß am Fuße des Dachstuhles die sehr große Zugspannung des Pfostens m und die starke Druckspannung des Bogens A im entgegengesetzten Sinne auf die Verbindung wirken, so daß nur der Überschuß des Druckes über den Zug gleich dem Gewicht der halben Dachlast vorhanden ist.

Es ist daher nicht notwendig, den Bogen nach den Wirkungen A und A' zu berechnen, sondern es genügt, wenn die Beanspruchungen B und B' zu Grunde gelegt werden. Hier beträgt die Normalspannung  $N = 10400 \text{ kg}$ , und das Biegemoment wird, wenn die Stichhöhe zwischen zwei Knotenpunkten  $0,05 \text{ m}$  beträgt:

$$M = 10400 \cdot 0,05 = 520 \text{ kgm} = 52000 \text{ kgcm.}$$

Somit nach Formel (31, bzw. 42):

$$S = \frac{52000}{W} + \frac{5 \cdot 10400}{2q}$$

Wird versuchsweise  $b = 20 \text{ cm}$  und  $h = 27 \text{ cm}$  angenommen, dann ist:  $q = 540 \text{ qcm}$ ,

$$W = 2430,$$

somit:

$$S = \frac{52000}{2430} + \frac{5 \cdot 10400}{2 \cdot 540} = 22 + 48 = 70 \text{ kg.}$$

Auf Druck allein wird die Spannung

$$S = \frac{10400}{540} = 19 \text{ kg,}$$

während wir früher die Höchstbeanspruchung auf 12 bis 15 kg bestimmt haben. Der Querschnitt erscheint somit etwas zu klein, und dürfte auf etwa  $22 \times 30$  zu erhöhen sein; dann wird:

$$S = \frac{10400}{22 \cdot 30} = 16 \text{ kg.}$$

Nur bei sehr genauer und sorgfältiger Arbeit kann der kleinere Querschnitt genügen.

Für den Pfosten m erhält man schon große Sicherheit, wenn der Berechnung der Mittelwert  $\frac{m+m'}{2}$  zu Grunde gelegt wird.

Es ist somit:

$$N = \frac{11000 + 2600}{2} = 6800 \text{ kg,}$$

$$\text{Höhe } l = 2 \text{ m,}$$

somit nach Formel (40) bei quadratischem Querschnitt:

$$h = 0,294 \sqrt{6800} = 24 \text{ cm,}$$

und nach Formel (41)

$$h = \sqrt[4]{2^2 \cdot 6800} = 14 \text{ cm,}$$

somit ist zu wählen  $24/24 \text{ cm}$ .



Die Berechnung der Strebe erfolgt nach Formel (42); die größte Druckbeanspruchung findet sich im Felde  $b$  mit  $N = 7000$  kg; die Pfettenlast beträgt hier  $P = 950$  kg und die Feldlänge  $l = 200$  cm; es wird somit:

$$S = \frac{3 \cdot 950 \cdot 200}{4 \cdot bh^2} + \frac{5 \cdot 7000}{2 bh}$$

Wird  $b = 15$  und  $h = 23$  cm angenommen, dann ist:

$$S = \frac{3 \cdot 950 \cdot 200}{4 \cdot 15 \cdot 23^2} + \frac{5 \cdot 7000}{2 \cdot 15 \cdot 23} = 15 + 51 = 66 \text{ kg.}$$

Wenn man bedenkt, daß die Strebe hier nicht auf Druck, sondern auf Zug beansprucht ist, und die Zugspannung für sich allein  $\frac{7000}{15 \cdot 23} = 21$  kg betragen würde, während wir bei den auf exzentrischen Zug beanspruchten Stäben nur 12 bis 15 kg zugelassen haben, so erscheint die Strebe zu schwach, und sie sollte so weit verstärkt

werden, daß die angegebene Maximalspannung nicht überschritten wird.

Für  $b = 20$ , und  $h = 27$  cm wird:

$$S = \frac{7000}{20 \cdot 27} = 13 \text{ kg}$$

und es wird der Querschnitt der Strebe hiernach  $20 \times 27$  cm stark werden.

Tragband  $s$ :  $Z = 8400$  kg,

somit nach Formel (43):

$$bh = \frac{8400}{12} = 700 \text{ qcm;}$$

für  $b = 23$ , wird  $h = 30$  cm,

"  $b = 22$ , "  $h = 32$  "

"  $b = 27$ , "  $h = 27$  "

Die übrigen Abmessungen ermitteln sich in derselben Weise nach den früher gegebenen Formeln.