



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

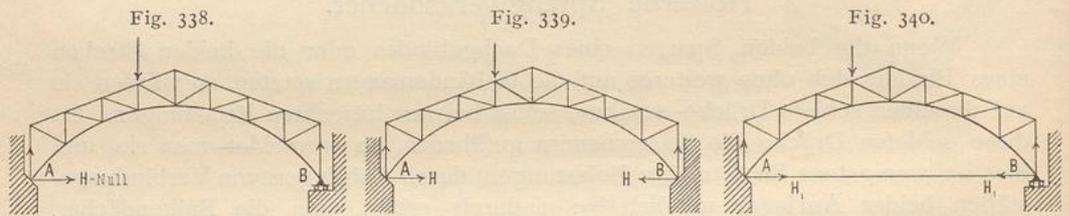
a) Dächer mit Stabsprengwerken.

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

beiden Auflager sind in ihrer gegenseitigen Lage veränderlich; der Binder in Fig. 338 ist also, trotz der Bogenform, ein Balkendachbinder.

Man kann sich dies auch folgendermaßen klar machen: Die Last erzeugt einen Stützendruck in B , welcher nur lotrecht sein kann, weil das Auflager in der Wagrechten reibungslos verschieblich ist. Wenn aber B lotrecht wirkt, so muß die wagrechte Seitenkraft H des Stützendruckes in A gleich Null sein, weil diese die einzige auf den Träger wirkende wagrechte äußere Kraft ist; es ist also auch der Stützendruck in A lotrecht. Wenn dagegen auch B , ebenso wie A , fest mit dem Mauerwerk verbunden ist, so kann sich B nicht von A entfernen, und vom Mauerwerk muß auf den Punkt B des Trägers eine wagrechte Kraft übertragen werden, groß genug, um jede Verschiebung von B zu verhindern. Eine wegen des Gleichgewichtes gleich große wagrechte Kraft wirkt alsdann in A ; das Dach ist also ein Sprengwerksdach.

Wären die Auflager wie bei Fig. 338, aber eine Verbindungsstange AB vorhanden (Fig. 340), so könnte sich B soweit bewegen, als die elastische Verlängerung der Stange AB dies zuläßt. Die Seitenmauern erhalten in diesem Falle keinen schiefen Druck, weil, wie in Fig. 338, der auf die Mauer ausgeübte Stützendruck in B , also auch in A nur lotrecht sein kann. Auf den Träger dagegen



wirkt außer diesen noch die wagrechte Spannung $H_1 = H_2$ des Stabes AB ; der Träger ist also wie ein Sprengwerksträger zu berechnen und aufzufassen.

Ähnlich sind die Verhältnisse auch bei anderen Binderformen; es kommt demnach in erster Linie auf die Stützungsart an, ob ein Träger ein Balken- oder Sprengwerksträger ist.

Bei den eisernen Dachbindern ist die Stützung mittels eines beweglichen Lagers B möglich und üblich; die Auflager der Holzdächer sind aber nicht derart, daß eine vollkommene bewegliche Unterstützung angenommen werden kann. Deshalb wird ein hölzerner Dachbinder viel eher wie ein Sprengwerksdach, als wie ein Balkendach wirken; dies wird besonders eintreten, wenn einzelne Stäbe des Binders sich als Streben gegen die Seitenmauern setzen, ohne daß an den Anschlußstellen der Schub aufgehoben wird. Durch solche Streben kann selbst ein sonst als Balken wirkender Binder in ein schiebendes Sprengwerk umgewandelt und so die Konstruktion verschlechtert werden.

a) Dächer mit Stabsprengwerken.

102.
Statische
Verhältnisse:
Rücksicht
auf die
Stützpunkte.

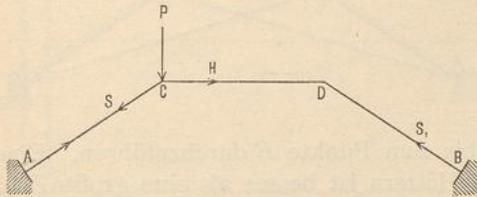
Jedes Sprengwerksdach übt schiefe Drücke auf die Stützpunkte aus; die stützenden Wände, Mauern oder Pfeiler müssen demnach in den Stand gesetzt werden, die erwähnten Kräfte aufzunehmen und unschädlich in die Fundamente zu leiten. Je weniger hoch über den Fundamenten die Übertragung der schiefen Drücke in die Stützen stattfindet, desto günstiger ist es; man ordne deshalb die Fußpunkte der Sprengstreben möglichst tief an. Weiter ist zu beachten, daß

eine auf das Mauerwerk der Seitenwände wirkende Einzelkraft sehr gefährlich ist; man verteile deshalb die durch die Streben übertragenen Einzelkräfte durch Anordnung besonderer Holzpfosten, in welche sich die Streben setzen, auf eine möglichst große Mauerfläche. Diese Pfosten sind unter Umständen auch als Stäbe des zu bildenden Fachwerkes wertvoll.

