



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Dächer im allgemeinen, Dachformen**

**Schmitt, Eduard**

**Stuttgart, 1901**

30. Kap. Eiserne Turmdächer.

---

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

Die Verbindung von Holz und Eisen wird fast ausschließlich mit Hilfe gußeiserner oder aus Blech zusammengenieteter Schuhe vorgenommen; dabei ist zu beachten, daß nicht etwa die anschließenden Zugbänder einzelne Teile der Gußeisenschuhe auf Abbrechen in Anspruch nehmen dürfen.

Fig. 609 bis 617 führen eine Anzahl gut konstruierter Knotenpunkte vor.

Fig. 609<sup>271)</sup> zeigt einen Zwischenknotenpunkt, bei welchem sich allerdings die Achsen der Zugbänder nicht auf der Achse des oberen Gurtungsstabes schneiden. Fig. 610 bis 613<sup>272)</sup> geben Auflager-Knotenpunkte. Bei Fig. 610 ist ein Schuh überhaupt nicht verwendet; der untere als Rundeisen konstruierte Gurtungsstab ist durch das Ende des oberen Holzgurtungsstabes gesteckt. Fig. 611 zeigt einen aus Blech zusammengenieteten Schuh. In Fig. 612, 613 u. 615 (unterer Teil<sup>273)</sup>) sind gußeiserner Schuhe verwendet. In Fig. 614 bis 617 sind endlich Firstknotenpunkte dargestellt, welche nach dem Vorstehenden ohne weitere Erläuterung verständlich sein dürften.

Einige weitere Knotenpunkte für Holzeisendächer folgen im nächsten Kapitel.

### 30. Kapitel.

#### Eiserne Turmdächer.

Eiserne Turmdächer haben vor den massiven, aus Hausteinen oder aus Ziegeln hergestellten Turmspitzen den Vorteil geringeren Gewichtes; sie belasten also das Mauerwerk und den Baugrund wesentlich weniger als jene. Gegenüber den Holztürmen haben sie folgende Vorteile: der Aufbau ist leichter und für die Werkleute weniger gefährlich; man kann die einzelnen Teile kürzer und handlicher bemessen als die entsprechenden Holzstücke, weil die Verbindungsfähigkeit durch Vernietung eine vorzügliche ist; die Verbindungen selbst sind besser als beim Holzbau; die Feuergefahr ist geringer als bei den Holztürmen. Endlich kann man den oberen Teil des Helmes, etwa das obere Drittel, im Inneren des unteren Turmteiles zusammenbauen und darauf im ganzen heben; dadurch wird das Einrüsten der Spitze vermieden und der sonst überaus gefährliche Aufbau der Spitze zu einer verhältnismäßig gefahrlosen Arbeit gemacht.

Die eisernen Turmhelme werden mit dem Turmmauerwerk verankert.

Die Gesamtanordnung der eisernen Turmdächer ist bereits in Kap. 28 behandelt; insbesondere sind an jener Stelle die statischen Verhältnisse und die theoretischen Grundlagen für die Konstruktion besprochen. Einige ergänzende Bemerkungen sollen noch angefügt werden.

##### a) Vierseitige Turmpyramiden.

Der Aufbau erfolgt genau wie in Art. 129 (S. 170) für den Holzturm angegeben und in Fig. 388 dargestellt ist. Nur sind hier die Ecksäulen, Ringe und Diagonalen aus Eisen.

Die vier Auflager können nach Fig. 372 (S. 155) angeordnet werden. Dabei ist ein Auflagerpunkt (*A*) fest mit dem Mauerwerk verbunden; ein Auflager *D* ist in der wagrechten Auflagerebene beweglich, während die beiden anderen Auflager *B* und *C* in geraden Linien geführt sind, welche nicht senkrecht zur Verbindungslinie des betreffenden Auflagers mit dem festen Auflager *A* sein dürfen. Der Deutlichkeit halber ist diese Auflagerung hier wiederholt angegeben (Fig. 618). Eine weitere brauchbare Lagerung ist in Fig. 619 vorgeführt.

227.  
Allgemeines.

228.  
Aufbau.

229.  
Lagerung.

<sup>271)</sup> Nach: Deutsches Bauhandbuch. Bd. II, Halbbd. 1. Berlin 1880. S. 170.

<sup>272)</sup> Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1862, Bl. 65.

Bei derselben sind alle Lager beweglich und in Geraden geführt, welche rechtwinkelig zu den Verbindungslinien des betreffenden Punktes mit dem vorhergehenden oder folgenden Punkte stehen. In Fig. 619 ist  $A$  in einer Linie  $AD$ ,  $B$  in einer Linie  $AB$ ,  $C$  in einer Linie  $BC$  und  $D$  in einer Linie  $CD$  geführt. Auf diese Führung hat Müller-Breslau in der unten genannten Zeitschrift hingewiesen<sup>276)</sup>.

Nicht brauchbar sind die Auflager, wenn alle Eckpunkte des Grundquadrats in Linien geführt werden, welche mit den Seiten des Quadrats Winkel von 45 Grad machen (Fig. 620). Es ist eine — sehr kleine — Drehung um die lotrechte Mittelachse möglich.

Ebenfalls nicht brauchbar ist die Lagerung nach Fig. 621, bei welcher die Führungslinien der Auflager sich im Mittelpunkt des Quadrats schneiden.

<sup>230.</sup>  
Aufbau.

#### b) Achtseitige Turmpyramiden.

$\alpha$ ) Turmflechtwerk mit Sparren unter den Graten, umlaufenden Ringen und Diagonalen in den trapezförmigen Seitenfeldern nach Fig. 378 (S. 168). Die Auflager liegen alle in gleicher Höhe; die Diagonalen werden zweckmäßig in jedem Felde als gekreuzte hergestellt.

$\beta$ ) Achtseitige Turmpyramide mit vier Lagerpunkten, während vier Gratsparren sich auf Giebelspitzen setzen. Die Anordnung ist in Fig. 387 (S. 160) dargestellt. In der Höhe der Giebelspitzen sind in den achteckigen Ring die Stäbe 9, 10, 11, 12 einzufügen (Fig. 380, S. 162); es wird empfohlen, auch Stab  $b_2, b_3$  hinzuzufügen und an einer Seite beweglich zu befestigen. Der wagrechte Schnitt in der Höhe der Giebelspitzen ist dann wie in Fig. 622 angegeben ist.

$\gamma$ ) Achtseitige Turmpyramide mit Gratsparren auf Giebel-dreiecken. Diese Anordnung ist in Fig. 403 (S. 180) vorgeführt. In der Höhe der Giebelspitzen muß das Achteck versteift werden. Eine solche Versteifung zeigt Fig. 623. Der Querstab 25 ist nötig; einer der 8 Stäbe des achteckigen

Fig. 618.

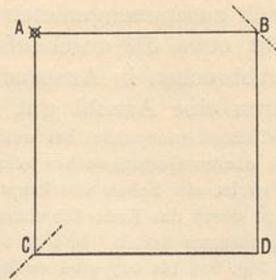


Fig. 619.

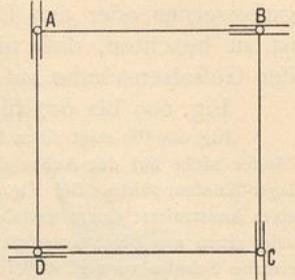


Fig. 620.

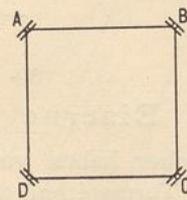
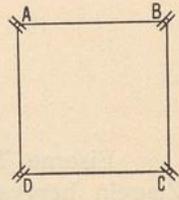


Fig. 621.



Fehlerhafte Lagerungen.

Fig. 622.

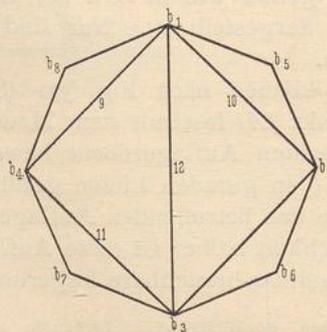
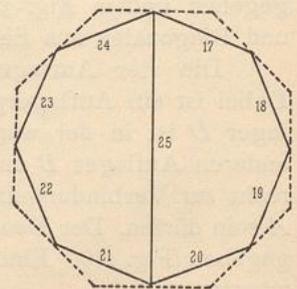
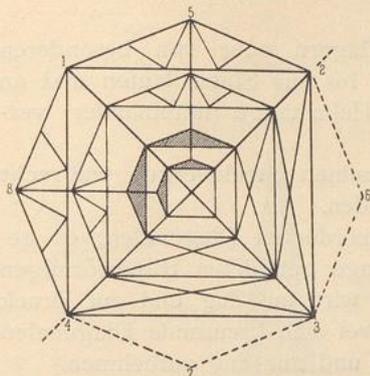


Fig. 623.



<sup>276)</sup> Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 203.

Fig. 624.



Ringes ist überzählig, sollte aber zweckmäßigerweise nicht fehlen.

δ) Empfehlenswert ist folgende Anordnung, welche sich an eine im Mittelalter vorkommende Turmkonstruktion (siehe Fig. 396 bis 398, S. 176) anlehnt. Eine innere, vierseitige Turmpyramide wird durch die achtseitige umhüllt. Die innere Pyramide (Hälfte rechts unten in Fig. 624) hat Grate, Ringe, Diagonalen wie in Art. 228 angegeben ist. Die achtseitige äußere Pyramide besteht aus den vier Gratsparren der inneren Pyramide (Hälfte links oben in Fig. 624) und den zwischen diesen angeordneten vier weiteren Gratsparren und Ringen. Dieses äußere

achtseitige Turmfachwerk dient zum Tragen des Eigengewichtes; es reicht nicht bis zur Spitze, ist also statisch bestimmt. Die Winddrücke sollen nur von der inneren Pyramide aufgenommen werden; sie werden von den Zwischengratsparren durch wagrechte Träger auf die vier Hauptgratsparren übertragen. Diese wagrechten Träger werden aus den Ringen der inneren und äußeren Pyramide gebildet, indem man sie durch Gitterwerk miteinander verbindet. — In Fig. 624 sind 1, 2, 3, 4 die Hauptgratsparren, d. h. die Gratsparren der inneren vierseitigen Turmpyramide; 5, 6, 7, 8 sind die Zwischengratsparren. Die Winddrücke von 5, 6, 7, 8 werden durch die angedeuteten Träger nach den Hauptgratsparren gebracht. Im obersten Teile des Turmes sind nur noch die vier Hauptgratsparren vorhanden; die achtseitige Form des Turmes wird hier durch Auffüttern von Hölzern auf die Ringe erreicht. — Die statischen Verhältnisse dieser Konstruktion sind außerordentlich klar.

