



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

2) Konstruktion der hölzernen Turmhelme.

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

Diagonale, so wird zunächst die Gesamtzahl der Stäbe um einen Stab größer, als mit der statischen Bestimmtheit vereinbar ist; aber stabil wird das Fachwerk dadurch nicht. Denn in der Ebene dieses Feldes liegen die Punkte desselben Diagonale nur überbestimmt; das Verhältnis dieser Scheibe gegen das übrige Fachwerk aber, also für etwaige Drehungen derselben um die Achse $A_1 A_2$, bleibt vollständig unverändert. War sonach das frühere Fachwerk labil, so ist es auch das Fachwerk nach Einziehen der Gegendiagonale. Das Gleiche gilt von den anderen drei Gegendiagonalen, welche möglich und üblich sind. Das Fachwerk ist also auch mit den Gegendiagonalen eine labile Konstruktion.

Ob man unter diesen Verhältnissen weiterhin empfehlen kann, Turmdächer nach *Moller'scher* Konstruktion auszuführen, ist fraglich. Dieselben haben sich allerdings bisher gut gehalten; aber eine als nicht stabil erkannte Konstruktion, die überdies nicht berechnet werden kann, ist beim heutigen Stande der Konstruktionskunst nicht voll berechtigt.

Für Ausführung in Eisenkonstruktion ist die *Moller'sche* Turmpyramide nicht geeignet.

127.
Turm-
flechtwerk
mit bis zur
Auflagerebene
geführten
Graten.

c) Turmflechtwerk mit bis zur Auflagerebene geführten Graten. Eine ganz klare Konstruktion, bei welcher ebenfalls die Grate bis zu den Auflagern hinabgeführt sind, wird erhalten, wenn man abwechselnd ein Auflager als Punktlager und eines als Ebenenlager konstruiert und nunmehr stets einen neuen Knotenpunkt mit drei neuen Stäben an vorhandene Knotenpunkte anfügt. Eine solche Anordnung ist in Fig. 387 angegeben. Punktlager sind A_1, A_3, A_5, A_7 ; Ebenenlager sind A_2, A_4, A_6, A_8 . Die letzteren sind durch die Stäbe des Fußringes mit den ersteren zu verbinden. Man verbinde Punkt a_1 mit A_1, A_2, A_3 , Punkt a_3 mit A_2, A_3, A_4 , Punkt a_5 mit A_4, A_5, A_6 , Punkt a_7 mit A_6, A_7, A_8 ; alsdann sind a_1, a_3, a_5, a_7 als feste Punkte anzusehen. Nun verbinde man Punkt a_2 mit A_2, a_1, a_3 , Punkt a_4 mit A_4, a_3, a_5 , Punkt a_6 mit A_6, a_5, a_7 , Punkt a_8 mit A_8, a_7, a_1 . In solcher Weise kann man weiter bauen und erhält, abgesehen von der Spitze, ein statisch bestimmtes Raumfachwerk. Dasselbe kann in Holz (zweckmäßig mit eisernen Diagonalen in den Seitenflächen) ohne Schwierigkeit hergestellt werden.

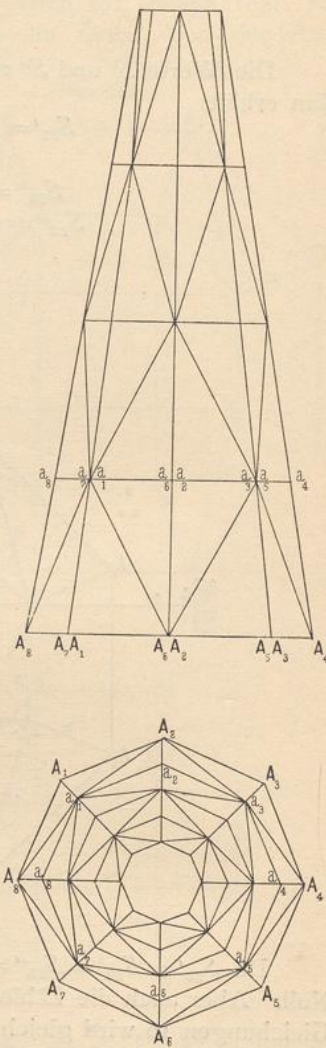
2) Konstruktion der hölzernen Turmhelme.

128.
Grundsätze.

Für die Konstruktion der hölzernen Türme hat *Moller*¹⁷⁹⁾ vor mehr als einem halben Jahrhundert Grundsätze aufgestellt, welche zum großen Teile auch

¹⁷⁹⁾ A. a. O., Heft 4.

Fig. 387.



heute noch als gültig aufgeführt werden können, auch in vielen Hinsichten mit denjenigen übereinstimmen, welche sich als Folgerung der vorstehenden theoretischen Untersuchungen ergeben haben.

Moller schreibt u. a. vor: »Das Innere des Turmes werde möglichst leicht konstruiert; man verstärke dagegen die äußeren Dachwände; die langen und schweren sogenannten Helmstangen sind fortzulassen und auf eine kurze Hängesäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken; die Eckpfosten oder Ecksparren (von uns als Gratsparren bezeichnet) 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; die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur senkrecht auf die Mauer wirken können; dieselben sind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in gewissen, nicht zu großen Entfernungen so abzuschließen, daß dadurch die Turmpyramide in mehrere kleine, abgestumpfte Pyramiden zerlegt wird.«

Man sieht, *Moller* verlangt das vorstehend entwickelte Fachwerk, bei dem die Gratsparren durchgehen, in den Höhen der einzelnen Balkenlagen umlaufende Ringe und in den trapezförmigen Seitenflächen Diagonalen angeordnet sind. Die letzteren führt er nicht besonders an, hat sie aber in dem nach ihm benannten Turmdach nahe den Seitenflächen angewendet. Die Kränze dienen als Pfetten, als Auflager für die Zwischensparren; der Turm ist im Inneren möglichst frei von Konstruktionsteilen zu halten. Wenn *Moller* fordert, daß die Dachkonstruktion nur lotrechten Druck auf die Mauer übertragen könne, so ist dies für lotrechte Belastungen möglich; bei den schiefen Belastungen durch Wind kann ein schiefer Druck auf die Mauer nicht vermieden werden.

Weiter fordert *Moller* von der Konstruktion für die Dauerhaftigkeit u. a.: »Alle Zapfenlöcher, in welchen sich Wasser sammeln könnte, sind zu vermeiden; wo dieses nicht möglich ist, müssen sie unten geschlitzt werden, damit das Wasser ablaufen kann. Der Luftzug ist zu befördern.«

Für die Ausbesserungen fordert er: »Alle Hölzer sind so zu verbinden, daß die schadhaften leicht weggenommen werden können; mithin sollen die Gebälke, Sparrenbalken u. s. w. nicht unter die Hauptpfosten oder Ecksparren gelegt werden, sondern neben dieselben. Bei größeren Türmen ist jedesmal außer den Ecksparren noch eine von denselben unabhängige Unterstützung anzubringen, so daß durch dieselbe, sowohl beim Aufschlagen, als bei Reparaturen, die Festigkeit des Ganzen gesichert wird und sie zugleich als Gerüst dienen kann. Die Kränze sind so einzurichten, daß dieselben als Gänge für die Bauarbeiter dienen können. In jedem Stockwerk ist wenigstens ein eisernes Fenster anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerks leicht erkennen zu können.«

Die hauptsächlich tragenden Konstruktionsteile sind die Gratsparren; diese dürfen nicht durch wagrechte Hölzer unterbrochen, müssen vielmehr Hirnholz auf Hirnholz gestossen werden, wobei auch Eisen zu Hilfe genommen werden kann (Fig. 399). Bei der Verbindung der Kränze oder Ringe, welche gleichzeitig als Pfetten dienen, mit den Gratsparren sind die letzteren möglichst wenig zu verschwächen; die Ringe sind etwa 2,5 cm bis 3,0 cm in die Gratsparren einzulassen und mit ihnen zu verbolzen; auch hier können eiserne Laschen zur Verbindung verwendet werden. An der Spitze treffen die Gratsparren einander auf der Helmstange, welche nur ein bis zwei Geschosshöhen hinabzureichen braucht; an dieser schwierigen Stelle wendet man heute mit Vorteil Eisen an (siehe Fig. 402 und

die Tafel bei S. 181. Die zwischen den einzelnen Geschossen erforderlichen Balken lagert man zweckmäÙig auf den Pfetten; womöglich befestigt man sie auch seitlich an den Gratsparren. Dadurch ist das Aufschlagen und Auswechseln schadhafter Balken und Pfetten leicht möglich. Die Dachbalkenlage kann mit Stichbalken für jeden Sparren hergestellt werden; gewöhnlich ruht sie auf zwei umlaufenden, auf dem Turmmauerwerk verlegten Mauerlatten. Eine solche Balkenlage zeigt Fig. 389. Man kann aber auch die Zwischensparren auf eine Art von Fußpfetten setzen, welche herumlaufend einen untersten Ring bilden; als Verbindung der Auflager wird besser ein umlaufender eiserner Ring angeordnet.

Nachstehend sind zu behandeln:

- α) das vierseitige Turmdach;
- β) das achtseitige Turmdach;
- γ) das Rhombenhaubendach;
- δ) das runde Turmdach oder das Kegeldach.

129.
Vierseitiges
Turmdach.

α) Vierseitiges Turmdach. Vier durchgehende, bzw. Hirn- auf Hirnholz gestoßene Ecksäulen unter den Kanten der Pyramide (die Gratsparren) bilden die Hauptkonstruktionsteile; dazwischen gesetzte Holme teilen die ganze Höhe in eine Anzahl Stockwerke von etwa 3,00 bis 5,00 m Höhe. Die Holme nehmen die Sparren auf. Die in den geneigten Seitenflächen liegenden trapezförmigen Felder werden mit Diagonalen verstrebt, welche als gekreuzte Holzstäbe (Andreaskreuze) oder als gekreuzte Eisenstäbe (Gegendiagonalen) konstruiert werden können. Alle tragenden Konstruktionsteile liegen hier in den Seitenflächen der Pyramide. Nach Früherem (siehe Art. 122, S. 154) ist die Konstruktion wegen der Spitze statisch unbestimmt, aber nicht labil. Eine schematische Darstellung giebt Fig. 388. Wegen der Einzelheiten, insbesondere der Verbindungen der Hölzer in den Knotenpunkten und an der Spitze, wird auf die weiterhin (Fig. 401 bis 404) folgenden Abbildungen und Erläuterungen verwiesen. Die Helmstange braucht nur ein bis zwei Stockwerke hinabzureichen.

130.
Moller'sches
Turmdach.

β) Achtseitiges Turmdach. Bei diesem kommen folgende Konstruktionen in Frage: das *Moller'sche* Turmdach, das Turmdach mit durchgehendem Kaiserstiel, dasjenige des Mittelalters, endlich das neuere *Otzen'sche* Turmdach.

α) *Moller'sche* Turmdächer. Diese sind, als Raumfachwerk betrachtet, in Art. 126 (S. 165) bereits behandelt. Es wurde gezeigt, daß das Fachwerk streng genommen nicht allen Ansprüchen an die Stabilität genügt; dennoch haben sich diese Dächer gut gehalten; sie bedeuten gegenüber den jenerzeit üblichen Konstruktionen einen ganz bedeutenden Fortschritt und sind ein Beweis vom hervorragenden Konstruktionstalent *Moller's*. Sie sind nach den oben angeführten Grundsätzen folgendermaßen hergestellt.

