



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der gotischen Konstruktionen

Ungewitter, Georg Gottlob

Leipzig, 1890-

5. Steinerne Turmhelme

[urn:nbn:de:hbz:466:1-76966](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-76966)

5. Steinere Turmhelme.

Einfache Werksteinhelme.

Massive, gleichzeitig als Dach dienende Überdeckungen der Räume lassen sich in südlichen, holzarmen Gegenden bis in die ältesten Kulturperioden zurückverfolgen. In der byzantinischen Kunst sind kuppel- oder kegelartige, ebenso pyramidale Steindächer besonders häufig anzutreffen. Die äussere und innere Mantelfläche können gleiche Form haben oder von einander abweichen, wie in Fig. 1408, welche innen eine Kuppel, aussen eine Pyramide oder einen Kegel zeigt. Solche Kuppeln oder Helme können ganz oder teilweise aus Gusswerk, aus Bruchstein oder aus regelmässig versetzten Quadern bez. Ziegelsteinen bestehen. Die regelmässigen Steine treten aussen zu Tage, während das unregelmässige Gemäuer entweder mit geeignetem Mörtel abgeglichen wird, oder besser eine schützende Bedachung von Ziegelsteinen, Steinplatten oder auch Metall (Blei, Kupfer) erhält. So zeigen z. B. altgrusinische Bauten im Kaukasus oft kegel- förmige bez. pyramidale, massive Turmdächer mittlerer Neigung, die mit grossen Kalksteinplatten belegt sind, über deren Fugen, ähnlich wie bei griechischen bez. römischen Dächern, Decksteine fassen.

In den nördlichen Ländern sind einfache dünne Steindächer über geschlossenen Räumen, wegen des Schwitzens der Innenfläche bei geringer Aussenwärme, wenig geeignet, bei Einschaltung isolierender Zwischenräume steht dagegen ihrer Anwendung, wenn sie sonst gut ausgeführt sind, nichts im Wege; vollends geeignet sind sie über unten offenen Räumen, wie eben den Türmen, wo sie andern Dächern gegenüber noch den Vorzug monumentaler Gestaltungsfähigkeit, grösserer Dauer und Feuersicherheit haben. Steinhelme haben sich daher zu allen Zeiten des Mittelalters behauptet und werden auch neuerdings wieder viel ausgeführt, zumal sie meist nicht teurer, vielfach sogar billiger als Holzhelme sind. Ihre Wandstärke kann gering sein, und ihr Schub ist bei genügender Steilheit sehr unbedeutend. Da nicht nur Kuppeln, sondern auch Kegeldächer und im Zusammenhang damit vielseitige Pyramiden statisch günstige Gewölbformen sind (s. S. 56 und unten S. 604), lässt ihre Ausbildung grosse Freiheit zu, selbst verwickelte Auskragungen, wie bei den Türmen von S. Paul zu Worms (s. Fig. 1409), machen keine allzu grosse Schwierigkeit. Kuppelähnliche Dächer haben die Türme von St. Leonhard in Frankfurt, und einen eigenartigen zwischen Kuppel, Kegel und Pyramide stehenden Helm, unter dem sich zugleich eine beachtenswerte Überleitung aus dem Viereck in's Achteck findet, zeigt die Stiftskirche zu Treysa in Hessen (Fig. 1410), welche nur in Trümmern auf uns gekommen ist.

Der Helm ist auf etwa $\frac{2}{3}$ seiner Höhe in steiler Spitzbogenform, von da, nach einer kaum merklichen Biegung, geradlinig aufgeführt. Dabei verlieren sich in der gleichen Höhe die Kanten des Achtecks, welches sonach in den Kreis übergeht, sowie die Konstruktion ebendasselbst aus der einer achtseitigen Kuppel in jene des Kegels mit Horizontalringen umsetzt. Die schwerfällige Wirkung des genannten Helmes liegt keineswegs in der Spitzbogenlinie begründet, sondern entsteht aus dem Aufsetzen der Kanten über der vorderen Flucht der Giebelspitzen und aus seinem niedrigen Verhältnis. Dieselbe gebogene Aufrisslinie findet sich sogar an einzelnen frühgotischen Fialenriesen des Freiburger Münsters beibehalten, gewissermaassen als Entasis, und ist jedenfalls bezüglich ihrer Wirkung als Form als auch aus konstruktiven Gründen den an einzelnen spätgotischen Türmen vorkommenden konkaven Helmkontouren vorzuziehen.

In Entstehung und Anwendung der Steinhelme.

Kuppel-
artige
Helme.

Im allgemeinen verschwinden in gotischer Zeit die kuppelartigen Helme, es herrscht immer mehr die achtseitige Pyramide vor, daneben findet sich ab und zu die vierseitige oder sechsseitige Pyramide und der Kegel; näheres über die Helmform und die Überleitung zu ihr ist schon im vorigen Kapitel angegeben, über die erforderliche Wandstärke u. dgl. siehe nächstes Kapitel.

Pyramidale
Steinhelme.

Der Helm setzt sich aus Stabilitätsrücksichten auf die innere Kante der Mauer (s. Fig. 1406 und 1411), womöglich wird die Mauer noch nach innen etwas vorgekragt. Der Vorsprung der Wand nimmt einen Umgang oder eine schräge Abdeckung auf (vgl. Fig. 1355—1355a). Es ist aber ebensogut möglich, die äussere Helmfläche über die Mauer fortzuführen, also in Fig. 1413 rechts das Stück *ced* abzuschneiden. Da der Schwerpunkt dieses Mauerstückes weit nach aussen liegt, trägt es wenig zur Stabilität bei, es ist besonders bei verhältnismässig dicken Wänden entbehrlich oder selbst unvorteilhaft. Das bleibende Wandstück *ab* in der Fig. 1413 links, muss aber stets als gut zusammenhängendes, an der Innenseite senkrecht oder womöglich übergekragtes Mauerwerk aus nicht zu leichtem Material aufgeführt sein.