Der Sprengwerks-Dachbinder muß ein Fachwerk sein, welches unter Einwirkung der Belastungen und Stützendrücke im Gleichgewicht bleibt und seine Form behält, ohne daß unzulässig hohe Beanspruchungen in den einzelnen Teilen desselben auftreten. Derselbe muß vor allem geometrisch bestimmt sein;

103.
Anordnung
des Binders.

Fig. 341.



er darf nicht eine in labilem Gleichgewicht befindliche Konstruktion bilden, d. h. eine solche, welche bei den verschiedenen Kraftwirkungen verschiedene Gleichgewichtslagen hat.

Die den meisten ausgeführten Sprengwerks-Dachbindern zu Grunde gelegte Hauptkonstruktion ist das Sprengwerk $ACDB$ (Fig. 341), welches die Belastungen nach den Kämpfern A und B übertragen soll. Nun ist aber die geometrische Form eines solchen Sprengwerkes nur für ganz bestimmte Belastungen Gleichgewichtsform. Wenn bei C und D Gelenke angebracht sind, d. h. wenn C und D nicht im Stande sind, Momente aufzunehmen, so ist Gleichgewicht in $ACDB$ nur möglich, falls in C und D ganz gleiche Kräfte, symmetrisch zur lotrechten Mittelachse, wirken. Sobald dies nicht der Fall ist, sobald z. B. nur in C eine Last P wirkt, in D aber keine, so ist Gleichgewicht, Zerlegen der Kräfte nach den Stabrichtungen, nicht möglich; denn die Kraft H , welche bei der Zerlegung in den Stab CD fallen würde, kann bei D durch die in BD wirkende Kraft S_1 nicht aufgehoben werden, da ja beide Kräfte H und S_1 nicht in dieselbe Linie fallen und nach der Annahme weiter keine Kräfte in

D wirken. Gleichgewicht findet also bei dieser Konstruktion und ungleicher Belastung der Punkte C und D nicht statt. Man muß die Punkte C und D ohne Gelenke herstellen, d. h. in den Stand setzen, Momente aufzunehmen. Sind C und D hierzu im Stande, so wird irgend eine Last P sich etwa im Punkte E in die Richtungen EA und EB zerlegen (Fig. 342) und durch die Kämpferdrücke R und R_1 aufgehoben; der Punkt E muß auf der Kraftlinie von P liegen; weiter ist er zunächst nicht bestimmt. Auf C wirkt dann das Moment Rr , auf D das Moment $-R_1r_1$. Man kann also behaupten: Bei Verwendung des Sprengwerkes muß sowohl C , als auch D Momente aufnehmen können.

Gleichgewicht findet also bei dieser Konstruktion und ungleicher Belastung der Punkte C und D nicht statt. Man muß die Punkte C und D ohne Gelenke herstellen, d. h. in den Stand setzen, Momente aufzunehmen. Sind C und D hierzu im Stande, so wird irgend eine Last P sich etwa im Punkte E in die Richtungen EA und EB zerlegen (Fig. 342) und durch die Kämpferdrücke R und R_1 aufgehoben; der Punkt E muß auf der Kraftlinie von P liegen; weiter ist er zunächst nicht bestimmt. Auf C wirkt dann das Moment Rr , auf D das Moment $-R_1r_1$. Man kann also behaupten: Bei Verwendung des Sprengwerkes muß sowohl C , als auch D Momente aufnehmen können.

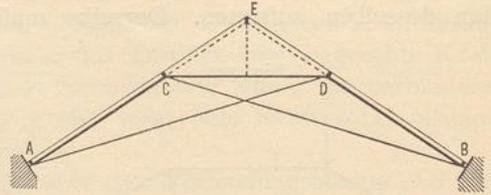
Bei den üblichen Sprengwerken sind allerdings weder bei C , noch bei D Gelenke; die gewöhnliche Anordnung dieser Punkte ist aber trotzdem nicht derart, daß sie Momente sicher aufnehmen können; demnach müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Das nächstliegende Verfahren ist, die Eckpunkte C und D des Spreng-

104.
Verfahren,
Sprengwerke
stabil
zu machen.

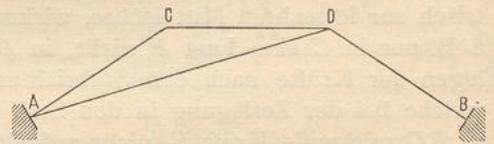
werkes durch eine Folge von Stäben so mit den festen Kämpferpunkten in Verbindung zu bringen, daß Dreieck sich an Dreieck reiht. In einfachster Weise verbindet man C mit B und A mit D (Fig. 343); man erhält so ein geometrisch bestimmtes, jedoch wegen der unverschieblichen Kämpfer A und B einfach statisch unbestimmtes Fachwerk, d. h. es ist ein überzähliger Stab vorhanden. (Liefse man einen Stab, etwa BC , fort, so erhielte man das Stabsystem in Fig. 344, welches geometrisch und statisch bestimmt ist; doch ist dasselbe für die Ausführung nicht geeignet.) In Fig. 343 ist die wegen der übrigen Dachkonstruktion erforderliche Vervollständigung des Binders angegeben. Man könnte eine etwa verwendete Firstpfette E durch ein Hängewerk auf C , bezw. D stützen. Vorzuziehen wäre es, die Streben AC und DB des Sprengwerkes bis zum Punkte E durchzuführen. Eine geringe Zahl von langen, durchlaufenden Hölzern ist besser als eine große Zahl kurzer.

