



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Konstruktionen in Holz

Warth, Otto

Leipzig, 1900

1. Dächer aus geraden Hölzern

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

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.

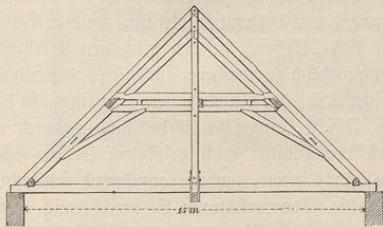
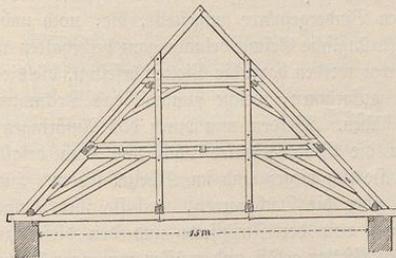


Fig. 471 a.



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 Bohlendächer 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 Bohlendächern 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 Ardent 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.

Ardant 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.

Ardant 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 Verzapfung 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 α , Fig. 1, ungefähr 3° 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. Ardent 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.

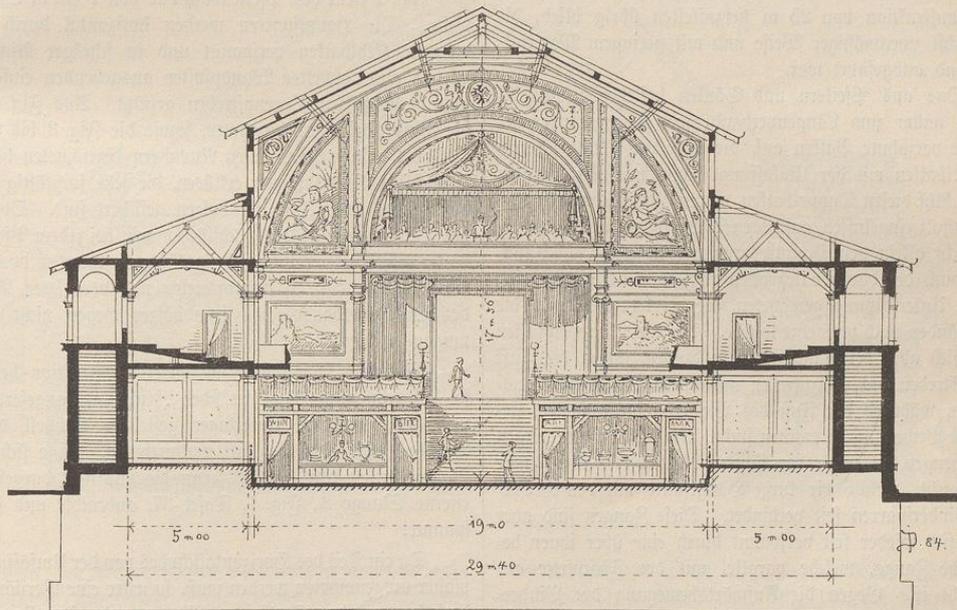
Es wird sich empfehlen, derartige Dächer mit leichten Materialien einzudecken, und die Last der Bedachung auf viele Punkte und möglichst gleichmäßig über die Hauptsparren zu verteilen; bei größerer Anzahl der Pfetten können dann schwächere Dachsparren verwendet werden.

Ein hübsches Beispiel einer derartigen Konstruktion giebt der Dachstuhl des großen Saales der von Durm erbauten Festhalle in Karlsruhe, Fig. 472,¹⁾ 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 First 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 Firstpette 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.

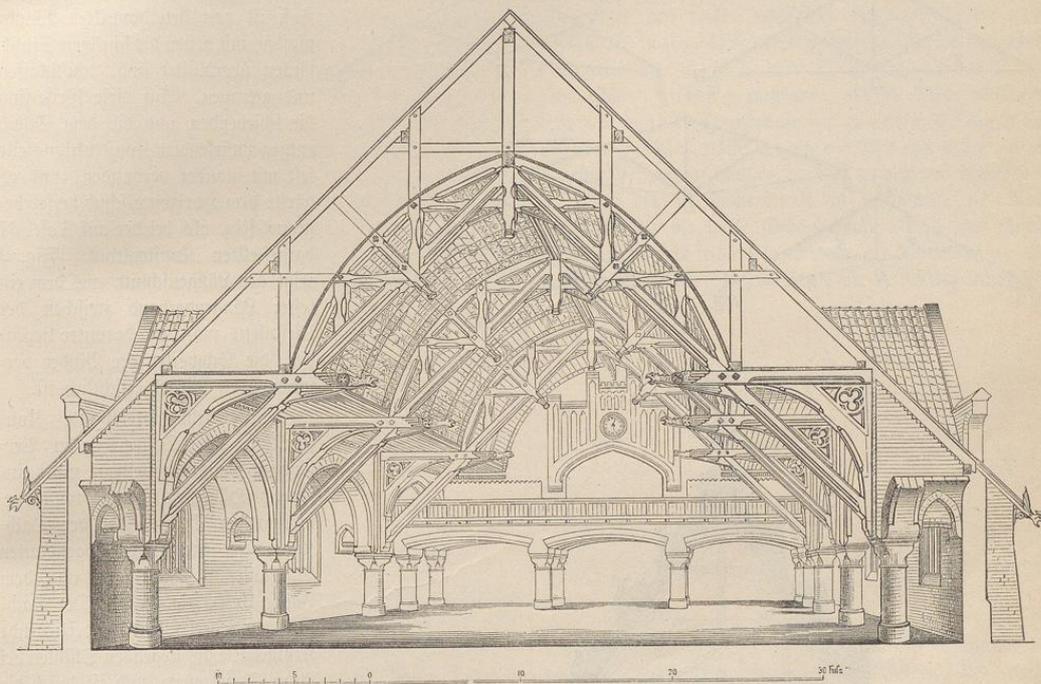
Eine interessante Sprengwerks-Konstruktion, bei der der Horizontalschub in der Konstruktion selbst aufgehoben ist, und die deshalb starker Widerlager bedarf, bietet der Dachstuhl einer vom Architekten Hauer's entworfenen Turnhalle in Hannover, Fig. 473. 1) Die Widerlager bestehen aus starken nach außen 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^a. 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^a, 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 Holz-Eisenkonstruktionen ausgeführt, bei denen die auf Zug beanspruchten Stäbe aus Rundstangen gebildet werden.

Das System der sich kreuzenden Schwertler 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 Schwertler 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 kehlbalkenartige 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 verfaßt 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. 477.¹⁾ 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 gewölbte Überdachung weiter Räume, bei welcher diese durch keinerlei Verbandsstücke in ihrem Gebrauche beschränkt sind, führte zur

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