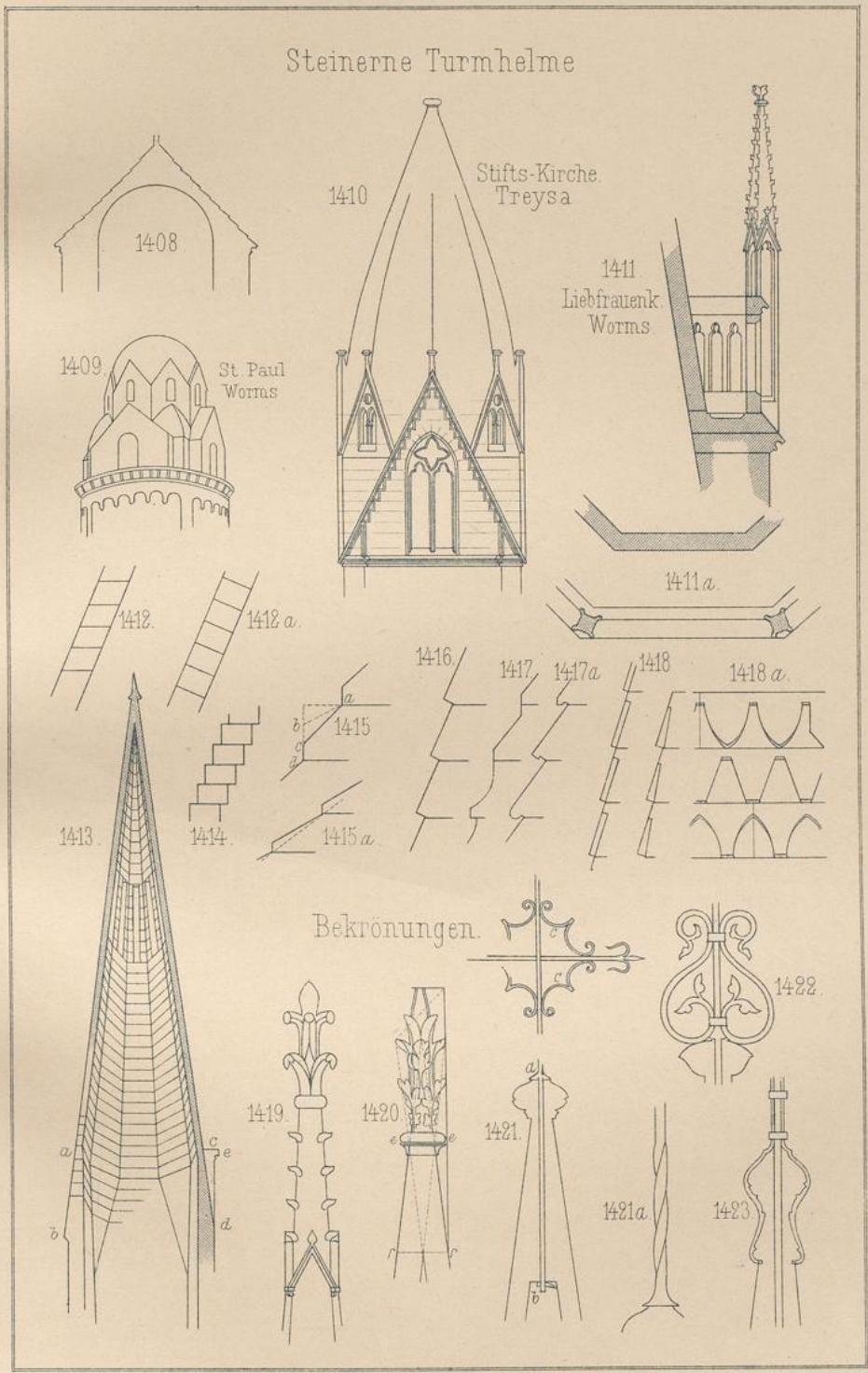
Richtung
der
Lagerfugen.

Die Werksteinhelme werden aus wagerechten Ringen oder Schichten aufgeführt, deren Höhe gleichgültig ist, also nach der gewöhnlichen Grösse der Steine eingerichtet werden kann. Die Lagerfugen können wagerecht liegen oder senkrecht zu der Helmfläche (Fig. 1412 und Fig. 1412a), die Druckübertragung wird dadurch nicht beeinflusst. Die Fugen senkrecht zur Helmsteigung (Fig. 1412a) haben den Vorteil, dass die Steine ihre winkelrechten Kanten behalten, dagegen den Mangel, dass bei schlechtem Mörtel der Regen in die geneigten Fugen eindringen kann, ausserdem werden die Eckstücke weniger einfach. Wagerechte Fugen beseitigen diese Mängel und ermöglichen einen besseren Übergang in die Steinschichten der Turmwände, wenn die Helmflächen über dieselben fortlaufen (Fig. 1413). Der einzige Nachteil der wagerechten Fugen ist die schiefwinklige Form der Steine, welche aber abgesehen von der schwierigeren Herstellung bei steilen Flächen keine Bedenken bietet. Bei zu flachen Helmen werden beide Fugenlagen ungünstiger, die eine durch zu starke Neigung, die andere durch zu spitze Winkel der Steine und beide durch die Gefahr des Gleitens der Steine nach innen oder aussen. Mit Verringerung der Steilheit häufen sich überhaupt die Schwierigkeiten nach jeder Hinsicht, während die Aufführung schlanker Helme kaum von derjenigen einer gewöhnlichen Mauer zu unterscheiden ist.

