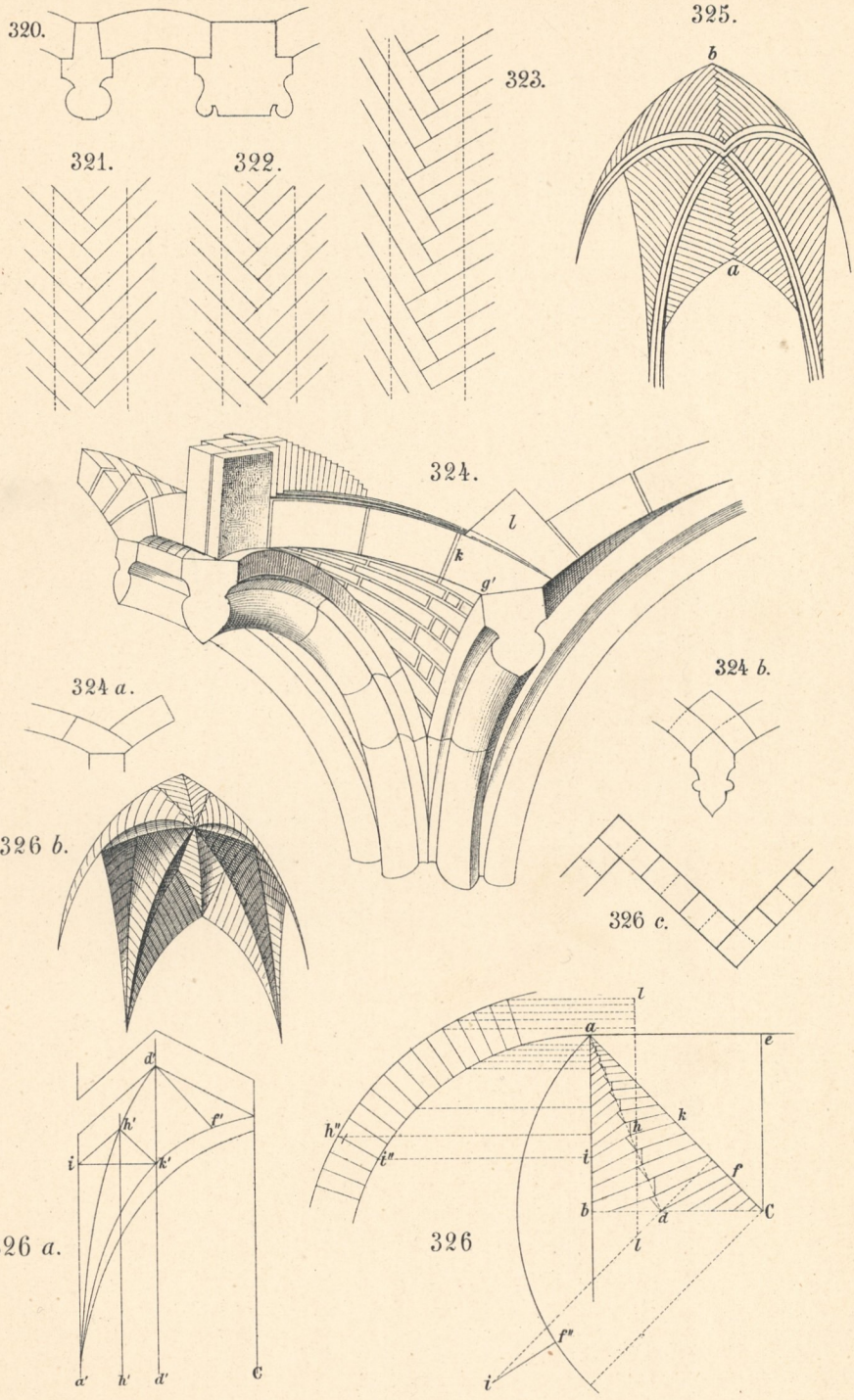
Zusammenschnitt der Schichten.