Die Gratsparren bilden die Hauptteile; sie laufen von unten bis oben durch und setzen sich an der Spitze gegen einen lotrechten Stab, den sog. Kaiserstiel, welcher die Aufgabe hat, den Zusammenschluß der Gratsparren zu erleichtern und das Anbringen des Turmkreuzes zu ermöglichen. Der ganze Turm ist in einzelne Stockwerke von 3,50 bis 4,50 m Höhe zerlegt; in jedem Stockwerk sind vier Wände angebracht, deren jede aus Schwelle, Holm und zwei Streben

Fig. 388.

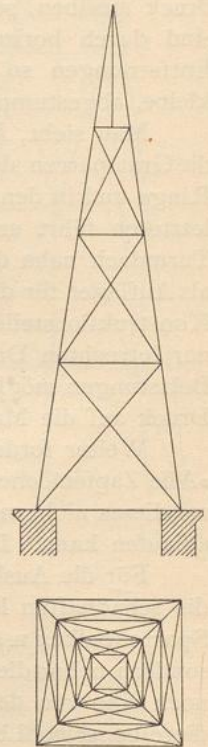


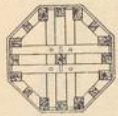
Fig. 389.

Von der Kirche zu
Friedrichsdorf. $\frac{1}{133}$ w. Gr.

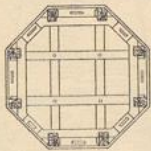
Schnitt I-I



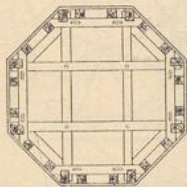
Schnitt II-II



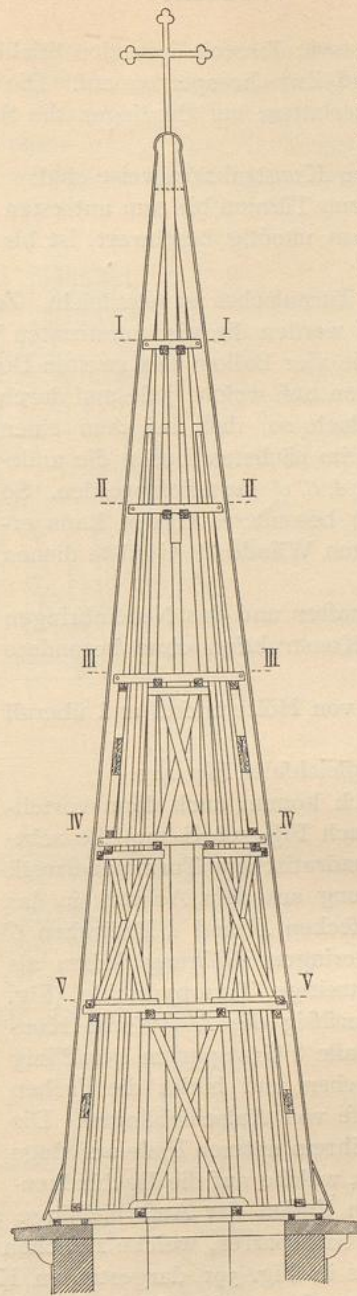
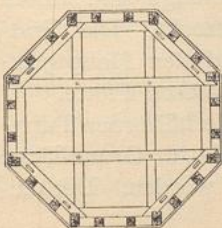
Schnitt III-III



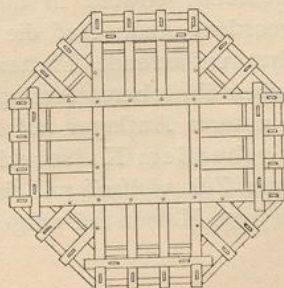
Schnitt IV-IV



Schnitt V-V



Unterste Balkenlage



(Andreaskreuz) besteht. Diese Wände wechseln in den verschiedenen Stockwerken; wenn die Wände des einen Stockwerkes an den Seiten 1, 3, 5, 7 des Achteckes angeordnet sind, so sind sie in dem darüber folgenden Stockwerk in den Seiten 2, 4, 6, 8. So bilden denn zwischen je zwei Stockwerken die Holme des unteren und die Schwel- len des oberen Stockwerkes einen achteckigen Ring, gegen welchen sich auch die Zwischensparren, wie gegen Pfetten, lehnen.

Die Holme der verstreben Wände tragen die in Art. 126 (S. 165) erwähnten Balken, welche in den vier großen, schräg liegenden Ebenen $A_1 A_1 O$, $A_3 A_3 O$, $A_2 A_2 O$, $A_4 A_4 O$ (Fig. 384, S. 165) angeordnet sind. Die Balken der einen Richtung sind über diejenigen der anderen, im Grundriss lotrecht dazu stehenden Richtung gelegt; beide sind etwa 2,5 cm tief miteinander verkämmt und verschraubt. Auf diese vier Balken werden nun die Schwel- len der vier verstreben Wände des nächsten Stockwerkes gelegt. Die Helmstange (der Kaiserstiel) reicht nur um eine oder zwei Geschosshöhen hinab. Wo die Gratsparren gestosfen werden müssen, werden die Teile unmittelbar aufeinander gesetzt. Die Stockwerkshöhe wähle man etwa 3,00 bis 4,50 m.

Fig. 389 zeigt einen solchen Turm. Derselbe setzt sich auf das Gebälke, welches aus den in allen Böden sich wiederholenden vier Balken

und den zwischen denselben, sowie übereck liegenden Stichbalken besteht. Diese Balken nehmen die Grat- und Zwischensparren auf. Die Balkenlage ruht auf zwei ringsum laufenden Mauerlatten; auf ihr liegen die Schwellen für die verstrebt Wände.

Vorteile der *Moller'schen* Konstruktionsweise sind:

a) Die vielfach bei anderen Türmen bis zum untersten Boden hinabgeführte Helmstange, welche den Turm unnötig beschwert, ist bis auf das kurze Stück an der Spitze fortgelassen.

b) Das Aufschlagen des Turmdaches ist sehr leicht. Zuerst wird die Grundbalkenlage gelegt und darauf werden die vier verstrebt Wände (die Andreas-kreuze) gestellt, auf welche die vier Balken des zweiten Bodens kommen. Nuncmehr stellt man die Gratsparren auf, welche jedesmal durch zwei Stockwerke reichen, jedoch so, daß bei dem einen Boden vier (etwa 1, 3, 5, 7), beim nächsten Boden die anderen vier Gratsparren (etwa 2, 4, 6, 8) gestofsen werden. So geht der Aufbau weiter. Ein besonderes Gerüst kann erspart werden, da die verstrebt Wände als Gerüste dienen können.

c) Das Beseitigen schadhafter und das Neueinbringen guter Hölzer ist bei dieser Konstruktion ohne besondere Schwierigkeit möglich.

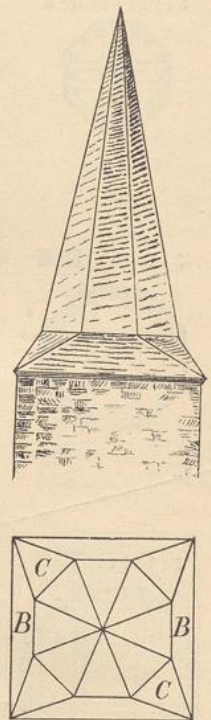
d) Der innere Turm ist von Hölzern frei und überall leicht zugänglich.

Ein gutes Beispiel zeigt gleichfalls Fig. 422.

Das *Moller'sche* Turmdach kommt auch dann vorteilhaft zur Verwendung, wenn nach Fig. 368 (S. 149) die achtseitige Turmpyramide über quadratischem Turmmauerwerk erbaut wird und die Überführung aus dem Achteck in das Viereck mit Hilfe von 4 Fünfecken *B* und 4 Dreiecken *C* vorgenommen wird, welche geringere Neigung haben als die darüber aufsteigende achtseitige Turmpyramide (Fig. 390). Man führt dann zweckmäfsig die *Moller'sche* Konstruktion wie üblich aus, läßt alle 8 Gratsparren geradlinig bis zur Auflagerebene durchgehen und bildet die flachen Dachflächen *B* und *C* mit Hilfe von Aufschieblingen. Die Aufschieblinge setzen sich mit ihrem unteren Ende auf rings im Quadrat umlaufende Pfetten, welche auf die Dachbalkenlage gestreckt sind; die oberen Enden der Aufschieblinge setzen sich teils auf die Turmsparren, teils auf die Gratsparren, welche zwischen den Flächen *B* und *C* angeordnet werden. Bei der in Fig. 391 dargestellten Konstruktion besteht die Balkenlage auf dem Mauerwerk aus vier sich kreuzenden Hauptbalken, zwischen denen Wechsel und Stichbalken, sowohl in den Seitenrichtungen des Grundquadrats, wie übereck angeordnet sind. Auf die Balkenlage sind aufsen für die Aufschieblinge im Quadrat umlaufende Pfetten gestreckt. Die Gratsparren für die Aufschieblinge haben ihr oberes Auflager auf den Hauptgratsparren des Turmhelmes und ihr unteres Auflager auf der äußeren Pfette.

Ⓑ) Turmhelme mit durchgehendem Kaiserstiel. Die hölzernen Turmkonstruktionen sind bis zur neuesten Zeit vielfach mit einem bis zur Grundfläche des Turmhelmes hinabreichenden sog. Kaiserstiel ausgeführt worden. Der Zu-

Fig. 390.



137.
Turmhelm mit
durchgehendem
Kaiserstiel.

schnitt der Gratsparren an der Spitze hat wohl schon früh zur Anwendung einer lotrechten Helmstange geführt, welche einerseits die Schwierigkeit der Herstellung dieses Knotenpunktes verminderte, andererseits eine gute Befestigung des Turmkreuzes ermöglichte; zu diesem letzteren Zwecke mußte man aber die Helmstange wenigstens einige Meter weit hinabreichen lassen und das

Fig. 391.

