



Dächer im allgemeinen, Dachformen

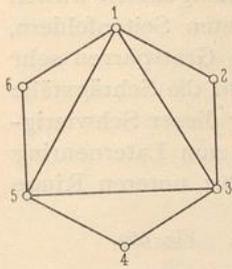
Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

a) Schwedler'sche Kuppeln.

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

Fig. 667.



stimmten Kuppelfachwerkes wird nicht übermäßig schwierig. Die Versteifung in der wagrechten Ebene ist aber ohne großen Einfluss auf die Verteilung der lotrechten Kräfte V . — Sehr zweckmäßig ist für diese Kräfte die Anordnung eines gegen lotrechte Kräfte steifen Schlufsringes; allerdings wird hierbei die Berechnung außerordentlich umständlich und schwierig. — Bei der großen Kuppel des Berliner Domes mit einem Durchmesser von 35,65 m und einer Höhe von Unterkante Fußring bis Oberkante Schlufsring von (rund) 23 m hat Müller-Breslau den Laternenring sowohl in der wagrechten

Ebene, wie auch gegen lotrechte Kräfte versteift²⁸³⁾. —

Sehr hohe und schwere Laternen hat man auch wohl weit unter den Schlufsring hinab fortgeführt und den hinabgeführten Teil an seinem unteren Ende durch eine sternförmige Verankerung mit der Kuppelkonstruktion verbunden. Eine solche Anordnung ist bei der Kuppel für die Heil. Kreuz-Kirche in Berlin gewählt und in Fig. 696 dargestellt. Die Steifigkeit der Laterne gegen seitliche Kräfte wird durch die Verankerung erhöht, die Wirkung der Kräfte aber unklar, da die elastischen Formänderungen der Kuppel für die Größe der Kräfte bestimmend sind.

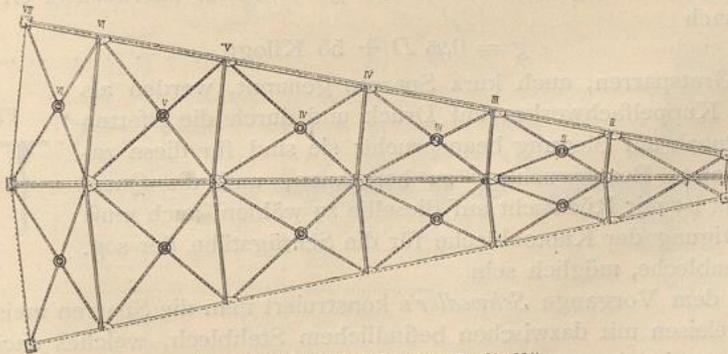
a) Schwedler'sche Kuppeln.

Die notwendigen Teile des Schwedler'schen Kuppelfachwerkes sind:

- 1) Die Gratsparren, welche vom Auflager bis zu dem sog. Laternenringe laufen und meistens gebrochene Linien bilden (siehe Fig. 424, S. 196); unter jedem Grat ist ein Gratsparren anzuordnen.
- 2) Die Ringe, welche in verschiedenen Höhen ringsherum laufend die Gratsparren miteinander verbinden; besonders wichtig sind der in der Höhe der Auflager anzubringende unterste Ring, der sog. Fußring oder Mauerring, und der oberste Ring, der sog. Laternenring. Der Fußring erleidet stets Zug und der Laternenring stets Druck.
- 3) Die Schrägstäbe in den trapezförmigen Seitenfeldern, welche durch die Gratsparren und die Ringe gebildet werden. Man verwendet meistens in jedem

245.
Teile.

Fig. 668.



Von einem Gasbehälter zu Berlin²⁸⁴⁾.

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

²⁸⁴⁾ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1876, Bl. 32.

Felde zwei einander kreuzende Schrägstäbe, welche wie Gegendiagonalen wirken und bloß auf Zug beansprucht werden. Wenn in den obersten Seitenfeldern, welche nur geringe Breite erhalten, die Schrägstäbe mit den Gratsparren sehr kleine Winkel einschließen würden, so läßt man daselbst wohl die Schrägstäbe nach Fig. 668²⁸⁴) über zwei Felder laufen. Eine andere Lösung dieser Schwierigkeit zeigt Fig. 669. Abwechselnd ist immer ein Sparren bis zum Laternenring durchgeführt, während jeweilig der andere Sparren am nächst unteren Ringe in zwei Sparren zerspalten ist, welche nach den Eckpunkten des Laternenringes laufen; letzterer hat dann nur halb so viele Seiten als die anderen Ringe. Diese Anordnung ist weniger einfach als die in Fig. 668 vorgeführte, welche deshalb vorzuziehen ist.