Bogens herab auf *a b*, die auf dem konzentrischen durch die Radien abgeschnittenen auf *l l* und verbinde die entsprechend auf *a b* und *l l* gefundenen Punkte miteinander, so sind die Grundrissprojektionen der Fugen eines Kappenteiles gefunden. Ebenso ermitteln sie sich für den daran stossenden Kappenteil, wodurch sich zugleich die Verschränkungen über *a d* ergeben.

Die Fig. 326a zeigt dann den Durchschnitt zu Fig. 326. Es handelt sich nun darum, in diesem Durchschnitte die Höhe des Punktes *d*, sowie die Lage der Fuge *d f* zu bestimmen. Der Punkt *f* liegt im Durchschnitte in *f'* und entspricht dem Punkte *f''* des Diagonalbogens in Fig. 326. Man lege durch letzteren den Radius und trage darauf den Abstand des Grundrisspunktes *d* von der Linie *a C* ab als *f'' i*. Den Abstand des Punktes *d* von *C* trage man in Fig. 326a von *C* nach *d'*, errichte in letzterem ein Perpendikel und trage darauf die Höhe des Punktes *i* über *a C* ab, so ist die Höhe des Punktes *d* und die Lage der Fuge *d f* in *d' f'* gefunden. Ebenso wird auch die der übrigen Fugen ermittelt, z. B. die der Fuge *i h k* als *i' h' k'*. Die ermittelten Fugen bestimmen dann von selbst die Bogenlinien der Kehle und die Verschränkung in derselben.

Über das Austragen eines in Krakau befindlichen Zellengewölbes siehe die Studie von G. Bisanz in der Allgemeinen Bauzeitung, Wien 1888.

Die Fig. 326a zeigt, wie der Punkt *d* sich hoch über den Scheitel der Diagonalbogen erhebt, mithin ein ansehnlicher Höhenaufwand entsteht. Es wird derselbe verringert, wenn die Kappenfluchten vom Diagonalbogen aus statt nach geraden Linien sich nach Bogenlinien erheben. Ein derartiges Gewölbe unterscheidet sich dann von den oben gezeigten mit flachen Busen versehenen Kreuzgewölben nur noch dadurch, dass das Segment des Busens hier durch einen gebrochenen Spitzbogen ersetzt wird, der auch in einen Viertelkreis übergehen kann.

Wo geringe Konstruktionshöhe vorhanden ist, wird bei irgend beträchtlicher Spannweite indes die Einführung dieser Bogenlinien den Höhenverlust immer noch nicht ausreichend verringern können und nur in einer Verkleinerung der Felder ein wirksames Mittel zu finden sein. Es bedingt sich also hierdurch der Übergang von dem Grundrisse des Kreuzgewölbes zu jenem des Stern- oder Netzgewölbes. Aber selbst mit Beibehaltung des Kreuzgewölbes lassen sich, wie die perspektivische Ansicht Fig. 326b zeigt, die Felder verkleinern und die Höhen verringern, sobald auch die Scheitellinie als Gratbogen sich gestaltet, der dann ebenso gemauert ist, wie die übrigen, mithin durch eine rechtwinkelige Kante gebildet wird, wobei sich die ganze Grundfläche nunmehr in 8 Felder zerlegt.

