

stehen, trage auf sie die Längen, wie sie der Grundriss vorschreibt, und lege durch die Endpunkte dieser letzteren Parallelen das perspektivische Haupt. Ganz eben so werden die in Fig. 318 und Fig. 319 verzeichneten Steine erhalten. Der Schlussstein in Fig. 320 und 321 wird mit Hilfe rechtwinkliger Koordinaten verzeichnet. Es werden nämlich im Grundriss Fig. 311 die Projektionen von den inneren und von den äusseren Fugen ermittelt. Die durch diese Projektionen gebildeten zwei Rechtecke trage man sodann perspektivisch auf, konstruiere in jedem Eckpunkte lothrechte Linien und mache dieselben mit den entsprechenden Höhen der Fugen dieses Steins, welche aus dem Duschschnitt Fig. 312 zu entnehmen sind, gleich gross.

Endlich verbinde man die zusammengehörigen Punkte durch gerade oder krumme Linien, je nachdem die Form des Steins es erheischt, dadurch erhält man das perspektivische Bild dieses Steins.

Bearbeitung der Steine. Jeder Gratstein, mit Ausnahme des Schlusssteins, bildet ein Rechteck, dessen eine Ecke zum Theil herausgeschnitten ist. Es wird daher am zweckmässigsten sein, jeden von diesen Steinen aus dem Vollen zu bearbeiten, indem ein Parallelepiped bearbeitet wird, dessen Abmessungen den grössten Abmessungen des Steins entsprechen und dessen Grundfläche jenem Rechteck gleich kommt. Ist dies Parallelepiped dargestellt, so werden die beiden Stirnschablonen und die Schablone des untern Lagers aufgelegt und nach diesen der Stein bearbeitet.

Zur Bearbeitung der Steine, welche nicht vom Grat eingenommen werden, bedarf es nur einer Stirnschablone.

§. 104.

In den Fig. 322 und 323 Taf. XXIV sind die Projektionen eines Klostersgewölbes mit achteckigem Grundriss dargestellt. Fig. 323 zeigt den Grundriss mit den Stoss- und Lagerfugen und Fig. 322 den lothrechten Durchschnitt nach der Linie $R'S'$ des Grundrisses.

In Fig. 324 ist einer der Anfängersteine verzeichnet, dessen Grundriss in Fig. 323 mit V' bezeichnet ist.

Fig. 325 zeigt das perspektivische Bild eines Steins Z , welcher die Stelle über dem Anfänger einnimmt, und Fig. 326 stellt den Schlussstein vor, welcher die Form einer abgekürzten achteckigen Pyramide hat. In Fig. 327 ist noch der Anfänger dargestellt, welcher die eine Ecke des achteckigen Raumes einnimmt und dessen Grundriss die Fig. $a_2'b_2'c_2'd_2'e_2'n_2'$ Fig. 323 ist.

Dieser Stein wird mit Hilfe rechtwinkliger Koordinaten konstruirt, die Linie $f_2'k_2'$ als Abscissenachse angenommen.

Alle die Steine dieses Gewölbes, welche nicht Gratsteine sind, werden vermittelt der Stirnschablone bearbeitet, die Gratsteine hingegen werden entweder aus dem Vollen gearbeitet, oder sie werden vermittelt Winkel und Schmiege dargestellt. In diesem letztern Falle werden die innern Wölbungsflächen, welche in der Gratlinie sich schneiden, zunächst als Ebenen dargestellt. Hierzu bedarf es des Neigungswinkels, welchen die beiden sich schneidenden Ebenen mit einander bilden, so wie auch noch der Schablonen dieser Ebenen. Um für den Anfänger, dessen Grundriss F' ist, den Neigungswinkel zu erhalten, ziehe man durch einen beliebig angenommenen Punkt x' in der Projektion der Gratlinie die gerade Linie $y'r'$ normal auf den Grundriss $a'u'$ der Gratlinie au und fälle aus x' eine Normale $x'x_2'$ auf die in dem umgeklappten elliptischen Gratbogen konstruirte Sehne $u'(x)$, welche dem Gratbogen des Anfängers entspricht. Sodann mache man $x'z' = x'x_2'$ und ziehe die geraden Linien $z'r'$ und $z'y'$, so schliessen diese den gesuchten Winkel ein. Die Richtigkeit der Konstruktion folgt leicht, denn die geraden Linien $n'y'$ und $u'r'$ sind die Grundrisslinien der beiden in der Gratlinie sich schneidenden Ebenen und $u'a'$, der Grundriss der Gratlinie, stellt die Projektion der Durchschnittsline jener Ebenen vor. Der Neigungswinkel zweier sich schneidenden Ebenen wird aber erhalten, wenn man in diesen Ebenen durch einen beliebigen Punkt der Durchschnittsline zwei Linien zieht, welche auf letzterer senkrecht stehen; der Winkel, den diese Senkrechten mit einander bilden, ist der Neigungswinkel der sich schneidenden Ebenen.