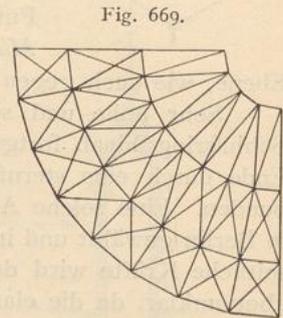


Fig. 669.

Die unter 1 bis 3 angegebenen Teile sind für die Standfähigkeit der Kuppel ausreichend. Die Gratsparren tragen noch die Pfetten, welche meistens als Holzpfetten konstruiert werden, rings um die Kuppel laufen und die Holzschalung aufnehmen. Auf den Laternenring setzt sich fast stets eine Laterne.

246.
Kuppelkurve.

Die erzeugende Kurve der Kuppel ist gewöhnlich eine Parabel oder eine kubische Parabel. Wählt man die letztere Kurve, so herrscht bei gleichmäßig verteilter Belastung in den Zwischenringen die Spannung Null. Näheres darüber ist in Teil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 454, S. 424²⁸⁵) dieses »Handbuches« zu finden; ebendasselbst ist auch ein Zahlenbeispiel durchgerechnet.

247.
Eigengewicht der Kuppel.

Auf Grund der von *Scharowsky*²⁸⁶) durchgeführten Berechnungen der Gewichte *Schwedler'scher* Kuppeln mit Durchmessern von 10 bis zu 60 m hat der Verfasser ermittelt, daß man bei flachen Kuppeln das Eisengewicht g' für das Quadr.-Meter überdeckter Grundfläche nach der Formel

$$g' = 0,25 D + 19,5 \dots \dots \dots 37.$$

ermitteln kann. In dieser Formel bedeutet D den Durchmesser der Kuppel (in Met.); g' wird in Kilogr. erhalten, und zwar einschließlic des Gewichtes der Laterne. Will man das gesamte Eigengewicht der Kuppel haben, so rechne man für Pfetten, Schalung und Deckung mit Pappe ein Gewicht

$$g'' = 35,5 \text{ Kilogr.}$$

hinzu. Das gesamte Eigengewicht für das Quadr.-Meter überdeckter Grundfläche wird demnach

$$g = 0,25 D + 55 \text{ Kilogr.} \dots \dots \dots 38.$$

248.
Gratsparren.

Die Gratsparren, auch kurz Sparren genannt, werden als Stäbe des Kuppelfachwerkes auf Druck und durch die Pfetten außerdem noch auf Biegung beansprucht; sie sind für diese zusammengesetzte Beanspruchung zu berechnen, und die Querschnittsform ist mit Rücksicht auf dieselbe zu wählen; auch muß gute Befestigung der Knotenbleche für die Schrägstäbe, der sog. Windknotenbleche, möglich sein.

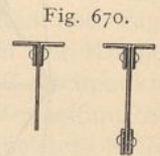


Fig. 670.

Nach dem Vorgange *Schwedler's* konstruiert man die Sparren meistens aus zwei Winkeleisen mit dazwischen befindlichem Stehblech, welches nach Bedarf noch durch zwei weitere aufgenietete lotrechte Flacheisen verstärkt wird (Fig. 670).

²⁸⁵) 2. Aufl.: Art. 243, S. 231. — 3. Aufl.: Art. 250, S. 261.

²⁸⁶) In: Musterbuch für Eisen-Constructionen. Leipzig 1895. Teil I, S. 136, 137.

Die Winkeleisen sind etwa $40 \times 40 \times 6$ bis $75 \times 75 \times 10$ mm und die Stehbleche 120×8 bis 320×10 mm stark. Die aufgenieteten Verstärkungsflacheisen haben etwa 40×6 bis 50×8 mm Querschnitt.

Die obere Begrenzung der Sparren ist krummlinig, der erzeugenden Kuppelkurve entsprechend; die untere Begrenzung des Stehbleches von Knotenpunkt zu Knotenpunkt ist eine Gerade. Die Stöße des Stehbleches werden in die Knotenpunkte verlegt, also an diejenigen Stellen, an welchen Sparren und Ringe zusammentreffen. Auf die nicht lotrechten Winkeleisenschelkel kommen die Windknotenbleche und auf letztere die Ringe (Fig. 672 u. 673²⁸⁹).