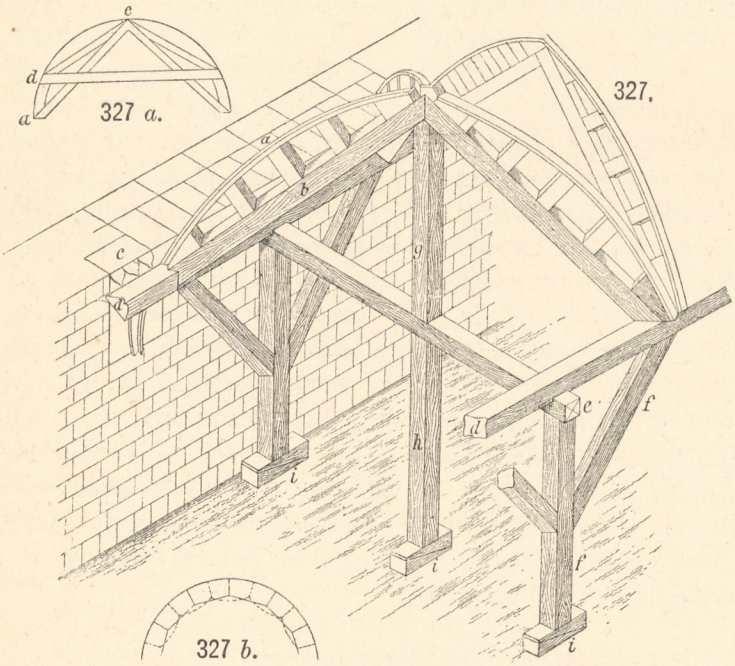
Die Bevorzugung kleiner Kappenteilungen erklärt sich auch daraus, dass bei grossen Kappen die Fugen zu sehr divergieren würden. Wo stärkere Gurtbogen nicht aus statischen Rücksichten gefordert werden, können ohne Schwierigkeit bei den Zellengewölben auch die Gurte durch Grate gebildet werden, in denen die Kappen regelrecht aneinander schneiden.

10. Lehrbogen und Ausführung.

Lehrbogen nennt man die gezimmerten Gebinde, deren Rücken bestimmt ist, die Gewölbebogen während der Ausführung zu tragen. Die einfachen Lehrgerüste fertigt sich der Maurer selbst an, kleine Bogen schneidet er aus einem breiten Brett oder einer mit Leisten benagelten aus mehreren Brettern zusammengesetzten Tafel aus. Für die grösseren Bogen giebt es sehr verschiedene Ausführungsarten, von denen hier nur einige der gebräuchlichsten kurz angegeben werden sollen. Herrichtung der Lehrbogen.

1. Die Lehrbogen können nach Art eines Dachstuhlgebälkes durch ein Sparrenpaar, eine dasselbe verbindende Zange und die sich von den Sparren an die Zange setzenden Aufschieblinge *a d* und *d c* in Fig. 327a gebildet werden, an deren Rücken die Kurve entweder angeschnitten oder aufgefüttert wird. Einfacher ist die in Oberhessen gebräuchliche Konstruktion, welche die Fig. 327 zeigt, wonach auf die Sparren kurze Hölzer *a b* von verschiedener, jedesmal den Ordinaten des Bogens entsprechender Länge aufgenagelt oder aufgezapft sind. Diese Hölzer werden nach der Bogenlinie genau abgeschnitten und dann mit einer aufgenagelten Latte überspannt, auf deren Rücken die Rippen hingemauert oder versetzt werden. Wenn die Spannung der Bogen über etwa 8 m hinausgeht, so müssen die Sparren weiter verbunden werden durch eine zweite Zange, oder bei noch grösseren Weiten durch einen Mittelpfosten, eine Zange und zwei Streben.

2. Es können die Lehrbogen auch nach Art der Bohlenbogen aus doppelt oder je nach der Weite dreifach zusammengenagelten Brettstücken bestehen, deren Rücken die erforderliche Kurve angeschnitten ist, Fig. 327b. Bei solchen Bogen streben unter starker Last die unteren Enden (trotz gegenteiliger Annahmen) immer danach, sich in einem gewissen Grade voneinander zu entfernen. Dadurch kann ein unter Umständen erwünschtes elastisches Setzen der Mitte beim Einwölben hervorgerufen werden. Will man aber ein festes Lehrgerüst haben, so sind die unteren Enden durch starke Zuglatten zu halten, ausserdem empfiehlt sich eine genügende Abspreizung, um seitliche Ausbauchung zu verhindern.



Welche Konstruktion die vorteilhaftere ist, darüber müssen die Umstände entscheiden. Ist an der letzteren der Wert des Materials ein geringerer, so steigen dagegen die Kosten des Arbeitslohnes, und die vernagelten Bretter sind nachher nur noch zu den untergeordnetsten Zwecken brauchbar, während das nach Fig. 327 verzimmerte Holz immer noch leicht wieder verwendet werden kann.