Die Ebene des Neigungswinkels steht sonach senkrecht auf der Durchschnittsline der sich schneidenden Ebenen, daher muss auch der Grundriss $r'y'$ der Winkalebene auf der Projektion $u'a'$ der Durchschnittsline senkrecht stehen.

Die Sehne $u'(x)$ stellt die umgeklappte Durchschnittsline vor und die aus dem Punkte x' normal auf $u'(x)$ konstruirte Linie $x'x_2'$ die Höhe des Dreiecks, welches $r'y'$ zur Grundlinie hat und dessen beide andere Seiten den verlangten Neigungswinkel einschliessen. Wenn man daher $x'z'$ gleich $x'x_2'$ macht und die geraden Linien $z'r'$ und $z'y'$ zieht, so ist die Fig. $r'y'z'$ das umgeklappte Dreieck, welches an der Spitze z' den verlangten Neigungswinkel enthält.

In Fig. 328 sind die Schablonen der gedachten Ebenen der innern Seite der Gratsteine durch die Fig. A, B, C und F dargestellt. Die Fig. A wird aus ihrem Grundriss A' in Fig. 323 auf folgende Art erhalten:

In dem umgeklappten Gratbogen Fig. 323 ziehe man die Sehne

(a) (d), diese stellt die wirkliche Grösse der Linie vor, deren Grundriss $a'd'$ ist.

Die Längen af, de, ab und dc Fig. 328 sind ihren Grundrissen $a'f', d'e', a'b'$ und $d'c'$ beziehlich gleich und können aus dem Grundriss entnommen werden. Wenn nun noch die Länge der Diagonale ac oder ae bekannt wäre, so liesse die Fig. A sich verzeichnen.

Die Länge der Diagonale ac bildet aber die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen eine Kathete gleich $ab = a'b'$ und dessen andere die Sehne $c'b''$ Fig. 322 ist. Sie wird demnach erhalten, wenn man die Länge $b'h'$ der Sehne $c'b''$ Fig. 322 gleich macht, und die Hypotenuse $a'h'$ zieht; letztere ist die gesuchte Länge der Diagonale ac . Das Dreieck acd ist nun aus seinen drei Seiten auf geometrischem Wege zu konstruiren. Das andere Dreieck abc ist nun auch bekannt, da die Länge der Linie bc ihrem Aufriss, nämlich der Länge der Sehne $c'b''$ gleich ist. Das Viereck $afed$ ist dem Viereck $abcd$ kongruent, es lässt sich deshalb auch verzeichnen und damit wäre die Schablone A des Gratsteins, welcher neben dem Schlussstein sich befindet, bestimmt. Ganz eben so werden die Schablonen B, C und F der übrigen Gratsteine gefunden.

Der Gratstein zur Seite des Schlusssteins wird nun in folgender Weise bearbeitet.

An einem passenden Stein wird eine Ebene bearbeitet, welche ungefähr der darzustellenden Ebene $abcd$ gleich kommt. Sodann wird eine gerade Seite dieser Ebene, in welche die Linie ad zu liegen kommen würde, tracirt, der Neigungswinkel, welcher in der Durchschnittsline ad gebildet wird, an die tracirte Linie und Ebene angelegt, dadurch wird die Lage der zweiten Ebene $afed$ bestimmt.