Die Sparren werden wohl auch aus Gitterwerk hergestellt, bestehend aus zwei Winkeleisen als oberer und zwei Flacheisen als unterer Gurtung, sowie dazwischen liegendem Flacheisen-Gitterwerk (Fig. 671²⁸⁷). An den Knotenpunkten

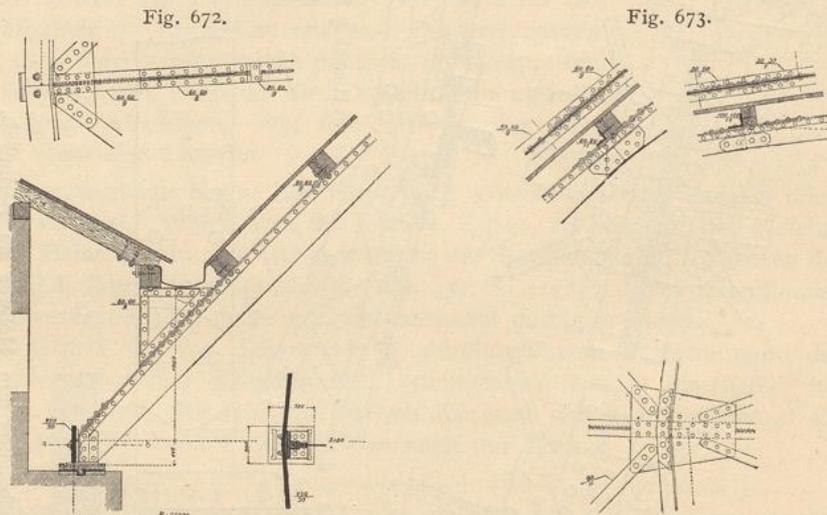


Fig. 672.

Fig. 673.

Vom Gasometer der dritten Gasanstalt zu Dresden²⁸⁹,
1/50 w. Gr.

und in der Nähe des Mauer- und Laternenringes ersetzt man das Gitterwerk zweckmässig durch eine Blechwand. Gegen die Verwendung von Gittersparren spricht die schon mehrfach hervorgehobene Schwierigkeit guter Unterhaltung und bei Kuppeln mittlerer Grösse der Umstand, dass bei sparsamer Ausführung die einzelnen Teile sehr geringe Abmessungen erhalten, was zu Unzuträglichkeiten führt. Wenn es sich um sehr grosse Kuppeln handelt, so wird man allerdings dennoch zu Gittersparren greifen.

Ein Beispiel ist die Kuppel vom Blumenausstellungs-Dom in der Weltausstellung zu Chicago. Dieselbe hatte 57 m Durchmesser und als Erzeugende einen Viertelkreis von 28,50 m Halbmesser, bildete also eine volle Halbkugel. Jeder der 20 Hauptsparren war im Querschnitt 0,914 m hoch, bestand in der oberen und unteren Gurtung aus je zwei Winkeleisen von $100 \times 76 \times 10$ mm und doppelter Netzwerkvergitterung zwischen den Gurtungen (Flacheisen 90×10 mm²⁸⁸).

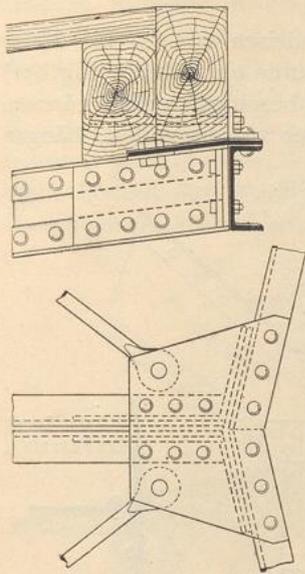
Sehr zweckmässig für schwere und weitgespannte Kuppeln sind aus zwei Γ -Eisen hergestellte Sparren, deren Abstand so gross ist, dass das erforderliche Trägheitsmoment erreicht wird und eine gute Unterhaltung möglich ist. Beide

²⁸⁷ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1866, Bl. 11.

²⁸⁸ Siehe: Allg. Bauz. 1893, S. 13 u. Bl. 1, 2, 3, 4, 5. — Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 457.

²⁸⁹ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, Bl. 860.

Fig. 674.