Fig. 343.



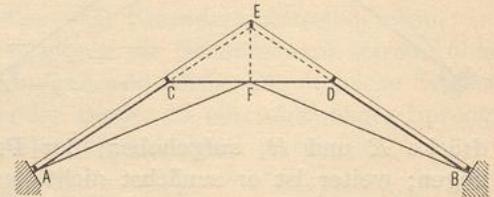
Eine andere Lösung deutet Fig. 345 an. Der Punkt F zwischen C und D ist mit A und B verbunden; dieser Punkt kann nunmehr auch die Last der Firstpfette E mittels des Pfosten EF aufnehmen. Das Fachwerk $ACFDB$ ist geometrisch und statisch bestimmt. Wirken in C und D gleiche Lasten, so überträgt sie das Sprengwerk auf die Kämpfer; wirkt nur in C eine Last, so zerlegt sie sich in die Richtungen CA und CF ; erstere geht ohne weiteres in den Kämpferpunkt A ; letztere geht bis F , wo sie sich nach den beiden Richtungen FA und FB zerlegt. Etwaige Belastung des Punktes F durch EF wird durch die Stäbe FA und FB in die beiden Kämpfer hinübergeleitet. Das Fachwerk $ACFDB$ kann als Dreigelenkträger mit Mittengelenk F aufgefaßt werden.

Fig. 344.



Nach dem in Art. 81 (S. 103) Vorgeführten sind hier $2 \cdot 2 = 4$ Auflager-Unbekannte und 5, bezw. 6 Knotenpunkte; für statische und geometrische Bestimmtheit muß also $s = 2k - 4$, d. h. $s = 6$, bezw. 8 sein; in der That ist die Stabzahl 6, bezw. 8, je nachdem man den Firstknotenpunkt E wegläßt oder hinzunimmt. Der punktierte Stab EF macht das Fachwerk statisch unbestimmt, aber nicht labil.

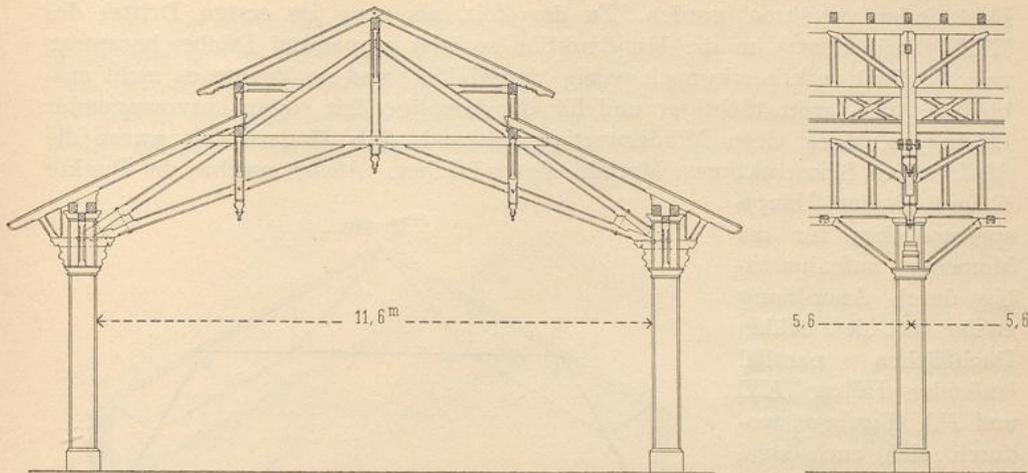
Fig. 345.



Werden die Streben AC und BD bis zum Firstpunkt E durchgeführt und wird Stab EF hinzugefügt, so erhält man die einfachste Gestalt des sog. englischen Dachstuhles; alsdann hat man, wenn ein Auflager als beweglich angesehen werden kann, ein Balkendach. Je nach der Konstruktion der Auflager ist also der in Fig. 345 gezeichnete Dachstuhl ein Balken- oder ein Sprengwerkdach. Ein solches Dach ist der alte Dachstuhl des Bahnhofes zu Mannheim (Fig. 346¹⁶¹)

¹⁶¹) Nach: GEIER, a. a. O.