Aufstellen der Lehrbogen.

Das Aufstellen der Lehrbogen geschieht erst, wenn das Gewölbe geschlossen werden soll, also nach Aufführung der Mauern. Da wo die Rippen-

anfänge bis auf eine gewisse Höhe zugleich mit der Mauer heraufgenommen oder aber, wenn sie aus einem oder mehreren Werkstücken bestehen, versetzt werden, bedarf man der Lehrbogen nur von der oberen Lagerfuge dieses der Mauer eingebundenen Rippenanfanges, also von *c* in Fig. 327 an. Wo ferner die Schildbogen und die Gurtbogen, wenn sie oberes Mauerwerk zu tragen haben, gleichfalls bereits mit der Mauer aufgeführt werden, bedarf man bei dem eigentlichen Gewölbe der Lehrbogen nur für die Kreuzbogen und diejenigen Bogen überhaupt, die in ausschliesslicher Beziehung zum Gewölbe stehen. Die Aufstellung geschieht auf an der Basis durchlaufenden Pfetten *d*, welche von den darunter liegenden Querbalken *e* nach der Breite zusammengeankert werden. Diese Balken werden von Ständern *f* getragen, von denen aus Kopfbänder *f* die Pfetten *d* unterstützen können. Die Querbalken können unter den Mittellinien der Joche angebracht werden, damit die Kreuzlehrbogen mit ihrem oberen Ende sich in einen auf diesen Balken stehenden Ständer *g* setzen können, der wieder von einem auf dem Boden aufstehenden Stiele *h* getragen wird.

Sämtliche Ständer sind, wie Fig. 327 bei *i i* zeigt, unterkeilt, damit beim Ausrüsten nur die Keile herausgeschlagen zu werden brauchen, um die Lehrbogen sich senken zu lassen und so jede Erschütterung des frisch gemauerten Gewölbes zu vermeiden.

Ausser durch die in Fig. 327a angegebenen, in Fig. 327 aber weggelassenen Zangen können die einzelnen Gebinde noch weiter verbunden werden durch pfettenartige Längenhölzer, welche mit Ausschnitten für die Sparren versehen sind, und die etwa durch Bänder nach den Ständern *g* oder den Balken *e* zu stützen sind.

Für die häufig unter die Rippenflucht herabreichenden Schlusssteine muss der nötige Platz gelassen werden. Bei der Konstruktion von Fig. 327 kann die Auffütterung entsprechend oben ausgespart werden, während Bohlenbogen oben entsprechend auszuschneiden sind. Wird dadurch die Spitze der letzteren zu sehr geschwächt, so kann man etwas tiefer verstärkende Querbohlen annageln.

Anders konstruiert sich das Lehrgerüst bei Anwendung eines feststehenden Mönches. Da wo in Fig. 327 die Mittelstützen *g* (bezw. *h*) auf Keile gesetzt sind, wird ein „durchgehender“ fest aufgestützter und verspreizter Stiel, der „Mönch“, aufgerichtet. Derselbe reicht nicht ganz bis unter den Schlussstein, damit sich dieser nicht beim Ausrüsten auf ihm aufhängen kann. Die Lehrbogen laufen oben nicht durch, sondern bestehen für jeden Rippenast aus einem besonderen Lehrsparren, dessen oberes Ende so befestigt sein muss, dass es beim Ausrüsten an dem Mönche herabgleiten kann. Je zwei gegenüberliegende Sparren können oben und unten durch ein Paar den Mönch umfassender Zangen verbunden werden. Die unteren Sparrenenden werden am einfachsten direkt auf Keile gesetzt, während die Unterrüstung, also die Holme *d* nebst deren Stielen, fest aufgebaut wird und sich gut mit zur Unterstützung des Maurergerüstes benutzen lässt.

Besser als Keile, die selbst bei vorsichtigem Ausrüsten leicht Erschütterungen geben, sind hier wie bei anderen Lehrgerüsten untergebrachte Sandtöpfe oder Sandsäcke, die bei dem entsprechend zu regelnden Sandabflusse ein gleichmässiges ruhiges Senken der Gerüste ermöglichen.