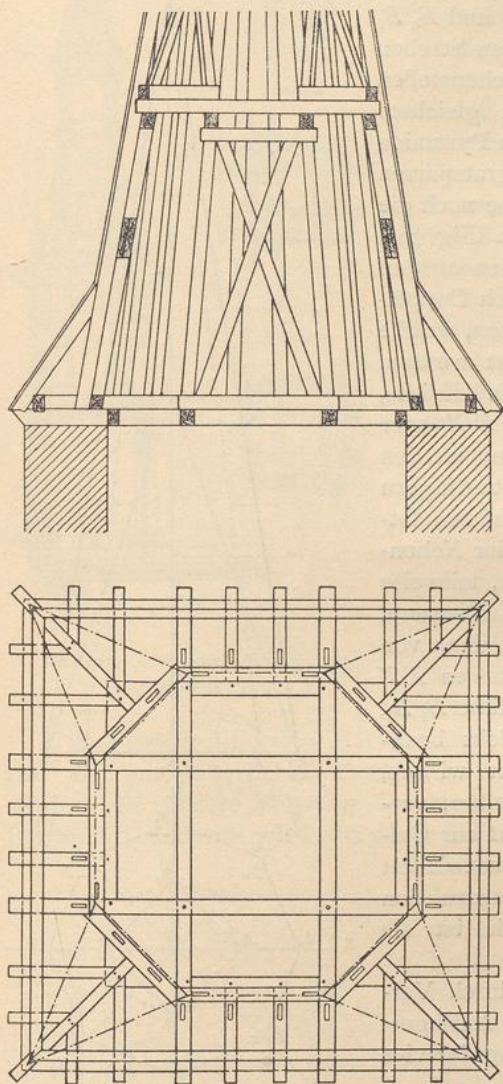
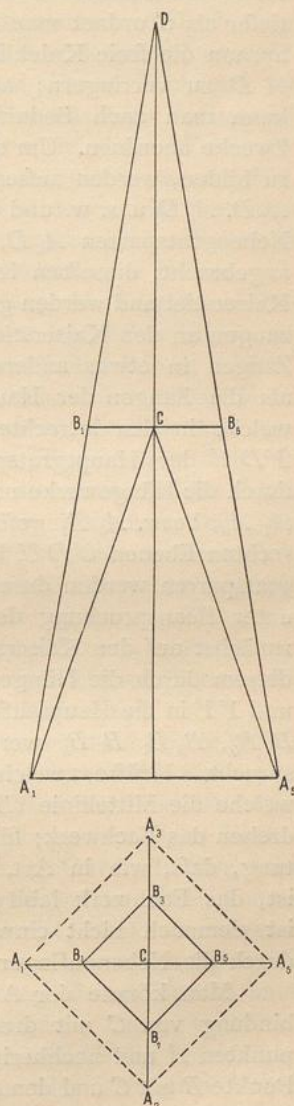


Fig. 392.



untere Ende derselben gegen seitliche Bewegungen sichern. So kam man leicht dazu, diesen Konstruktionsteil ganz hinab zu führen und als Hauptteil des Turmhelmes auszubilden.

Bei niedrigen und mittelhohen Türmen wird diese Anordnung auch heute noch vielfach ausgeführt. A_1, A_3, A_5, A_7 (Fig. 392) seien vier feste Punkte in der Auflagerebene; alsdann wird Punkt C zu einem festen Punkte durch Ver-

bindung mit dreien dieser Punkte; verwendet man zwei einander unter rechtem Winkel kreuzende Hängewerke mit gemeinsamer Hängesäule, so ist die vierte Strebe eigentlich ein überzähliger Stab, der aber das Fachwerk nicht labil macht. Ebenso ist Punkt D an der Turmspitze durch die beiden Hängewerke $A_1 D A_5$ und $A_3 D A_7$ ein fester Punkt, wobei gleichfalls ein überzähliger Stab verwendet ist. In der Höhe des Punktes C oder etwas höher, bezw. tiefer als C ordnet man Zangen $B_1 B_5$ und $B_3 B_7$ an, um die freie Knicklänge der langen Streben $A D$ zu verringern; auch an Zwischenstellen kann man nach Bedarf Zangen zu gleichem Zwecke anordnen. Um die achtseitige Pyramide zu bilden, werden aufer den Hauptgratsparren $A_1 D, A_3 D$ u. s. w. und zwischen diese noch die Nebengratsparren $A_2 D, A_4 D$ u. s. w. (Fig. 393) angebracht; dieselben lehnen sich oben an den Kaiserstiel und werden gleichfalls durch Doppelzangen an den Kaiserstiel angeschlossen, welche Zangen in etwas andere Höhe gelegt werden, als die Zangen der Hauptgratsparren. Kräfte, welche in den lotrechten Ebenen XDX oder YDY der Hauptgratsparren wirken, werden durch die Hängewerke nach den Hauptauflagern $A_1 A_5$, bezw. $A_3 A_7$ geführt; Kräfte in den lotrechten Ebenen UDU , bezw. VDV der Nebengratsparren werden durch die Zangen, teilweise unter Beanspruchung der Hölzer auf Biegung, zunächst auf den Kaiserstiel gebracht, dann von diesem durch die Hängewerke der Ebenen XX und YY in die Hauptauflager. Die Stäbe $B_1 B_3, B_3 B_5, B_5 B_7, B_7 B_1$ werden dabei nicht beansprucht. Kräfte, welche in Ebenen wirken, welche die Mittellinie CD nicht enthalten, verdrehen das Fachwerk; für diese kommt zur Geltung, daß, wie in Art. 123 (S. 156) entwickelt ist, das Fachwerk labil ist. Die Konstruktion ist demnach nicht einwandfrei; auch ist sie durch die Nebenaufleger unklar.

Man könnte der Ansicht sein, durch Verbindung von C mit drei (oder vier) Auflagerpunkten A und nachherige Verbindung der vier Punkte B mit C und den Auflagern A_1, A_3, A_5, A_7 werde ein stabiles Fachwerk geschaffen, an welches sich dann die anderen Stäbe zur Bildung der achtseitigen Pyramide anschließen könnten. Die in Art. 123 (S. 156) geführte Untersuchung lehrt, daß das so gebildete Fachwerk nicht stabil ist. Man hat vielfach in die Randbalken $B_1 B_3, B_3 B_5 \dots$, bezw. in Balken, welche diesen entsprechen, aber näher an C liegen, Stichbalken gesetzt und diese zur Unterstützung der vier Zwischengratsparren benutzt. Da das Viereck $B_1 B_3 B_5 B_7$

Fig. 393.

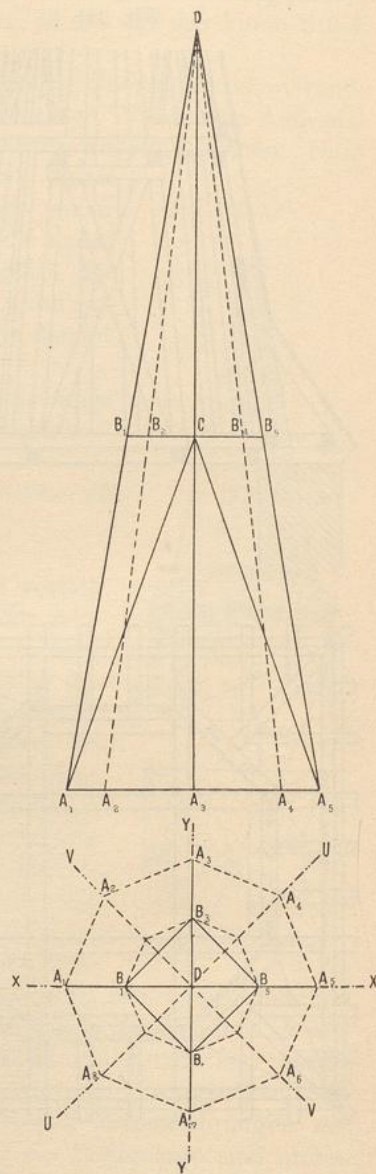
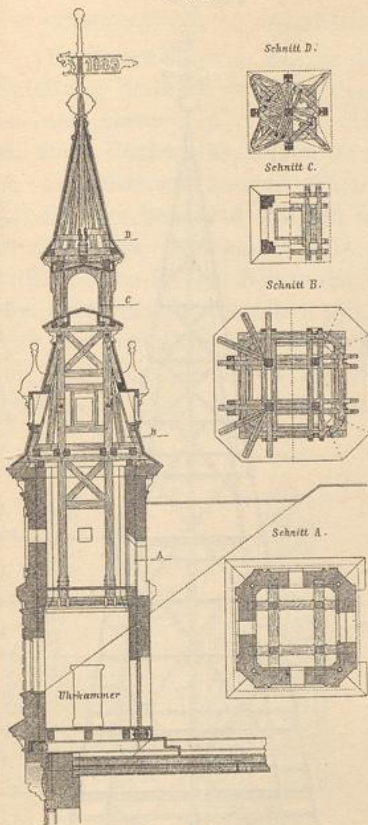


Fig. 394.

Uhrturm des Amtsgebäudes zu
Joslowitz¹⁸⁰⁾.

nicht als eine Scheibe gelten kann, deren Eckpunkte im Raume festgelegt sind, so können auch die Anschließpunkte der Stichbalken nicht im Raume als festliegend angesehen werden. Die vorderen Enden der Stichbalken hat man durch Wände unterstützt, welche mit herumlaufenden Schwellen und Ringen gebildet und durch Andreaskreuze verstrebt sind. Dafs diese Wände ein stabiles Fachwerk geben, ist oben nachgewiesen; aber bei diesem Fachwerk ist der bis zur Grundfläche reichende Kaiserstiel überflüssig. Die ganze auf diese Weise gebildete Konstruktion ist nicht zweckmäfsig. Die tragenden Wände in den schräg liegenden Seitenflächen der Turmpyramide enthalten in den Rahmen und Schwellen viele Hölzer, welche in der Höhenrichtung des Turmes schwinden und im Verein mit den vielen Fugen ein bedeutendes Sacken zur Folge haben. Kaiserstiel und Gratsparren müssen aus einem Holze gearbeitet oder Hirnholz auf Hirnholz gestossen werden. Diese Teile setzen sich nur äufserst wenig, so dafs also ein ungleichmäfsiges Sacken eintritt und die einzelnen Teile aus dem Zusammenhange kommen. Diese Konstruktionsweise ist deshalb mit Recht verlassen worden.

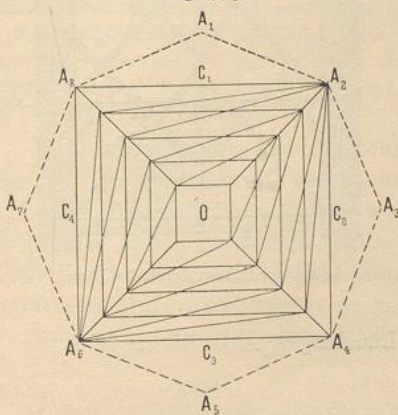
Fig. 394¹⁸⁰⁾ zeigt ein ohne weiteres verständliches Beispiel eines kleinen Turmes mit weit hinabreichendem Kaiserstiel.

©) Turmhelme des Mittelalters. Die bemerkenswerteste Eigentümlichkeit der mittelalterlichen Turmhelme ist nicht der durchgehende Kaiserstiel, sondern die sichere Stützung des achtseitigen Turmdaches auf eine vierseitige Pyramide; dadurch wird die ganze Belastung klar und sicher auf vier Punkte,

132.
Turmhelme
des
Mittelalters.

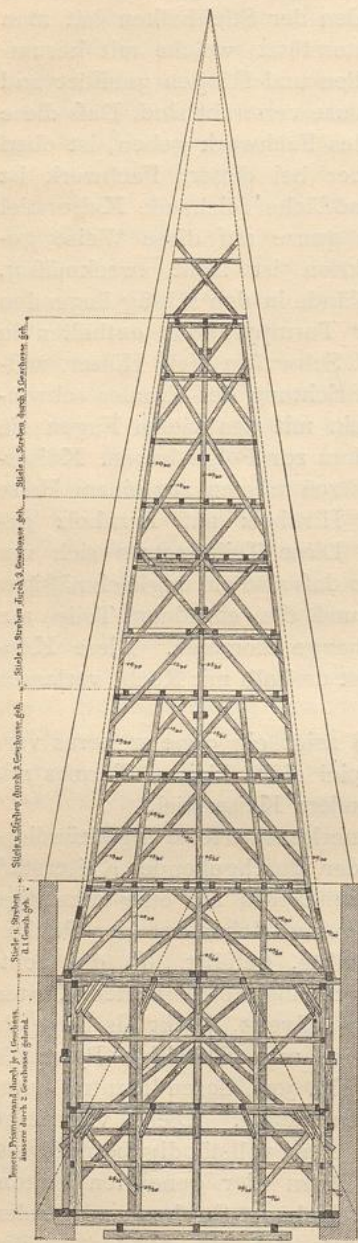
die Auflagerpunkte, geführt. In der achtseitigen Turmpyramide, welche in den Kanten die Gratsparren aufweist, steckt als tragende Konstruktion eine nur vierseitige Pyramide $A_2 A_4 A_6 A_8 O$ (Fig. 395), deren Kanten unter den Gratsparren liegen. Diese vierseitige Pyramide ist in einer vollständig befriedigenden Weise in ihren vier geneigten Seitenwänden mit Holmen, Streben und Stielen versehen, so dafs sich ein stabiles, steifes Raumfachwerk, ein Flechtwerk, bildet. Die Holme entsprechen den heute sog. Ringen; die Streben gehen vielfach durch mehrere

Fig. 395.