Vier Auflagerpunkte werden fest, die zwischen je zwei festen Lagern liegenden Auflagerpunkte mit in der wagrechten Auflagerebene verschieblichen Lagern versehen. Jedes bewegliche Lager ist mit den benachbarten beiden festen Lagern durch Stäbe zu verbinden, d. h. es ist ein Fußring erforderlich.

Eine andere, brauchbare Lagerung ist in Fig. 625 dargestellt. Alle Lager A, B . . . H sind beweglich, werden aber in Geraden geführt, die rechtwinkelig zu den Verbindungsseiten HA, AB . . . stehen. Auf diese Stützung hat Müller-Breslau an der oben angegebenen Stelle aufmerksam gemacht.

Fig. 625.

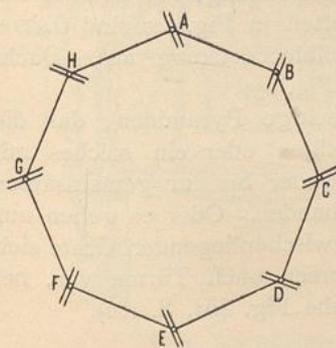
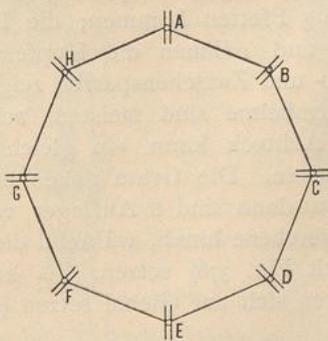


Fig. 626.



Fehlerhafte Lagerung.

Unbrauchbar ist, entsprechend wie beim vierseitigen Turm, die Lagerung, bei welcher die Eckpunkte in Linien geführt sind, die den Grundkreis berühren, sowie diejenige Lagerung, bei welcher die Führungslinien der Auflager durch den Mittelpunkt des Achteckes gehen (Fig. 626).

Das Fachwerk des eisernen Turmhelms besteht nach vorstehendem aus folgenden Teilen:

1) Den Gratsparren, welche von den Auflagern oder von besonderen Giebelspitzen aus (Fig. 378 u. 403, S. 160 u. 180) bis zur Spitze laufen und an dieser mittels einer verhältnismäßig kurzen Helmstange miteinander vereinigt werden.

2) Den Ringen, welche, zwischen den einzelnen Stockwerken wagrecht herumlaufend die Gratsparren miteinander verbinden.

3) Den in den geneigten Seitenfeldern angeordneten Diagonalen; es genügt, wenn in jedem durch Gratsparren und Ringe gebildeten trapezförmigen Felde eine Diagonale angebracht wird; dieselbe wird auf Zug und auf Druck beansprucht. Oder es werden in jedem Felde zwei sich kreuzende Diagonalen angebracht, welche wie Gegendiagonalen wirken und nur Zug aufnehmen.

4) Einem Fustring, welcher die Auflager verbindet. Wenn alle Auflager fest sind, so ist der Fustring nicht nötig. Ist von den Auflagern, deren Zahl eine gerade ist, abwechselnd eines fest und eines in der Auflagerebene beweglich, so muß der Auflager- oder Fustring angeordnet werden.

Die unter 1 bis 4 angegebenen Teile genügen für die Standfestigkeit des Turmfachwerkes. Aus praktischen Gründen ordnet man ferner noch sog.

5) Böden in den durch die Lage der Ringe bestimmten Höhen an. Diese Böden zerlegen die ganze Turmpyramide in einzelne Stockwerke; sie sind erforderlich, um den Turm besteigen zu können und zum Anbringen der Treppen. Für die Standfestigkeit des Fachwerkes sind sie nach früherem nicht erforderlich. Bezüglich des Bodens in der Höhe der Giebelspitzen wird auf Art. 125 (S. 165) u. 133 (S. 181) verwiesen.

Die Böden versteifen das Turmfachwerk insoweit, als sie unter Umständen die Ringe zu starren Scheiben machen. Versteifte Ringe sind in Fig. 638 (S. 319) u. 654 bis 655 vorgeführt. Die Berechnung des Turmfachwerkes unter Berücksichtigung der steifen Böden ist ziemlich umständlich und, da die Querversteifungen meistens nachgiebig sind, wenig zuverlässig. Deshalb wird empfohlen, die günstige Wirkung der versteifenden Böden bei der Berechnung ganz außer acht zu lassen und lediglich durch Zulassung höherer Inanspruchnahmen zu berücksichtigen. Wegen weiterer Angaben wird auf den unten bezeichneten Aufsatz<sup>276)</sup> hingewiesen.

Für die Dachdeckung sind Pfetten oder Sparren anzuordnen. Erstere können in kleineren lotrechten Abständen herumlaufend die Dachdeckung sofort aufnehmen; Fig. 627 u. 637 zeigen Beispiele dieser Anordnung, bei welcher auf jedes Stockwerk 3 bis 5 Pfetten kommen; die Pfetten in Fig. 627 sind 0,925 m voneinander entfernt und nehmen die Kupferwellblechdeckung auf. Dachschalung auf den Grat- und Zwischensparren zeigt Fig. 654.

Die eisernen Turmhelme sind meistens achtseitige Pyramiden; das die Grundfläche bildende Achteck kann ein gleichseitiges oder ein solches mit kürzeren Schrägseiten sein. Die Grate gehen entweder bis zur gemeinsamen Auflagerebene hinab; alsdann sind 8 Auflager vorhanden. Oder es gehen nur 4 Grate bis zur Auflagerebene hinab, während die zwischenliegenden Grate sich auf Giebelspitzen (nach Fig. 378) setzen. Es kommen auch Türme vor, bei welchen alle Gratsparren sich auf Giebel setzen (siehe Fig. 403, S. 180).

<sup>276)</sup> MÜLLER-BRESLAU. Die Berechnung achtseitiger Turmpyramiden. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1126.

Fig. 627.

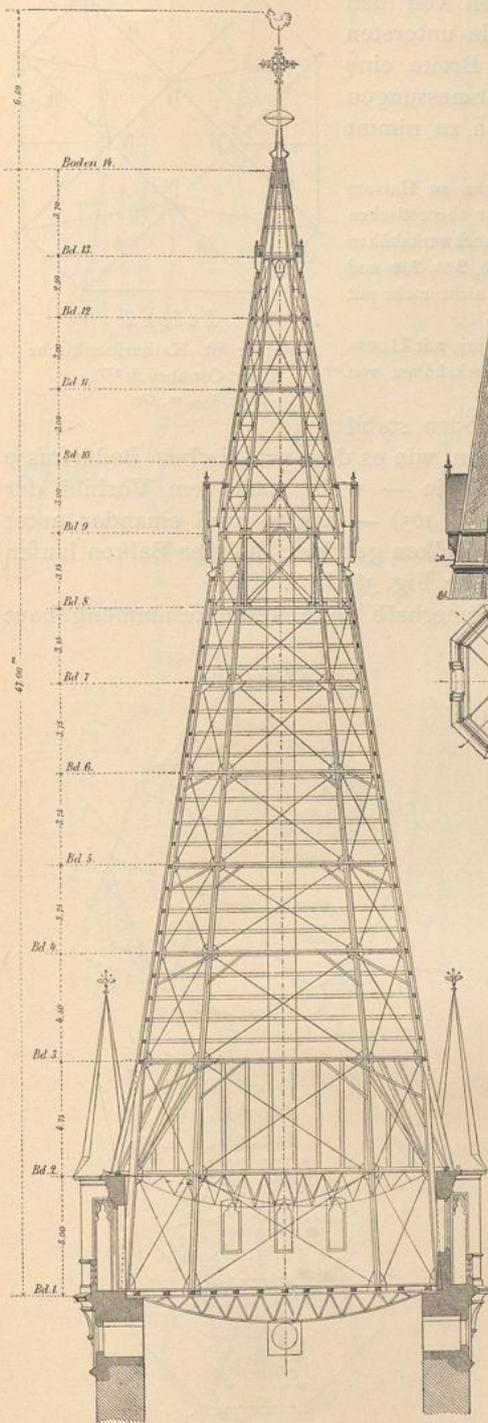
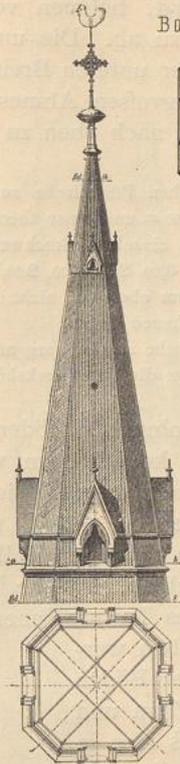


Fig. 628.



$\frac{1}{1000}$  w. Gr.

Fig. 629.

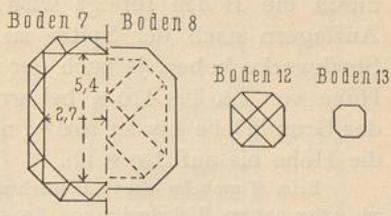


Fig. 630.

