

Fig. 144, beschreibe aus dem Punkte  $A$  den Kreisbogen  $oz$  und verbinde die Punkte  $a$  und  $z$  durch eine gerade Linie. Die hervor gehende Fig.  $azou\pi\phi og$  stellt den Stein von unten angesehen vor. Die Fig. 148 zeigt den Schlussstein von unten angesehen. Man erhält diese Figur, wenn man konstruiert wie beim vorigen Stein. Es werden nämlich aus den beiden Mittelpunkten  $A$  und  $B$  die beiden Häupter des Steins nach Fig. 142 konstruiert. Dann werden die zusammengehörigen Punkte durch gerade Linien verbunden, wodurch die Linien  $gz$ ,  $ex$  und  $mw$  eine mit der Linie  $BA$  parallele Richtung erhalten.

#### Bearbeitung der Steine.

Um den Anfänger darzustellen, wird zunächst dessen unteres Lager bearbeitet. Ist dies geschehen, so werden rechtwinklig gegen dieses Lager die beiden Häupter tracirt, die Hauptschablone aufgelegt und mit Blutstein oder Röthel die Richtung der oberen Lagerfuge, so wie die Krümmung des Wölbungsbogens vorgezeichnet. Hiernach ist es nun leicht, den Stein vollends zu bearbeiten. Eben so werden die übrigen Steine dieses Bogens hergestellt.

#### §. 59.

Fig. 150 zeigt den Grundriss eines Bogens, welcher in normaler Richtung eine Mauer durchdringt, die auf der einen Seite dossirt ist, wie aus dem Normalschnitt Fig. 151 zu ersehen ist. Die Linie  $r''''\gamma''''$  gibt die wahre Neigung der Böschungslinie und  $\gamma''''\sigma''''$  die Ausladung derselben an.

Anordnung der Lagerfugen des Bogens. Die Bogenlagerfugen sind Ebenen, welche durch die Achse  $A'f'$  im Grundriss ( $f''$  im Aufriss) gehen und sich daher hier als die Geraden  $f''m''$ ,  $f''k''$ ,  $f''l''$  . . . darstellen. Sie schneiden das geböschte Mauerhaupt in den Geraden  $e''m''$ ,  $d''l''$ ,  $c''k''$  . . . , die verlängert durch den Punkt  $f''$  gehen; der Grundriss dieses Punktes ist  $A'$  (Fig. 150). Der Punkt  $m''$  liegt auf der obersten Mauerkante ( $\gamma''''$  im Querschnitt Fig. 151), also im Grundriss auf der Linie  $q'q'$  in  $w'$ . Es ist daher  $w'A'$  der Grundriss von  $m''f''$ . Eben so erhält man die Grundrisse von  $f''l''$ ,  $f''k''$ ,  $f''i''$  . . . in  $A't'$ ,  $A'q'$ ,  $A'p'$  . . .

Konstruktion der Durchdringungslinie  $r'v'y'$  (Fig. 150). Der Grundbogen schneidet die Geraden  $f''m''$ ,  $f''l''$ ,  $f''k''$  . . . (Fig. 142) in den Punkten  $e''d''c''$  . . . Bringt man diese Punkte auf die entsprechenden Kanten im Grundriss, so erhält man hier die Punkte  $x'v'u'$  . . . , deren stetige Verbindung die Kurve  $y'v'r'$  ergibt.

Konstruktion der Lagerbrettungen im Grundriss. Diese Brettungen sind nichts anderes als die Schnitte der Ebenen  $e''m''$ ,  $d''l''$ ,  $c''k''$  . . . mit dem Mauerkörper. Die Ebene  $e''m''$  schneidet die cylindrische Bogenleibung in der Mantellinie  $x'e'$  und das obere Lager in  $w'm'$ , während die Böschungfläche in  $x'w'$  und das senkrechte Mauerhaupt in  $e'm'$  geschnitten wird. Der Grundriss der Brettung  $e''m''$  ist daher das Viereck  $x'w'm'e'$ . Eben so ist der Grundriss der Brettung  $d''l''$  das Viereck  $v't'l'd'$  u. s. f.

Anordnung der Stossfugen. In den meisten Fällen können die Stossfugen erst dann gezeichnet werden, wenn die sämtlichen Brettungen im Grundriss vollkommen bestimmt sind, weil die Anlage der Stossfugen von der Lage und Form der Brettungen abhängt und weil sie zugleich senkrecht auf dem Mauerhaupt stehen müssen. Die Stossfugen sind daher zunächst im Grundriss zu zeichnen und dann in Aufriss zu bringen.