¹⁸⁰⁾ Faks.-Repr. nach: Allg. Bauz. 1891, Bl. 11.

Fig. 396.



Seitenfläche der vierseitigen inneren Pyramide.

Fig. 397.

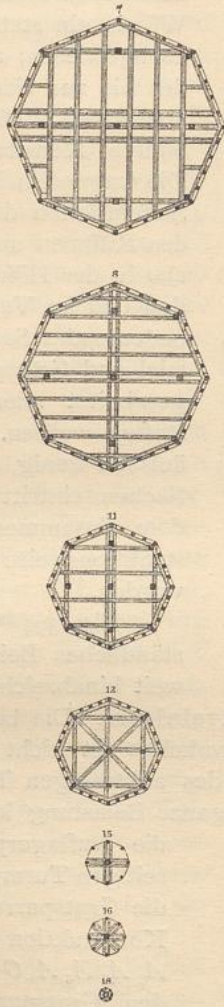
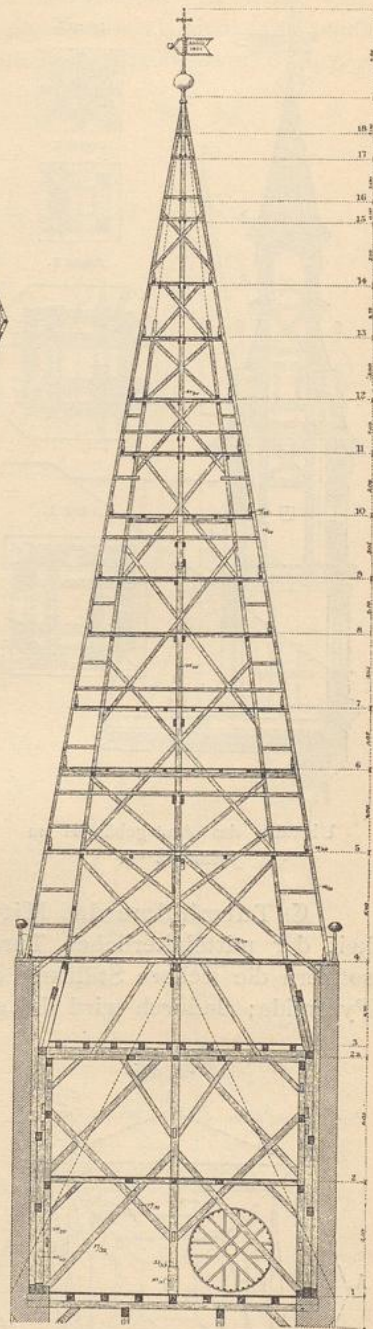


Fig. 398.



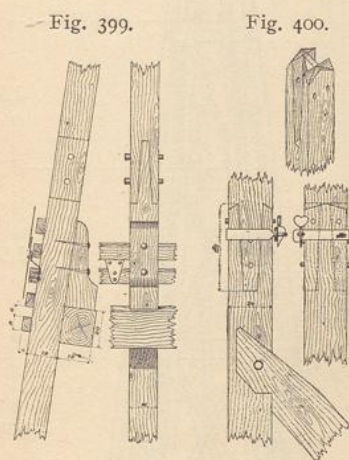
Lotrechter Schnitt durch die Mitte.

Von der Johanniskirche zu Lüneburg¹⁸¹).

$\frac{1}{333}$ w. Gr.

Stockwerke durch; man kann aber dieselbe Konstruktion, unserer heutigen Bauweise entsprechend, so anordnen, daß jedes Stockwerk für sich verstrebt ist.

Die beschriebene Konstruktion ist steif; dennoch ist noch eine weitere Versteifung dadurch vorgenommen, daß in zwei senkrecht zu einander stehenden lotrechten Ebenen (C_1OC_3 , C_2OC_4 in Fig. 395) verstrebt Fachwerke angebracht sind; diese Fachwerke haben an der Schnittstelle ihrer Ebenen den sog. Kaiserstiel. Derselbe soll hauptsächlich die zu große Länge der in den beiden Ebenen liegenden Streben und Zangen verkürzen. Um nun die achtseitige Form der Turmpyramide zu erhalten (die punktierte Grundform in Fig. 395), lagert man auf die Holme in den Seiten der vierseitigen Pyramide die Balken der Zwischenböden und versieht dieselben mit verschiedenen langen Auskragungen, so daß ihre Enden im Grundriß das verlangte Achteck bilden. Die Balken gehen in der einen Richtung durch; in der dazu senkrechten Richtung werden Stichbalken angeordnet. Auf die Balkenenden werden die im Achteck herumlaufenden



Einzelheiten zu Fig. 396 bis 398.

Pfetten gelegt, gegen welche sich sowohl die Gratsparren, wie die Zwischensparren legen. Die Balken der Zwischenböden gehen bald in der einen, bald in der zu dieser winkelrechten Richtung durch.

Ein gutes Beispiel ist der in Fig. 396 bis 398 dargestellte Turm der Johanniskirche in Lüneburg¹⁸¹⁾.

Der lotrechte Schnitt in Fig. 398 zeigt die verstrebt Fachwand in der lotrechten Mittelebene des Turmes; Fig. 396 veranschaulicht die Seitenwand der tragenden vierseitigen Pyramide. Die Gratsparren spielen hier kaum eine wichtigere Rolle als die anderen Sparren; beide sind gleich stark (15×15 cm). Fig. 399 zeigt den Sparrenstoß mittels des einfachen Scherzapfens und die Verbindung der Sparren mit den Pfetten vermittels der Knaggen. Fig. 400 giebt den sehr sorgfältig gearbeiteten Stoß des Kaiserstieles; dieselbe Abbildung zeigt das Hakenblatt, mit welchem sich die Streben an die Stiele setzen; um den Stiel dabei so wenig wie möglich zu schwächen, ist die Strebenbreite in der gezeichneten Weise am Anschlußpunkt vermindert. Der Turm ist aus Eichenholz hergestellt und hat sich gut gehalten. Prieß sagt in der unten angegebenen Abhandlung¹⁸¹⁾ über die Konstruktion u. a.: »Der Helm ist in möglichst wenig Geschossen mit langen durchgehenden Stielen als ein starres, nach allen Seiten gut versteiftes Ganzes aufgebaut. Diese Anordnung übertrifft ohne Zweifel die der neueren Entwürfe, bei denen es üblich geworden ist, den Aufbau aus vielen niedrigen Geschossen mit kurzen Stielen bestehen zu lassen und dabei mehrfach übereinander gelegte Hölzer in den Haupttragewänden zu verwenden, eine Ausführungsweise, die nicht nur von vornherein einen mangelhaften Verband der ganzen Spitze abgiebt, sondern die sich vor allem auch wegen des notwendigen stärkeren Schwindens des Holzes in der Quersfaser bei Bauten, die für längere Zeit berechnet sind, sicherlich nicht bewähren wird.«

Es empfiehlt sich, die vorstehend angeführte Bauweise wieder mehr in die Konstruktion einzuführen: die ganze Last auf vier Gratsparren zu stellen, welche Hirnholz auf Hirnholz gestossen werden, herumlaufende Ringe anzuordnen, die Seitenfelder durch gekreuzte (Holz- oder Eisen-) Diagonalen zu verstreben. Der Kaiserstiel braucht nur in den oberen Stockwerken vorhanden zu sein, um den Zusammenschluß der Gratsparren zu erleichtern und das Turmkreuz aufzunehmen.

Eine ähnliche, aber wesentlich weniger gute Konstruktion zeigen die Turm-

¹⁸¹⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1893, S. 566 u. Bl. 55, 56.
Handbuch der Architektur. III. 2, d. (2. Aufl.)

helme der St. Marienkirche in Lübeck¹⁸²⁾. Auch hier ist eine innere, vierseitige Pyramide angeordnet; aber das Turmgerüst besteht aus einzelnen, voneinander unabhängigen stehenden Stühlen, welche nach oben, der Verjüngung der Innenpyramide entsprechend, geneigt sind. Die Verbindung der einzelnen Stockwerke miteinander durch die Sparren und die innere Querverstrebung ist mangelhaft. Thatsächlich sind bei letzteren Türmen bedeutende Formveränderungen im Laufe der Jahrhunderte eingetreten.

¹³³⁾
Otzen'sche
Turmdächer.

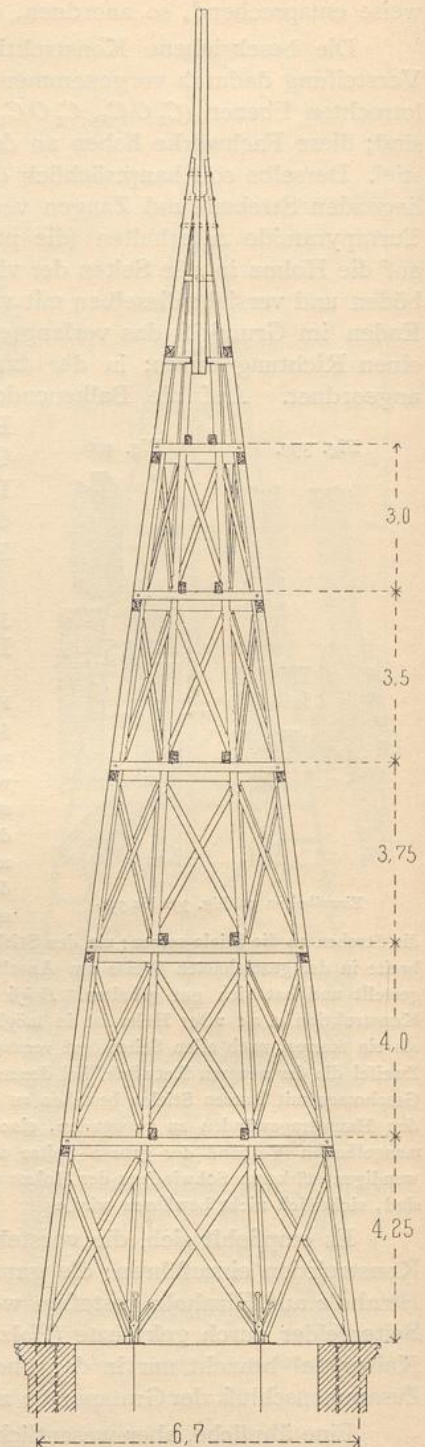
2) *Otzen'sche Turmdächer*. Die von *Otzen* in neuerer Zeit konstruierten Turmdächer sind sowohl in ihrer Gesamtordnung, wie in der Ausbildung der Einheiten in hohem Maße bemerkenswert. Der Gesamtanordnung zunächst ist eigentümlich, daß alle trapezförmigen Felder der achtseitigen Turmpyramide — soweit möglich — mit gekreuzten Schrägstäben verstrebt sind; zwischen je zwei Stockwerken ist ferner ein herumlaufender Pfettenring angeordnet, dessen einzelne Hölzer sich in die Grat-sparren setzen. Werden die Gratsparren bis zur gemeinsamen Auflagerebene hinabgeführt, so ergibt sich ein stabiles, räumliches Fachwerk, wie in Art. 127 (S. 168) nachgewiesen ist. Abgesehen von der Spitze und den sich kreuzenden Gegendiagonalen ist dieses Fachwerk sogar statisch bestimmt. Sodann ist diesen Dächern die Verankerung mit dem Turmmauerwerk eigentümlich. Bei den neueren *Otzen'schen* Turmhelmen ist endlich die ausgedehnte Verwendung des Eisens hervorzuheben, nicht nur zur Konstruktion der Schrägstäbe in den Seitenflächen, sondern auch zur Bildung der Knotenpunkte. Auf die Ausbildung der Knotenpunkte, auch der Turmspitze, unter geschickter Benutzung des Eisens, wird besonders aufmerksam gemacht.