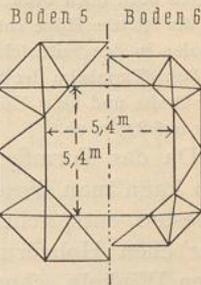


Fig. 631.  
Boden 3

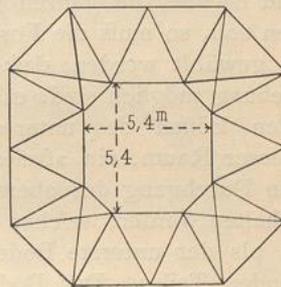
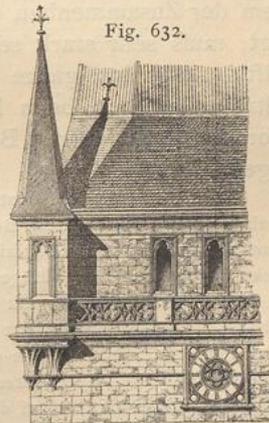


Fig. 632.



Vom Turmhelm der St. Katharinenkirche zu Osnabrück<sup>277)</sup>.

233-  
Böden.

Die Stockwerkshöhen, in welche die Pyramide durch die Böden zerlegt wird, nehmen von den Auflagern nach der Spitze zu ab. Die untersten Stockwerke haben, je nach der unteren Breite, eine Höhe von 3,50 bis 4,00 m, bei großen Abmessungen der Grundfläche bis zu 5,00 m; nach oben zu nimmt die Höhe bis auf 2,50 m ab.

Beim Turmhelm der katholischen Pfarrkirche zu Harsum mit einer unteren Helmbreite von 7,50 m und einer theoretischen Gesamthöhe von 22,00 m betragen die einzelnen Stockwerkshöhen von unten nach oben bezw. 3,40, 3,00, 3,00, 2,50, 2,50, 2,00, 2,00 und 3,60 m; die letztere Höhe entspricht dem obersten, nicht mehr mit Diagonalen in den Seitenfeldern versehenen Teile.

Beim Turmhelm der St. Petrikirche zu Hamburg mit 11,50 m unterer Breite und 58 m Höhe nehmen die Stockwerkshöhen von 4,00 bis auf 2,50 m ab.

Da das Turmfachwerk ohne die Böden stabil ist, so kann man dieselben so konstruieren, wie es dem praktischen Bedürfnisse am besten entspricht. Vielfach werden sie — wohl nach dem Vorbild der *Moller'schen* Holztürme (siehe Art. 126, S. 165) — aus je zwei einander unter rechten Winkeln schneidenden parallelen Balken gebildet; die vier Balken laufen nach den Eckpunkten des Achteckes (siehe Fig. 385 b, S. 166).

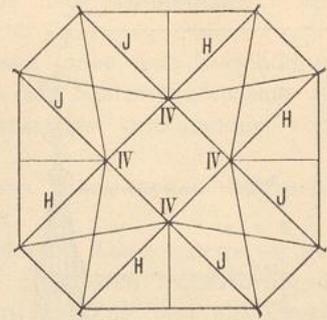
Wenn der obere Teil des Turmes innerhalb des unteren zusammengebaut und nachher im ganzen gehoben werden soll, so muß die Form der Böden so gewählt werden, daß Aufbau und Hebung möglich sind: es muß also in allen Böden des unteren Teiles ein innerer Raum, ein »freies Profil«, für den Durchgang des oberen Teiles frei gehalten werden, welcher etwas größer ist als der unterste Boden des zu hebenden Teiles. Der Boden, auf welchem der Zusammenbau der Spitze erfolgt, muß sehr stark sein, genügend kräftig, um das ganze Gewicht der Spitze nebst den beim Zusammenbau erforderlichen weiteren Belastungen zu tragen.

Beim Turm der St. Katharinenkirche zu Osnabrück hat man diesen Boden durch zwei Paare voneinander im Grundriß unter rechtem Winkel kreuzenden Parabelträgern hergestellt. In Fig. 633<sup>277)</sup> sind dieselben mit *H*, bezw. *J* bezeichnet; die beiden Trägerpaare überkreuzen sich in den Punkten *IV* und *IV*, wie dies auch in Fig. 627 ersichtlich ist. Die weiter oben folgenden Böden sind mit Rücksicht auf das eben erwähnte

<sup>277)</sup> Faks.-Repr. nach: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, Bl. 865 bis 868.

<sup>278)</sup> Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1883, Bl. 37, 38, 39.

Fig. 633.

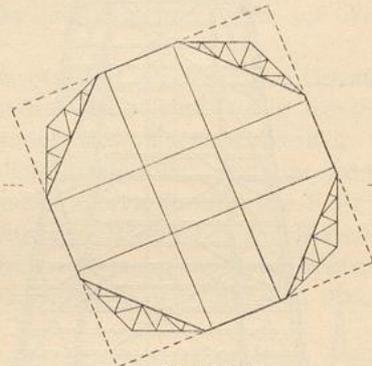


Boden 2

Von der St. Katharinenkirche zu Osnabrück<sup>277)</sup>.

<sup>1</sup>/<sub>1000</sub> w. Gr.

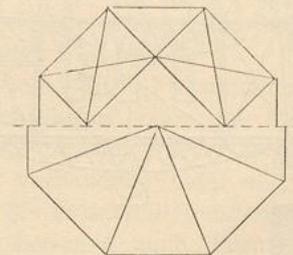
Fig. 634.



Boden 3

Fig. 635.

Boden 5



Boden 4

Vom Turmbau St. Petri zu Hamburg<sup>278)</sup>.

<sup>1</sup>/<sub>1000</sub> w. Gr.

Fig. 636.

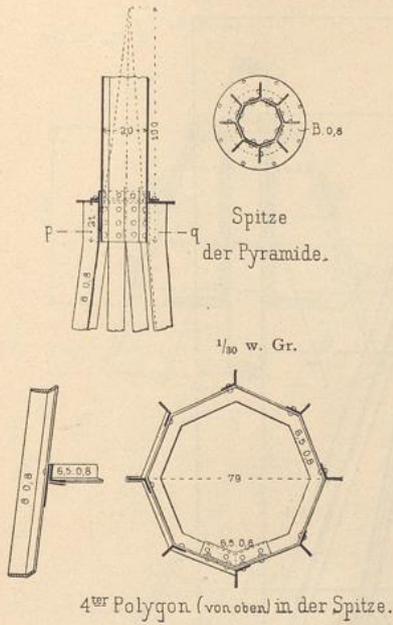


Fig. 638.

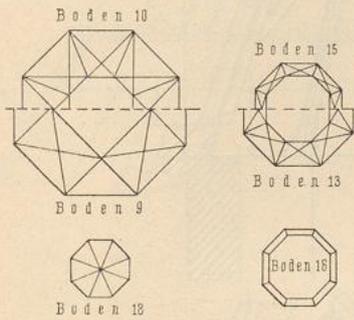


Fig. 639.

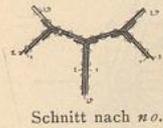
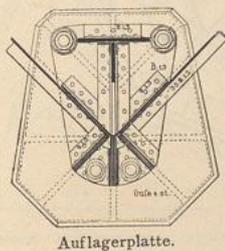


Fig. 640.



Vom Turmbau St. Petri zu Hamburg<sup>278)</sup>.

Fig. 637.

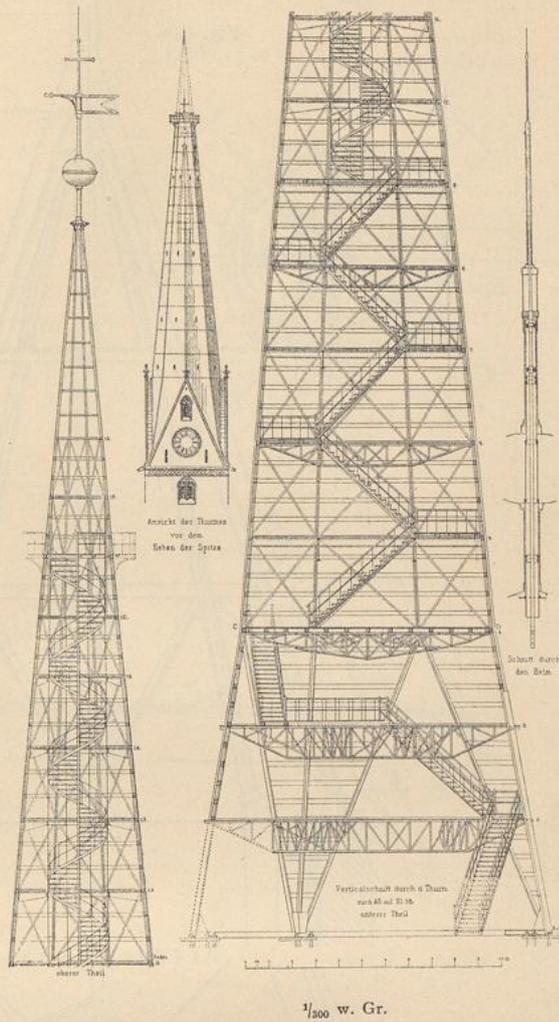


Fig. 641.

