Die Schablonen der Häupter sind aus Fig. 349 und Fig. 351 leicht zu entnehmen; die Schablonen der Ebenen $u t n_3 n_2$ und $u t n_7 n_6$ müssen aber erst ausgetragen werden. Zu dem Ende ziehe man die Diagonale $t' n_2'$ Fig. 350 und ermittele deren wirkliche Länge; dies geschieht in der Art, dass man die Länge der Linie $u' t'$ auf die Linie $L''' Q'''$ Fig. 351 von dem Punkte L''' aus abträgt und den erhaltenen Punkt mit dem Punkte δ''' durch eine gerade Linie verbindet, diese Linie ist mit der Geraden $n_2 t$ gleich lang; denn die gerade Linie $n_2 t$ ist die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten die Längen $n_2' t'$ Fig. 350 und $L''' \delta'''$ Fig. 351 sind.

Das Viereck $t u n_2 n_3$ kann nun leicht dargestellt werden, denn die Linien $u' n_2'$ und $t' n_3'$ sind schon wirkliche Seiten dieses Vierecks, die Länge der Linie $n_2 n_3$ ist der Sehne $\varphi''' \delta'''$ gleich und die Länge der Linie $u t$ ist gleich $(u)(t)$. Man kennt sonach die vier Seiten des Vierecks und eine Diagonale, woraus dasselbe leicht dargestellt werden kann. Die wirkliche Grösse des Vierecks $t n_6 n_7 u$ wird eben so erhalten.

In Fig. 352 sind die Schablonen dieser zwei Ebenen dargestellt.

§. 111.

In den Fig. 358, 359 und 360 Taf. XXVI sind die Projektionen eines Kreuzgewölbes mit doppelten Graten dargestellt.

Die Linien $g' i'$ und $f' h'$ liegen in einerlei Ebene und stellen die Achsen beider Tonnengewölbe vor. Die Punkte a', b' und e' sind dadurch erhalten, dass $f' a'$ gleich $f' e'$ gleich $\frac{1}{3}$ $f' g'$ und $f' b'$ gleich $\frac{1}{3}$ $f' h'$ gemacht worden ist. Die Linien $a' b'$ und $b' e'$ liegen daher auch in einerlei Ebenen, und zwar in der Ebene der Linien $g' i'$ und $f' h'$; es ist sonach der obere mittlere Gewölbtheil $a' b' e'$ horizontal. Die Linien $a' c'$, $b' c'$, $b' d'$ und $e' d'$ sind die Grundrisse der vier Gratbogen. Eine weitere Beschreibung dieses Gewölbes wird nicht nöthig sein, da alle Konstruktionen ziemlich dieselben sind, wie bei dem vorigen einfachen Kreuzgewölbe. Wir bemerken nur noch, dass Fig. 361 den Anfänger von oben angesehen bezeichnet und Fig. 362 den Stein zur Seite des Schlusssteins, dessen Grundriss die Fig. $q' r' s' t' u' m' o' p'$ Fig. 359 ist.

Der Schlussstein dieses Kreuzgewölbes hat die Form einer abgekürzten Pyramide.

In Fig. 363 haben wir noch ein unregelmässiges Kreuzgewölbe auf dem ungleichseitigen Viereck $A' B' C' D'$ dargestellt. Ueber der kleinern Seite $C' D'$ ist ein Halbkreis beschrieben worden, welcher der Konstruktion des Gewölbes zu Grunde gelegt worden ist und es sind sonach die drei anderen Bogen Ellipsen, welche mit jenem Halbkreise gleiche Höhe haben.

Der Punkt m', in welchem die Projektionen der Gratbogen zusammentreffen, ist hier dadurch erhalten worden, dass die Mitten zweier einander gegenüberliegenden Seiten des Vierecks durch die geraden Linien $a' b'$ und $c' d'$ verbunden worden sind, deren Durchschnitt den Punkt m' festsetzt.

Die Projektionen der inneren Lagerfugenkanten sind mit den Linien $a' b'$ und $c' d'$ beziehlich parallel und die Projektionen der Stossfugen haben eine normale Richtung gegen diese Linien.

§. 112.

Auf Taf. XXVII haben wir das Kreuzgewölbe über dem quadraten Raume vollständiger dargestellt als es in den Figuren auf Taf. XXVI geschehen ist.

