weil in diesem Falle die Kegelachse sich als Punkt $x$ projicirt, die Brettungsebenen senkrecht auf der angenommenen Projektionsebene stehen und sich als gerade Linien darstellen, welche strahlenförmig vom Punkte $x$ ausgehen.

3. Die Stossfugen in der konischen Leibungsfläche stehen senkrecht auf der Leibung, sind also Theile von Kegelflächen, welche in der betreffenden Leibungskante normal auf der die Leibung bildenden Kegelfläche stehen.

§. 72.

Fig. 204 Taf. XIII ist der Aufriss, Fig. 205 der Grundriss und Fig. 206 der Schnitt durch den Scheitel eines kegelförmigen Bogens in einer geraden Mauer. Der Punkt $n''$ ist der Aufriss der auf der Aufrisstafel senkrecht stehenden Achse. Die Brettungsebene $i''t''$ schneidet die Leibung des Bogens in der Mantellinie $i''c''$, deren Grundriss $i'c'$ ist, das vordere Haupt in $c''t''$ (im Grundrisse $c't^0$), das hintere Haupt in $i''t''$ (im Grundriss $i't'$), so dass die Brettung im Grundriss die Form $i'c't^0t'$ erhält. In gleicher Weise werden auch die übrigen Brettungen konstruirt.

Fig. 207 zeigt die Leibungsabwickelung und die wahre Form der Brettungen. Die Leibungsabwickelung erhält man dadurch, dass man mit $(n)$ $(a) = n'a'$ (Mantellinie des Kegels) den Kreis $(a)$ $(f)$ und mit $(n)$ $(g) = n'g'$ den Kreis $(g)$ $(m)$ beschreibt, sodann den Bogen $(a)$ $(f)$ gleich dem Bogen $a''b''c'' \ldots f''$ macht und die Gerade $(n)$ $(f)$ zieht; die Fläche $(a)$ $(f)$ $(m)$ $(g)$ ist sodann die abgwickelte Leibungsfläche.

Klappt man z. B. die Brettungsebene $t''i''n''$ nach links in die Kämpferebene um, so fällt die Leibungskante $i''c''$ mit der Kämpferlinie $a''g''$ im Grundriss mit $a'g'$ zusammen, während die obere Lagerkante bei der Drehung den Bogen $t''t_4$ beschreibt und nach $t_4$, im Grundriss nach $t_5t_6$, zu liegen kommt, so dass nunmehr die Fläche $t_5a'g't_6$ die wahre Grösse der Brettung $i''t''$ $(i'c't_0t')$ darstellt.

Fig. 208 stellt den Anfänger, Fig. 209 den Schlussstein und Fig. 210 den mittleren Gewölbstein in isometrischer Projektion dar.

§. 73.

Bildet die Leibung des Gewölbes eine vollständige Kegelfläche, wie in Fig. 212 ($a'f'$ Grundfläche, $m'$ Spitze), so muss, da die Brettungsebenen $u''i''$, $v''k''$ u.s.f. (Fig. 211), bis zur Achse $m_2''$ verlängert, hier sehr scharfe Kanten erzeugen würden, stets zur Vermeidung dieses Umstandes ein sogenanntes Auge $g''i''n''$ eingefügt werden, wobei als Regel zu merken ist, dass die Grundfläche des Kegels ($g''i''k''n''$), welcher die Leibung des Auges bildet, stets ein mit der Grundfläche oder mit der Leitlinie der konischen Leibung paralleler Schnitt ist ($g'n' \parallel a'f'$) Fig. 212.

§. 74.

In Fig. 211 ist der Aufriss, in Fig. 212 der Grundriss und in Fig. 213 der Querschnitt eines Trompengewölbes dargestellt. Dasselbe ist zwischen zwei rechtwinklig zusammenstossenden Mauern $o'p'n'$ und $y'x'n'$ angeordnet und vermittelt den Uebergang zu einer dritten quer über den Winkel $p'n'x'$ gestellten Mauer, deren Flucht $a'b'$ ist.

In der vordern Mauerflucht $a''t''w''f''$ liegt die Grundfläche $a''c''d''f''$ des Kegels (der Grundbogen), dessen Achse im Grundriss $m'm_2'$ und dessen Spitze in $m'$ (im Aufriss in $m_2''$) liegt.