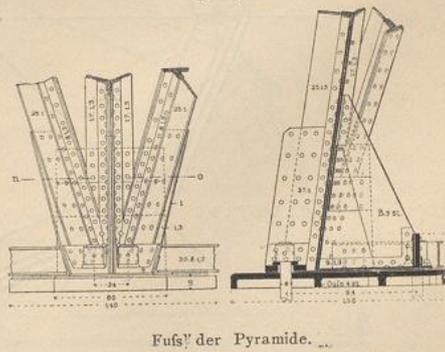
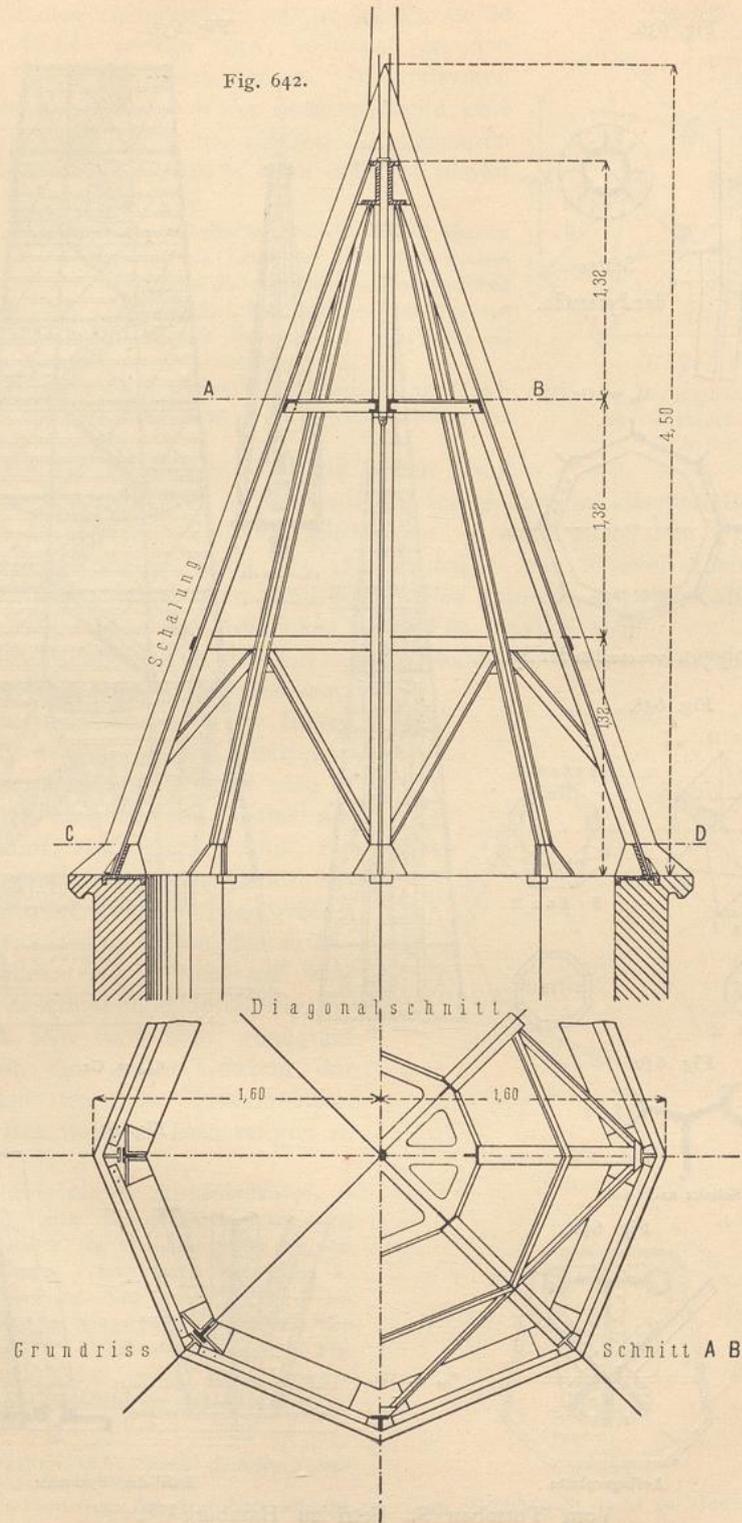


Fig. 642.

1/40 w. Gr.



Vom Treppenturm der Kirche zu Sachsenhausen.

Fig. 643.

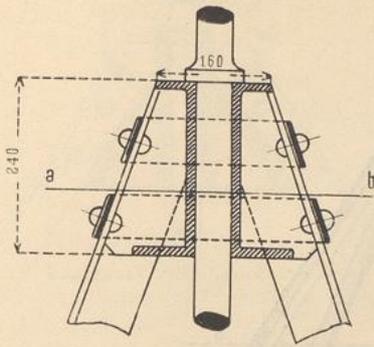


Fig. 644.

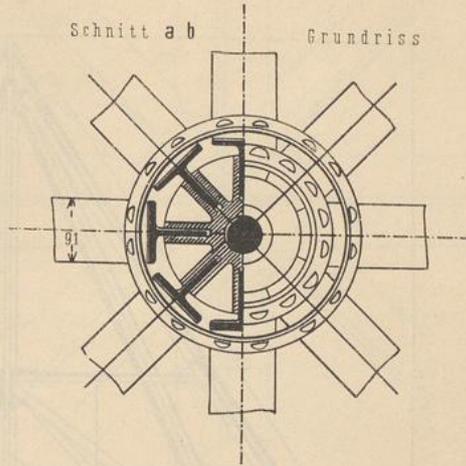
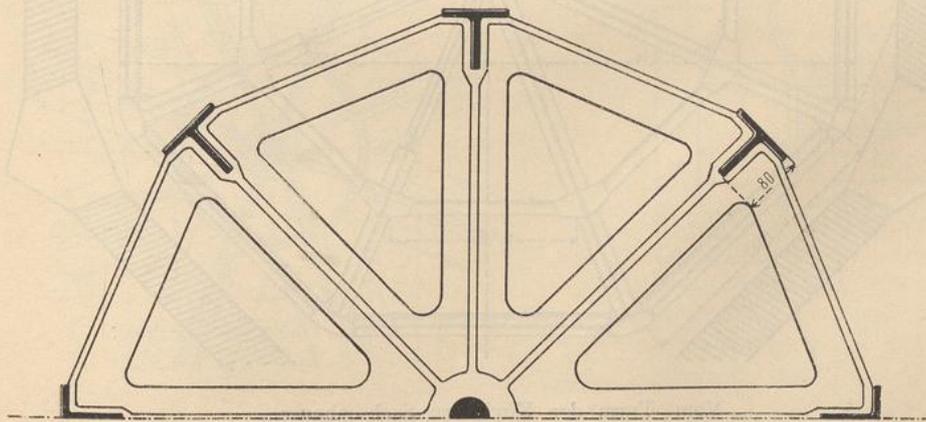
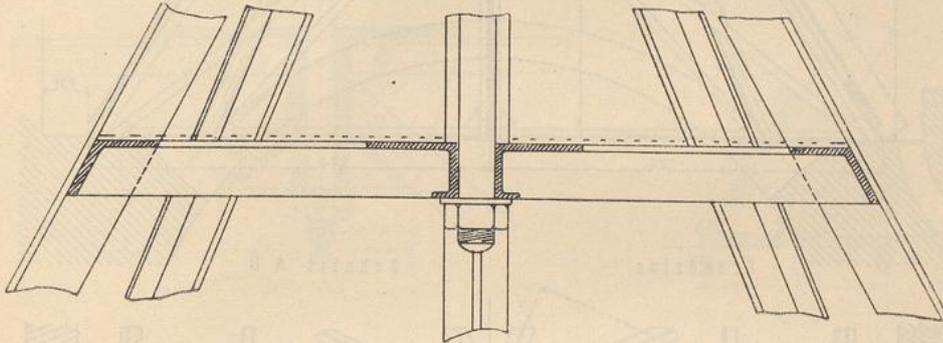


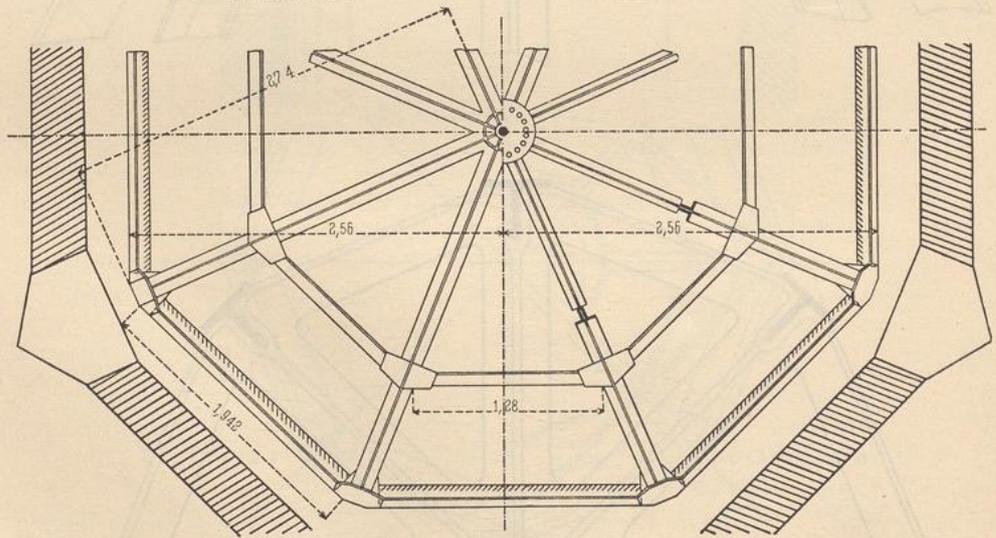
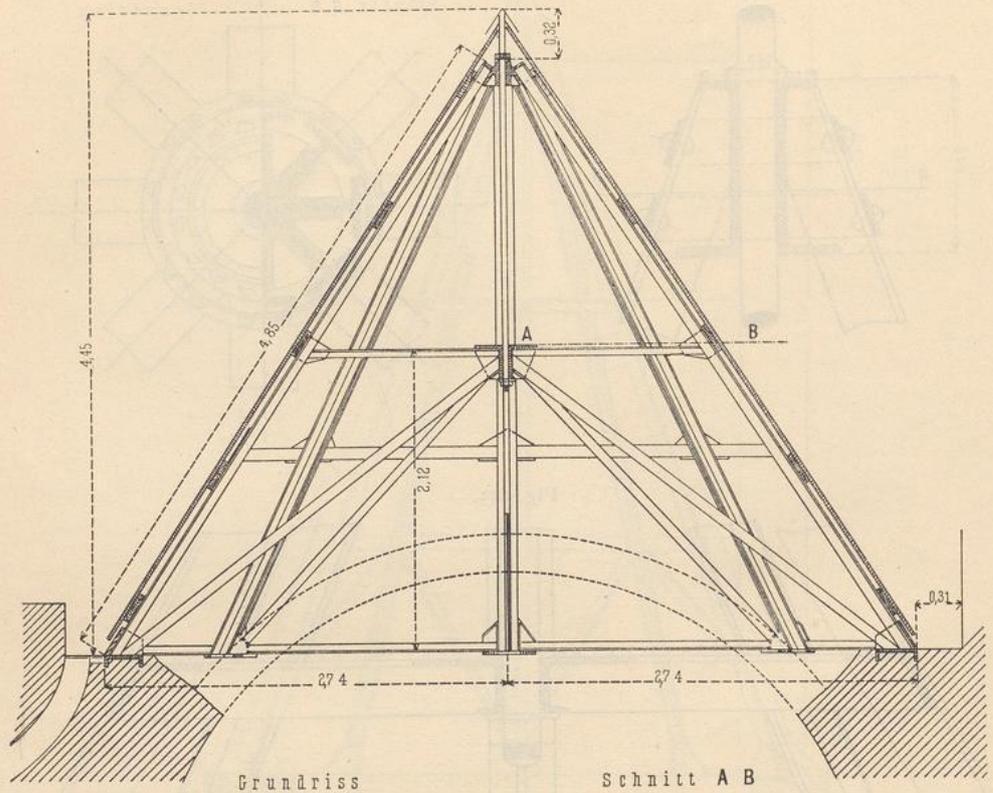
Fig. 645.