Nachdem auch diese Ebene glatt bearbeitet ist, werden die beiden Theile der Schablone A auf die bearbeiteten Ebenen gelegt und die Richtungen der Stoss- und Lagerfugen vorgeschrieben. Die beiden Häupter des Steins werden sodann normal auf den dargestellten Ebenen, durch die festgesetzten Stossfugen gehend, bearbeitet, die Stirnschablone aufgelegt und deren Umriss auf den Stein gezeichnet. Nachdem dies geschehen ist, können alle Begrenzungen des Steins, so wie auch die innere Wölbungsfläche leicht bearbeitet werden.

Eben so werden die übrigen Gratsteine hergestellt.

§. 105.

In den Fig. 329 und 330 sind die Projektionen eines Klostersgewölbes dargestellt, dessen Grundriss eine längliche Form hat. Fig. 330 stellt den Grundriss dieses Gewölbes zur Hälfte vor, Fig. 329 den lothrechten Querdurchschnitt nach der Linie $A'B'$ des Grundrisses und Fig. 331 den lothrechten Längendurchschnitt nach der Linie $C'D'$. Der mittlere Theil dieses Gewölbes ist ein Tonnengewölbe und nur an beiden Enden schliesst der Raum mit einem Klostersgewölbe ab.

In Fig. 332 sind (wie im vorigen Paragraphen beschrieben) die Schablonen G, H, I, K von den inneren Flächen derjenigen Gratsteine ausgetragen, deren Grundrisse in Fig. 330 mit G', H', I', K' bezeichnet worden sind, diese Flächen als Ebenen gedacht. Die Fig. G stellt die Schablone des Steins vor, dessen Grundriss in Fig. 330 mit $m'n'd'a'p'e'$ bezeichnet ist, H bezeichnet die Schablone des nächsten Gratsteins, I die des dritten und endlich K die des Anfängers.

Zur Bearbeitung des Gratsteins, dessen Grundriss die Fig. $m'n'e'p'a'd'$ ist, bedarf man noch des Neigungswinkels, welchen die beiden Ebenen $epad$ und $emnd$ in ihrer Durchschnittsline ed mit einander bilden. Diesen Winkel zu erhalten, schlage man die Gratlinie af , um ihren Grundriss gedreht, in die Horizontalebene herab. Zu dem Ende errichte man in den Punkten b', c', d', e' und f' Normalen auf $a'f'$ und mache dieselben beziehlich gleich gross mit den Gewölbehöhen, welche jenen Punkten entsprechen und die aus Fig. 329 entnommen werden können. Dadurch werden die Punkte (b), (c), (d), (e) und (f) erhalten. Durch diese Punkte und durch den Punkt a' lege man die elliptische Linie $a'(f)$ und ziehe die Sehnen $a'(b)$, (b)(c), (c)(d) und (d)(e); die elliptische Linie $a'(f)$ stellt die niedergeschlagene Gratlinie vor.

Um nun den in Rede stehenden Neigungswinkel zu erhalten, ziehe man durch einen beliebigen Punkt g' der Linie $d'e'$ die Linie $k'l'$ normal auf $d'e'$, ziehe $d'h'$ parallel mit (d)(e) und $g'i'$ normal auf $d'h'$. Endlich mache man $g'u'$ gleich $g'i'$ und ziehe die Linien $k'u'$ und $l'u'$, der Winkel $l'u'k'$ ist dann der verlangte Neigungswinkel. Auf demselben Wege erhält man die Fig. H, I, K , so wie auch ihre zugehörigen Neigungswinkel.

In Fig. 333 haben wir noch den Schlussstein, dessen Grundriss in Fig. 330 mit L' bezeichnet ist, in isometrischer Projektion gezeichnet, dargestellt.

§. 106.

In den Fig. 334 und 335 sind die Projektionen eines Klostersgewölbes dargestellt, welches in der Mitte ein ebenes Gewölbe,