Im allgemeinen werden bei Werkstein wagerechte Lagerfugen bevorzugt, die schiefen Winkel der Steine hat man in verschiedener Weise zu umgehen gesucht. Das einfachste Mittel ist ein treppenförmiges Aufeinanderlegen der Werkstücke (Fig. 1414), die Türme zu Ver und Poitiers (s. Dehio und Bezold, Tafel 277, 278) bieten Beispiele dafür. Aus der Absicht, durch Einkehlungen in den vortretenden Ringflächen das Wasser rascher abzuleiten, scheint das lebendige Motiv von nach oben gekehrten Schuppen entstanden zu sein, wie bei verschiedenen Türmen zu Périgueux, Bassac, Poitiers (s. Dehio und Bezold, Taf. 249, 277). Besser führt ein Abschrägen der Ringfläche zum Ziel (Fig. 1415), sei es in flacher Richtung *ab* oder in steilerer *ac*. So lange noch ein kleines senkrechtcs Stück *cd* bleibt, ist der spitze Winkel vermieden, ausserdem erzielt man den Vorteil, die Fuge in eine vertikale statt in eine schräge Fläche zu legen. Wie Figur 1415a zeigt, treten die Vorteile dieser abgetreppten Schräge gegenüber der einfachen besonders bei flachen Neigungen hervor, in der That ist sie in Südfrankreich bei Dächern angewandt, die nur zwischen 30 und 45° Neigung haben. Bei steilen Helmen behält sie nur dann

Tafel CXXXI

Steinerne Turmhelme



noch Wert, wenn die kleine Abtreppe nicht räumlich senkrecht, sondern senkrecht zu der Schräge gerichtet ist (Fig. 1416). Die Fuge kann durch Anordnungen nach den Figuren 1417 und 1417a noch wirksamer gegen Eindringen von Wasser geschützt werden. Bei den steilen deutschen Helmen hat man sich meist mit einer glatten Aussenfläche begnügt. Bei vielen französischen Türmen hat man die Vorsprünge (vgl. Fig. 1418) zu der Ausarbeitung von Schuppenwerk benutzt, dessen eckige oder abgerundete Spitzen nach unten gekehrt sind (s. Fig. 1418a). Das Schuppenwerk überzieht die ganze Fläche, wie beim Nordturm von St. Denis, oder es wechselt mit glatten Streifen, wie bei St. Etienne und St. Pierre zu Caen. Die Grate erhalten dabei vortretende Verstärkungsleisten mit oder ohne Kantenblumen. Das obere voll ausgemauerte Helmstück, das bei schlanken Verhältnissen weit herabreicht (meist 2—4 m), kann durch eine besondere Behandlung aussen gekennzeichnet werden, z. B. die Form eines Fialenriesen annehmen (Fig. 1419).

Die häufigste Steinbekrönung der Helmspitze ist ein runder, ein linsenförmiger oder reich profilierter Knauf, der direkt auf den Gratkanten sitzt oder durch einen Stengel emporgehoben wird; an romanischen Türmen (z. B. Worms) hat er oft eine Form, welche der Durchdringung von Kugel und Würfel ähnelt. Nicht selten erhebt sich über dem Knauf noch ein Steinkreuz, auch Tier- und Menschengestalten oder Engel kommen vereinzelt vor. Der Knauf nimmt auch wohl die Form eines Zapfens an oder einer Knospe, aus welcher sich durch Loslösen von Blattwerk die vier-, selten sechs- oder achtarmige Kreuzblume entwickelt. Sonst gilt für die Bekrönungen das bei den Fialen Gesagte.

Bekrönungen aus Stein.

Die Ausladung der Bekrönung wurde in der besseren Zeit nicht übertrieben, da sie sonst leicht den aufstrebenden Charakter des Helmes lähmt und den Eindruck der Grösse schwächt. Da ihre Herstellung an die Grösse der Werkstücke gebunden ist, ist es ganz natürlich, dass grosse Türme verhältnismässig kleine Kronen erhalten. Erst die Spätzeit scheint ebenso wie bei den Fialen die Ausladung mehr in feste Beziehung zum Helm gesetzt zu haben und ist dadurch zu riesenhaften über 3 m breiten, nur mit grosser Mühe ausführbaren Krenzblumen gelangt, wie sie z. B. die Liebfrauenkirche zu Esslingen zeigt. Neuerdings sind bei Bekrönungen und auch hochgestellten Standbildern oft Fehler gemacht, weil man der vermeintlichen Verkürzung zu sehr Rechnung getragen hat, ein geübtes Auge lässt sich aber durch Verkürzungen, wenn nicht ein Verdecken grössere Teile damit verbunden ist, wenig täuschen, andererseits muss man stets verlangen, dass freistehende Kunstwerke auch bei fernem Standpunkt, also in fast geometrischer Ansicht, gut wirken.

Ausladung der Bekrönungen.

Die Bekrönungen können leicht durch Wind umgestürzt werden (zur Sicherheit rechne man wegen der Schwankungen mind. 200 oder 250 kg Winddruck gegen 1 qm der grössten Querschnittsfläche). Die oberen Werkstücke müssen daher bei genügender Schwere vor allem eine hinlängliche Basis haben. Bei der Bekrönung Fig. 1420 würde man die Fuge mindestens bis *ff* hinunterschieben, im Notfall auch wohl mitten in den Knauf *ee* legen. Beides würde aber nur bei sehr grossen Abmessungen (hier wenigstens 60—90 cm Fugenbreite) genügen, bei geringerer Grösse müsste die erste Fuge *ff* noch weit tiefer liegen.

Sicherung gegen Umsturz.

Es wird leicht übersehen, dass die Standsicherheit eines Körpers gegen Wind nicht allein von seiner Gestalt und Schwere, sondern auch von seiner absoluten Grösse abhängt. (Das Umsturzmoment wächst nur im kubischen, die Stabilität aber im biquadratischen Verhältnis mit der linearen Grösse). Während ein Steinwürfel von 5 cm Seite bei einem spez. Gew. = 2,4 durch einen Winddruck von 120 kg pro qm umgekantet wird, würde ein Würfel von 50 cm dazu 1200 kg pro qm erfordern. — Ebenso würde bei 200 kg Winddruck ein Prisma aus demselben Stein bei 100 · 100 cm Grundfläche eine 12fache Höhe (12 m), bei 20 · 20 cm Grundfläche aber kaum eine 2½fache Höhe (48 cm) haben

dürfen. In dieser Weise erklärt es sich auch, dass der Wind spezifisch schwere Körper in Form von Körnern oder Staub in die Lüfte zu heben vermag.