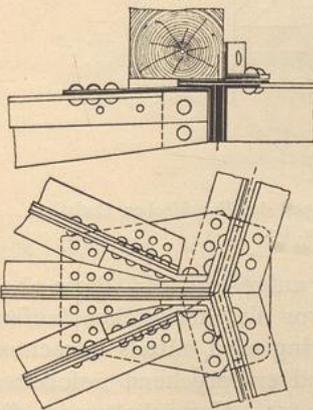
Vom Lokomotivschuppen auf dem
Bahnhof zu Bremen.
 $\frac{1}{15}$ w. Gr.

ein Schenkel dient das Windknotenblech als Stofsblech, und für den anderen Schenkel wird ein besonders Stofsblech aufgelegt. Damit diese einfachen Winkeleisen beim auftretenden Drucke nicht zerknickt werden oder ausbiegen, hat *Schwedler* sie mit den angrenzenden Holzpfetten durch 8 bis 10^{mm} starke Schraubenbolzen verbunden; besser ist es, genügend starke Eisen, L-Eisen oder I-Eisen, zu verwenden.

Beim Blumenausstellungs-Dom in Chicago sind die Ringe zugleich Pfetten und deshalb mit Blechträgerquerschnitt konstruiert.

Der Laternenring muß widerstandsfähig gegen Druck und Knicken sein. Er wird aus zwei Winkeleisen (Fig. 675²⁰⁰), aus lotrechtem Blech mit oben säumenden Winkeleisen, auch wohl aus einem L-Eisen gebildet (Fig. 674).

Fig. 675.



Vom Gasbehälter in der
Holzmarktstraße zu Berlin²⁰⁰).
 $\frac{1}{15}$ w. Gr.

L-Eisen kehren ihre Rinnenseite nach aussen und werden durch leichtes Gitterwerk aus Winkeleisen zu einem Ganzen vereinigt. Diese Querschnittform gestattet auch, die Knotenbleche bequem und leicht anzubringen. Beim Berliner Dom ist die innere Achteckkuppel mit solchen Sparren hergestellt. Im Knotenpunkte sind die zusammentreffenden Sparren durch je ein wagrechtes Knotenblech getrennt, an dem die Winkeleisen sowohl des inneren (Achteck-) Ringes, wie des äußeren (kreisrunden) Ringes befestigt sind. Jedes Ringstück kann so als ebene Fachwerkscheibe gebaut werden; dadurch wird die Herstellung der Werkzeichnungen und die Aufstellung der Kuppel erleichtert.

Auch aus gebogenen I-Trägern kann man die Sparren herstellen. Diese Sparrenform zeigen Fig. 699 bis 703 (Heil. Kreuz-Kirche in Berlin).

Die Zwischenringe können schwach sein, wenn sie nur als Teile des Kuppelfachwerkes zu wirken haben. Sie bestehen meistens nur aus einem Winkeleisen, etwa $50 \times 50 \times 7$ bis $120 \times 120 \times 13$ mm stark. Der Stofs wird an denjenigen Stellen vorgenommen, wo Sparren und Ringe einander treffen; für den

249.
Zwischenringe.

ein Schenkel dient das Windknotenblech als Stofsblech, und für den anderen Schenkel wird ein besonders Stofsblech aufgelegt. Damit diese einfachen Winkeleisen beim auftretenden Drucke nicht zerknickt werden oder ausbiegen, hat *Schwedler* sie mit den angrenzenden Holzpfetten durch 8 bis 10^{mm} starke Schraubenbolzen verbunden; besser ist es, genügend starke Eisen, L-Eisen oder I-Eisen, zu verwenden.

250.
Laternenring.

In Fig. 675 besteht der wirksame Laternenring nur aus den beiden Winkeleisen; dargestellt ist die Stofsstelle: das zwischen die lotrechten Schenkel der Winkeleisen gelegte Blech stößt diese; das aufgelegte wagrechte Blech stößt die wagrechten Winkeleisenschinkel.

Der Fußring oder Mauerring hat nur Zug zu ertragen. Man konstruiert ihn meistens als lotrechtes Flacheisen, welches, da die im Ringe herrschenden Kräfte sehr groß werden können, große Querschnittfläche erhält. Fig. 671 zeigt ein Flacheisen von 208×20 mm; es kommen aber viel größere Querschnittflächen vor. Der Stofs des Fuß-

251.
Fußring.

²⁰⁰) Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1866, Bl. 10.
22*

ringes wird durch beiderseits aufgelegte Laschen (Fig. 671) vorgenommen, und zwar an beliebiger, bequem liegender Stelle.