Das Einwölben wird neuerdings erst vorgenommen, nachdem das Gebäude unter Dach gebracht ist, nur die Anfänge pflegt man schon früher gleichzeitig mit den Mauern aufzuführen. Bestehen dieselben aus vorher ausgetragenen Werkstücken, so verursacht ihre Aufführung keine Umstände. Bei Anfängen aus Ziegelstein werden entsprechende Lehrbogenstücke vorher hingesetzt, nicht zur Unterstützung, sondern als Lehre. Unter Umständen kann es sich empfehlen, gleich die endgültigen Lehrgerüste aufzustellen, die bis zum späteren Einwölben am Platze bleiben.

Wenn Anfänge aus irgend einem Grunde nicht anfangs mit hochgenommen sind, so würde es bedenklich sein, dieselben später ohne namhaften Verband von einer geringen Basis aus der glatten Mauer vorzublenden. Es muss dann vielmehr oberhalb des Schildbogens ein Rücksprung der Mauer (s. Fig. 255a) oder mindestens für den Wölbanfang eine entsprechend grosse Aussparung im Mauerwerk hergestellt sein. Ähnliches gilt für die nachträgliche Einfügung von Kreuzgewölben in alte Gebäude.

Einwölben der Rippen.

Es sind bei der Ausführung bei Ziegelstein mindestens drei, bei Bruchstein noch mehr (wenn möglich alle) benachbarten Felder gleichzeitig einzurüsten, die Wölbung der Felder ist in stetiger Abstufung zugleich zu fördern, das Gerüst eines fertigen Feldes wird wieder für ein zu beginnendes verwendet. Nach erfolgter Einrüstung handelt es sich zunächst nm die Aufführung der Rippen. Bestehen sie aus Werkstein, so wird zunächst der Schlussstein oben in seine richtige Lage durch Abloten gebracht, er ruht am besten mit seinen Rippenansätzen auf den entsprechenden Endigungen der Lehrbogen. Damit die Rippe im Grundrisse geradlinig wird, spannt man mitten über ihr eine Schnur aus und lotet von dieser so viel Punkte herab, dass man auf dem Rücken des Lehrbogens die Mittellinie genau aufreissen kann. Auch empfiehlt es sich, an einer Seite der Rippe eine Schnur auszuspannen, die vom Schlusssteine schräg zum Anfang herabläuft. Nach dieser Schnur wird die Seitenfläche der Rippe abgelotet, wobei zugleich darauf Obacht gegeben wird, dass die Rippe nicht seitwärts kantet. Die Werkstücke der Rippe haben eine Länge von $^1/_2$ bis 1 Meter, sie werden mit Zement, Gips oder Blei vergossen oder mit Bleiplatten versetzt, bisweilen werden sie noch besonders durch Dollen oder Dübbel verbunden. Letztere können aus Eisen, besser aber aus Kupfer, Bronze oder Messing sein. Von den letzteren Stoffen genügen Stifte von Fingerlänge und Dicke, gut geeignet dürften auch Messingröhren von 2—3 cm Durchmesser bei 6—9 cm Länge sein. Die Dollen werden jedesmal im oberen Rippenstücke vorher festgegossen und in das untere Werkstück beim Versetzen eingeschoben. Soll der letzte Rippenstein einer Verdollung mit dem Schlusssteine nicht ermangeln, so bedarf es eines kleinen Kunstgriffes; der in der Mitte mit einem Faden umwickelte Dollen wird ganz in den Schlussstein hineingeschoben und nach dem Versetzen der Rippe durch Anziehen des Fadens zur Hälfte herausgezogen.

Rippen aus Ziegelstein können wie die Werksteinrippen zunächst allein eingewölbt werden, meist jedoch wird es vorgezogen, die Ziegelrippen mit den Kappen gleichzeitig hochzunehmen. Selbst bei leichteren Werksteinrippen ist gegen die gleichzeitige Ausführung nichts einzuwenden.