Vom Treppenturm der Kirche zu Sachsenhausen.

$\frac{1}{10}$  w. Gr.

Fig. 646.



Vom Turm der Kirche zu Sachsenhausen.

1/30 w. Gr.

Fig. 647.

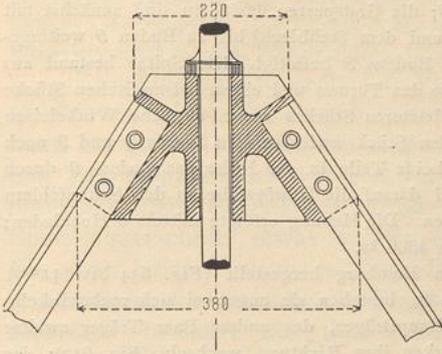


Fig. 648.

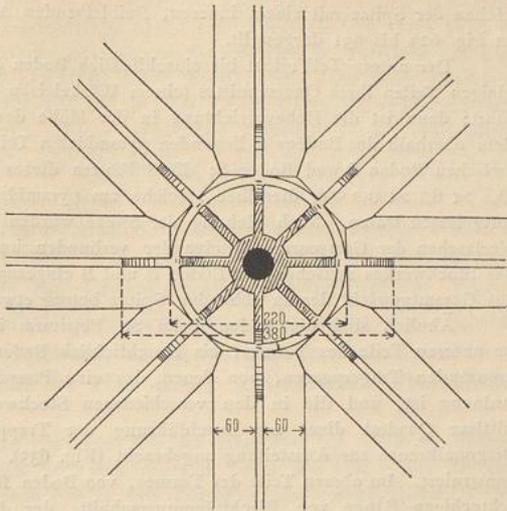


Fig. 649.

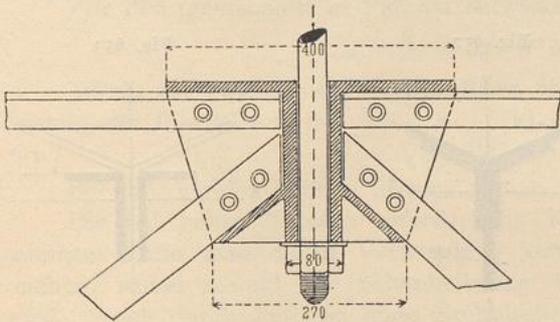
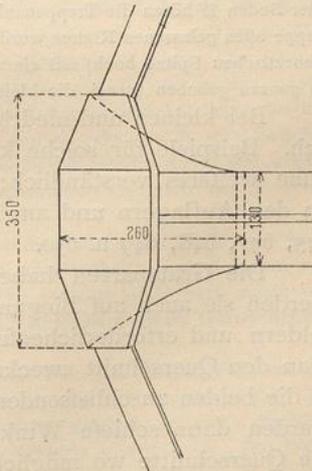
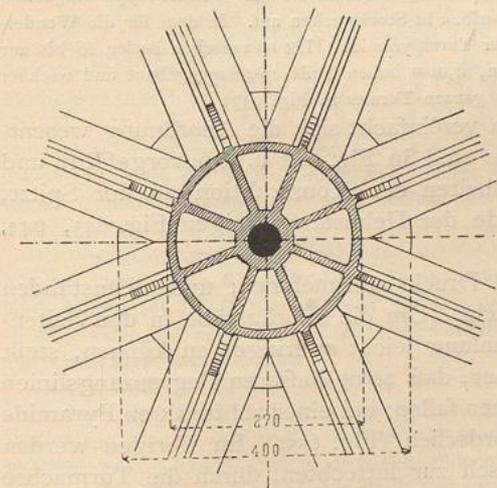
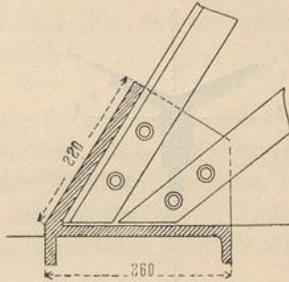


Fig. 650.



Vom Turm der Kirche zu Sachsenhausen.

$\frac{1}{10}$  w. Gr.

21\*

Heben der Spitze mit einem inneren, freibleibenden Achteck konstruiert; eine Anzahl derselben ist in Fig. 629 bis 631 dargestellt.

Der untere Teil reicht bis einschließlich Boden 8; die Gratsparren desselben sind zunächst mit einigen Teilen ihres Querschnittes (einem Winkeleisen und dem Stehblech) bis zu Boden 9 weitergeführt; dann ist die Hebevorrichtung in der Höhe des Bodens 8 befestigt. Die Spitze bestand aus dem oberhalb des Bodens 9 liegenden pyramidalen Teile des Turmes und einem prismatischen Stücke zwischen Boden 9 und Boden 8; die 8 Pfosten dieses letzteren Stückes waren einfache Winkeleisen ( $6,5 \times 6,5 \times 0,8$  cm), dieselben, welche am pyramidalen Stück zwischen den Böden 8 und 9 noch fortgelassen waren. Nach Hebung der Spitze wurden beide Teile in der Höhe des Bodens 9 durch Verlaschen der Gratsparren miteinander verbunden und darauf die Schrägstäbe in den Seitenfeldern des Stockwerkes zwischen den Böden 8 und 9 eingezogen. Die Hebung erfolgte mittels 8 Hebeladen; das Gesamtgewicht der zu hebenden Spitze betrug etwa 4500 kg.

Ähnlich sind die Böden beim St. Petriturm in Hamburg hergestellt (Fig. 634 bis 641<sup>276</sup>). Im unteren Teile des Turmes, bis einschließlich Boden 9, bestehen sie aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Trägerpaaren, von denen das eine Paar Hauptträger, das andere Paar Träger zweiter Ordnung ist, und die in den verschiedenen Stockwerken ihre Richtung wechseln (Fig. 637); das mittlere Quadrat dient zur Durchführung der Treppenanlage; in den anderen Rechtecken sind Diagonalkreuze zur Aussteifung angebracht (Fig. 635). Boden 4 ist mit 8 radialen Balken (Fig. 635) konstruiert. Im oberen Teile des Turmes, von Boden 10 bis 16, bestehen die Böden aus einem inneren, achteckigen Ringe von Blechträgerquerschnitt, der durch 8 radiale Stichbalken mit dem äußeren Ringe und den Gratsparren verbunden ist; die trapezförmigen Felder der Böden sind durch Diagonal-

Fig. 651.

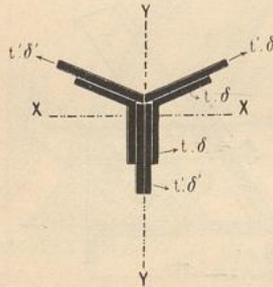


Fig. 652.

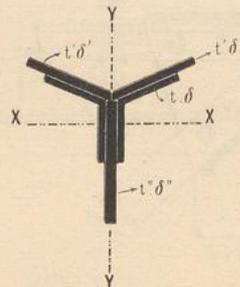
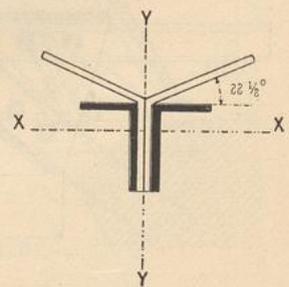


Fig. 653.



kreuze versteift. In den inneren, freibleibenden achteckigen Raum ist die Wendeltreppe eingebaut; über Boden 16 hören die Treppenanlage und der Aufbau in Stockwerken auf. In dem für die Wendeltreppe offen gelassenen Räume wurde die Spitze der Turmpyramide (11,50 m zwischen Boden 18 bis zur theoretischen Spitze hoch) mit einem prismatischen, 5,00 m hohen Teile zusammengebaut und nachher im ganzen gehoben (vergl. die kleine Ansicht des ganzen Turmes in Fig. 637).

Bei kleinen und niedrigen Türmen vereinfacht sich die Anordnung wesentlich. Beispiele für solche kleine Türme sind in Fig. 642 u. 646 vorgeführt und ohne weiteres verständlich; die Einzelheiten der Konstruktion an der Spitze, an den Auflagern und am unteren Ende der Helmstange zeigen Fig. 643, 644, 645, 647, 648, 649 u. 650.

Die Gratsparren haben Zug und Druck aufzunehmen; unter Umständen werden sie auch auf Biegung beansprucht. Um die Schrägstäbe in den Seitenfeldern und erforderlichenfalls die Schalung leicht anbringen zu können, stellt man den Querschnitt zweckmäßig so her, daß seine äußeren Begrenzungslinien in die beiden anschließenden Seitenebenen fallen; bei einer achteckigen Pyramide werden dann schiefe Winkeleisen erforderlich (Fig. 655). Im übrigen werden die Querschnitte wo möglich symmetrisch zur lotrechten, durch die Turmachse und den betreffenden Grat gehenden Ebene gebildet.

Fig. 651 bis 653 zeigen einige gute Querschnittsformen.

Der Querschnitt in Fig. 651 ist aus zwei schiefwinkligen Winkeleisen ( $t \cdot t \cdot \delta$ ) und vier Platten

<sup>234</sup>.  
Gratsparren.

