

Linie $m_4' m_3'$ als Abscissenachse wählt und aus dem Punkte σ' die Linie $\sigma' \gamma'$ normal auf sie konstruirt, sodann in Fig. 272 die Länge $m_4 \gamma = m_4' \gamma'$ Fig. 263 macht, $\gamma \sigma$ gleich $\gamma' \sigma'$ nimmt, und die lothrechte Linie $\rho \sigma$ gleich der Entfernung des Punktes σ'' von der Achse $A'' B''$ macht. Eben so erhält man die übrigen Punkte.

Zur Bestimmung des Punktes x ziehe man in der Richtung $m_3 w_2$ die gerade Linie $w_2 x$. — Die Bogen $\sigma \varphi$, $d t$ und $y z$ sind concentrisch und die gerade Linie $x y$ ist lothrecht.

Fig. A bezeichnet die Schablone der Lagerfuge des Tonnengewölbes.

6. Der Stein R, dessen Grundriss die Fig. $w' w_2' \sigma' \varepsilon' u_2' u' w_4' w_3'$ Fig. 263 ist. Die Fig. 273 zeigt diesen Stein von oben angesehen und Fig. 274 denselben von unten gesehen.

Diesen Stein zu konstruiren, ziehe man die Linie $m_3 m_4$ normal auf der angenommenen Grundlinie der Zeichnung und mache sie mit der Linie $m_4' m_3'$ Fig. 263 gleich lang. Damit nun der Stein in derselben Lage erscheine, welche er im Gewölbe hat, errichte man im m_4 die lothrechte Linie $m_4 y$ und mache den Winkel $y m_4 e$ gleich dem halben Centriwinkel des Schlusssteins. Man mache ferner die Länge $m_4 m = m_4' m'$ Fig. 263 und $m_4 f$ gleich dem innern Radius des Tonnengewölbes, ziehe $f u$ parallel $m_4 m$ und $m u$ parallel $m_4 f$. Alsdann mache man $m_4 y$ gleich der Höhe des Tonnengewölbes in Fig. 265, ziehe $y h$ normal auf $m_4 y$ und konstruire das Haupt $f e h$ nach der Form desselben in Fig. 265.

Aus den Punkten e und h ziehe man ferner die Linien $e d$ und $h a$ beide parallel mit $f u$, beschreibe aus m die concentrischen Kreisbogen $u w$ und $u_2 w_2$ und bestimme die Punkte ε und σ aus ihren Koordinaten, indem man $m_4 x$ gleich $m_4' a_2'$ Fig. 263 macht, die Ordinate $x o$ gleich $a_2' \varepsilon'$ nimmt und die Höhen-Ordinate $o \varepsilon$ mit der Entfernung des Punktes ε'' von der Achse $A'' B''$ Fig. 262 gleich gross macht. Eben so werde $m_4 z$ gleich $m_4' \gamma'$ Fig. 263 gemacht; die Ordinate der Ebene, nämlich $z t$, werde gleich $\gamma' \sigma'$ und die Höhe $t \sigma$ werde gleich der Entfernung des Punktes σ'' von der Achse $A'' B''$ Fig. 262 gemacht. Sind in dieser Weise die Punkte ε und σ ermittelt, so ziehe man in der Richtung $m_3 \varepsilon$ die Linien εd und in der Richtung $m_3 \sigma$ die Linie σa : ihre Durchschnittspunkte mit den Linien $e d$ und $h a$ bestimmen den Bogen $d a$. — Ganz eben so wird die Fig. 274 konstruirt.

7. Der Schlussstein S des Tonnengewölbes, dargestellt in Fig. 275 und Fig. 276. Diesen Stein zu konstruiren, verzeichne man zunächst auf geometrischem Wege das Haupt $g c d e$ desselben und ziehe die geraden Linien $c a$, $d b$, $e u_3$ und $g u$ parallel mit der Achse $m_4 m_3$. Alsdann mache man $m_4 m$ gleich der Länge des Tonnengewölbes, konstruire mit dem innern Radius desselben die Kreisbogen $u u_3$ und $g e$, und vollende das ebene innere Haupt $u u_2 u_3 u_4$. Die Punkte ε und u_5 bestimme man aus den Koordinaten, indem man $m_4 a_2$ gleich $m_4' a_2'$ Fig. 263 macht, die Ordinate $a_2 \beta$ gleich $a_2' \gamma$ gleich $a_2' \varepsilon'$ Fig. 263 nimmt und endlich $\beta \varepsilon$ so wie γu_5 gleich der Entfernung des Punktes ε' von der Achse $A'' B''$ macht. Die Punkte a und b ergeben sich nun auch sogleich, denn die Richtungen εa und $u_5 b$ schneiden sich im Punkte m_3 .