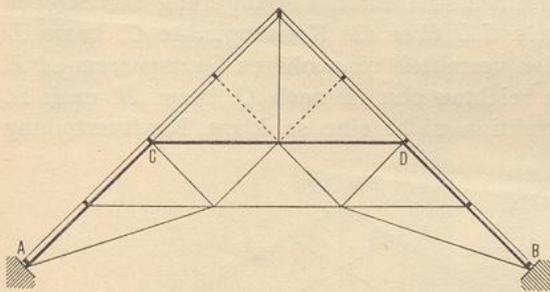
Fig. 346.



Dachstuhl der alten Bahnsteighalle auf dem Bahnhof zu Mannheim¹⁸¹⁾,
 $\frac{1}{150}$ w. Gr.

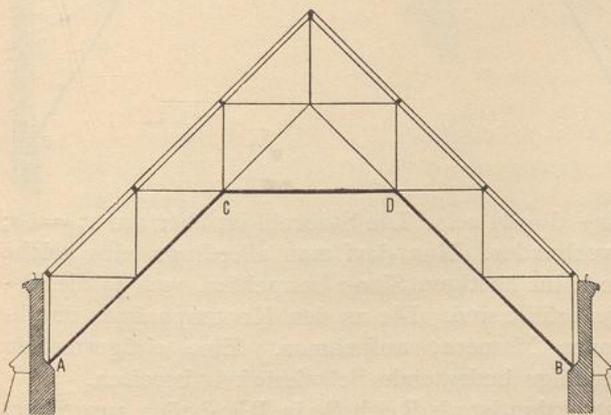
Wegen der Wirkungen auf die Stützen, bezw. Mauern ist die Anordnung des Balkendaches vorzuziehen.

Fig. 347.



Alle diese Binder können unverändert oder mit kleinen Änderungen als Balkenbinder verwendet werden, wenn man die Auflager entsprechend

Fig. 348.



Die schematischen Skizzen in Fig. 347, 348 u. 349 zeigen einige weitere Lösungen, deren Zahl sich ohne Schwierigkeit vermehren ließe und bei denen stets das ursprüngliche Sprengwerk durch kräftigere Linien hervorgehoben ist; bei allen ist die Verwendung möglichst langer, durchlaufender Hölzer erstrebt. Alle diese Binder können unverändert oder mit kleinen Änderungen als Balkenbinder verwendet werden, wenn man die Auflager entsprechend anordnet. Man erreicht so die Vorteile der Sprengwerkdächer ohne ihre Nachteile.

Zu beachten ist, daß dieselben, abgesehen vom Pfosten unter der Firstpfette, als Balkenträger statisch bestimmt, als Sprengwerksträger aber statisch unbestimmt sind, indem sie einen überzähligen Stab haben; auch aus diesem Grunde sind diese Konstruktionen als Balkenträger vorzuziehen.

105.
Moller'sche
Binder.

In etwas anderer Weise ist bei den meisten der ausgeführten Sprengwerks-Dachbinder verfahren worden. Zu der Zeit, als man (im ersten Drittel des XIX. Jahrhunderts) an die Konstruktion so weit gespannter Dächer herantrat, war die Fachwerktheorie noch wenig ausgebildet, und so konnte es nicht ausbleiben, daß, trotz tüchtiger und für die damalige Zeit sogar hervorragender Leistungen, doch vieles Minderwertige entstand. Für längere Zeit waren die Moller'schen Konstruktionen Vorbild dieser Dächer. Moller machte die Punkte *C* und *D* des Haupt-

sprengwerkes für die Momente aufnahmefähig durch Anordnung zweier mit den beiden Dachflächen parallel laufender Hölzer *KL* und *PN* (Fig. 350), wodurch sich auch zwei Punkte *N* und *L* ergaben, die zur Aufnahme von Lasten (Pfetten) geeignet waren. Eine

weitere Sicherung der Winkel bei *C* und *D* suchte Moller darin, daß er an diese Punkte je ein Dreieck von unveränderlicher Lage anschloß (in Fig. 350 sind diese Dreiecke schraffiert). Dieselben sind durch Verlängerung der Streben *AC*, bzw. *BD* und des Spannriegels *CD* über die Knotenpunkte *C*, bzw. *D* hinaus und durch Festlegen der Enden vermittle eines oberen Gurtsparrens *A'E*, bzw. *B'E* gebildet. Doppelzangen reichten von *A'* nach *Q*, bzw. *B'* nach *R*. Es leuchtet ein, daß diese Konstruktion nicht eine so klare Kraftverteilung bietet, wie unsere heutigen Fachwerke; als Fachwerk betrachtet genügt dieselbe nicht den an die Standfestigkeit zu stellenden Bedingungen; die Zahl der Auflagerunbekannten ist, wenn auch *K* und *P* als Auflager mit wagrechten Reaktionen eingeführt werden,

$$n = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 6;$$

die Zahl der Knotenpunkte ist $k = 20$; mithin muß die Stabzahl $s = 2 \cdot 20 - 6 = 34$ sein. Die Stabzahl ist aber nur $s_1 = 33$;

mithin ist ein Stab zu wenig vorhanden. Nun darf man allerdings eine solche Konstruktion nicht als Fachwerk im heutigen Sinne betrachten, weil ja die Bedingungen desselben keineswegs erfüllt sind. Die an den Knotenpunkten durchgehenden Balken (Stäbe) können Momente aufnehmen. Eine einigermaßen genaue Berechnung dürfte allerdings bedeutende Schwierigkeit bereiten.