252.
Schrägstäbe.

Schwedler verwendete zu den Schrägstäben Rundeisen von 25 bis 30 mm Durchmesser; wo die beiden Schrägstäbe sich treffen, wurde ein Schlofs (Fig. 671) angebracht, mit dessen Hilfe etwaige Ungenauigkeiten beseitigt werden können. Um Durchbiegung infolge des Gewichtes der Schösser zu vermeiden, hängte *Schwedler* dieselben mittels Schleifen an den Holzpfetten auf. *Scharowsky* zieht für die Schrägstäbe Flacheisen vor, weil die Rundeisen teurer seien, durch die große Zahl von Spanschlössern leicht ungleichmäßige Spannung in die Diagonalen komme, die Spanschlösser durch ihr Gewicht die Schrägstäbe durchbiegen und der nur durch Bolzen zu bewirkende Anschluß der Rundeisendiagonalen starke Knotenbleche erfordere.

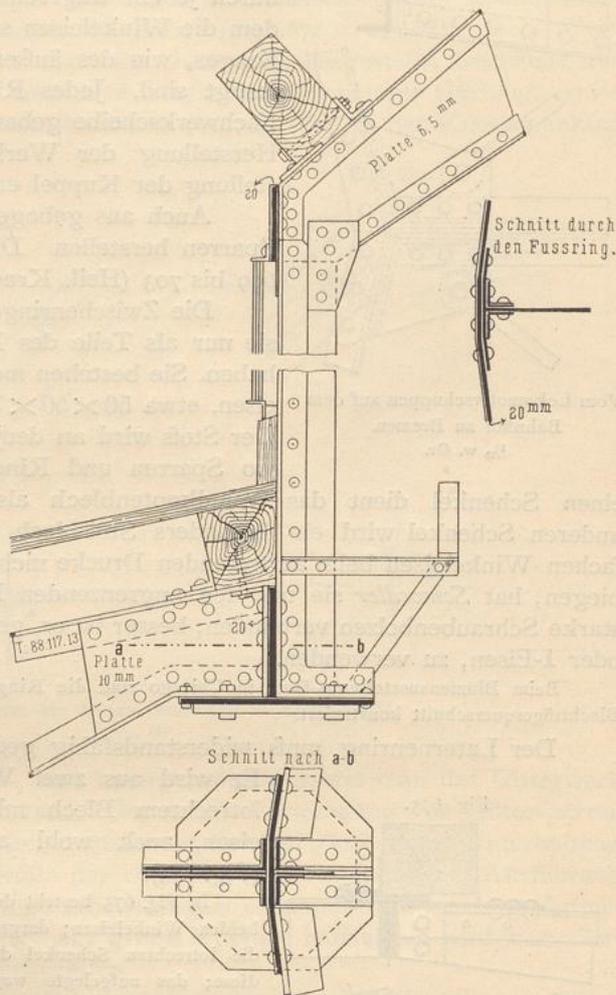
253.
Knotenpunkte.

Die Konstruktion der Knotenpunkte an den Zwischenringen bietet keine Schwierigkeit; der Anschluß der Schrägstäbe und Ringe erfolgt mittels des Knotenbleches, welches in die anschließenden Seitenebenen gebogen wird und den Stoß der wagrechten Winkelleisenschenkel sowohl bei den Sparren, wie bei den Ringen vermittelt; die lotrechten Winkelleisenschenkel werden durch Bleche, die Stehbleche der Sparren durch beiderseitige Laschen (Fig. 673) gestoßen. Die etwa auf das Stehblech gelegten Verstärkungsflacheisen dürfen in der

Regel, da sie nur wegen der Biegungsbeanspruchung aufgesetzt sind, diese aber nahe an den Knotenpunkten sehr klein ist, stumpf vor die Stoßlaschen laufen.

Die Verbindung der Sparren mit dem Laternenring wird mittels lotrechter Winkelleisen oder winkelförmig gebogener Bleche und entsprechend geformter Knotenbleche vorgenommen. Ein Beispiel zeigt Fig. 674. Verwickelter ist die Konstruktion, wenn nach Fig. 669 (S. 336) drei Gratsparren an einem Punkte des Laternenringes zusammentreffen. Einen solchen Knotenpunkt veranschaulicht

Fig. 676.