Fig. 401¹⁸³⁾ zeigt im Hauptturm der Kirche zu Apolda einen fast ausschließlich in Holz konstruierten Turm.

¹⁸²⁾ Beschrieben von *Schwiening* in: Zeitschr. f. Bauw. 1894, S. 505 u. Bl. 62, 63.

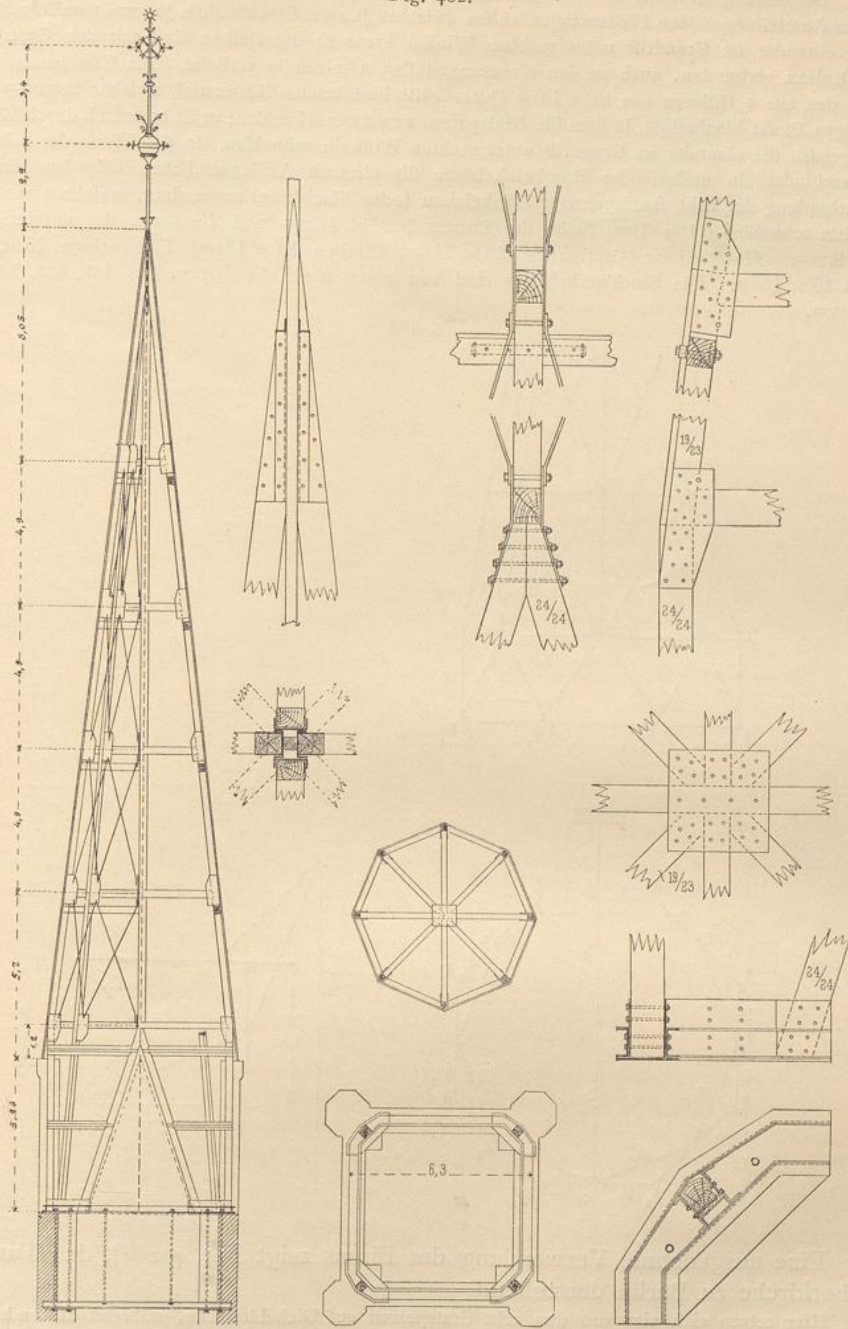
¹⁸³⁾ Nach den von Herrn Geheimen Regierungsrat Professor *Otzen* zu Berlin freundlichst zur Verfügung gestellten Zeichnungen.

Fig. 401.

Hauptturm der Kirche zu Apolda¹⁸⁸⁾.

^{1/100} W. Gr.

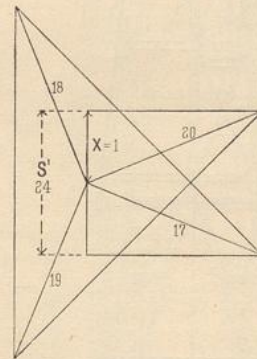
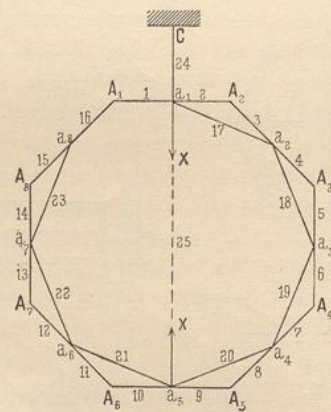
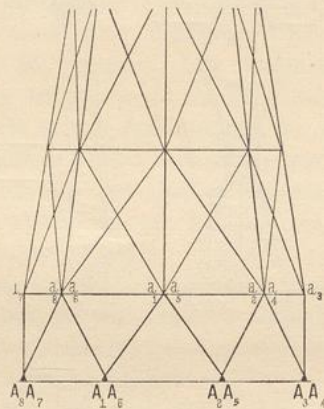
Fig. 402.

Von der Lutherkirche zu Berlin¹⁸³. $\frac{1}{250}$, bzw. $\frac{1}{100}$ w. Gr.

Die Gratsparren setzen sich sämtlich auf die Auflagerebene am Turmmauerwerk, und zwar mit dem Hirnholz unmittelbar auf die Auflagerschuhe; sie sind stumpf nur mit Langblatt gestossen, so daß Höhenveränderung möglichst ausgeschlossen ist. Die Stöße der Gratsparren wechseln und sind, mit Ausnahme der obersten, stets oberhalb der Aussteifungen zwischen den Strebenfüßen (d. h. oberhalb der

Ringe). Die Streben sind aus Holz hergestellte Andreaskreuze, in der Kreuzung miteinander vernagelt. Auf den Aussteifungen (den Pfettenringen) ruhen zwischen je zwei Stockwerken je zwei parallele Balken, welche einander im Grundriss unter rechtem Winkel kreuzen; die Balken sind mit den Gratsparren durch Bolzen verbunden, auch an den Kreuzungsstellen miteinander verbolzt. Die Gratsparren setzen sich in den aus 4 Hölzern von 18×18 cm Querschnitt bestehenden Kaiserstiel, welcher etwa 6 m unter demjenigen Punkt hinabreicht, in dem die Gratsparren zusammenschneiden; er ist mehrfach durch Winkel-eisen gefast, die einander im Grundriss unter rechten Winkeln schneiden. In der Ebene der acht Auflager verbindet ein umlaufendes Randwinkel-eisen die eisernen Auflagerschuhe; außerdem sind zur Querverbindung der acht Auflager vier Winkel-eisen (oder Flacheisen) angeordnet, welche einander in der Mitte schneiden. Die Gesamthöhe des Turmes beträgt 27,75 m und die Breite des unteren Achteckes 6,70 m. Holzstärken: Gratsparren 20×24 cm, Streben 18×18 cm, Pfettenringe 15×18 cm, Balken 15×18 cm. Die Stockwerkshöhen sind von unten nach oben bezw. 4,25, 4,00, 3,75, 3,50, 3,00 und 1,85 m.

Fig. 403.



Eine ausgedehnte Verwendung des Eisens zeigt Fig. 402¹⁸³⁾, den Turm der Lutherkirche zu Berlin darstellend.

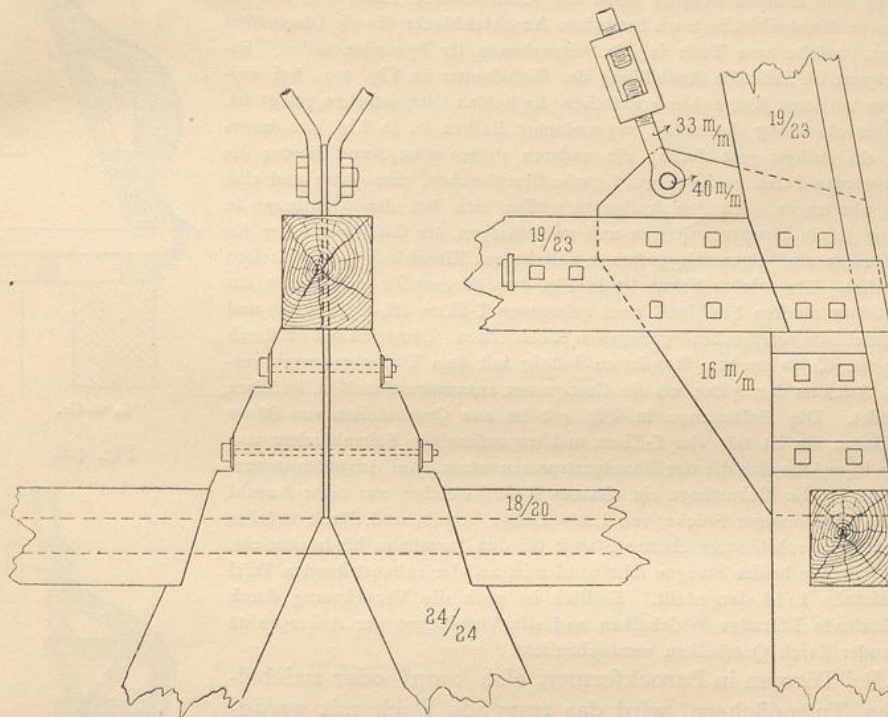
Hier setzen sich vier von den acht Gratsparren auf Giebel-dreiecke, während die anderen vier Gratsparren bis zu derjenigen Auflagerebene hinabreichen, auf welche sich auch die Streben der Giebel-dreiecke setzen. In der Höhe der Giebelspitzen ist eine achteckige Scheibe durch umlaufende Ring-hölzer und vier quer angeordnete Balken gebildet; dieser Übergang aus dem Viereck in das Achteck ist in Art. 125 (S. 160) besprochen. Dort ist auch nachgewiesen, daß diese Konstruktion streng ge-nommen nicht stabil ist. Bei der in Fig. 402 vorgeführten Art der Knotenbildung kann man jedoch die Scheibe als starre Scheibe annehmen, welche gegen die Auflagerebene durch die vier Giebel-dreiecke und die vier untersten Teile der Gratsparren festgelegt ist. — Auf dem Unterbau ist nun die weitere

achtseitige Pyramide errichtet; die vier einander kreuzenden Balken wiederholen sich zwischen je zwei Balkenlagen; sie sind für die geometrische Bestimmtheit, also die Stabilität in diesen nicht mehr erforderlich.

