

werden hauptsächlich durch den Winddruck gefährdet; Schnee bleibt wegen der Steilheit nicht liegen; das Eigengewicht erzeugt keine bedeutenden Beanspruchungen.

Eine gute Thurmdach-Construction muß folgenden Anforderungen Genüge leisten: sie muß standfest und fähig sein, auch bei ungünstigster Belastung die auf sie einwirkenden Kräfte sicher und, ohne merkbare Formänderung zu erleiden, in das unterstützende Mauerwerk zu leiten; sie muß der Zerstörung durch Feuchtigkeit und Faulen möglichst wenig Angriffspunkte bieten; sie muß leichten und sicheren Aufbau gestatten, bequemes Ausbessern und Auswecheln etwa schadhaft gewordener Hölzer ermöglichen; sie darf nicht zu viel Holz erfordern, um nicht zu theuer zu werden.

### 1) Statistische Verhältnisse und theoretische Grundlagen für die Construction.

114.  
Kräfte.

Die Thurmdächer setzen sich stets auf hohe Mauern; für diese sind aber wagrechte Kräfte besonders gefährlich; deshalb ordne man die Construction stets so an, daß die wagrechten Kräfte möglichst gering werden. Dem gemäß sind Sprengwerks-Constructionen, welche stets auch wagrechte Kräfte auf die Mauern übertragen, hier ausgeschlossen. Die schiefen Windkräfte haben allerdings stets wagrechte auf die Construction wirkende Seitenkräfte, die man nicht fortfchaffen kann. Man muß aber suchen, diese gefährlichen Seitenkräfte und ihr Umsturzmoment so klein wie möglich zu machen; durch eine zweckmäßige Form des Thurmdaches ist eine solche Verkleinerung wohl möglich, wie die Ueberlegung unter  $\alpha$  zeigt.

115.  
Wind-  
belastungen.

$\alpha$ ) Windbelastungen. Nach den Untersuchungen in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (2. Aufl., S. 23 u. 24) dieses »Handbuches« ist der Winddruck gegen ein achtseitiges Prisma kleiner, als derjenige gegen ein vierseitiges Prisma; das Gleiche gilt für die Pyramide. Nennt man die Höhe des Thurmdaches  $h$ , den Winddruck auf das Flächenmeter senkrecht getroffener Fläche  $p$ , die Seite des Quadrates, bezw. des Grundquadrates der Grundfläche  $B$ , nimmt man den Winddruck als wagrecht wirkend an und berechnet (mit geringem Fehler) so, als ob die Seitenflächen lothrecht ständen, so erhält man als die auf Umsturz des ganzen Thurmdaches wirkende Kraft  $W$ :

$$\text{bei quadratischer Grundfläche } W = p \frac{Bh}{2} = 0,5 p B h;$$

$$\text{bei regelmässiger Achteck-Grundfläche (Fig. 349) } W = 0,414 p B h;$$

$$\text{bei kreisförmiger Grundfläche (Kegeldach) } W = 0,39 p B h;$$

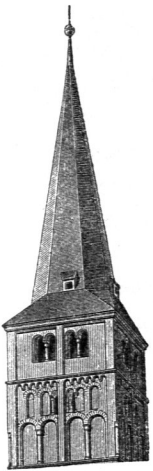
d. h. die auf Umsturz wirkende Kraft ist bei einem Thurmdach über regelmässigem Achteck um etwa 17 Procent und bei einem Kreis Kegeldach um etwa 22 Procent geringer, als bei einem Dach über quadratischer Grundfläche (Höhe und untere Breite als gleich angenommen).

Bei dreieckiger Seitenfläche des Thurmdaches liegt die Mittelkraft der Windkräfte in ein Drittel der Höhe über der Grundfläche; das Umsturzmoment ist dann:

$$M_{\text{Umsturz}} = W \frac{h}{3}.$$

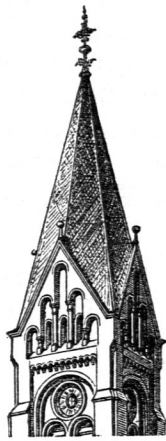
Eine Verkleinerung des Umsturzmoments kann sowohl durch Verringerung von  $W$ , wie auch von  $h$  erreicht werden; die letztere Verkleinerung, d. h. eine tiefere Lage von  $W$  wird durch Verbreitern der Grundfläche und Anwendung verschiedener Dachneigungen in den verschiedenen Theilen des Thurmdaches erzielt. Eine solche in

Fig. 347.