Ist die Bekrönung zu leicht, so durchbohrt man die Werkstücke senkrecht und lässt eine Eisenstange (weit besser Stab oder Rohr aus Kupfer oder Messing, letzteres ev. als Hülse für die Eisenstange) hindurchgreifen, die man unter der zu diesem Behuf voll gemauerten Spitze durch einen Keil (*b* in Fig. 1421), einen Splint, eine Platte oder auch ein Gewicht festhält. Neuerdings wird diese Stange meist mit einem Blitzableiter vereinigt, der aussen oder innen am Helm herabläuft. Das Vollmauern der Spitze bis 25 cm oder auch 50 und mehr cm innerer Weite empfiehlt sich gewöhnlich auch aus praktischen und statischen Gründen, viel Material ist dazu nicht erforderlich.

Wenn doch einmal eine Eisenstange angewandt wird, so liegt es nahe, dieselbe über den steinernen oder auch aus Metall getriebenen Knauf hinausragen zu lassen und sie als Kreuz, Wetterfahne, Stern oder andere Eisenbekrönung auszubilden. Ein Kreuz kann z. B. nach Fig. 1421 durch eine übergekröpfte und vernietete Querstange mit verschiedenartig gebogenen Versteifungsstäben *c* in den vier Winkeln gebildet werden. Die Dichtung über dem Knauf wird durch eine ausgeschmiedete Erbreiterung *a* und ev. auch noch ein Bleihütchen erzielt. Über dem Knauf drehet man wohl die vierkantige Stange nach Art der Fig. 1421a, dadurch kann der Widerstand gegen Biegung nach allen Seiten etwas gleichmässiger gemacht werden. Bei grösseren Kreuzen verlangt der Stamm eine Versteifung durch 2 oder 4 Fussbögen (Fig. 1422), welche sich auf den Knauf setzen oder besser (nach Viollet-le-Duc, tome IV pag. 428) um denselben herumgreifen, etwa wie in Fig. 1423. Näheres über Eisenbekrönungen, die schon in sehr früher Zeit vorkommen, s. bei den Holztürmen.

Durchbrochene Turmhelme, Umgänge, Bereicherung der Grate u. s. f.

Der Helm kann völlig glatt bleiben oder an den Gratkanten und auch noch auf den Mitten der Seiten (Chartres, Vendôme) Verstärkungsprofile erhalten und überdies auf den Flächen durch das erwähnte Schuppenwerk bereichert werden.

Eine wirksamere Belebung aber erhalten die Helmflächen durch einzelne oder zahlreiche Durchbrechungen, die dicht unter der Spitze des Luftaustausches wegen erwünscht sind, die sich aber auch sonst in verschiedenen Höhen bereits an den Türmen des Übergangsstiles als überbaute Dachfenster oder Luken finden. Ein Beispiel dieser Art von der Wormser Liebfrauenkirche giebt Fig. 1424 und 1424a. Bei den französischen Türmen sind diese Öffnungen recht schlank gebildet; auch ohne Überdachungen kommen sie an ihnen als lange rechteckige Schlitzlöcher in den Helmflächen vor (St. Denis, Soissons, Reims). Sie wirken sehr leicht, sind aber bei gar zu grosser Höhe statisch nicht günstig, da sie die bei dünnwandigen Türmen wichtige Ringverspannung zu stark unterbrechen.

Reicher und lebendiger erscheinen zentral gebildete Öffnungen, Vielpässe, die aus einer eingesetzten grossen Steinplatte herausgearbeitet sind oder sich auch wohl in das schichtenweise Mauerwerk einschneiden. Sie können in grösseren Abständen über einander liegen, wie bei St. Etienne zu Caen, wo sie in den glatten, zwischen den Schuppenstreifen liegenden Mauerteilen in einer von unten nach oben abnehmenden Grösse als Sechspass, Fünfpass, Vierpass und schliesslich oben als drei immer kleiner werdende Dreipässe die Helmwände durchbrechen. Bei den Türmen

von Seez liegen sie als Fünfpasse dichter übereinander und machen oben schlanken Luken Platz. Überhaupt können die Vielpasse mit Schlitzten und mit Flächenverzierungen in abwechslungsreiche Verbindung treten.

Alle Masswerkbildungen, sowohl pfostengeteilte Fenster (beim Vierungsturm zu Lichfield in England sogar mit reichen Wimpergen darüber) als zusammengesetzte Vielpasse und Rosen können sich hier entfalten, dadurch dass sie sich einander mehr nähern und schliesslich die ganze Fläche überziehen, entsteht die überaus luftige und reiche Ausbildung der Helme, welche hauptsächlich in den Gebieten des einstigen deutschen Reiches vorkommt und im Turm des Freiburger Münsters wohl ihr vollendetstes Beispiel findet.

Masswerk-
bildungen.

Als weitere reiche Beispiele seien angeführt: Das Münster zu Strassburg, die Liebfrauenkirche zu Esslingen, deren Helm durch einen Umgang nahe der Spitze eine reizvolle Bereicherung erfahren hat, die Kirche zu Thann, ein kleiner Turm am Dom zu Meissen, das Münster zu Basel, die Kathedrale zu Burgos, die erneuerte Spitze des Stephansdomes zu Wien und die nur als Pläne auf uns gekommenen, besonders reichen Helme zu Köln, Regensburg und Ulm, die zu vollenden unseren Tagen vorbehalten blieb und zum Teil noch bleibt. Kuppelartige Türme weisen schliesslich der Dom zu Frankfurt a. M. und die Mariastiegenkirche zu Wien auf.