Eine etwas andere Anordnung zeigt Fig. 403.

Hier setzen sich alle acht Gratsparren auf Giebdreiecke. Der mittlere Sparren jeder Pyramiden-seite ist bis zur gemeinsamen Auflagerebene aller Giebdreieckstreben hinabgeführt. Es ist zu untersuchen, ob diese Anordnung ein stabiles Raumbachwerk bietet; für diese Untersuchung dient Fig. 403. Die Fußpunkte der Giebelstreben seien $A_1, A_2 \dots A_8$, die Giebelspitzen $a_1, a_2 \dots a_8$. Die Giebelspitzen $a_1 \dots a_8$ sind durch die wagrechten Stäbe $a_1 a_2, a_2 a_3, a_3 a_4 \dots a_8 a_1$ miteinander verbunden. Wir bauen das Raumbachwerk von unten auf, indem wir jeden hinzukommenden Punkt mit drei bereits festen Punkten verbinden, welche mit ihm nicht in einer Ebene liegen. Die Auflagerebene A_1 bis A_8 sind fest; den ersten Giebelpunkt, etwa a_1 , verbinden wir durch Stäbe 1 und 2 mit A_1, A_2 und

Fig. 404.



Von der Kirche zu Plagwitz-Leipzig¹⁸⁹³). — $\frac{1}{25}$ w. Gr.

vorläufig noch durch einen Hilfsstab mit dem festen Punkte C in der wagrechten Ebene $a_1 a_2 \dots a_8$. Damit ist a_1 ein fester Punkt.

Nun verbinde man nacheinander: Punkt a_2 mit A_2, A_3, a_1 , Punkt a_3 mit A_3, A_4, a_2 , Punkt a_4 mit A_4, A_5, a_3 , Punkt a_5 mit A_5, A_6, a_4 , Punkt a_6 mit A_6, A_7, a_5 , Punkt a_7 mit A_7, A_8, a_6 und Punkt a_8 mit A_8, A_1, a_7 . Damit sind alle Punkte a fest, wenn a_1 fest ist. An Stelle des Ersatzstabes von a_1 nach C werde jetzt der Stab 25 von a_1 nach a_5 gesetzt. Soll dadurch ein stabiles Raumbachwerk entstehen, so muß die Spannung im Stabe 25 für die Kräfte $X=1$ im Stabe 25 einen Wert haben, der von Null verschieden ist. Man erhält leicht, wenn der Winkel des Stabes 20 mit der wagrechten Linie in der Ebene $A_6 A_5 a_5$ mit β bezeichnet wird: $S_{20}' = -\frac{1}{\sin \beta}$, $S_{19}' = +\frac{1}{\sin \beta}$, $S_{18}' = -\frac{1}{\sin \beta}$, $S_{17}' = +\frac{1}{\sin \beta}$, und weil das Gleichgewicht am Knotenpunkt a_1 bedingt: $0 = 1 + S_{17}' \sin \beta - S_{21}'$, $0 = 1 + 1 - S_{24}'$, $S_{24}' = 2$. Der Stab 25 kann also an die Stelle des Ersatzstabes 24 treten; er macht das Raumbachwerk stabil.

Außer den in Fig. 403 gezeichneten Stäben sind noch der Randstab $a_8 a_1$ und die Querbalken oder Querstäbe $a_2 a_6$, $a_3 a_7$, $a_4 a_8$ angeordnet. Dieselben sind überzählige Stäbe, welche das Fachwerk statisch unbestimmt machen, aber die Stabilität desselben nicht ändern. Der Unterbau der Pyramide ist also stabil, und das Fachwerk bleibt stabil, wenn nunmehr auf die Punkte a_1 , $a_2 \dots a_8$ der weitere Aufbau eines Flechtwerkes erfolgt

Die Einzelausbildung der Stoßstellen und Knotenpunkte ist bei den *Olsen'schen* Turmhelmen mit Hilfe eiserner Blechlaschen vorgenommen. Die Gratsparren setzen sich an den Stoßstellen aufeinander und sind beiderseits mit Blechlaschen (7 bis 8 mm stark) versehen, welche durch Schraubenbolzen mit dem Holz verbunden sind; mittels solcher Stoßbleche werden auch die Querbalken an die Gratsparren gefügt. Wo die Gratsparren sich auf die Spitzen der Giebel-dreiecke setzen, sind die verbindenden beiderseitigen Blechlaschen entsprechend gebogen, so daß sie teils in die Seitenfläche der Gratsparren, teils in diejenige der Giebelstreben fallen. Die schmiedeeisernen Diagonalen der Seitenfelder sind an denselben Knotenblechen durch Bolzen befestigt (Fig. 402); in dem neueren Beispiel (siehe die nebenstehende Tafel) sind auf die erwähnten Knotenbleche noch besondere Anschlußbleche für die Diagonalen genietet, welche zum Teile in die Seitenebenen der Pyramide fallen. Beachtenswert ist auch die Ausbildung der Giebelspitze in Fig. 404, bei welcher ein mittleres Knotenblech zwischen die beiden Giebelstreben gelegt ist. Die Überschneidung der radial angeordneten Balken ist in Fig. 402 dargestellt; ein Balken geht durch, die anderen stoßen stumpf vor diesen; die Kräfte werden durch zwei genügend große Blechlaschen, eine obere und eine untere, übertragen. An den Auflagern treffen sich bei der Anordnung in Fig. 402 je ein Hauptgratsparren und zwei Streben der Giebel-dreiecke; für diese Stellen sind eigenartig geformte Schuhe aus Eisenblech und Walzeisen konstruiert. Ein solcher Schuh ist in Fig. 402 dargestellt; er besteht aus einem 20 mm starken Fußblech, zwei gebogenen E-Eisen (N.-Pr. Nr. 20) und zwei gleichfalls entsprechend gebogenen Stehblechen. Dieser Schuh ist durch Anker aus 39 mm starkem Rundeisen kräftig mit dem Turmmauerwerk verankert. Auch an der Spitze, wo die Gratsparren zusammenschneiden, ist Eisen verwendet. Die Helmstange in Fig. 402 ist aus Quadrateisen von 80 mm Seitenlänge; sie ist mit vier E-Eisen und trapezförmigen Seitenblechen verbunden, in welche sich die vier Hauptgratsparren setzen. Auf der nebenstehenden Tafel ist die Helmstange ein eisernes Rohr, welches aus einer Anzahl schwach kegelförmiger Stücke von 1,25 m Länge besteht und durch welches die gleichfalls rohrförmige eiserne Stange für den Turmhahn hindurchreicht. Die Verbindung beider Stangen miteinander ist auf der nebenstehenden Tafel im Maßstabe 1:10 dargestellt. Endlich ist auch die Verankerung durch herumlaufende I-förmige Walzbalken und die Verbindung der Ankerpunkte miteinander durch Querbalken veranschaulicht.

Bei Türmen in Barockformen, also knopf- oder zwiebelartigen Turmdächern, wird das tragende Dach mit geradlinigen Hölzern in den vorbeschriebenen Konstruktionsweisen hergestellt; die krummen Flächen werden dadurch gebildet, daß man auf die Sparren Bohlen aufnagelt, welche nach den gewünschten krummen Linien ausgeschnitten sind. Ein Beispiel zeigt Fig. 405; auf den Gratsparren sind doppelte Bohlen angeordnet, welche die Gratsparren und eine aufsitzende Bohle zangenartig umfassen. Eine stärkere Schweifung zeigt Fig. 406; die langen Zangen sind gegen Formänderung durch eine diagonal angebrachte Bohle gesichert.

Bei stark gekrümmten Flächen bildet man die Verschalung nicht aus Schalbrettern, sondern aus Latten, welche auf die Bohlenrippen genagelt werden. (Vergl. auch Fig. 437 u. 438.)

γ) Rhombenhabendach. Dieses Dach, bei welchem die Gratsparren nach den Spitzen der vier Seitengiebel laufen, kann in der Weise angeordnet werden, welche in Fig. 407 schematisch dargestellt ist. Am Fuß der Giebel sind die vier

Fig. 405.

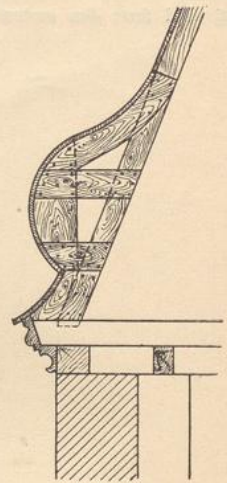
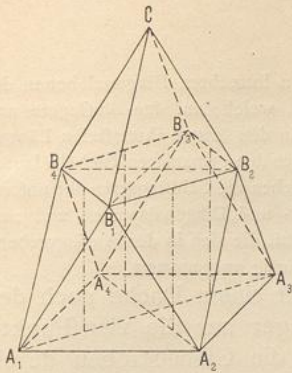
 $\frac{1}{100}$ w. Gr.

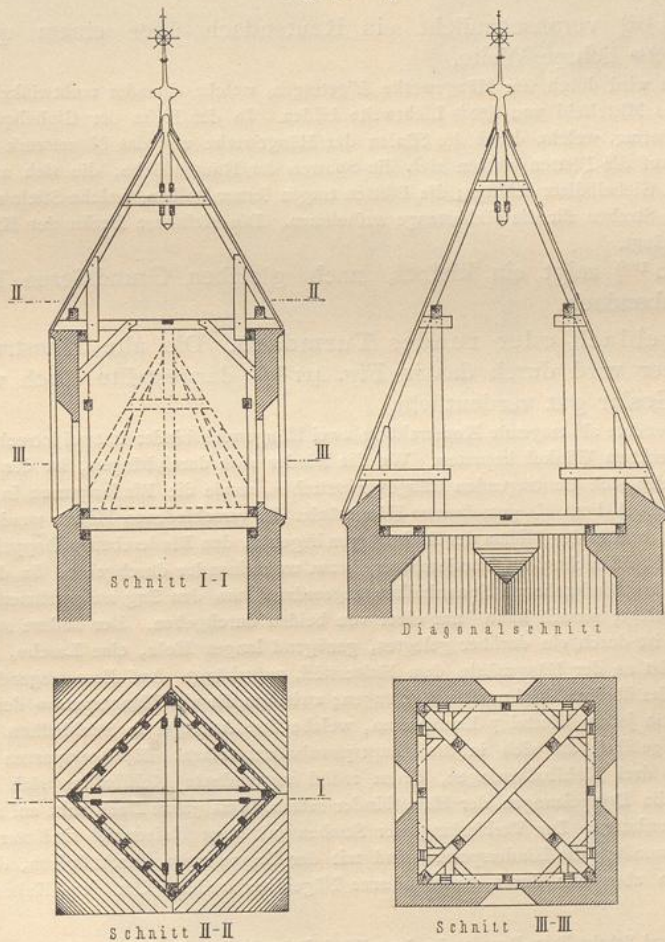
Fig. 406.