Die vorbesprochene Konstruktion ist als Reithalle in Wiesbaden ausgeführt

Fig. 349.

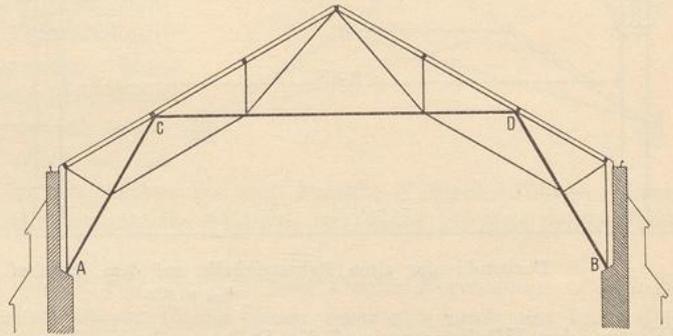
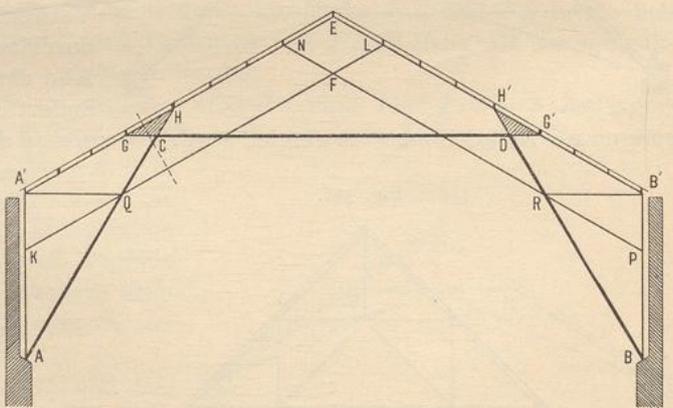


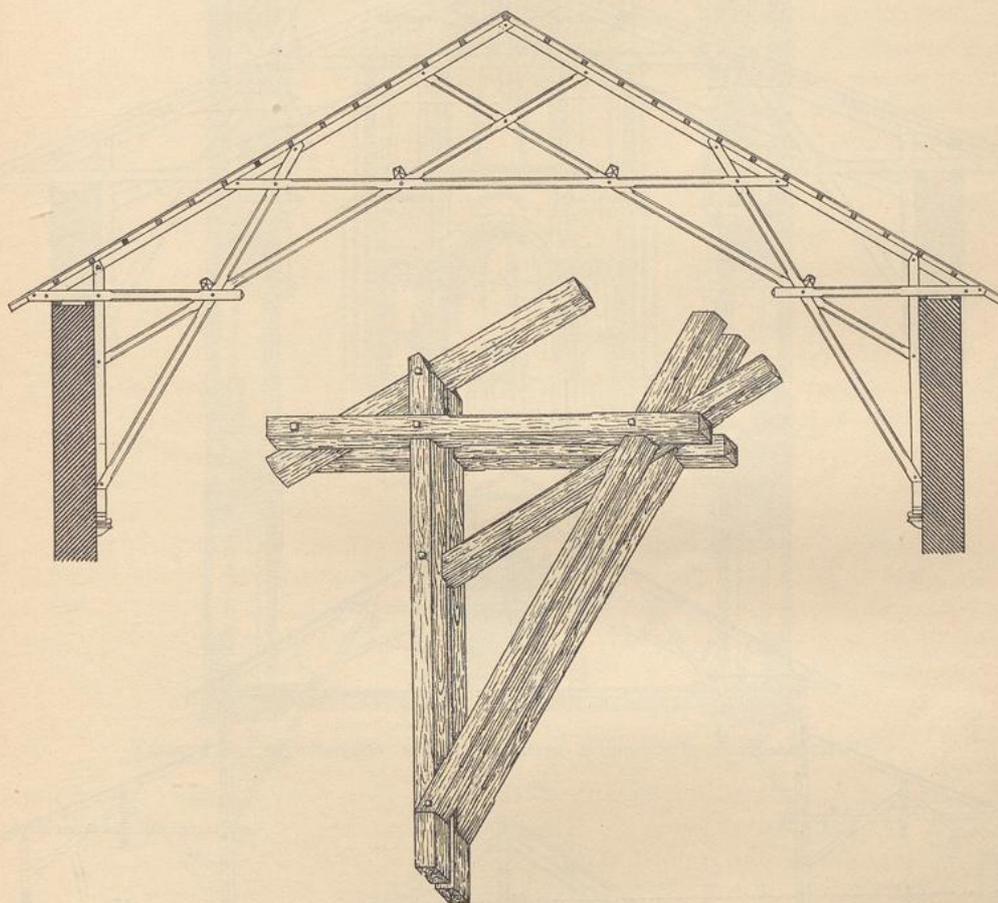
Fig. 350.



und in Fig. 351¹⁶²⁾ dargestellt. Eine verwandte, ähnliche Anordnung zeigt Fig. 352¹⁶³⁾.