Es ist schon vielfach gestritten über den in der Anlage eines durchbrochenen Daches enthaltenen Widerspruch. Wenn schon es sich nicht leugnen lässt, dass wir es hier weniger mit einer aus der Konstruktion entwickelten Form als mit einer ihrer formellen Wirkung halber, allerdings in vollendeter Weise, entwickelten Konstruktion zu thun haben, so sind doch die geläufigen Einwendungen unbegründet, und das Prinzip, welches der ganzen Gestaltung zu Grunde liegt, ist wohl auf die Spitze getrieben, aber keineswegs ein falsches. Denn zunächst ist, wie der Freiburger Turm erweist, der durchbrochene Helm ja gar kein Dach, sondern er bildet die Bekrönung der oberen, nur von acht schlanken, bogenverbundenen Pfeilern eingeschlossenen, also allseitig offenen, über der Glockenstube gelegenen Halle, deren Steinboden das wirkliche Dach ist, von welchem aus das Regenwasser durch Wasserspeier abgeführt wird.

Wenn nun in Freiburg jene Halle nie zur Glockenstube bestimmt war, so würde doch auch eine Verwendung derselben in diesem Sinne leicht thunlich sein, sobald der Glockenstuhl und die in demselben enthaltenen Glocken durch eine obere Bedachung und durch ringsum angenagelte bleiüberzogene Schallbretter gesichert wäre, wie das z. B. an dem neuen Glockenstuhl in dem südlichen Turm der Kathedrale von Paris der Fall ist*), in welchen letzteren das Regenwasser gleichfalls durch die 8 riesigen Bogenöffnungen der Glockenstube freien Zutritt hat. Sowie daher ein Verschluss der Bogenöffnungen durch jene Bedeckung des Glockenstuhles überflüssig wurde, so tritt hinsichtlich des Daches derselbe Fall ein, muss also eine Durchbrechung desselben statthaft sein.

Hiernach ist die Sachlage etwa die folgende: Soweit im Innern des Turmes sich nichts findet, was durch den Regen verdorben werden kann, ist es völlig gerechtfertigt, demselben freien Zutritt zu gestatten. Dass aber in Freiburg nichts verdorben worden ist, dürfte nach Verlauf von beiläufig einem halben Jahrtausend hinlänglich bewiesen sein. Ebenso gut würden auch die Türme der Notre-dame einen durchbrochenen Helm vertragen.

Hiernach stellt die Anlage eines solchen eben die Entwicklung der höchsten Pracht dar, welche doch auch ihre Rechte besitzt. Es wird dies wenigstens so leicht Niemand bezweifeln, der die Krone des Breisgaus gesehen hat. Sowie diese Pracht aber die höchste, und hinsichtlich des Zeitpunktes der Ausführung die letzte am Bau ist, so soll sie auch die letzte sein, an welche überhaupt zu denken ist, sie soll nur erstrebt werden, wo gar nichts Anderes mehr hat fehlen müssen. Die Krone zielt nur den Purpurmantel, über dem gewöhnlichen Kleid wird sie lächerlich.

Die Wirkung der Pracht, welche den durchbrochenen Steinhelmen eigen ist, geht bei modernen Nachbildungen derselben in Gusseisen verloren. Es ist eben eine Gedankenverwirrung, das letztere

*) S. Viollet le Duc, tom. II, pag. 192.

Material in die Formen eines völlig fremden zu zwingen. Jene Versuche sind in der Wirklichkeit nichts Anderes, als wenn man einem gusseisernen Laternenarm die Form und Stärke eines Kragsteins vorschreibt. Nun könnte man zwar keine Einwendungen erheben gegen einen gusseisernen Helm an sich, dessen Formen eben aus der Natur des Materials entwickelt wären, bis jetzt aber sind derartige Versuche, wie namentlich der Helm über dem Zentralturm der Kathedrale in Rouen zeigt, kläglich missraten.

Die Konstruktion der durchbrochenen Steinhelme ist je nach den Grössen verschieden.

In kleineren Verhältnissen, welche die Bildung der Achtecksseite aus einer einzigen Platte auf die Breite zulassen, werden diese Platten so aufeinander gestellt, dass die Stossfugen auf den Ecken abwechseln (s. f in Fig. 1425 sowie 1425 a). Hierdurch bestimmt sich die Breite der die Helmkanten begleitenden glatten Flächen durch die Notwendigkeit, neben der Fuge f der anstossenden Platte noch eine hinlängliche Steinstärke zu lassen.

Herstellung
der Flächen.

Einfachsten Falles würden demnach, wie Fig. 1425 zeigt, viereckige Felder zu bilden sein und in denselben das Masswerk angeordnet werden, so dass ungefähr die Höhe jedes Feldes seiner mittleren Breite gleichkäme, oder aber alle Felder ganz oder nahezu die gleiche Höhe behaupteten, wie sie das untere etwa quadratische erhält.

Grössere Freiheit in der Bildung des Masswerks ergibt sich durch ein Verlassen der viereckigen Plattenform und ein Zulassen von Lagerfugen, welche die Stränge des Masswerkes winkelrecht durchschneiden (s. Figur 1426). Nach demselben System können bei grösseren Dimensionen die einzelnen Achtecksseiten auch der Breite nach aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden, immer unter der Bedingung der die Stränge des Masswerkes winkelrecht durchschneidenden Fugen.

Dabei wird aber, wie bei einem scheinrechten Bogen, ein Herausdrängen der einzelnen Stücke nach den Kanten, und hierdurch in den letzteren eine, wenngleich schwache nach aussen gekehrte Schubkraft hervorgerufen.

Ein Widerstand gegen diese letztere ergibt sich durch das Gewicht und die Steifigkeit von, entweder nur nach einer oder nach beiden Seiten, vorstehenden Rippen, deren Konstruktion sich jener der Gewölberippen nahezu analog verhält; d. h. die einzelnen Werkstücke derselben setzen sich aufeinander und nehmen das durchbrochene Plattenwerk der Helmwände, wie die Wölberippen das Kappengemäuer in sich auf. Sie erhalten daher im Grundriss einfachsten Falles etwa die in Fig. 1427 angegebene Gestaltung.