( $t \cdot \delta$ ) zusammengesetzt. Hier ist  $f_{min} = f_y$ . Um  $f_x$  zu vergrößern, kann man die beiden Stehbleche durch eine breitere Platte, wie Fig. 652 zeigt, ersetzen.  $f_y$  bleibt nahezu unverändert. Man kann in den meisten Fällen aber mit lediglich zwei Winkeleisen auskommen, was sich im Interesse der Einfachheit sehr empfiehlt. Der Winkel beider Schenkel ist  $112\frac{1}{2}$  Grad; doch erhält man gleichfalls Winkeleisen mit anderen Winkeln ( $101\frac{1}{2}$ , 117, 120, 128, 135 und 150 Grad) bis zu  $130 \times 130 \times 20$  mm.

Zweckmäßig ist auch die Verwendung gerader Winkeleisen, zwischen welche man doppelte, ungebogene Knotenbleche legt; an diesen befestigt man dann Ringe und Diagonalen (Fig. 653). Damit der Unterschied zwischen  $f_{min}$  und  $f_{max}$  möglichst klein werde, verwende man hier ungleichschenkelige Winkeleisen mit dem Schenkelverhältnis  $1:1\frac{1}{2}$ . Der Eisenverbrauch ist bei diesem Sparrenquerschnitt etwas größer als bei Verwendung schiefwinkliger Eisen. Da aber letztere einen höheren Einheitspreis bedingen, so kann diese Querschnittsform sehr ernstlich in Frage kommen, zumal sie sich in der Ausführung mehrfach bewährt hat (Marienkirche in Hannover, katholische Pfarrkirche in Harsum).

Müller-Breslau, der die Türme der beiden genannten Kirchen ausgeführt hat, stellt die Sparren bis zum obersten Boden aus zwei Winkeleisen her; vom obersten Boden aus läßt er nur das eine Winkeleisen weitergehen. Allgemein werden von ihm in den obersten, schwer zugänglichen Teilen des Turmes schwache Eisen wegen der Rostgefahr vermieden.

Für den Querschnitt in Fig. 651 entwickelt Müller-Breslau:

$$f_{min} = f_y = 0,57 (t^3 \delta + t^3 \delta).$$

Wenn nur zwei schiefwinkliger Eisen vorhanden sind (Fig. 651 nach Fortlassung der Platten), so ist

$$f_y = 0,57 t^3 \delta.$$

Bei ganz kleinen Türmen verwendet man als Sparren T-Eisen (Fig. 642 bis 650).

Die bei hohen Türmen erforderliche Veränderlichkeit des Sparrenquerschnittes kann man durch Verwendung verschiedener Winkeleisensorten erreichen, wobei sowohl die Schenkelbreite wie die Schenkelstärke geändert wird. Auch durch Zufügen eines Stehbleches und aufgenieteteter Platten wird Verstärkung des Sparrenquerschnittes erzielt.

So nehmen beim Kirchturm von St. Petri in Hamburg die Winkeleisenstärken von oben nach unten von 0,8 cm bis zu 1,3 cm zu; ganz oben bestehen die Sparren nur aus einem Winkeleisen, dann aus zweien; weiter unten tritt ein Stehblech ( $16 \times 1$  cm) hinzu, welches allmählich bis auf  $25 \times 1,5$  cm vergrößert wird; endlich kommen im unteren Teile noch innere Deckplatten hinzu, welche zur Vermeidung des Biegens aus zwei Stücken gebildet sind und  $17 \times 1,3$  cm Querschnitt haben. Die Knotenbleche zum Anschluß der Schrägstäbe sind nach den Achteckwinkeln gebogen und an den inneren Deckplatten, bezw. den Winkeleisenschenkeln befestigt. Die Stöße der Sparrenwinkel liegen bei den Knotenblechen, diejenigen der Rippen etwas höher. Die Stöße sind so gelegt, daß stets zwischen die oberen Enden der bereits eingebauten Sparren die vollständige Zwischendecke eingenetet werden konnte; alsdann wurden die zum Aufbau des folgenden Geschosses erforderlichen 8 Rüststangen gehoben.

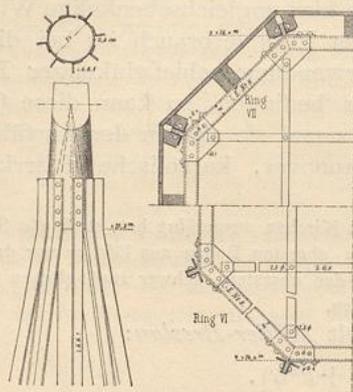
Die architektonische Hervorhebung der Grate ist beim Turmbau zu Osnabrück in der durch Fig. 655 angegebenen Weise erreicht. Die Stehbleche des Grates werden durch je zwei Hölzer umfaßt, welche auf den Pfetten aufliegen und mit dem Eisenfachwerk verbolzt sind; nach außen sind sie abgerundet und mit glattem Kupferblech überdeckt. Breite und Ausladung dieser Hölzer nehmen von unten nach oben stetig ab.

Die Schalung auf den Gratsparren und Zwischensparren zeigt Fig. 654. Die Gratsparren des Dachreiters von derselben Kirche sind einfache Winkeleisen, wie in Fig. 656 dargestellt ist. Die Winkeleisen sind rechtwinkelig, und in sehr geschickter Weise ist es möglich gemacht, dieselben zu verwenden und an der Spitze zusammenzuführen, obgleich die Pyramide achtseitig ist. Der Dachreiter ist gleichfalls in Fig. 656 dargestellt und ohne besondere Erläuterung verständlich.

Als Ringe verwendet man einfache und doppelte Winkeleisen, sowie L-Eisen, einfach oder doppelt. Nach Bedarf setzt man die Ringe auch aus

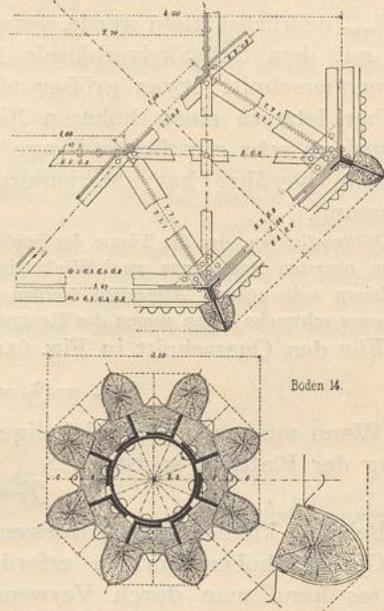
Winkleisen und Blechen zusammen. Den einen Schenkel der Winkleisen legt man parallel der Dachfläche. Auch die Stege oder die Flansche der L-Eisen ordnet man parallel der Dachfläche an; dadurch wird es möglich, die Ringe an den Knotenblechen bequem zu befestigen. Die zum Anbringen der Konstruktionsteile des Bodens etwa erforderlichen Knotenbleche müssen dann in

Fig. 654.



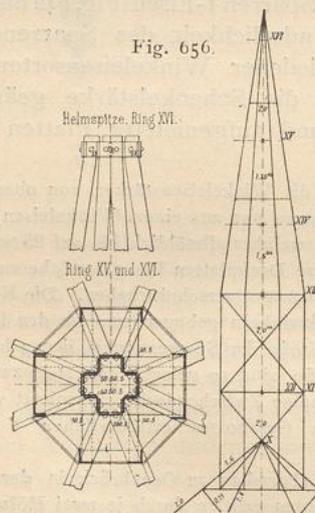
Von der katholischen Pfarrkirche zu Harsum<sup>279)</sup>. —  $\frac{1}{60}$  w. Gr.

Fig. 655.



$\frac{1}{100}$ , bezw.  $\frac{1}{20}$  w. Gr.

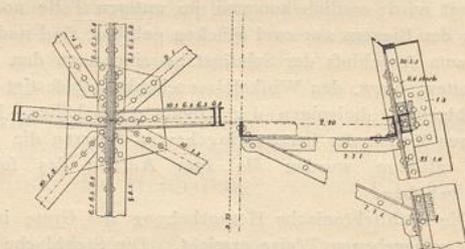
Fig. 656.



Dachreiter der katholischen Pfarrkirche zu Harsum<sup>279)</sup>.

$\frac{1}{200}$ , bezw.  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Fig. 657.



$\frac{1}{40}$  w. Gr.

Von der St. Katharinenkirche zu Osnabrück<sup>277)</sup>.

die wagrechte Ebene gebogen werden (Fig. 657<sup>277)</sup>. Verschiedene Ringquerschnitte zeigen Fig. 636, 642, 657 u. 661. Die Winkleisen werden etwa in den Profilen  $6,5 \times 6,5 \times 0,9$  bis  $11 \times 11 \times 1,0$  cm, die L-Eisen in den Profilen Nr. 8 bis 14 gewählt.

<sup>279)</sup> Faks.-Repr. nach: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1888, Bl. 15.

Fast stets werden gekreuzte Diagonale verwendet, welche dann nur Zug aufzunehmen haben. Dementsprechend verwendet man Flacheisen (von  $4 \times 0,8$  cm an bis zu  $10 \times 1,3$  cm) oder Rundeisen (von 13 bis 20 mm Durchmesser und mehr), letztere zweckmäßiger mit Schlüssern.

236.  
Diagonalen  
in den  
Seitenflächen.

Die Bildung der Knotenpunkte erfolgt nach den Grundsätzen, welche in Kap. 29 für die ebenen Knotenpunkte entwickelt sind. Die Schwierigkeit liegt hier nur darin, daß die einzelnen Stäbe nicht in denselben Ebenen liegen. Diese

237.  
Knotenpunkte.

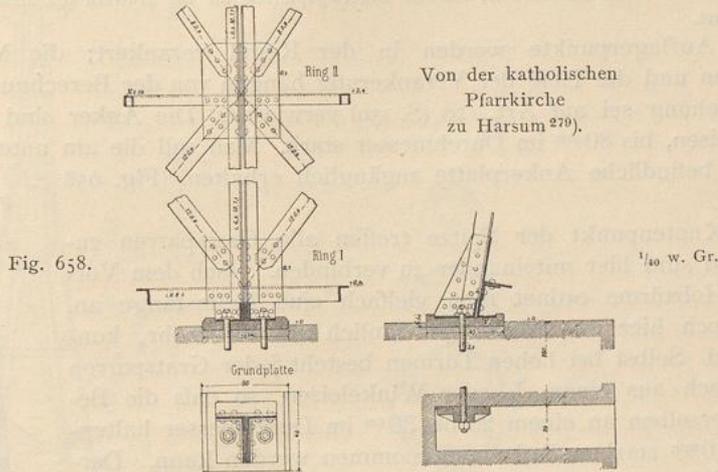


Fig. 658.