Ein gut aussehendes Sprengwerk zeigt auch die in Fig. 353 dargestellte Mittelhalle der im Jahre 1886 gelegentlich des Jubiläums der Universität Heidelberg errichteten Festhalle (Fig. 353¹⁶⁴⁾. Das Hauptsprengwerk (entsprechend $ACDB$ in der schematischen Skizze in Fig. 350) ist in den Punkten C und D durch Stäbe c, c zur Aufnahme der Momente fähig gemacht; diese Stäbe bean-

Fig. 351.



Von der Reithalle zu Wiesbaden. (Von Moller¹⁶²⁾.)

spruchen dann allerdings den Spannriegel CD auf Biegung, was ein Nachteil ist. Im übrigen reiht sich Dreieck an Dreieck.

Das Sprengwerksdach über dem Turnsaal des Gymnasiums und der höheren Bürgerschule zu Hannover (Fig. 354¹⁶⁵⁾ ist offenbar ebenfalls unter dem Einflusse der Moller'schen Konstruktion entstanden; hier sind gewissermassen zwei Spreng-

¹⁶²⁾ Nach: GEIER, a. a. O.

¹⁶³⁾ Nach: PROMNITZ, J. Der Holzbau. 2. Aufl. Halle 1874. S. 430.

¹⁶⁴⁾ Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Oberbaudirektors Professor Dr. *Durm* zu Karlsruhe.

¹⁶⁵⁾ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1855, Bl. 11.

werke ineinander geschachtelt, deren eines zwei Lastpunkte aufweist und deren anderes einen mittleren Lastpunkt hat. Die Konstruktion ist nicht recht klar.

106.
Andere
Binder.

Auf Grund der vorstehenden Entwicklungen wird man leicht im stande sein, ein der gestellten Aufgabe entsprechendes Sprengwerksdach zu entwerfen, andererseits auch die Güte einer Konstruktion zu beurteilen. Mit besonderer

Fig. 352¹⁶³⁾.

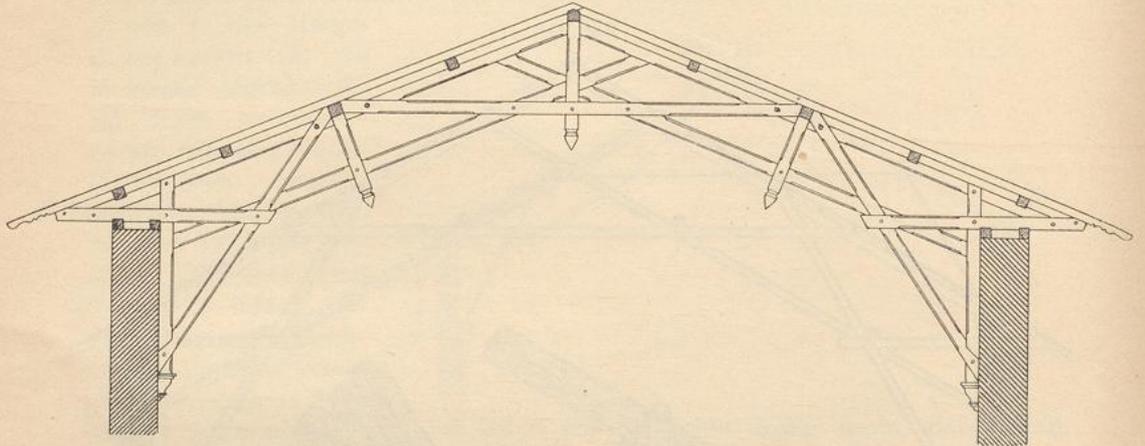
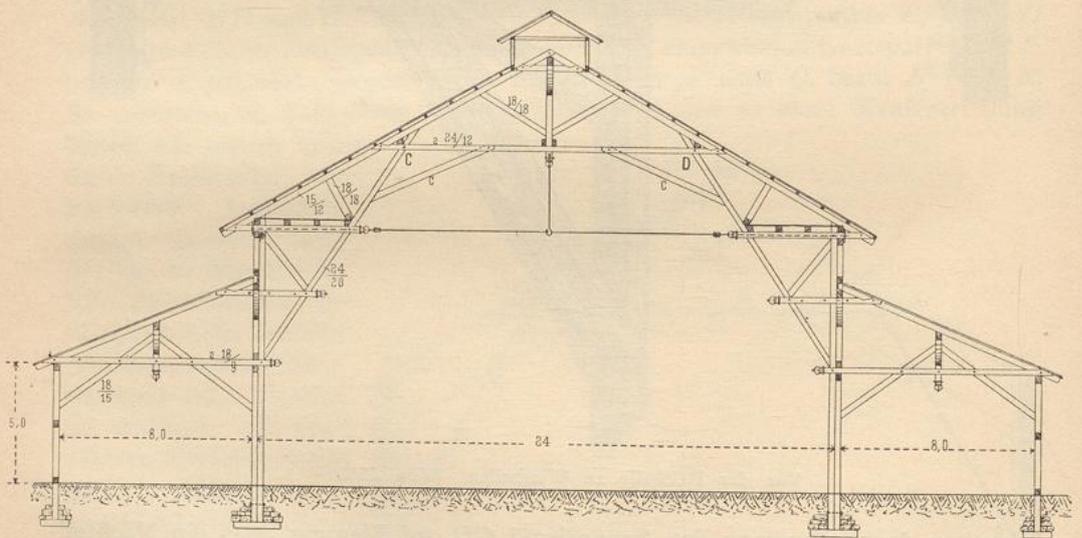