Sowie also die Helmrippen durch ihre Stärke ein Ausweichen der Wände verhindern, so verhüten die Wände eine Einbiegung der Rippen nach innen. Zur Verstärkung dieses Widerstandes und überhaupt zu einer festeren Verbindung müssen bei grösseren Dimensionen die einzelnen Masswerkabteilungen in gewissen Höhen durch wagerecht laufende, lange Platten oder Steinbalken geschieden werden, welche als Spreizen zwischen den Rippen liegen und ringsum feste Kränze bilden.

Fig. 1428 stellt den unteren Teil einer Achtecksseite des Freiburger Helmes dar, in welchem die eigentlichen Rippen nach aussen nicht vortreten, indem die Stäbe r , denen die Laubbossen ansitzen, wenig konstruktive Bedeutung haben, und jenen Rippen nur mit einer Feder eingesetzt und weiter durch einzelne Eisen damit verbunden sind.

Die Rippen bestehen auf die Höhe jeder Abteilung aus zwei oder mehreren hochkantig aufeinandergestellten Werkstücken w , zwischen welche die einzelnen Masswerkplatten sich einsetzen,

so dass also der Grundriss in der betreffenden Höhe die aus Figur 1404 sich ergebende Fugenordnung zeigt. Ein weiterer Verband mit den Masswerkplatten ist dann bewirkt durch die Binder *a*, auf deren Höhe also die mit *f* bezeichnete Fuge wegfällt. Den Bindern *a* sind dann die langen Stücke *b* aufgelegt, deren Stossfugen, welche bald in der Mitte, bald in der doppelten Zahl zu beiden Seiten etwa bei *x* liegen, wieder durch das darauf liegende Stück *d* gebunden werden, so dass sich also in jeder Höhenabteilung des Masswerks ein Kranz bildet, dessen Unverschiebbarkeit durch eine Verbindung auf Nut und Feder in der Lagerfuge, wie der Durchschnitt Fig. 1428 a zeigt, oder durch eine Verdübelung vollkommen gesichert werden kann.

In den folgenden Abteilungen des Freiburger Helmes sind die Binder *a* verlassen, und die Stossfugen *f* gehen durch bis unter die horizontalen Kränze, welche dann wieder durch den Stücken *b* und *d* entsprechende Binder mit den Rippen zusammenhängen.

Das eigentliche System dieser Konstruktion ist in dem Freiburger Helm nicht klar ausgesprochen, da jene wagrechten Kränze ebenso wenig als die Rippen durch Vorsprünge bezeichnet sind.

Aus den Originalrissen der Kölner Türme aber scheint eine konsequentere Durchführung der Rippen und Kränze hervorzugehen, insofern beide Teile durch kräftige Gliederungen ausgesprochen sind und so ein Rahmwerk bilden, welchem die masswerkdurchbrochenen Platten sich einfügen. Dabei kann dann die Unverschiebbarkeit der Kränze entweder dadurch erzielt werden, dass sie aus 2 aufeinander liegenden Schichten mit wechselnden Stossfugen bestehen, oder dass dieser Fugenwechsel durch ihre Verbindung mit den darüber und darunter befindlichen Masswerkplatten hervor gebracht wird.

Die Rippen, welche in der Konstruktion der durchbrochenen Steinhelme eine so wesentliche Stellung einnehmen, finden sich, behufs einer Verstärkung des Eckverbandes und der Ecken überhaupt, auch an den undurchbrochenen Helmen und sind dann entweder und zwar am besten aus den betreffenden Werkstücken der einzelnen Schichten genommen, erfordern also eine grössere Stärke derselben, oder in selteneren Fällen, wie die Stäbe *r* an dem Freiburger Helm (Fig. 1428), den Graten angelehnt und durch einzelne Binder damit vereinigt.

Aus den Bindern, welche nur eine Verlängerung nach aussen erfordern würden, könnten etwa die Laubbossen abgeleitet werden, wenn sie sich nicht schon früher an andern Teilen, wie den Fialenriesen und Giebelkanten fänden, so dass die Übertragung derselben auf die Helme um ihrer dekorativen Wirkung willen als feststehend anzunehmen ist. An dem Freiburger Helme sind sie mit jenen Stäben aus denselben Stücken genommen, und letztere, wie schon oben erwähnt, durch eiserne Klammern an den Helm gebunden. Indes ist diese Konstruktion nur als Notbehelf anzusehen und die Ausarbeitung derselben aus den Werkstücken der Schichten, oder ein tieferes Einsetzen in die Helmkanten jedenfalls vorzuziehen. Über die Grösse und Abstände der Laubbossen gilt das bei den Fialenriesen Gesagte, d. h. es kann weder eine Beziehung der Zahl noch der Grösse zu den Helmdimensionen angenommen werden. Vor allem handelt es sich um eine klare, leicht erkennbare Gestaltung, so dass schon aus diesem Grunde die älteren, hornartigen Bildungen den Vorzug verdienen. An einem der Originalrisse des Strassburger Münsterturmes sind sie durch einen aus nasenbesetzten Bögen gebildeten Kamm ersetzt, der auch an Wimpergen vorkommt.

Die den Helm durchbrechenden Dachfenster, Fig. 1424, benutzen die Wände des Helmes zum Tragen der lotrechten Stirn- und Backenwände; eine derartige mässige Belastung verringert die Stabilität wenig. Ganz unschädlich, oft sogar als Ringversteifung

Ausbildung
der Rippen.

Umgänge
und
Zwischen-
geschosse.

nützlich, erweisen sich jene auf ausladenden Gesimsen angelegten, mit durchbrochenen Masswerkgalerien besetzten Umgänge (Fig. 1430), wie sie sich in einfacher Weise an den Marburger Türmen oberhalb der die Helmbasis bildenden vier Giebel finden. An einzelnen Werken der späteren Zeit finden sie sich mehrfach wiederholt, in ausgedehntester Weise in dem Originalriss eines Turmes vom Dome zu Regensburg, in welchem sie über den Helmkanten noch mit fialenbekrönten Pfeilern versehen sind, welche unterhalb der Fialenbasis mit den Helmrippen durch Strebebögen sich verbinden, die wieder unterhalb der Auskragung der nächsten darüber befindlichen Galerie anschliessen. In solcher Gestalt beherrschen sie den ganzen Aufbau und neutralisieren nahezu die Wirkung der ansteigenden Helmlinie.