Fig. 364 ist der Grundriss des Gewölbes, dasselbe von unten angesehen; Fig. 365 ist der Durchschnitt nach der Linie $A' B'$, Fig. 366 der Diagonalschnitt, Fig. 367 ein gerader Schnitt nach der Linie $E' F'$ und Fig. 368 ein schiefer Schnitt nach der Linie $G' H'$ des Grundrisses.

In Fig. 369 ist noch die innere Wölbungsfläche von einem Quadranten mit den zugehörigen Lagerfugen ausgetragen.

Das Gewölbe ist ausserhalb mit Gurtbögen eingefasst, wie dies aus Fig. 364 hervorgeht, wobei aber vorausgesetzt worden ist, dass an diese verstärkten Bogen noch andere Konstruktionstheile sich anschliessen, welche den Schub des Kreuzgewölbes aufnehmen, weil sonst die in der Zeichnung angegebene Stärke der Pfeiler nicht zureichend wäre. Die Konstruktion dieses Gewölbes ist folgende:

1. Wenn $d' O' T' W'$ Fig. 364 der quadrate Raum ist, welcher mit einem Kreuzgewölbe überspannt werden soll, so ziehe man die Linien $d' T'$ und $O' W'$, welche die Grundrisse der beiden Grate vorstellen und konstruire durch deren Mitte m_4' die beiden Achsen $A' B'$ und $G' Z'$ der sich kreuzenden Tonnengewölbe.

2. Nehme man die Pfeilervorlage $d' a_2'$ und $O' g_2'$ gleich $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{16}$ der lichten Weite des Kreuzgewölbes, halbire die Länge $a_2' g_2'$ in m_2', projicire diesen Punkt auf die Linie $A'' B''$ nach m_2^0 Fig. 365 und beschreibe aus diesem Punkte mit der Länge $m_2' a_2'$ als Radius den Halbkreis $a_2'' b_2'' e_2''$.

3. Theile man diesen Halbkreis in eine ungerade Anzahl gleicher Theile, projicire die erhaltenen Punkte auf die Linien $d' O'$ und $W' T'$ und trage sie von hier auf die Linien $d' W'$ und $O' T'$.

4. Setze man nach der Stärke der Pfeiler das äussere Quadrat $C' X' D' Y'$ fest und ziehe aus den Theilpunkten in den Seiten des innern Quadrats $d' O' T' W'$ gerade Linien beziehlich parallel mit den Achsen $A' B'$ und $G' Z'$ zwischen den Seiten des äussern und des innern Quadrats, oder wenn b_2' der Grundriss des Punktes b_2'' Fig. 365 ist, so ziehe man die Linie $b_2' c_2'$ parallel mit der Linie $G' Z'$ und wiederhole dies Verfahren bei jedem andern Theilpunkte der Linie $d' O'$: so stellen die erhaltenen Linien die Grundrisse der innern Leibungsfugen der Bogen vor, von welchen das Kreuzgewölbe eingeschlossen wird.

5. Beschreibe man aus dem Mittelpunkte m_2^0 Fig. 365 mit der Länge $m_2' d'$ als Radius den Halbkreis $M'' p'' O''$ Fig. 365, welcher den Aufriss desjenigen Halbkreises vorstellt, in welchem die Wölbungsfläche des Kreuzgewölbes von der Stirnfläche des verstärkten Bogens geschnitten wird. Dieser Halbkreis kann aber auch als der Aufriss derjenigen Gratlängen angesehen werden, deren Grundrisse die Längen $d' m_4'$ und $O' m_4'$ sind.

6. Wenn der Punkt b_2'' Fig. 365 einer von den Theilpunkten des Halbkreises $a_2'' b_2'' e_2''$ ist, so ziehe man durch m_2^0 und b_2'' eine gerade Linie $b_2'' p''$, sodann durch den erhaltenen Punkt p'' die gerade Linie $p'' d_2''$ parallel mit $B'' A''$, projicire p'' auf die Linie $d' O'$ nach p' Fig. 364, ziehe $p' q'$ parallel mit $G' Z'$ und $q' d_2'$ parallel mit $B' A'$; diese Linien stellen dann die Projektionen der durch den Punkt p gehenden horizontalen Leibungsfugen des Kreuzgewölbes vor.

Auf demselben Wege erhält man die Projektionen aller übrigen Leibungsfugen.

7. Man ordne nun die Stossfugen so an, dass sich ein regelrechter Verband ergibt, und vollende den Durchschnitt Fig. 365.