A Fig. 275 bezeichnet die Schablone des äussern Hauptes dieses Steins, B Fig. 276 die Schablone der Lagerfuge des Tonnengewölbes und C die des obern horizontalen Lagers des Schlusssteins.

Fig. 277 zeigt einen Stein des Kugelgewölbes der ersten ringsherum laufenden Schicht.

§. 91.

Die Hängerkuppel in Verbindung mit Tonnengewölben.

Zwei gleich weite und gleich hohe Tonnengewölbe $A' U' B' Z'$ (Fig. 278 Taf. XX) und $O' X' W' Q'$ schneiden sich in der Vierung $J' Y' V' T'$; über dieser Vierung soll ein Kuppelgewölbe ausgeführt werden. Das Tonnengewölbe $A' U' B' Z'$ schliesst mit den Schildmauern $A' Z'$ und $U' B'$ ab. Es sollen die Schnitte nach den Linien $C' D'$ und $A' B'$ konstruirt werden.

1. Man theile die Linien $W' X'$ in sieben gleiche Theile und nehme einen Theil davon zur Stärke der Widerlager der Tonnengewölbe.

2. Konstruire man das Haupt oder den Stirnbogen Fig. 279. Durch diesen erhält man die Leibungsfugen der Tonnengewölbe, deren Grundriss nun angefertigt werden kann.

3. Gebe man den Mauern in ihrer Begegnung eine Vorlage zur Verstärkung und konstruire hier vier Gurtbogen, welche dem Kugelgewölbe zu Stützpunkten dienen. Die Anordnung des Kugelgewölbes über diesem quadraten Raume mache man nach §. 90.

4. Konstruire man den Durchschnitt Fig. 280, denselben nach der Linie $C' D'$ des Grundrisses genommen. Die Konstruktion dieses Durchschnittes geschieht auf demselben Wege, welcher in §. 90 befolgt wurde.

5. Schreite man zur Konstruktion des Diagonalschnittes Fig. 281. Zu dem Ende ziehe man die gerade Linie $A'' B''$ parallel der Diagonale $A' B'$, projicire den Punkt A' nach A'' und B' nach B'' , und betrachte die Linie $A'' B''$ als Projektionsachse für diese

Figur. Hierauf ermittle man im Grundriss alle die Linien, in welchen die durch $A' B'$ lothrecht gedachte schneidende Ebene die Lagerfugen und Stossfugen der Tonnengewölbe und des Kugelgewölbes schneidet, so wie die Punkte, in welchen die Leibungsfugen geschnitten werden, und projicire dieselben auf die Achse $A'' B''$. Zu dem Ende ziehe man die Linie $b_3' b'$ Fig. 278 parallel der Linie $A' P'$, und zwar in einer Entfernung, welche der $K F$ Fig. 279 gleich ist. Die Linie $b_3' b'$ ist alsdann der Grundriss der durch den Punkt K Fig. 279 gedachten Durchschnittslinie des oberen horizontalen Lagers und der centralen Lagerfuge am Anfänger im Tonnengewölbe.

Das obere horizontale Lager des Anfängers wird in der geraden Linie $A_2 b$ durchschnitten, deren Grundriss $A' b'$ Fig. 278 ist, und die centrale Lagerfuge dieses Steines wird in der Linie $b i$, deren Grundriss $b' i'$ ist, durchschnitten. Die schneidende Ebene geht durch den Mittelpunkt m des Kugelgewölbes, dasselbe geschieht von jeder centralen Lagerfuge des Tonnengewölbes, deshalb werden diese centralen Lagerfugen von der schneidenden Ebene in geraden Linien geschnitten, welche durch den Mittelpunkt m gehen. Aus diesem Grunde projicire man den Punkt m' Fig. 278 nach m'' Fig. 281, konstruire die Linie $A'' A_4''$ Fig. 281 normal auf $A'' B''$, und mache $A'' A_2''$ gleich der Höhe $E F$ Fig. 279 des Anfängers. Ferner ziehe man die Linie $A_2'' b''$ Fig. 281 parallel $A'' B''$, mache sie gleich lang mit $A' b'$ Fig. 278, ziehe die gerade Linie $b'' m''$ und projicire auf diese den Punkt i' Fig. 278 nach i'' . Man projicire endlich noch den Punkt n' Fig. 278 auf die Linie $A'' B''$ Fig. 281 nach n'' , so ist $A'' A_2'' b'' i'' n''$ die Durchschnittsfigur der untersten Steinschicht des Tonnengewölbes. Die Stossfugen $c' d'$ und $f' f_2'$ Fig. 278 werden in den Punkten c_2' und o' geschnitten; wenn man daher diese Punkte auf die Achse $A'' B''$ nach $c_2'' o''$ projicirt und in denselben die Linien $c_2'' d_2''$ und $o'' o_2''$ normal auf $A'' B''$ konstruirt, so stellen diese die Linien vor, in welchen jene zwei Stossfugen der untersten Schicht geschnitten werden.