Aus demselben Konstruktionsprinzip ergibt sich die Anlage eines mit Fenstern durchbrochenen Zwischengeschosses in einer beliebigen Höhe des Helmes, wodurch derselbe in zwei Abteilungen geschieden wird, etwa nach Fig. 1429. Die Stärke der lotrechten Mauern des Zwischensatzes kann grösser sein als die der unteren Helmwände und muss hinreichen, dem Schub der oberen zu widerstehen. Unterhalb der lotrechten Wände entsteht keine Schwierigkeit, da hier der Ringdruck (s. S. 614) alles ausgleicht. Die Wandstärken der beiden Helmtteile können verschieden sein.

Treppen und
Fialen auf
den Kanten.

Die grossartigste und geistreichste Anwendung, welche von der Tragkraft der Helme gemacht ist, zeigt der nördliche Turm des Strassburger Münsters. Es ist die Konstruktion desselben so allbekannt und von Viollet le Duc (Dict. rais. tome V. pag. 439.) so meisterhaft dargelegt worden, dass wir uns hier auf eine kurze Angabe des Systems beschränken können.

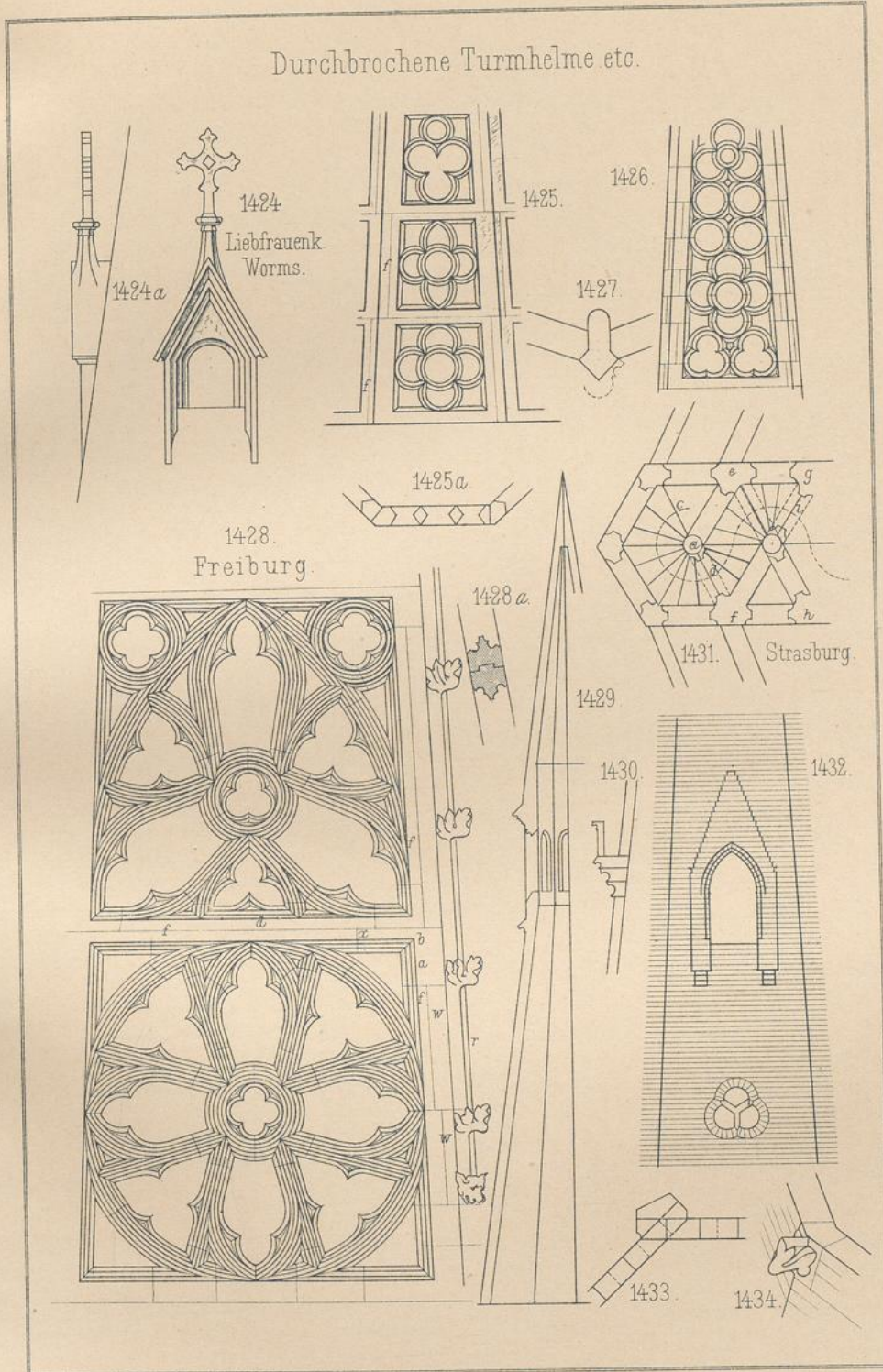
Es ist nämlich (s. Fig. 1431) jeder Helmecke in der Höhe der Basis ein Treppenturm nach vier Sechseckseiten vorgelegt, dessen Spindel im Eckpunkt *a* steht, und welcher nur die Stufen von *c—d* enthält. Aus diesem ersteren entwickelt sich dann ein zweiter Treppenturm, dessen Pfeiler *e* und *f* auf denen des unteren Turmes, während *g* und *h* auf den Helmwänden aufsetzen, der vordere Eckpfeiler ist auf die Spindel *a* gestellt. Dieser zweite Treppenturm enthält die Stufen von *d—i* und trägt in derselben Weise einen folgenden, so dass der Treppengang der in Fig. 1431 punktierten Spirale folgt. Es entwickeln sich nun auf jeder Ecke sechs solcher Treppentürme aus einander, durch welche man bis auf die Höhe einer Gallerie gelangt, von der aus eine um das Zentrum des Turmes oder vielmehr um das darüber stehende, den Helm bekrönende Mitteltürmchen sich drehende Wendeltreppe weiter hinan führt. Zwischen jenen acht Treppentürmen sind unten die Helmwände reich mit Masswerk durchbrochen.