Von der Kirche zu Schwarzrheindorf<sup>171)</sup>.

Fig. 348.



Von der reformirten Kirche zu Insterburg<sup>172)</sup>.

Fig. 347<sup>171)</sup> dargestellte Anordnung hat neben dem Vortheil der tiefen Lage von  $W$  noch den weiteren statischen Vorzug, dass die den unteren Theil belastenden Winddrücke grössere Winkel mit der Wagrechten einschliessen, als die auf den steileren Theil wirkenden; sie sind kleiner und haben eine günstigere Richtung.

Statisch günstig ist auch die vielfach ausgeführte, architektonisch sehr wirkfame Anordnung von vier Giebeln (Fig. 348<sup>170)</sup>; durch dieselben wird ein Theil des Daches der Einwirkung des Windes entzogen.

Endlich ist auch eine Form des Thurmdaches zweckmässig, bei welcher dasselbe eine über Ecke gestellte vierseitige Pyramide bildet, deren Kanten nach den Spitzen der vier Giebel laufen; diese sog. Rhombenhaube (Rautenhaube) ist günstiger, als die einfache Pyramide, deren

Kanten nach den Ecken des Grundquadrats laufen. Die grösste auf Umkanten wirkende Windkraft in der Diagonalebene ist allerdings genau so gross, wie die in der Mittelebene des Thurmes ungünstigstenfalls wirkende; beide sind aber annähernd 30 Procent geringer, als wenn das Dach als vierseitige Pyramide mit nach den Ecken des Quadrats laufenden Kanten hergestellt wäre.

Den Winddruck auf das Flächenmeter senkrechter Thurmschnittfläche setze man  $p = 200 \text{ kg}$  für  $1 \text{ qm}$ ; an besonders dem Wind ausgesetzten Stellen rechne man mit  $p = 250 \text{ kg}$  für  $1 \text{ qm}$ .

β) Standficherheit des Thurmhelms. Für die Standficherheit muss zunächst verlangt werden, dass nicht das Thurmdach als Ganzes seitlich verschoben oder umgekantet werden könne. Der ersteren Bewegung wirkt der Reibungswiderstand an den Auflagern entgegen, der Drehung um eine Kante das Stabilitätsmoment. Nennt man die ganze ungünstigstenfalls auf das Thurmdach wirkende Windkraft  $W$ , die Höhe des Angriffspunktes dieser Kraft über der Grundfläche  $\rho$ , den auf das Thurmkreuz wirkenden Winddruck  $W_0$  und seine Höhe über der Thurmspitze  $e_0$ , so ist das Umsturzmoment (Fig. 349)

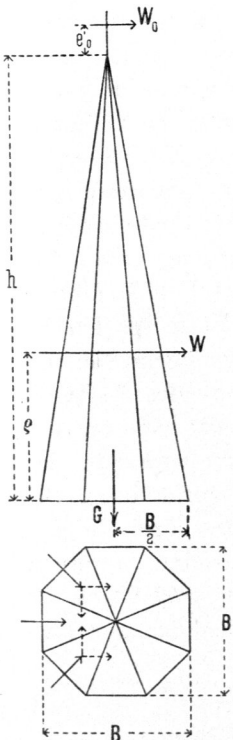
$$M_{\text{Umsturz}} = W_0 \rho + W_0 (h + e_0);$$

$\rho$  ist meistens nahezu gleich  $\frac{h}{3}$ . Das Stabilitätsmoment ist, wenn man das Gewicht des Thurmdaches mit  $G$  und die Breite der Grundfläche mit  $B$  bezeichnet,

$$M_{\text{Stab}} = \frac{GB}{2}.$$

116.  
Standficherheit  
des  
Thurmhelms.

Fig. 349.



171) Facf.-Repr. nach: DOHME, R. Geschichte der deutschen Baukunst. Berlin 1890. S. 68.

172) Facf.-Repr. nach: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 457.