Fig. 353.



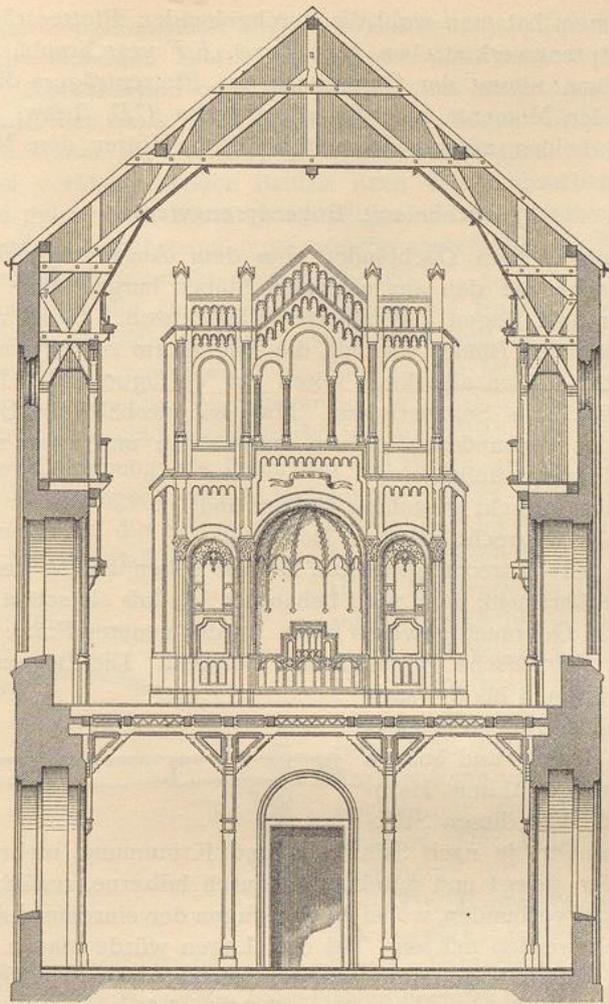
Von der Festhalle für das Universitäts-Jubelfest zu Heidelberg 1886¹⁶⁴⁾.

$\frac{1}{300}$ w. Gr.

Aufmerksamkeit sind Binder zu behandeln, welche nach dem Schema in Fig. 355¹⁶⁶⁾ gebaut sind. Das Sechseck $ACDEFB$ ist nur bei ganz bestimmter Belastungsart die Gleichgewichtsform; bei jeder anderen Belastung, also fast stets, entstehen Momente in den verschiedenen Binderstellen. Um dieselben in C, D, E

¹⁶⁶⁾ Nach: WANDERLEY, G. Die Constructionen in Holz. Halle 1877. S. 165.

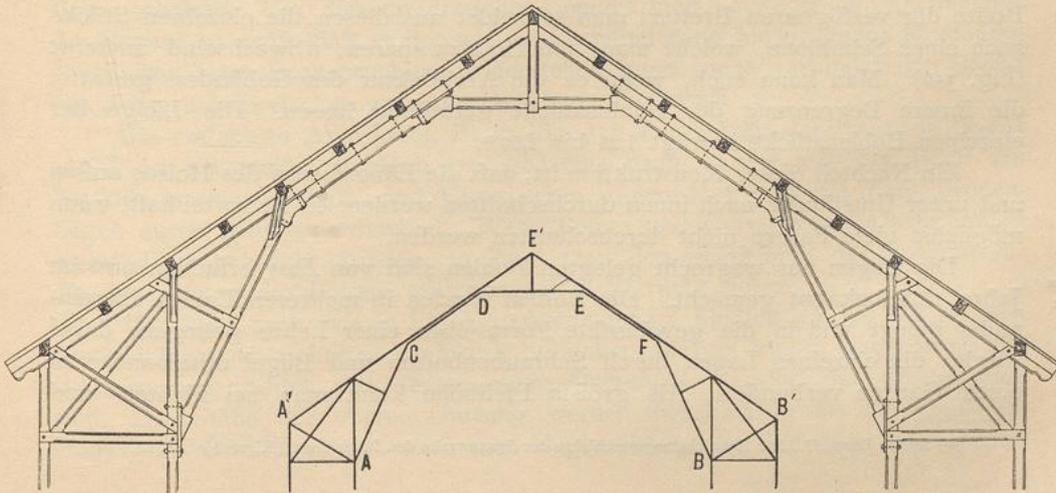
Fig. 354.