Eine solche Belastung der Helmgrate ist statisch oft sehr günstig (s. S. 609), in anderer Form spricht sie sich durch eine Umwandlung der Laubbossen in Fialen aus, deren Ansätze aus den Werkstücken der Rippen genommen, während Leib und Riese aus besonderen Stücken aufgesetzt sind. Ein Beispiel zeigt ein Treppenturm an der Südseite des Strassburger Münsters. Derselbe gewährt indes ein eigentümlich stachliges Ansehen.

Helme aus Ziegelstein.

Die Ausführung der Helme in Ziegelmauerwerk folgt im Wesentlichen denselben Prinzipien und bedingt nur einfachere Anlage und Detailbildung, dabei können die Lagerfugen gerade wie bei Werksteinhelmen normal zur Steigung oder wagerecht gelegt werden. Wagerechte Fugen bedingen jedoch besondere Formziegel oder eine treppenförmige Fläche. Indes ist dieselbe vermöge der Höhe und der aus der steilen Richtung sich ergebenden geringen Stufenbreite von unten kaum wahrnehmbar.

Durchbrochene Turmhelme etc.



Eine Verzierung der Flächen ergibt sich in einfachster und angemessenster Weise durch ein aus verschiedenfarbigen Ziegeln gebildetes gemauertes Muster.

Die Endigung wird wie bei den steineren Helmen voll ausgemauert, und die Bekrönung entweder durch ein aufgesetztes Werkstück, einen Aufsatz von gebranntem Thon, oder endlich nur durch die den Fuss der Eisenstange umkleidende und die Fuge verschliessende bleierne Hülse, welche dann jeder beliebigen reicheren Gestaltung fähig ist, gebildet.

In völlig gleicher Weise wie an den Steinhelmen können auch hier verschiedenartige Durchbrechungen gebildet werden, zunächst einfache Schlitzte, ferner die lukenartigen, etwa nach Fig. 1432 gestalteten Öffnungen, letztere jedoch nur bei wagerechter Fugenrichtung. Die zur Helmsteigung normale Fugenlage ermöglicht einzelne nach Kreis- oder Vielpassformen gebildete, also mehr masswerkartige Durchbrechungen (s. Fig. 1432 unten), die natürlich vielfach gesteigert werden und grosse Flächen einnehmen können. Eine völlige Durchbrechung der Ziegelhelme nach Art der Steinhelme aus eigens geformten Masswerkteilen dagegen würde zwar nicht über die Grenzen der Möglichkeit, aber doch der Rätlichkeit hinausgehen.

Überhaupt ist die Haltbarkeit auch eines guten Ziegelmaterials an einer den Einflüssen der Witterung in so hohem Grade ausgesetzten Stelle gewissen Beschränkungen unterworfen. Zu zierliche Details soll man vermeiden, auch mit der Verwendung von Wanddicken von nur $\frac{1}{2}$ Stein für kleinere oder die oberen Stücke grösserer Türme soll man vorsichtig sein, wenn man nicht vorzügliches Material (am besten glasharte Klinker) und zuverlässigen wasserdichten Mörtel (z. B. ziemlich fetten Cement) verwenden will. Gute Glasuren können die Dauer der Ziegel wesentlich steigern, wofür der etwa aus dem 15. Jahrh. stammende s. g. blaue Turm zu Lübeck einen Beweis liefert, dessen Mauern aus wechselnden roten und schwarz glasierten Ziegeln aufgeführt sind, die ersteren sind auf einige Zoll Tiefe ausgefressen, während letztere in der ursprünglichen Flucht stehen geblieben sind. Schlechte, abbröckelnde und mit vielen Haarrissen versehene Glasuren können mehr schaden als nützen. Als mangelhafter Ersatz für gute Glasur oder sonst wetterbeständige Ziegel kann ein Überzug aus möglichst gutem Mörtel gelten, der auch an unregelmässig aufgemauerten Steinhelmen vorkommt, er findet sich z. B. an dem in Fig. 1410 dargestellten Turm zu Treysa und dem Eschenheimer Turm zu Frankfurt. Bei Verwitterung muss der Mörtel ersetzt werden, da sonst weichere Steine darunter um so stärker an den schadhafte Stellen angegriffen werden, darin liegt der Mangel des Putzes, der im Übrigen als Überzug stilistisch der Erscheinung des eigentlichen Materials nachsteht, aber nicht zu verwerfen ist, so lange er nicht ein fremdes Material heuchelt.

Zur Ausführung der Kanten sind schon durch den stumpfen Winkel eigens geformte Ziegel nötig, welche dann auch mit einen vortretenden Stab versehen sein können. Derselbe trägt aber zu der bei dünnen Helmwänden sehr wünschenswerten Verstärkung der Grate nur wenig bei, besser ist daher ein in Verband gemauerter Vorsprung, z. B. nach Fig. 1433. Fester Verband an den Graten und eine innere Verstärkung oder doch wenigstens innere Ausfüllung des Winkels ist sehr vorteilhaft. Zur reicheren Zier können den Rippen oder rippenlosen Kanten Krabben aus Ziegelstein oder besser aus Werkstücken (Fig. 1434) eingebunden sein.

6. Beanspruchung, erforderliche Wandstärke und Schub steinerner Dächer.

Kegelhelme.

Würde man zwei dünne, in einem nicht zugfesten Mörtel aufgeführte Mauern nach Art der Figur 1435 gegeneinanderstützen, so würde das Mauerwerk unter Hoch-