Schneidet man den Kegel durch die Ebene $g'n' \parallel a'f'$, so erhält man einen dem Grundbogen $a''c''d''f''$ ähnlichen Schnitt, d. h. den Kreis $g''i''n''$ (im Querschnitt $m'''a'''$). Dieser Kreis bilde die Grundfläche des Auges. Würde man nun den Rücken des Auges von hier an cylindrisch gestalten, so würde dasselbe an dieser Stelle eine scharfe Kante erhalten; um dies zu vermeiden, wird hier eine kegelförmige Fläche $g'n'3'2'$ (im Querschnitt $m_1'''a'''4'''2'''$) angeordnet, welche auf der Gewölbleibung senkrecht steht, so dass der cylindrische Rücken des Auges die Form $2''3''4''$ erhält. (S. Fig. 214.)

Die Brettungsebenen gehen durch die Achse des Kegels, zeigen sich demnach im Aufriss einfach in ihren Spuren, d. h. in den Geraden $h''s''$, $i''u''$, $k''o''$ ... Die Brettung $i''u''$ erhält nun im Grundriss folgende Gestalt: sie schneidet die Gewölbleibung in der Mantellinie $i''c''$ (im Grundriss $i'c'$), das Mauerhaupt in $c''u''$ (im Grundriss $c'u'$), die kegelförmige Abstumpfung des Auges in $i''5''$ (im Grundriss $i'5'$), ferner das Lager $t''w''$ in $u''$ (im Grundriss $u'u_1'$) und den cylindrischen Rücken des Auges in der Mantellinie $5''$ (im Grundriss $5'5_1'$), so dass die Brettung im Grundriss die Form $u_1'u'c'i'5'5_1'$ erhält. Ebenso ergibt sich die Form der Brettung $h''s''$ im Grundriss, nämlich $a_1'a'6'h'6'u_1'$ u. s. f.

Das Heraustragen der Brettungen und der Steine macht keine Schwierigkeit. Fig. 215 zeigt den Schlussstein, Fig. 214 den Anfänger mit dem Auge.

§. 75.

Fig. 217 ist der Grundriss, Fig. 216 der Aufriss und Fig. 218 der Längendurchschnitt eines in der Ecke zweier zusammenstossenden Mauern angebrachten konischen Gewölbes, welches in seiner Konstruktion von dem vorigen Gewölbe nur darin verschieden ist, dass die Gewölbsteine wegen der grösseren Tiefe durch Stossfugen getheilt werden. Diese Stossfugen sind mit der Grundlinie $a''f''k''$ des Gewölbes parallel (§. 73) und es müssen deshalb die Linien, in welchen die innere Wölbungsfläche von den Stossfugen geschnitten wird, Kreisbogenstücke sein, welche parallel der Richtungslinie der kegelförmigen Wölbungsfläche sind.

§. 76.

Fig. 220 ist der Grundriss, Fig. 219 der Aufriss, Fig. 221 die Ansicht des einen Hauptes von einem konischen Gewölbe, welches in der Ecke zweier sich schneidenden Mauern angebracht ist und dazu dient, die Verlängerungen zweier anderen Mauern zu stützen. Fig. 222 ist der Längendurchschnitt nach der Linie $s'f'$ des Grundrisses. Die Linien $s'a'$ und $s'n'$ sind die Projektionen der Aussenseiten derjenigen Mauern, in deren Ecke das konische Gewölbe beginnt; $a'f_2'$ und $n'f_3'$ sind dagegen die Projektionen der Aussenseiten zweier anderen Mauern, welche mit den ersteren in irgend einer Weise Zusammenhang haben und deren Verlängerungen bis zu ihrer Begegnung in $f'$ durch das konische Gewölbe gestützt werden sollen. Die Konstruktion dieser Figuren ist folgende:

Man ziehe die Linie $s'f'$ Fig. 220; diese Linie ist die Achse des konischen Gewölbes.