Leibungsabwicklung. Die cylindrische Leibung des Bogens ist durch das lothrechte Mauerhaupt  $H'h'$  (Fig. 150) normal geschnitten, die Verstreckung des  $L'f'a'$  ( $L'f'a''$  im Aufriss) bildet daher in der Abwicklung der Leibungsfläche eine gerade Linie  $(L)$  ( $a$ ) (Fig. 149), welche mit dem Grundbogen  $L'f'a''$  (Fig. 142) gleiche Länge hat. Die Leibungskanten  $a'r'$ ,  $b's'$ ,  $c'u'$ ,  $d'v'$  . . . (Mantellinien des Cylinders) stehen auch nach der Verstreckung senkrecht auf  $(L)$  ( $a$ ). Macht man daher  $(a)$  ( $b$ ) gleich dem Bogen  $a''b''$ ,  $(b)$  ( $c$ ) gleich dem Bogen  $b''c''$  . . . , sodann  $(a)$  ( $r$ ),  $(b)$  ( $s$ ),  $(c)$  ( $u$ ) senkrecht auf  $L$  ( $a$ ), ferner  $(a)$  ( $r$ ) =  $a'r'$ ,  $(b)$  ( $s$ ) =  $b's'$ ,  $(c)$  ( $u$ ) =  $c'u'$  . . . und verbindet die Punkte  $(r)$  ( $s$ ) ( $u$ ) ( $v$ ) . . . durch eine stetige Kurve, so ist die Fläche  $(L)$  ( $a$ ) ( $r$ ) ( $x$ ) . . . die verstreckte Leibung des Bogens.

Austragen der Brettungen. Aus der eben besprochenen Leibungsabwicklung geht hervor, dass z. B.  $(e)$  ( $x$ ) (Fig. 149) der Leibungskante  $e'x'$  der Brettung  $e'x'w'm'$  (Fig. 150) entspricht. Die Lagerkante  $w'm'$  dieser Brettung ist parallel  $e'x'$ , ihr Abstand von  $e'x'$  aber ist gleich  $e''m''$  (Fig. 142). Macht man daher  $(e)$  ( $m$ ) =  $e''m''$ ,  $(m)$  ( $w$ ) =  $m'w'$  und zieht  $(w)$  ( $x$ ), so ist  $(x)$  ( $e$ ) ( $m$ ) ( $w$ ) die wahre Form und Grösse der Brettung  $x'e'w'm'$ . Eben so erhält man auch die Form der Brettung  $v't'l'q'$  in  $(u)$  ( $c$ ) ( $k$ ) ( $q$ ) u. s. f.

Austragen der Steine in isometrischer Projektion. Wenden wir das oben in §. 5 angegebene Verfahren an, so erhalten wir die Form des Schlusssteins (Fig. 154), indem wir den Aufriss des Steins abzeichnen, d. h. die Fig. 2, 3, 4, 5 (Fig. 154)

der Fig.  $g''e''m''o''$  (Fig. 142) gleich machen und unter einem beliebigen Winkel die Parallelen  $2e$ ,  $3g$ ,  $4a$ ,  $5w$  ziehen. Macht man nun:

$$\begin{aligned} 2x \text{ (Fig. 154)} &= 2x' \text{ (Fig. 142)} \\ 3z &> > = 3z' > > \\ 4a &> > = 3a' > > \\ 5w &> > = 5w' > > \end{aligned}$$

und verbinde die Punkte  $x, z, a, w$  entsprechend mit einander, so ist das Viereck  $xzaw$  das abgeschwächte Haupt des Steins.

Macht man ferner in Fig. 154  $4o$ ,  $3g$ ,  $2e = 4o'$  Fig. 142 und zieht  $og$ ,  $oa$ ,  $gz$ ,  $ex$  und den Bogen  $eg$ , so ist die perspektivische Zeichnung des Steins vollendet.

Eben so erhält man auch die in Fig. 152 und 153 dargestellten Steine, nämlich den Anfänger und den unmittelbar folgenden Bogenstein.