Wir kommen zur Konstruktion der Durchschnittsfigur der zweiten Steinschicht des Tonnengewölbes. In Fig. 278 ziehe man die Linie $b_4' e'$ parallel der Linie $A' P'$, und zwar in der Entfernung, welche gleich $G N$ Fig. 279 ist. Diese Linie bezeichnet alsdann den Grundriss der Linie, in welcher das obere horizontale Lager der zweiten Steinschicht von der centralen Lagerfuge derselben Schicht geschnitten wird.

Die schneidende Ebene schneidet das obere horizontale Lager der zweiten Steinschicht in einer horizontalen Linie, deren Grundriss $A' e'$ ist, die centrale Lagerfuge aber in der Linie $e i_2$, deren Grundriss $e' i_2'$ ist. Man erhält daher die Durchschnittsfigur dieser Steinschicht, wenn man $A_2'' A_3''$ Fig. 281 gleich lang mit $F G$ Fig. 279 macht, $A_3'' e''$ parallel $A'' B''$ zieht, den Punkt e' Fig. 278 nach e'' Fig. 281 projicirt, die gerade Linie $e'' m''$ zieht und auf diese den Punkt i_2' Fig. 278 nach i_2'' Fig. 281 projicirt: die so erhaltene Fig. $A_2'' A_3'' e'' i_2'' m''$ ist dann der Durchschnitt der zweiten Steinschicht. Auf demselben Wege findet man die Durchschnittsfiguren der übrigen Steinschichten. Die innere Leibung des Tonnengewölbes wird von der schneidenden Ebene in dem elliptischen Bogen $n'' i'' i_2'' g'' o''$ durchschnitten, die Leibung des verstärkten Gurtbogens $a_2' a_3' a_4' a_5'$ aber in der elliptischen Linie $a'' a''$ und die innere Kugeloberfläche in einem Kreisbogenstück des grössten Kreises derselben. Die Fugen des Hauptes vom verstärkten Gurtbogen, dessen Grundriss die Linie $z' a_6'$ Fig. 278 ist, haben den Punkt m_2' zum Mittelpunkt. Wenn man daher diesen Punkt m_2' auf die gerade Linie $A'' B''$ nach m_2'' projicirt, so müssen sämmtliche Centralfugen wie $\beta_2'' \beta_3''$ Fig. 281 des Gurtbogens durch den Punkt m_2'' gehen.

Aus demselben Grunde gehen die Centralfugen $v'' u''$ des Gurtbogens über $p' p_2'$ durch den Punkt m_3'' , welcher die Seitenprojektion des Mittelpunktes m_3 vorstellt, dessen Grundriss mit m_3' bezeichnet ist, und die Richtung der Centralfugen des Kugelgewölbes geht durch den Punkt m'' , die Seitenprojektion des Mittelpunktes m . Der Durchschnitt des Tonnengewölbes auf der anderen Seite des Kugelgewölbes ist dem ersten Durchschnitt völlig gleich, nur die Lage ist entgegengesetzt.

Der in Fig. 282 dargestellte Stein ist der Schlussstein des verstärkten Gurtbogens über den Raume $x' y' y_2' x_2'$, und Fig. 283 der Stein zur Seite des Schlusssteins. Beide Steine vermitteln die Verbindung des Tonnengewölbes mit dem Kugelgewölbe, weshalb diese Steine zum Theil in das Tonnengewölbe, zum Theil in das Kugelgewölbe eingreifen. Die untere Ansicht des Schlusssteins ist die Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 2, Fig. 278, und die obere Ansicht die Fig. 14, 15, 16, 9, 8, 17, 18, 19.

Die Fig. 21, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 27, 26, 25, 24, 23, 22 ist untere Ansicht und die Fig. 31, 18, 17, 8, 27, 28, 29, 30 die obere Ansicht des Steins zur Seite des Schlusssteins. Durch die Stossfuge, deren Grundriss die Linie 31, 32 ist, wird dieser Stein in zwei Theile zerlegt. Beide Steine konstruirt man aus den rechtwinkligen Koordinaten aller Eckpunkte, die gerade Linie 1, m' als Abscissenachse gedacht.