 $\frac{1}{100}$ w. Gr.

Fig. 407.



Stützpunkte A_1, A_2, A_3, A_4 , von denen aus die Giebelstreben $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, A_4B_4$ u. s. w. ausgehen. Die vier Giebelspitzen B_1, B_2, B_3, B_4 bilden ein Viereck, welches durch die Diagonalen B_1B_3, B_2B_4 versteift ist. Auf dieses Viereck setzen sich nun die Gratsparren CB_1, CB_2, CB_3, CB_4 . Von den Diagonalen B_1B_3 und B_2B_4 ist eine wegen des Schubes in den Gratsparren nötig (vergl. die Untersuchung auf S. 161); die zweite Diagonale ist ein überzähliger Stab. Man braucht die Punkte B_1, B_2, B_3, B_4 nicht als Auflagerpunkte auszubilden; dadurch wird die Kraftwirkung unklar. Diese Auflagerung wird aber ausgeführt; z. B. findet sie sich auch in der Konstruktion der Fig. 408. Die Linien B_1B_2, B_2B_3, \dots entsprechen Pfetten, welche einerseits durch die Diagonalbalken, andererseits durch besondere Stiele gestützt werden, die auf den Balken A_1A_3

Fig. 408¹⁸⁴⁾.

¹⁸⁴⁾ Nach: HARRIS, B. Die Schule des Zimmermanns. Theil I. 7. Aufl. Berlin 1889. S. 128.

und $A_2 A_4$ stehen. Die Sparren in den rhombischen Seitenflächen schiften sich an die Giebelstreben und Gratsparren.

Ein derartiges Dach zeigt Fig. 408¹⁸⁴⁾.

Die Gratsparren sind, wie oben angegeben, angeordnet; in den lotrechten Diagonalebene des Turmes sind vier bis zur Auflagerebene $A_1 A_2 A_3 A_4$ reichende Sparren, welche auf den Auflagern und den in Höhe der Giebelspitzen umlaufenden Pfetten ruhen; diese sind in den Mitten ihrer freien Längen durch besondere in den Diagonalebene liegende Stiele gestützt. Hinter den gemauerten Giebeln laufen diesen parallel die Giebelstreben (im Querschnitt $I-I$ punktiert), auf welchen die Schiftparren ihr unteres Lager finden. Die Helmstange dient zum Zusammenführen der Grat- und Diagonalsparren und zum Tragen des Kreuzes; sie ist am unteren Ende durch Zangen gefaßt. Damit die sich in der Auflagerebene kreuzenden Balken nicht zu weit frei liegen, sind die Ecken kragsteinartig vorgemauert.

Es steht nichts im Wege, die Rhombenhaube mit einem Dache nach der Otzen'schen Bauweise zu versehen, demnach als Auflager nur die vier Punkte A_1, A_2, A_3, A_4 in der unteren Ebene zu verwenden, die Giebelstreben durch eiserne Knotenbleche miteinander und mit den durchgehenden Balken zu verbinden und die beiden nach einem Auflagerpunkte A laufenden Giebelstreben in einen gemeinsamen eisernen Schuh zu setzen. Um den Zusammenschritt der Sparren in der Turmspitze einfacher zu erhalten, lege man in die lotrechten Diagonalebene keine Sparren.

Fig. 409¹⁸⁵⁾ veranschaulicht ein Rautendach über einem quadratischen Raume von 9^m lichter Weite.

Das Dach wird durch vier Hängewerke H getragen, welche einander rechtwinklig kreuzen und ein quadratisches Mittelfeld von 4,50^m Lichtweite bilden. In der Höhe der Giebelspitzen läuft eine Pfette P rings herum, welche durch die Säulen der Hängewerke und das Mauerwerk der Giebel getragen wird. Auf die Pfetten stützen sich die Sparren der Rautenfläche, die sich außerdem an die Gratsparren und Giebelhölzer schiften; die Pfetten tragen ferner Balken, welche Stiele zum Stützen der Gratsparren und Streben für die Helmstange aufnehmen. Die sichtbare Decke der Kirche ist an die Hängewerke gehängt.

Fig. 410¹⁸⁶⁾ zeigt ein kleines, nach gleichen Grundsätzen konstruiertes Rhombenhaubendach.

135.
Kegeldach.

δ) Kegeldach oder rundes Turmdach. Die alte Konstruktionsweise solcher Dächer wird durch das in Fig. 411¹⁸⁷⁾ dargestellte Dach vom großen Zwinger in Goslar gut verdeutlicht.

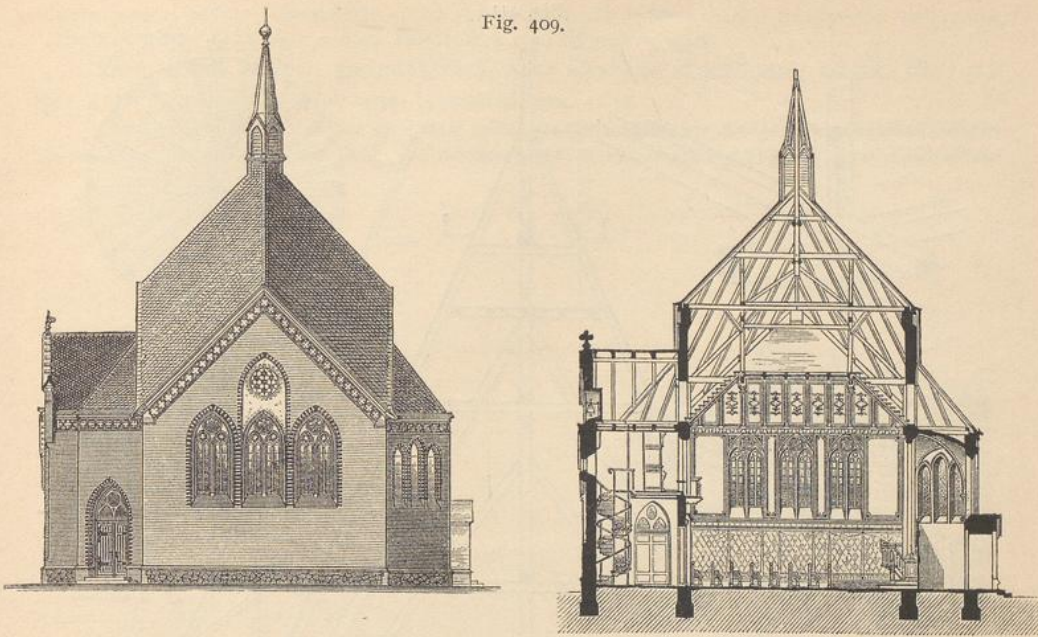
Man verwendete als tragende Konstruktion zwei Hängewerksbinder in zwei lotrechten Ebenen, die einander unter rechtem Winkel kreuzten. Wo die Binder sich durchdringen, ist der Kaiserstiel angebracht, gegen den sich die tragenden Hängewerksstreben, sowie die Bindersparren in beiden Ebenen setzen; der Kaiserstiel dient als gemeinsame Hängesäule. In verschiedenen Höhen werden Kehlbalckenlagen angebracht, und in den Höhen der Balkenlagen liegen in den Binderebenen Doppelzangen, welche einander aber nicht überschneiden, sondern über, bezw. untereinander durchgehen. In der Dachbalkenlage sind in beiden Binderebenen Spannbalken angeordnet, um den Zug aufzunehmen; diese sind in dieselbe Ebene gelegt; sonach kann nur einer von beiden durchgehen. Der andere stößt stumpf vor den ersteren und ist durch ein darüber gelegtes, genügend langes Holz, eine Lasche, gestossen. Der Kreuzungspunkt ist an der Hängesäule, dem Kaiserstiel, aufgehängt. Auf diese tragende Konstruktion ist nun die Last des übrigen Dachwerkes übertragen; zwischen die vier Hauptsparren der Bindergebände setzen sich noch in jedem Viertel 7 Leersparren, welche ihre Auflager in Stichbalken finden; letztere sind in Wechsel geführt, die sich in die Hauptspannbalken setzen. Die Leersparren finden weitere Unterstützung in drei Kehlbalckenlagen, deren radial angeordnete Kehlbalcken sich nach Fig. 411 Schnitt $II-II$ in die Doppelzangen der Hauptbinder setzen. Das ganze Dach ruht auf zwei ringförmig verlaufenden Mauerlatten. Zur Verbindung der Streben mit dem Kaiserstiel sind nur Zapfen, keine Versatzungen verwendet; die Bindersparren sind mit der Doppelzange durch Bolzen, die Streben mit den Doppelzangen aber nur durch starke eiserne Nägel verbunden. Um den Kaiserstiel sind die

¹⁸⁵⁾ Ansicht und Schnitt Faks.-Repr. nach: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 475.

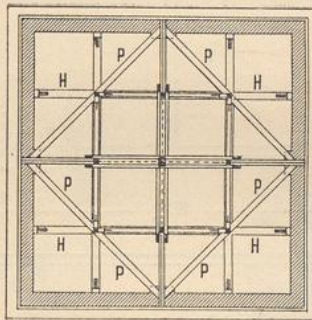
¹⁸⁶⁾ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1893, Bl. 57.

¹⁸⁷⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1893, Bl. 57.

Fig. 409.



Kapelle der
Universitäts-
zu

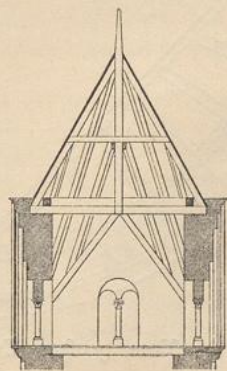
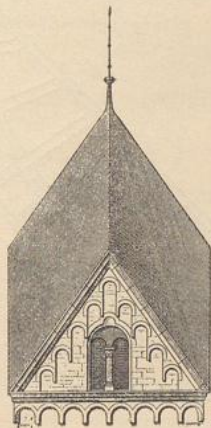


klinischen
institute
Halle a. S. 185).

1/300 w. Gr.

Fig. 410.