Die gebrochene Linie $h_2'' l'' i_2'' i'' l_2'' g'' p_2'' e'' r_2''$ stellt die Abtreppung am äussern Haupt des Gurtbogens vor und die Linie $p'' i''$ die Stärke des Kreuzgewölbes.

8. Konstruire man den Diagonalschnitt Fig. 366.

Zu dem Ende ziehe man die gerade Linie $C''' D'''$ parallel mit $C' D'$ Fig. 364, projicire alle Fugenpunkte des Gewölbtheils $C' X' D'$ in normaler Richtung auf die Linie $C''' D'''$, errichte in den erhaltenen Punkten Senkrechte auf $C''' D'''$ und mache dieselben mit den entsprechenden Höhen dieser Punkte in Fig. 365 gleich gross. Um z. B. die Fuge $k''' q'''$ zu erhalten, projicire man q' Fig. 364 auf die Linie $C''' D'''$ nach q^2, ziehe $q^2 q'''$ normal auf $C''' D'''$ und mache sie mit der Höhe des Punktes p'' Fig. 365 über der Linie $A'' B''$ gleich gross. Ferner projicire man den Punkt k' Fig. 364 nach k^2 Fig. 366, konstruire $k^2 k'''$ normal auf $C''' D'''$ und mache diese Linie mit der Höhe des Punktes i'' Fig. 365 gleich gross: die gerade Linie $k'' q''$ stellt alsdann die Fuge für den Punkt q'' vor, deren Richtung nicht auf der innern Wölbungslinie normal steht, sondern durch den Punkt m_4''' geht. Denn diese Fuge ist die Durchschnittslinie der centralen Lagerfugen, welche durch die Linien $p q$ und $q d_2$ gehen; diese Fugen gehen durch die Achsen $G' m_4'$ und $A' m_4'$, ihre Durchschnittslinie geht deshalb durch m_4' und ihre Seitenprojektion durch den Punkt m_4''', welcher die Seitenprojektion des Punktes m_4 ist.

Auf demselben Wege erhält man den in Fig. 367 dargestellten Durchschnitt nach der Richtung $E' F'$ des Grundrisses, so wie auch den schiefen Schnitt Fig. 368 nach der Linie $G' H'$.

Auf Taf. XXVIII haben wir die wichtigsten Steine dieses Gewölbes mit ihren Schablonen dargestellt.

Fig. 370 ist der Anfänger Q, dessen Grundriss in Fig. 364 mit Q' bezeichnet ist; a ist die Schablone der innern Bogenwölbung, b die Schablone des obern horizontalen Lagers, d die des untern Lagers, c die der obern centralen Lagerfuge, e die vom äussern Haupte und endlich f die vom innern Haupte.

In Fig. 371 ist der zweite Stein P dargestellt, dessen Grundriss in Fig. 364 mit P' bezeichnet ist; g ist die Schablone des äussern Hauptes dieses Steins und h die der obern centralen Lagerfuge.

Fig. 372 zeigt den dritten Stein R, dessen Grundriss in Fig. 364 mit R' bezeichnet ist; i ist die Schablone vom Haupte, k die des obern horizontalen Lagers und l die der obern centralen Lagerfuge.

Fig. 373 zeigt den Stein J, dessen Grundriss in Fig. 364 J' ist, und Fig. 374 denselben Stein im andern Bogen, woselbst der Grundriss dieses Steins mit K' bezeichnet ist; m ist die Schablone des äussern Hauptes, n die der obern centralen Lagerfuge, und o die der Stossfuge im Kreuzgewölbe.

Fig. 375 zeigt den Gratstein N, dessen Grundriss in Fig. 364 mit $a_3' b_3' e_3' f' g_3' i_3'$ bezeichnet ist. Man konstruirt diesen Stein aus seinen rechtwinkligen Koordinaten, indem man die Punkte a_3, b_3, c_3, d_3, e_3, f, g_3, h_3, k_3, i_3 und h perspektivisch aufträgt, in denselben lothrechte Linien konstruirt und dieselben mit den entsprechenden Höhen dieser Punkte gleich gross macht.

Fig. 376 zeigt den Gratstein L, dessen Grundriss in Fig. 364 mit $l_3' p_3' r_3' m' t_3' v_3'$ bezeichnet ist. Man konstruirt diesen Stein ebenfalls aus seinen rechtwinkligen Koordinaten, indem man die Grenzpunkte $l_3 p_3 r_3 m t_3 v_3$ u. s. f. dieses Steins perspektivisch aufträgt, in denselben lothrechte Linien konstruirt und auf diesen