Auf $s'f'$ konstruire man die Linie $f'$ $x$ normal und verlängere $s'a'$ bis zu ihrer Begegnung $x$ mit der Linie $f'x$: das Dreieck $s'f'x$ stellt dann das Dreieck vor, durch dessen Umdrehung die Kegelfläche beschrieben wird. Hierauf ziehe man die Linie $n'a'$ und betrachte dieselbe als den Grundriss der Leitlinie (Grundfläche) der Kegelfläche. Der Aufriss dieser Leitlinie wird alsdann erhalten, wenn man mit $m'a'$ als Radius aus dem Punkte $s''$ Fig. 219 den Kreisbogen $n''n_2''n_3''n_4''n_5''$ u. s. f. beschreibt. Diesen Kreisbogen theile man in eine ungerade Anzahl von gleichen Theilen und verbinde jeden dieser Theilpunkte mit der Spitze $s''$ durch gerade Linien, so stellen diese den Aufriss der inneren Leibungskanten vor. Um die Grundrisse dieser Leibungskanten zu erhalten, projicire man den Punkt $n_2''$ Fig. 219 auf die Linien $n'a'$ nach $n_2'$ Fig. 220, den Punkt $n_3''$ nach $n_3'$, $n_4''$ nach $n_4'$, $n_5''$ nach $n_5'$ $n_6''$ nach $n_6'$ u. s. f., verbinde sodann diese Punkte mit $s'$ durch gerade Linien und verlängere dieselben bis zur Linie $a'f'$ oder $n'f'$: diese so erhaltenen Linien sind die Grundrisse der innern Leibungskanten. Um die zerbrechlichen dünnen Kanten der Gewölbsteine zu beseitigen, konstruire man das Auge, dessen Aufriss die Fig. $u''e_2''v''$ Fig. 219 vorstellt, projicire dann den Punkt $u''$ nach $u'$ und ziehe $u'v'$ parallel $a'n'$: die Fig. $u'v's'$ ist der Grundriss des Auges.

Die Kurven $a''f''$ und $n''f''$ Fig. 219 werden nun erhalten, wenn man im Punkte $s''$ eine Senkrechte $s''f''$ auf $n''a''$ errichtet und diese mit $f'x$ Fig. 220 gleich lang macht. Dies gibt den Punkt $f''$. Die übrigen Punkte zu erhalten, projicire man den Punkt $e'$ auf die Linie $e_2''n_6''$ nach $e''$, den Punkt $d'$ nach $d''$, $c'$ nach $c''$ und $b'$ nach $b''$: durch diese Punkte wird die Kurve $a''b''c''d''$ $e''f''$ bestimmt. Ebenso werden Punkte der Kurve $n''f''$ erhalten. Sind die einzelnen Gewölbschichten so lang, dass sie aus einem einzigen Steine nicht angefertigt werden können, so ordnet man in jeder Schicht Stossfugen an. Die inneren Leibungsfugen dieser Stossfugen müssen mit der Leitlinie der Wölbungsfläche eine parallele Richtung haben; es sind daher ihre Grundrisse parallel der Linie $a'n'$ und die Aufrisse sind koncentrische Kreisbogen zum Mittelpunkte $s''$. Diese Fugen werden daher erhalten, wenn man zunächst ihre Grundrisse in passenden Entfernungen festsetzt. Ist z. B. $\alpha'\beta'$ Fig. 220 der Grundriss einer Stossfuge, so verlängere man die Linie $\beta'\alpha'$ bis $z$ in der Linie $s'x$ und beschreibe mit der Länge $m_3'z$ aus dem Punkte $s''$ den Kreisbogen $\alpha''\beta''$: dieser Bogen stellt den Aufriss der Leibungsfuge vor, deren Grundriss die Linie $\alpha'\beta'$ ist. Eben so werden die Projektionen der übrigen Stossfugen erhalten.

Fig. 221 stellt das eine Haupt des konischen Gewölbes vor. Diese Figur wird erhalten, wenn man in den Punkten $o'$, $i'$, $h'$, $g'$ und $f'$ gerade Linien senkrecht auf $n'f'$ konstruirt, wenn man ferner aus den Punkten $o''$, $i''$, $h''$, $g''$ und $f''$ Senkrechte auf $s''n''$ fällt und die Höhen $o'$ $o_{,,}$, $i'$ $i_{,,}$, $h'$ $h_{,,}$, $g'$ $g_{,,}$ und $f'$ $f_{,,}$ mit diesen Normalen beziehlich gleich lang macht, so erhält man dadurch die Punkte $o_{,,}$, $i_{,,}$, $h_{,,}$, $g_{,,}$, $f_{,,}$, durch welche die Kurve $n'f_{,,}$ gelegt werden kann.

Die Richtung der Lagerfugen geht durch die Achse des Kegels, es müssen deshalb die Fugen des Hauptes im Punkte $f'$ sich schneiden.

Der Längendurchschnitt Fig. 222, welcher nach der Linie $s'f'$ des Grundrisses genommen ist, wird endlich erhalten, wenn man