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

Turnsaal des Gymnasiums und der höheren Bürgerschule zu Hannover¹⁶⁵).

Fig. 355¹⁶⁶).



und F aufzunehmen, hat man wohl die durchgehenden Pfettenträger $A'E'$ und $E'B'$ mit den Sprengwerksstreben CD , bzw. EF verschraubt, verzahnt oder verdübelt. Alsdann nimmt der Querschnitt des Pfettenträgers die in den Eckpunkten wirkenden Momente auf; für die Strecke CD , bzw. EF wirkt der Querschnitt der beiden miteinander verbundenen Hölzer den Momenten entgegen.

b) Dächer mit Bogensprengwerken.

107.
Verschieden-
heit.

Das Bestreben, dem Dachbinder eine dem Auge angenehme Form zu geben, führte schon bei den aus einzelnen Stäben hergestellten Sprengwerkdächern zu einer dem Bogen angenäherten Vieleckform. Es ist nun auch möglich, für die tragenden Binder wirklich die Bogenform zu verwenden. Krümm gewachsene Hölzer stehen allerdings selten zur Verfügung; das Biegen starker Hölzer bietet gleichfalls Schwierigkeit. Man hat deshalb die Bogen aus einzelnen miteinander verbundenen Bohlen hergestellt, und zwar sind zwei verschiedene Anordnungen üblich:

- 1) Bogen aus lotrecht gestellten Bohlen und
- 2) Bogen aus wagrecht gelegten Bohlen.

108.
Bogen aus
lotrecht
gestellten
Bohlen.

Die Bogen aus lotrecht gestellten Bohlen sollen zuerst von *Philibert de l'Orme* 1561 ausgeführt sein; doch wird behauptet¹⁶⁷⁾, daß sie schon mehrere Jahrhunderte früher in Gebrauch gewesen seien. In der neueren Praxis sind sie unter dem Namen »de l'Orme'sche Bogendächer« bekannt. Die Bogenstücke werden aus genügend breiten, 4 bis 6^{cm} starken Brettern oder Bohlen ausgeschnitten, wobei innere und äußere Krümmung dem gewählten Halbmesser entspricht. Von diesen Stücken werden nunmehr, je nach Stützweite und Krümmung, mehr oder weniger Lagen aufeinander gelegt und miteinander durch hölzerne, zunächst den Fugen durch eiserne Nägel verbunden, wobei die Stoffsugen der einzelnen Lagen gegeneinander verwechselt werden müssen. Bei drei Lagen würde man z. B. die Fugen der zweiten und dritten Lage stets mit dem ersten, bzw. zweiten Drittel der Länge der zur ersten Lage verwendeten Bohlenstücke zusammenfallen lassen. Die eisernen Nägel werden an der einen Seite umgeschlagen. Die Länge der einzelnen Bohlenstücke richtet sich nach dem Halbmesser des Bogens und der Breite der verfügbaren Bretter; man schneidet aus diesen die einzelnen Stücke nach einer Schablone, welche man, um Holz zu sparen, abwechselnd umkehrt (Fig. 356). Man kann auch, wenn es die Architektur des Gebäudes gestattet die innere Begrenzung der Bohlenstücke geradlinig lassen. Die Länge der einzelnen Bohlenstücke beträgt 1,25 bis 2,50^m.

Fig. 356.



Ein Nachteil dieser Konstruktion ist, daß die Längsfasern des Holzes außen und unter Umständen auch innen durchschnitten werden; es ist vorteilhaft, wenn möglichst viele Fasern nicht durchschnitten werden.

109.
Bogen aus
wagrecht
gelegten
Bohlen.

Die Bogen aus wagrecht gelegten Bohlen sind von *Emy* erfunden und im Jahre 1828 bekannt gemacht. Die Bohlen werden in mehreren Lagen übereinander gelegt und in die gewünschte Form über einer Lehre gebogen; dabei werden die einzelnen Lagen durch Schraubenbolzen und Bügel miteinander zu einem Ganzen verbunden. Als größte Pfeilhöhe kann man bei Fichten- und

¹⁶⁷⁾ Siehe: LANG, G. Zur Entwicklungsgeschichte der Spannwerke des Bauwesens. Riga 1890. S. 18.