Von der katholischen  
Pfarrkirche  
zu Harsum<sup>270</sup>.

1/40 w. Gr.

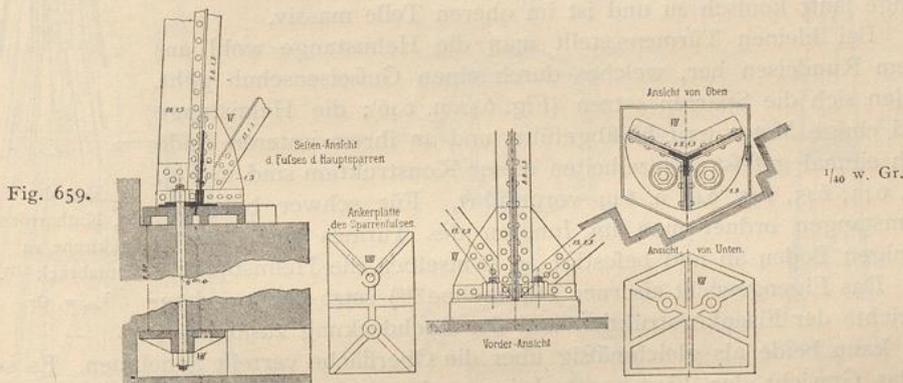


Fig. 659.

Von der St. Katharinenkirche zu Osnabrück<sup>277</sup>.

Schwierigkeit wird durch Knotenbleche, welche in die verschiedenen Ebenen gebogen werden (Fig. 654), gehoben. Für den Anschluß der Diagonalen und Ringe werden andere Knotenbleche verwendet als für den Anschluß der Stäbe in den Böden. Beispiele geben Fig. 654, 655 u. 657. Man erstrebe stets die Anordnung von Knotenblechen, welche in nicht mehr als zwei Ebenen liegen; dann ergibt sich eine Kante, um welche das abgewinkelte ebene Blech in die erforderliche Form gebogen werden kann.

Bei den Auflager-Knotenpunkten ist außer dem Zusammenschluß der Stäbe noch die gute Lagerung zu erzielen. Unter Hinweis auf die in Kap. 29 entwickelten Grundsätze für die Konstruktion der Auflager-Knotenpunkte und

238.  
Auflager-  
Knotenpunkte.

Auflager dürfte es genügen, die Lösungen in Fig. 658<sup>279)</sup> u. 659<sup>277)</sup> vorzuführen. Die Auflager sind sämtlich als feste konstruiert.

Einen besonders schwierig herzustellenden Auflager-Knotenpunkt, vom Turmhelm der St. Petri-kirche zu Hamburg herrührend, stellen Fig. 639 bis 641 (S. 319) dar; es ist derjenige Punkt, in welchem sich der Fuß des Gratsparrens mit den Füßen zweier Giebelsparren vereinigt. Vier Gratsparren setzen sich bei diesem Turm auf je zwei Giebelsparren; die vier anderen Gratsparren laufen bis zur Auflagerfläche hinab (Fig. 637, S. 319). Am unteren Ende des Gratsparrens ist ein in den erforderlichen Biegungen ausgeschmiedetes Knotenblech eingelegt, an welches die Giebelsparren mit ihren Winkeleisen und der Deckplatte angeschlossen sind. Die Stehbleche und radialen Schenkel der Winkeleisen sind mit besonderen, starken Unterlagsplatten für die Muttern der äußeren Ankerbolzen vernietet.

239.  
Verankerung.

Alle Auflagerpunkte werden in der Regel verankert; die Mafse der Ankerbolzen und die Tiefe der Verankerung hängen von der Berechnung ab; in dieser Beziehung sei auf Art. 120 (S. 150) verwiesen. Die Anker sind gewöhnlich Rundeisen, bis 80<sup>mm</sup> im Durchmesser stark. Man soll die am unteren Ende der Anker befindliche Ankerplatte zugänglich erhalten (Fig. 658 u. 659).

240.  
Spitze.

Am Knotenpunkt der Spitze treffen alle Gratsparren zusammen und sind hier miteinander zu verbinden. Nach dem Vorbilde der Holztürme ordnet man vielfach eine Helmstange an, welche jedoch hier aus Eisen, gewöhnlich als Eisenrohr, konstruiert wird. Selbst bei hohen Türmen besteht jeder Gratsparren hier nur noch aus einem T- oder Winkeleisen, so daß die Befestigung derselben an einem 20 bis 30<sup>cm</sup> im Durchmesser haltenden, 6 bis 10<sup>mm</sup> starken Rohr vorgenommen werden kann. Derartige Verbindungen zeigen Fig. 636, 654, 655 u. 660. Die Helmstange läuft konisch zu und ist im oberen Teile massiv.

Bei kleinen Türmen stellt man die Helmstange wohl aus einem Rundeisen her, welches durch einen Gufseisenschuh geht, in den sich die Sparren setzen (Fig. 642 u. 646); die Helmstange wird einige Meter weit hinabgeführt und an ihrem unteren Ende noch einmal gefast. Einzelheiten dieser Konstruktion sind in Fig. 643, 644, 645, 647, 648 u. 649 vorgeführt. Für schwer belastete Helmstangen ordnet man im Inneren des Turmes einen sternförmigen Boden an und befestigt an demselben die Helmstange.

241.  
Gewichte  
eiserner  
Turmhelme.

Das Eigengewicht eiserner Turmhelme<sup>280)</sup> setzt sich aus dem Gewichte der Eisenkonstruktion und der Dachdeckung zusammen; man kann beide als gleichmäßig über die Oberfläche verteilt annehmen. Es sei  $\gamma_1$  das Gewicht der Eisenkonstruktion und  $\gamma_2$  das Gewicht der Dachdeckung, beides in Kilogr. für 1<sup>qm</sup> Dachfläche. Man kann annehmen:

$\gamma_1 = 45$  Kilogr. für 1<sup>qm</sup>, falls die Ringe nur leicht versteift sind, so daß die Querriegel zur Stützung von Leitergängen ausreichen;

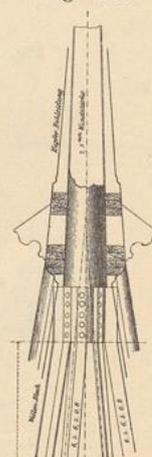
$\gamma_1 = 60$  Kilogr. für 1<sup>qm</sup>, falls die Böden zu tragfähigen Decken ausgebildet sind zur Aufnahme einer größeren Treppenanlage, wie z. B. beim Petrikirchturm in Hamburg (siehe Fig. 637, S. 319);

$\gamma_2 = 40$  Kilogr. für 1<sup>qm</sup> für Kupfer auf Schalung und Holzpfetten;

$\gamma_2 = 80$  Kilogr. für 1<sup>qm</sup> für Schiefer auf Schalung und Holzpfetten.

Vergleicht man die Eisengewichte einiger ausgeführter Turmbauten, so

Fig. 660.



Von der  
St. Katharinen-  
kirche zu  
Osnabrück<sup>277)</sup>.

1/40 w. Gr.

<sup>280)</sup> Nach: MÜLLER-BRESLAU. Die Berechnung achtseitiger Turmpyramiden. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1899, S. 1126.

scheint es, als ob das Gewicht für 1<sup>cbm</sup> umbauten Raumes wenig veränderlich ist mit geänderten Abmessungen; es liegt etwa zwischen 25 und 33 Kilogr. Bei kleinen Höhen scheinen die größeren Werte maßgebend zu sein, weil man bei diesen mehr Zuschläge machen muß und letztere sich auf eine viel geringere Zahl von Raummeter verteilen.

Fig. 661.

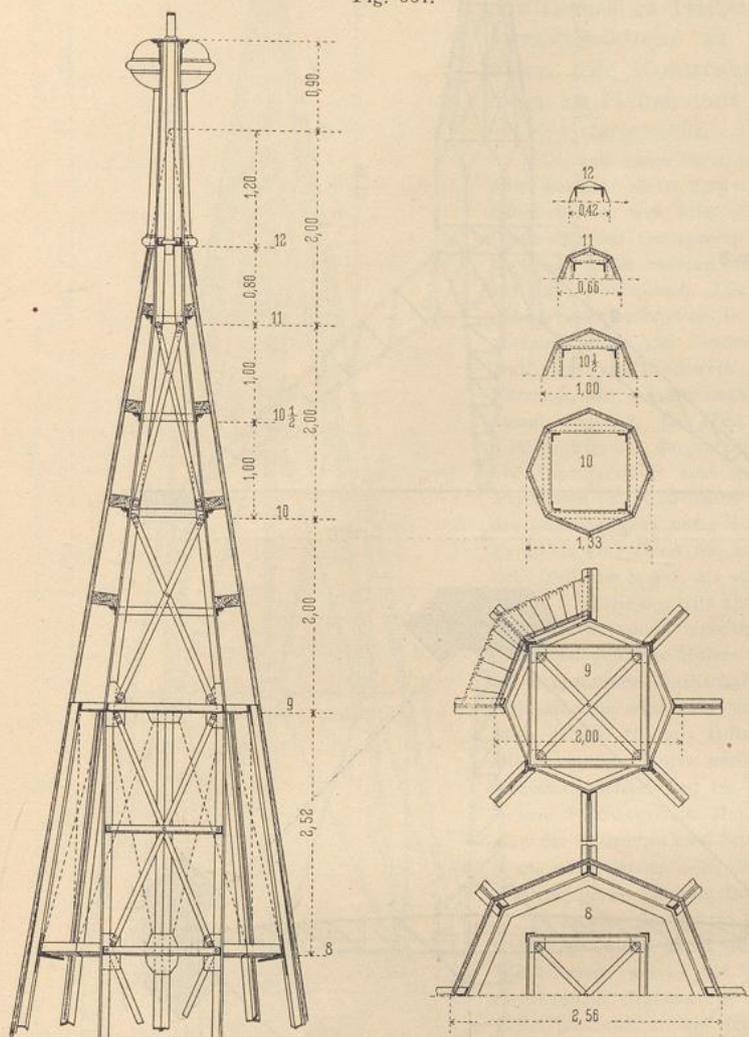
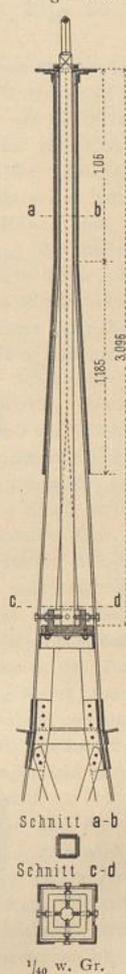
 $\frac{1}{25}$  w. Gr.Vom Turm zu Halberstadt<sup>251)</sup>.

