

Um einen Wangenstein mit der Schraubenfläche zu bearbeiten, etwa den in Fig. 550 dargestellten Stein, sucht der Arbeiter zunächst das Cylinderstück $ABCDEFGH$ darzustellen, und zwar mittelst der Schablone der Lagerfugen und der Schablone der Stirnenden des Steins. Nachdem dies Cylinderstück bearbeitet worden ist, werden in mehreren Punkten der Bogen AG und BF gerade Linien senkrecht zum untern Lager gezogen und auf diesen die entsprechenden Höhen der beiden Schraubenlinien getragen, welche dieser Stein erhalten soll. Eben so werden alle übrigen Grenzpunkte des Steins mittelst Stichmaass aufgetragen und hiernach der Stein vollständig bearbeitet.

§. 149.

In dem Vorigen hatten wir vorausgesetzt, dass die Oberseite der Wange durch die Steinschichten der inneren cylindrischen Wangenmauer gebildet werde. Statt dessen kann man aber auch das kleinere Stirnende jeder Treppenstufe mit dem Wangensteine in der Art verbinden, wie dies später bei den freitragenden Treppen mit Wangen gezeigt wird. Oder man bildet auch wohl die Wange aus einer für sich bestehenden Steinschicht, welche zwischen zwei parallelen Schraubenflächen sich befindet und gegen welche die Schichten der cylindrischen Mauer in der Weise endigen, wie im vorigen Paragraphen gezeigt wurde. Wie nun in diesem letzteren Falle ein solches Wangenstück projicirt und bearbeitet werde, ist aus den Fig. 551 bis 557 zu ersehen.

Es stellt nämlich Fig. 552 den Grundriss eines Wangenstücks vor und Fig. 551 eine gerade Ansicht desselben, welche auf folgendem Wege erhalten wird.

Man theile den Bogen $a'd'$ in vier gleiche Theile, indem man $a'b' = b'i' = i'c' = c'd'$ macht, und ziehe durch die erhaltenen Theilpunkte und durch den Mittelpunkt m' die geraden Linien $b'g'$, $i'k'$ und $c'f'$.

2. In Fig. 551 mache man $K''e''$ gleich der Höhe der Steigung dieses Wangenstücks und theile diese Höhe eben so ein, wie der Kreisbogen $a'd'$ eingetheilt wurde; dies gebe die Punkte L'' , M'' und N'' . Durch diese Punkte ziehe man gerade Linien $L''g''$, $M''i''$, $N''c''$ und $e''d''$ parallel mit der angenommenen Projektionsbasis $R''K''$, und projicire den Punkt a' Fig. 552 nach a'' Fig. 551 und h' nach h'' auf die gerade Linie $R''K''$. Ferner projicire man b' nach b'' und g' nach g'' auf die Linie $L''g''$, den Punkt i' nach i'' , c' nach c'' und f' nach f'' und endlich d' nach d'' und e' nach e'' .

3. Durch die Punkte a'' , b'' , i'' , c'' , d'' konstruirt man eine entsprechende Kurve, so wie auch durch die Punkte h'' , g'' , i'' , f'' und e'' eine desgleichen. Diese zwei Kurven sind die Aufrisse von den zwei unteren Schraubenlinien dieses Wangenstücks. Und um den Aufriss der oberen Schraubenlinien zu erhalten, darf man nur in den Punkten a'' , h'' , b'' , g'' , i'' , c'' , f'' , d'' und e'' lothrechte Linien konstruiren und diese mit der lothrechten Entfernung der beiden inneren oder äusseren Schraubenlinien gleich gross machen, dadurch erhält man Punkte für die Projektionen der zwei oberen Schraubenlinien.

4. Schreite man zur Bestimmung der Projektionen der Stossfugen dieses Wangenstücks. Diese Stossfugen können eben oder windschief sein. Sollen die Stossfugen eben sein, so können die Durchschnittslinien mit den cylindrischen Seiten der Wange nicht alle normal auf den Kanten der Unter- und Oberseite der Wangen stehen, und die Linien, in welchen die Schraubenflächen geschnitten werden, sind krumme Linien, deren Endpunkte nicht in derselben horizontalen Ebene sich befinden.