#### Bearbeitung der Steine.

Nach der rechtwinkligen Behauungsmethode wird der Anfänger erhalten, indem zunächst das Parallelepiped 3, 4, 5 Fig. 152 dargestellt wird, welches den Dimensionen des darzustellenden Steins entspricht. Sodann wird aus Fig. 142 die Ausladung der Leibung von 4 nach  $r$ , die Höhe der Leibung von 4 bis 1 und die Breite des oberen horizontalen Lagers von 3 nach 2 abgetragen und hiernach der Stein so bearbeitet, als hätte er zwei normale Häupter, wie beim geraden Bogen in der nicht dossirten Mauer. Ist der Stein in dieser Art vollendet, so wird die obere Einziehung  $3Q$ ,  $2p$ ,  $1s$  nach Fig. 150 abgetragen und das schräge Haupt  $r\beta Qps$  bearbeitet. Damit ist der Stein fertig dargestellt.

Nach der Abbrettungsmethode geschieht die Bearbeitung dieses Steins, indem zunächst das untere Lager desselben rein dargestellt und das hintere gerade Haupt normal auf jenem Lager tracirt wird. Nachdem dies geschehen ist, wird die Hauptschablone angelegt, der Umriss des Hauptes aufgezeichnet und hiernach dasselbe bearbeitet. Das vordere schiefe Haupt  $Qpsr\beta$  wird sodann erhalten, indem entweder der spitze Neigungswinkel  $a''r''\gamma''''$  Fig. 151 an der Kante  $r\beta$  mittelst der Schmiege vom Musterrisse abgenommen und auf den Stein getragen wird oder es werden die Längen  $OQ$ ,  $ip$ ,  $bs$  mit dem Stangenzirkel aus dem Musterrisse entnommen, auf den Stein aufgetragen und hiernach das schiefe Haupt bearbeitet. Eben so werden die in Fig. 153 und 194 dargestellten Steine bearbeitet.

#### §. 60.

Der Bogen in einer schiefen Mauer. Fig. 157 zeigt den Grundriss einer Mauer, deren hinteres Haupt schief ist. Fig. 158 ist der Schnitt nach der Linie  $f'y'$  des Grundrisses. Auch für diesen Fall passt der Aufriss (Fig. 142). In Fig. 156 ist die wahre Gestalt des hintern Mauerhauptes durch Umklappung um die Linie  $w'\beta'$  dargestellt. Der Bogen  $2'f''$  ist selbstverständlich eine Ellipse, da der Grundbogen der cylindrischen Leibung ein Kreis ist und diese durch die Ebene  $q'r^2$  schräg geschnitten wird. Man erhält die Punkte  $V''$ ,  $g''$ ,  $f''$  . . . , wenn man  $y'f'' \perp q'r'$  und gleich  $f''f''$  (Fig. 142) macht; eben so ist  $z'q'' = g''g''$  (Fig. 142) und  $q'V'' = V''V''$  (Fig. 142).

$x'e'$  ist die Leibungskante im Grundriss (Fig. 157),  $m'w'$  die Lagerkante der Schlusssteinbrettung  $c''m''$  im Aufriss (Fig. 142) und daher  $e'x'w'm'$  die ganze Brettung im Grundriss. Die Leibungsabwicklung, das Austragen der Brettungen und einzelner Steine (Fig. 159, 160, 161) geschieht ganz in derselben Weise, wie im vorhergehenden Falle ausführlich beschrieben wurde.

#### §. 61.

Schiefer Bogen in einer Böschungsmauer (Fig. 162 bis 167).

Konstruktion der Durchdringungslinie  $2'y'r'$  (Fig. 163) im Grundriss.  $K'q'$  ist der Grundriss der obersten Lagerkante, welcher im Aufriss (Fig. 142) die Gerade  $K''q''$  entspricht. Bringt man daher die Punkte  $o''m''$  nach  $a'$  und  $w'$  in den Grundriss und verbindet letztern mit dem Punkt  $A'$ , so müssen auf den Linien  $a'A'$  und  $w'A'$  die Grundrisse der Punkte  $g''$  und  $e''$ , d. h.  $z'x'$  liegen, welches zwei Punkte der gesuchten Durchdringungskurve sind.

Ferner ist wieder  $x'e'$  die Leibungskante und  $w'm'$  die Lagerkante der Brettung  $x'e'w'm'$  u. s. f. In Fig. 162 sind die Leibungsabwicklung und die Brettungen, in Fig. 163, 166, 167 einige Steine in isometrischer Projektion dargestellt.

#### §. 62.

Fig. 169 und 177 sind die Grundrisse eines geraden und eines schiefen Bogens in einer cylindrischen Mauer.