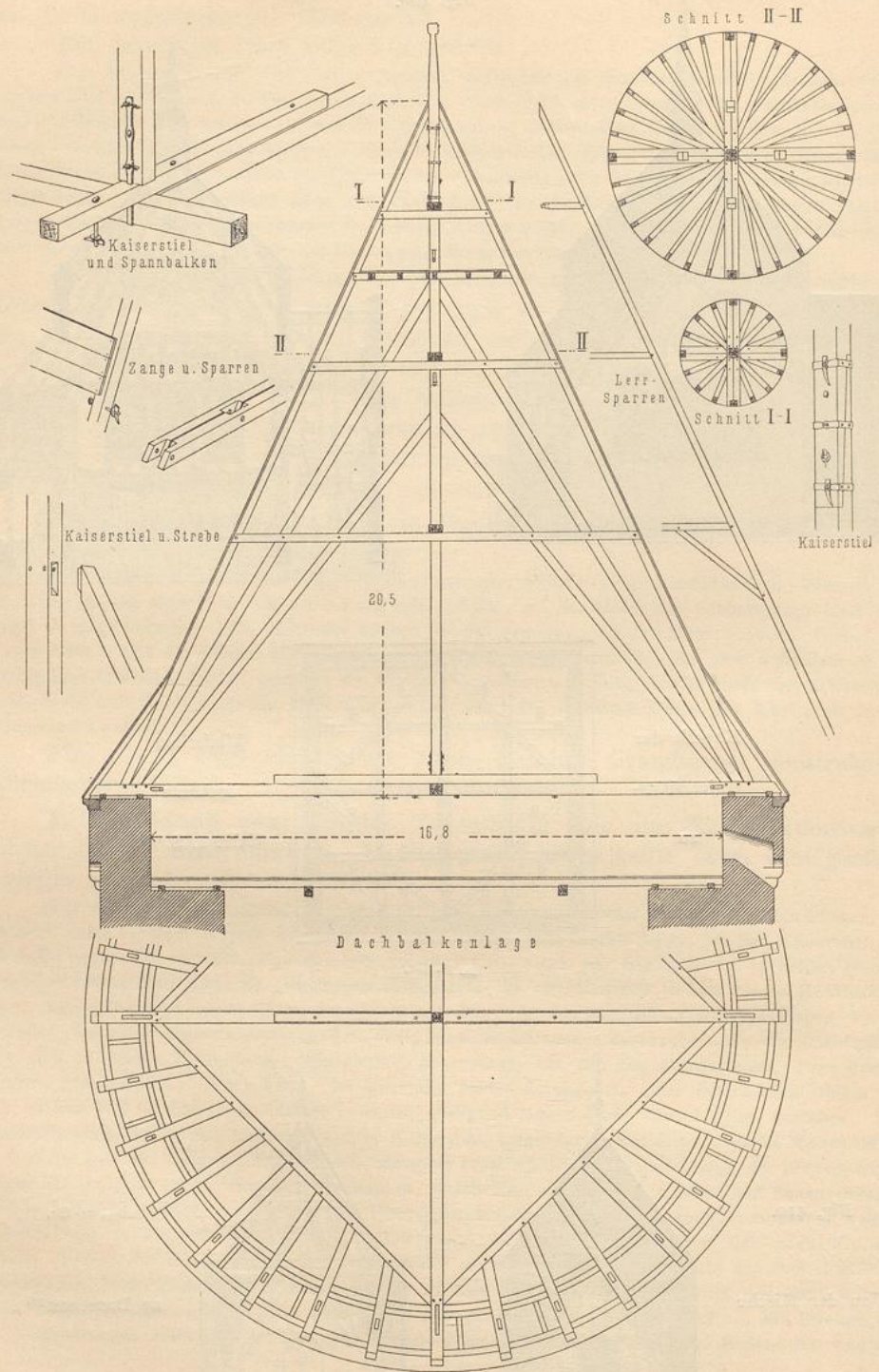
Von der Kirche



1/200 w. Gr.

zu Dausenau 186).

Fig. 411.



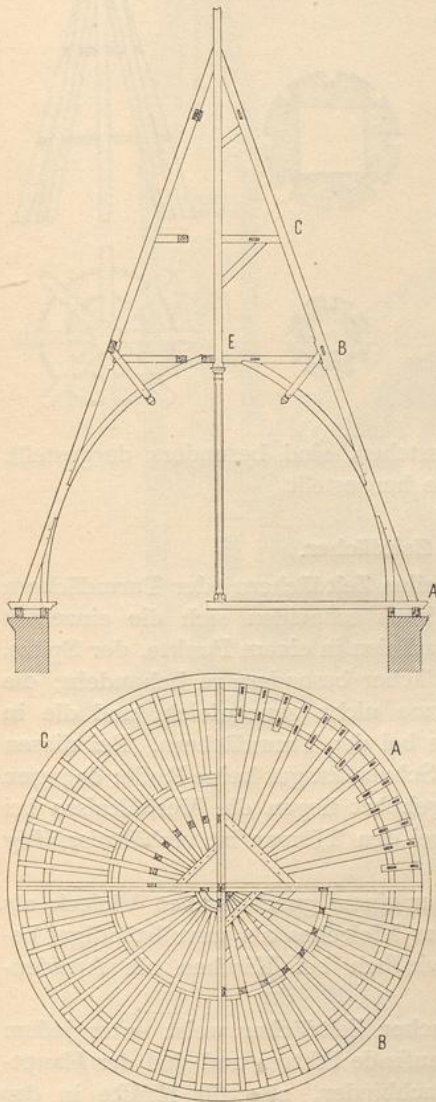
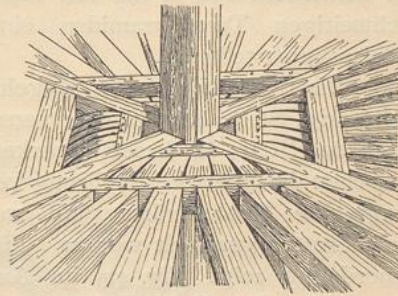
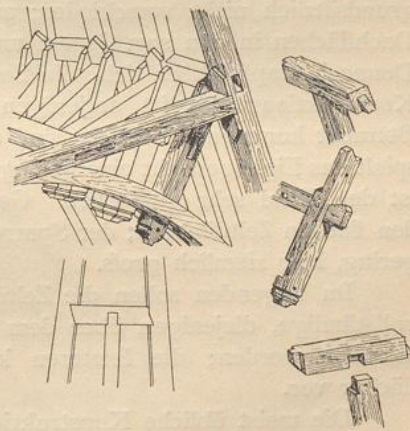
Vom grofsen Zwinger zu Goslar¹⁸⁷⁾.

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

Doppelzangen einfach herumgeführt. Der Kaiserstiel ist 30×30 cm stark; die Sparren sind unten 25×25 cm, oben 16×16 cm und die Stichbalken etwa 30×30 cm stark.

Eine etwas andere, grundsätzlich aber ähnliche Anordnung zeigen Fig. 412 bis 414¹⁸⁸⁾, ebenfalls eine alte Konstruktion.

Auch dieses Kegeldach hat zwei sich im Kaiserstiel schneidende Binder, sowie Kehlbalckenlagen in verschiedenen Höhen. Die Stelle der Streben vertreten hier runde Kopfbänder; zwei Kehlbalcken-

Fig. 412¹⁸⁸⁾.Fig. 413¹⁸⁸⁾.Fig. 414¹⁸⁸⁾.

lagen mit radialen Balken stützen die Sparren; bei beiden sind die Kehlbalcken in Wechsel eingezapft, welche sich in die Binderbalken setzen. Außer den Bindersparren sind in jedem Kreisviertel 6 bis zur Spitze durchgehende Leersparren und weitere 6 nur bis zur ersten Kehlbalckenlage reichende Leersparren angeordnet; letztere sind in besondere, zwischen die durchgehenden Sparren eingesetzte Wechsel eingezapft. Nahe unter der Dachspitze, an welcher sich die Sparren vereinigen, finden sie eine Unter-

¹⁸⁸⁾ Nach: VIOLETT-LE-DUC, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française* etc. Bd. 3. Paris 1859. S. 49 ff.

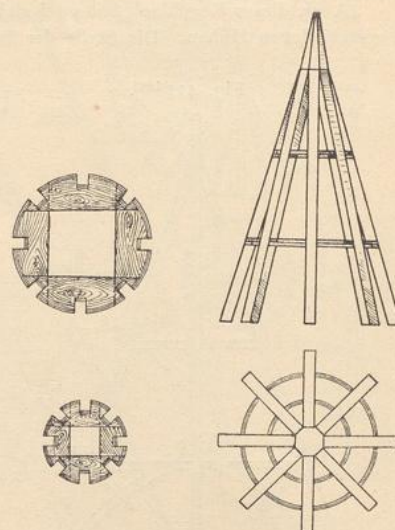
stützung in vier pfettenartigen Hölzern, die in die vier Bindersparren eingezapft sind, je eines in jedem Viertel. Auch die Leersparren sind durch runde Kopfbänder gestützt, welche sich in besondere kurze Wechsel setzen, die in der Höhe der ersten Balkenlage angebracht sind.

Fig. 412 zeigt im Grundriß in den Höhen *C, B, A* und nahe unter der Spitze genommene Schnitte, je zu ein Viertel; Fig. 413 u. 414 geben die Punkte *E* und *B* schaubildlich.

Es steht nichts im Wege, auch hier die Konstruktionsteile in die Dachfläche zu verlegen, das Kegeldach aus einer vielseitigen, etwa 12- oder 16-seitigen Pyramide zu entwickeln und in der von *Otzen* bei den achtseitigen Turmpyramiden eingeführten Weise herzustellen.

Die Einschalung des Kegeldaches ist schwierig. Steile Kegeldächer verschalt man nach der Höhe; zu diesem Zwecke legt man zwischen die Sparren ringförmig verlaufende wagrechte Bohlenkränze, auf welche die Schalbretter genagelt werden. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 415 im Aufrifs und Grundriß. Die Bohlenkränze, welche aus zwei Lagen einander kreuzender Bohlen bestehen, sind besonders dargestellt. In dieselben sind für die Sparren Einschnitte hergestellt.

Fig. 415.



b) Hölzerne flache Zeltdächer.

136.
Einleitung.

Die flachen Zeltdächer sind von den steilen Zeltdächern oder Turmdächern grundsätzlich nicht verschieden; auch bei ihnen schneiden sich die einzelnen Dachflächen in den sog. Graten und alle Gratlinien in einem Punkte, der Spitze. Dennoch empfiehlt es sich, die flachen Zeltdächer besonders zu behandeln; die Konstruktionsweise ist derjenigen der Türme nicht ganz gleich, und die in Betracht kommenden Kräfte sind andere als bei den Turmdächern. Bei diesen spielt das Eigengewicht eine geringe und die Schneelast gar keine Rolle; dagegen ist der Wind sehr gefährlich. Gerade umgekehrt liegen die Verhältnisse bei den flachen Zeltdächern; der Sparrenschub bei den Türmen ist verhältnismäßig gering, hier ziemlich groß.

Im folgenden sollen die Zeltdächer über einem geschlossenen Vieleck als vollständige, diejenigen über dem Teile eines Vieleckes als unvollständige bezeichnet werden; die letzteren kommen vielfach bei Kirchen als Apsidendächer vor.

Die meist übliche Konstruktion der flachen Zeltdächer weist unter jedem Grat einen Binder auf; diese tragen herumlaufende Pfetten und sind der Hauptsache nach, wie die gewöhnlichen Satteldachbinder, also für Kräfte in der Binderebene, stabile Fachwerke. Eine andere Konstruktionsweise verlegt alle tragenden Teile in die Dachhaut; diese Konstruktion ist dem *Schwedler'schen* Kuppeldache nachgebildet.

137.
Konstruktion
mit Bindern
unter den
Graten.

Befindet sich unter jedem Grat ein Binder, so schneiden sich alle Binder in der lotrechten Mittelachse des Daches; die dadurch entstehende Schwierigkeit wird durch Anordnung einer Helmstange an der Spitze und von eisernen Ankern mit gemeinsamem Schloß an den unteren Durchschneidungsstellen oder durch