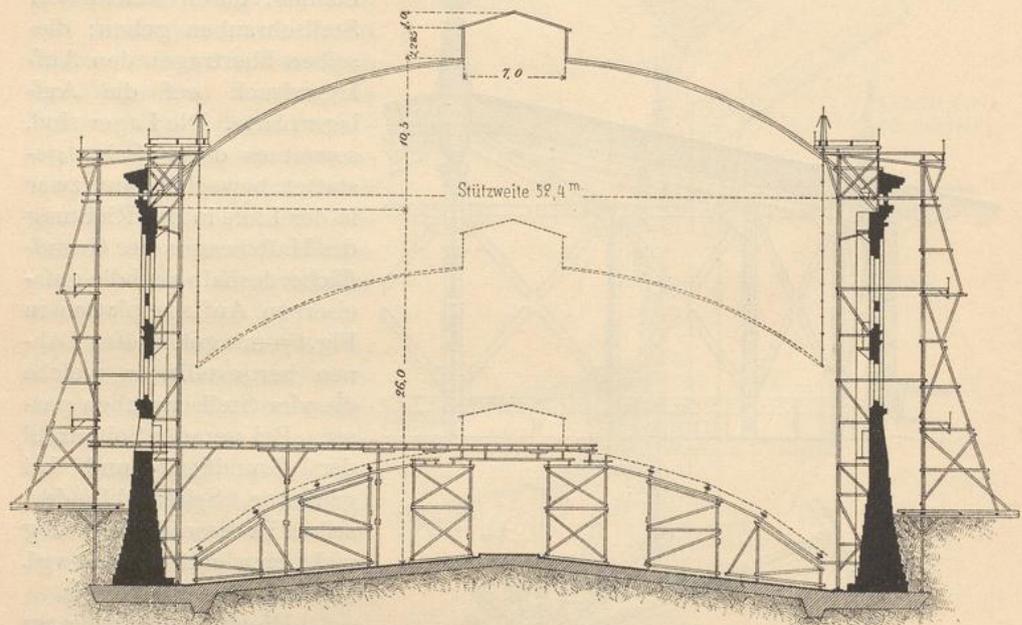
Von einem Lokomotivschuppen der Preussischen Ostbahn.

$\frac{1}{20}$ w. Gr.

sparren, etwa halb, unter Umständen nur ein Viertel so groß wie letztere. Es empfiehlt sich, die lotrechten Laternenpfosten an den Laternenring nicht in den Knotenpunkten, in welchen die Gratsparren der Kuppel anschließen, sondern daneben oder je in der Mitte zwischen zwei Knotenpunkten anzuordnen; die Anschlüsse werden alsdann einfacher²⁹¹⁾. Die hierdurch im Laternenring erzeugten Biegungsspannungen sind bei der Querschnittsbemessung natürlich als Zusatzspannungen zu berücksichtigen.

Die Pfosten der Laterne werden aus zwei Winkeleisen mit Zwischenraum und die Laternensparren ebenso konstruiert; die Verbindung durch in die Zwischen-

Fig. 678.



Vom Gasometer der dritten Gasanstalt zu Dresden²⁹²⁾.
 $\frac{1}{500}$ w. Gr.

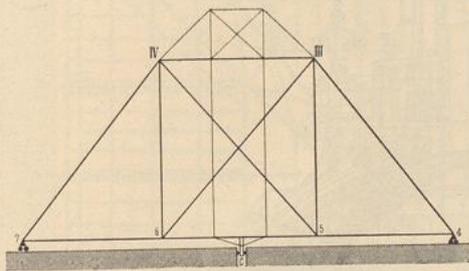
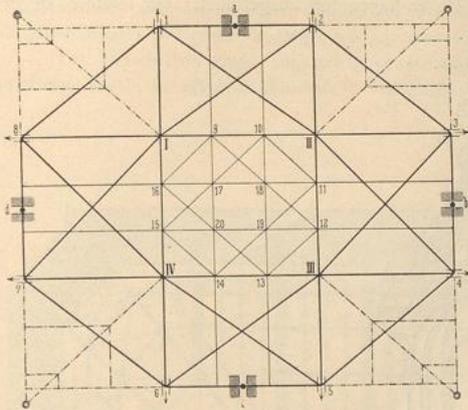
räume eingelegte Bleche ist leicht herzustellen. Am oberen Ende der Pfosten muß, wegen der durch die Laternensparren ausgeübten Kräfte, ein Zugring angebracht werden; die lotrechten Seitenflächen der Laterne sind durch Schrägstäbe (Flach- oder Rundeisen) auszusteifen. Fig. 677²⁹¹⁾ giebt eine solche Laterne.