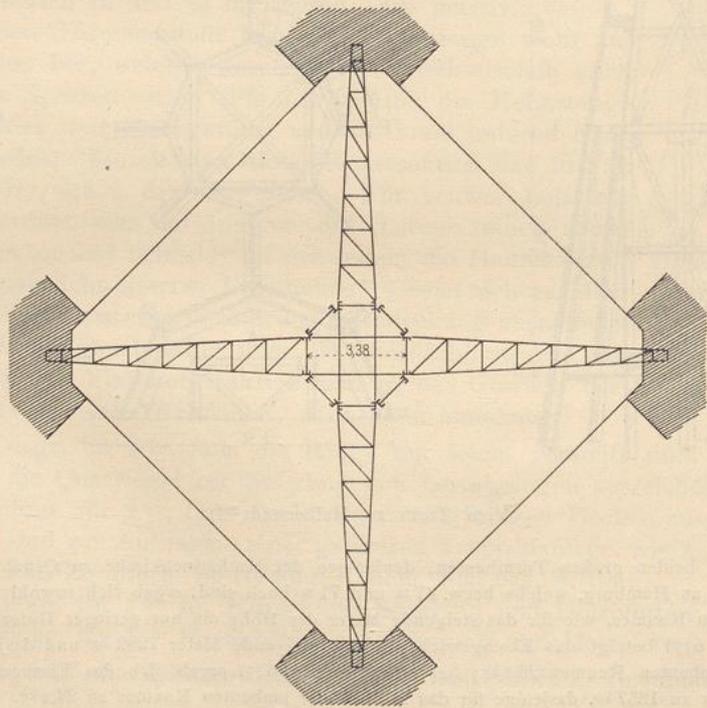
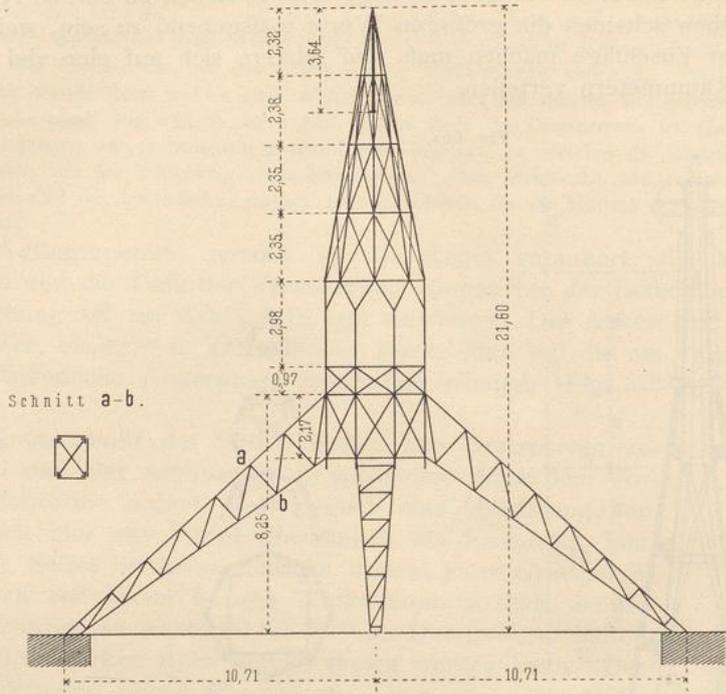
Fig. 662.

 $\frac{1}{40}$  w. Gr.

Bei den beiden großen Turmbauten, denjenigen der Katharinenkirche zu Osnabrück und der St. Petrikerche zu Hamburg, welche bezw. 47 m und 71 m hoch sind, ergab sich sowohl für das Kub.-Meter umbauten Raumes, wie für das steigende Meter der Höhe ein nur geringer Unterschied. Beim letzteren (Fig. 637) beträgt das Eisengewicht für das steigende Meter 1282 kg und dasjenige für das Kub.-Meter umbauten Raumes 26,8 kg; bei ersterem (Fig. 627) ergab sich das Eisengewicht für das steigende Meter zu 1257 kg, dasjenige für das Kub.-Meter umbauten Raumes zu 24,2 kg.

<sup>251)</sup> Nach freundlichen Mitteilungen des Herrn Kommerzienrats Behrens vom Berliner »Cyclop«, welcher diese Türme ausgeführt hat; der Entwurf dazu rührt von Herrn Ingenieur Cramer in Berlin her.

Fig. 663.



Von der Reformationskirche zu Wiesbaden <sup>282</sup>).

$\frac{1}{250}$  w. Gr.



kreuzes an seinem unteren Ende in einer gußeisernen Platte, die Art, wie die vier Winkeleisen oben zusammengeführt und durch aufgenietete Bleche miteinander verbunden werden, sind in Fig. 662 dargestellt.

Den Turm der Reformationskirche zu Wiesbaden veranschaulichen Fig. 663 u. 664<sup>282</sup>).

Derselbe wird, wie Fig. 663 im Grundriß und Aufriß dargestellt, durch einen vierfüßigen eisernen Bock getragen, der die Last des Turmes auf die vier Eckmauerpfeiler überträgt. Jeder Fuß des Bockes ist ein räumliches Fachwerk (vergl. den Schnitt in Fig. 663) und dient auch als Kehlbander. Der Turm ist achtseitig; die acht Gratsparren setzen sich auf acht Giebelspitzen. Alle Seitenfelder sind mit gekreuzten Zugdiagonalen versehen. Die Pfosten des prismatischen unteren Turmteiles bestehen aus je zwei L-Eisen Nr. 16; die Stege derselben sind winkelrecht zu den begrenzenden Seitenflächen gestellt, so daß die beiden zu demselben Pfosten gehörigen Stege einen Winkel von 45 Grad miteinander einschließen (siehe den Grundriß in Fig. 663). Auf die Flansche der L-Eisen gelegte, entsprechend gebogene Knotenbleche verbinden beide L-Eisen miteinander und ermöglichen den Anschluß der Ringe und Schrägstäbe. Die oberen Enden der L-Eisen sind so gebogen, daß die 8 Giebel entstehen, auf deren Spitzen sich die Gratsparren setzen.

### 31. Kapitel.

#### Eiserne Kuppeldächer.

243.  
Konstruktion.

Die in der Neuzeit meist übliche Konstruktion des Kuppeldaches ist die von *Schwedler* angegebene, bei welcher alle tragenden Teile in die Dachfläche verlegt sind. Dieselbe wird hauptsächlich bei Kuppeln verwendet, deren Grundform ein Kreis oder ein Vieleck ist. Für Kuppeln über quadratischer oder rechteckiger Grundfläche sind andere Konstruktionen üblich.

Man verlegt bei letzteren die Hauptbinder unter die Grate und ordnet in den Seitenflächen der Kuppel Teilbinder an, welche sich an die Hauptbinder schiften und die Pfetten aufnehmen. Ein hervorragendes Beispiel einer solchen Kuppel ist die in Fig. 681 bis 695 dargestellte Kuppel über dem Justizgebäude in München. — Bei rechteckiger Grundfläche kann man auch ebene Hauptträger anordnen, welche den zu überdeckenden Raum in der einen Richtung überspannen und zusammen mit Bindern zweiter, auch wohl noch dritter Ordnung das Kuppeldach tragen. Ein Beispiel für eine solche Konstruktion ist in Art. 260 besprochen.

Eine andere Lösung dieser Aufgabe zeigt die Kuppel über dem Reichstags Hause in Berlin (Fig. 679 u. 680); das tragende Hauptfachwerk ist ein Raumbachwerk mit viereckigem Schlufsring und achteckigem Fufsring, dessen Sparren und Diagonalen in der Mantelfläche liegen. Diese eigenartige Konstruktion wird in Art. 257 näher besprochen werden.

Die *Schwedler'sche* Kuppelkonstruktion ist für runde Grundriffsformen und sehr große Weiten mit gutem Erfolge ausgeführt; sie läßt den ganzen Innenraum frei und wirkt dadurch auch architektonisch sehr günstig; sie ist einfach und leicht und gestattet ein bequemes Aufstellen, da jeder innerhalb eines vollen Ringes liegende Kuppelteil ein festes System bildet, welches für sich gehoben werden kann. Fig. 221 (S. 78) zeigt im mittleren Teile ein solches Kuppeldach. Wie der Aufbau vorzunehmen ist, damit das Fachwerk geometrisch und statisch bestimmt wird, ist in Art. 141 (S. 195 u. 196) vorgeführt.

Für Belastung durch Einzellasten sind die *Schwedler'schen* Kuppeln desto weniger geeignet, je größer die Seitenzahl der Grundfläche ist; denn die von einem Knotenpunkt ausgehenden Stabachsen liegen bei großer Seitenzahl der Grundfigur nahezu in einer Ebene, werden also durch eine senkrecht zu dieser Ebene wirkende Kraft sehr große Spannungen erhalten. Allerdings wirkt der