256.
 Aufstellung
 des
 Kuppeldaches.

Da jeder innerhalb eines vollen Ringes liegende Teil der Kuppel ein festes System bildet und als solches gehoben werden kann, so baut man die ganze Kuppel mit Ausnahme der äußersten Ringzone unten zusammen und hebt nunmehr die ganze Konstruktion von einem festen zur Ausführung der Umfangsmauer errichteten Ringgerüst aus (Fig. 678²⁹²⁾ oder von fliegenden Gerüsten aus in die erforderliche Höhe. Das Heben erfolgt mit Hilfe von Hebeln; die auswärts liegenden Teile, d. h. den Mauerring, die Auflager und die äußersten Sparren-

²⁹²⁾ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, Bl. 858.

Fig. 679.



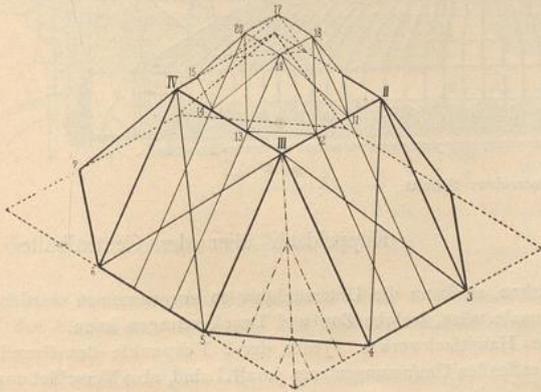
Von der Kuppel des Reichstageshauses zu Berlin.

Nachstehend sollen einige neuere Kuppeln mit eigenartigen Aufbauten vorgeführt werden.

Die Kuppel des Reichstageshauses zu Berlin erhebt sich über einer rechteckigen Grundfläche; die Außenmaße der tragenden Seitenmauern sind $38,74\text{ m} \times 34,725\text{ m}$. Das Eisengerüst ist ein räumliches Fachwerk, bei welchem möglichst viele Teile in lotrechte Ebenen gelegt sind, die einander unter rechtem Winkel schneiden; dadurch ist möglichste Einfachheit in der Herstellung erreicht.

Das Gesamtfachwerk (Fig. 679 u. 680) gliedert sich in drei Einzelfachwerke, welche in den

Fig. 680.



teilen, baut man auf dem Gerüst zusammen und verbindet sie mit der in den Hebeladen hängenden Dachkonstruktion durch Vernietung. Diese Aufstellung des Kuppeldaches ist von *Schwedler* angegeben und vielfach ausgeführt; die Hebung erfordert gewöhnlich nur 8 bis 10 Stunden, ist also in einem Tage bequem ausführbar. Fig. 678 zeigt die Art des Vorganges.

b) Andere Kuppelkonstruktionen.

Für steile Kuppeln mit hohen und schweren Laternen sind nach den Ausführungen in Art. 243 (S. 332) die *Schwedler'schen* Kuppelflechtwerke nicht besonders geeignet; auch für Kuppeln über rechteckiger Grundfläche empfiehlt es sich, eine andere Konstruktion zu wählen, bei welcher man möglichst viele, in denselben lotrechten Ebenen liegende Konstruktionsteile hat. Bei den vorkommenden Aufgaben sind sehr verschiedene Lösungen möglich.

257.
Kuppeldach
des
Reichstags-
hauses
zu Berlin.

Abbildungen durch starke Linien, schwache Linien und strichpunktierte Linien kenntlich gemacht sind. Das Hauptfachwerk (durch starke Linien hervorgehoben) besteht aus einem Achteck $1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8$ in der Auflagerebene, einem rechteckigen Ring $I\ II\ III\ IV$ in einer um $14,90\text{ m}$ über der Auflagerebene liegenden, wagrechten Ebene und den Verbindungsstäben des Achteckes und Viereckes. Die Eckpunkte I, II, III, IV sind mit den 8 Punkten in der Auflagerebene durch Sparrenstäbe und Diagonalen verbunden. Die Sparrenstäbe und die Stäbe des oberen Ringes liegen in vier lotrechten Ebenen; diese Teile sind als Hauptbinder bezeichnet. Die Diagonalen