Sollen die Stossfugen aber windschief sein, so lassen sich zwei verschiedene Fälle unterscheiden:

erstens können die Durchschnittslinien dieser Stossfugen mit den cylindrischen Seiten der Wange beide beziehungsweise normal auf den Kanten der Ober- und Unterseite der Wange sein, in welchem Falle die Durchschnittslinie der untern Schraubenfläche der Wange eine krumme Linie ist, deren Endpunkte nicht in einer horizontalen Ebene sich befinden, wenn die Durchschnittslinie der obern Schraubenfläche wagerecht, also eine Erzeugende dieser Fläche ist;

zweitens können beide Durchschnittslinien, in welchen die Stossfuge die untere und die obere Schraubenfläche durchschneidet, eine wagrechte Lage haben, so dass beide Erzeugende jener Schraubenfläche sind; es können aber alsdann die Durchschnittslinien dieser Stossfuge mit den cylindrischen Seiten der Wange nicht mehr normal auf den Kanten stehen, welche von den vier Schraubenlinien gebildet werden.

Nehmen wir nun an, dass die Stossfugen des Wangenstücks in diesem letztern Princip angeordnet werden sollten, so verstrecke man einen gewissen Theil der vier Schraubenlinien der Wange, etwa die Hälfte derselben, indem man in Fig. 554 die gerade Linie ab gleich lang macht mit dem Bogen $a'i'$ Fig. 552 und ac Fig. 554 gleich dem Bogen $h'k'$ Fig. 552, sodann in den Punkten a , b und c Fig. 554 gerade Linien senkrecht auf ac zieht, die Länge

$ap = h''H''$ Fig. 551, $bq = cd$ Fig. 554 gleich $K''M''$ Fig. 551 und endlich $qr = ds = ap$ macht. Wenn man ferner die geraden Linien pr , ps , aq und ad zieht, so stellen diese die vier ausgehenden Schraubenlinien vor, welche an dem Wangenstück sich befinden.

Aus dem Punkte p ziehe man nun die Linien pe und pn beziehlich senkrecht auf aq und ad ; diese Linien stellen die Verstreckung der Linien vor, in welchen die Seitenwangen von der Fläche der Stossfuge geschnitten werden. Wenn man daher die Linien eg und nf senkrecht zu ac zieht, den Bogen $a'r'$ Fig. 552 gleich ag Fig. 554 macht und $h't'$ Fig. 552 gleich af Fig. 554, den Punkt r' Fig. 552 nach r'' Fig. 551 projicirt und t' nach t'' , so sind H'' , A'' , r'' , t'' die Projektionen der vier Punkte, in welchen die Schraubenlinien von der Fläche der Stossfuge geschnitten werden. Die Seitenflächen des Wangenstücks werden von der Fläche der Stossfuge in Kurven geschnitten, von welchen zunächst erst die Endpunkte H'' , t'' und A'' , r'' ermittelt worden sind, die aber zur Konstruktion jener Kurven noch keinesweges genügen, es ist deshalb nothwendig, dass noch mehrere Zwischenpunkte q'' , o'' ermittelt werden, durch welche jene Kurven gehen. Zu dem Ende ziehe man in beliebiger Höhe die gerade Linie lk Fig. 554 parallel mit ac und in Fig. 551 die gerade Linie $q''o''$ in derselben Höhe. Die Linie lk Fig. 554 schneidet die Linien pe und pn in den Punkten o und k . Aus diesen Punkten ziehe man die Linien oi und kh normal auf ac , trage die Länge ai von a' nach o' Fig. 552, so wie ah Fig. 554 von h' nach q' Fig. 552, und projicire die erhaltenen Punkte o' und q' auf die Linie $q''o''$, und zwar den Punkt o' nach o'' und q' nach q'' ; alsdann sind q'' und o'' zwei Punkte, durch welche die Kurven gehen, in welchen die cylindrischen Seitenflächen der Wange durch die Fläche der Stossfuge geschnitten werden. Auf demselben Wege können beliebig viel Punkte dieser Kurven ermittelt werden.

Nachdem die Projektionen der Stossfuge an dem untern Stirnende der Wange ermittelt worden sind, wende man sich zur Bestimmung der Projektionen der Stossfuge am obern Stirnende der Wange, indem man eben so konstruirt, wie bei der Bestimmung der untern Stossfuge, und man erhält alsdann die Fig. $A''H''t''r''e''d''D''E''$ Fig. 551 als Aufriss des Wangenstücks zwischen zwei beliebigen Stossfugen.

§. 150.

Bearbeitung des Wangenstücks, dessen Aufriss Fig. 551 vorstellt. Wir konstruiren diese Figur in Fig. 553 noch ein Mal und denken durch die äussersten Punkte H'' , V'' so wie durch a'' und e'' die geraden Linien $H''V''$ und $a''e''$: so folgt leicht, dass diese zwei Linien parallel sind. Wir denken ferner aus den Punkten V'' und a'' gerade Linien $V''W''$ und $a''Q''$ normal auf den parallelen Linien $a''W''$ und $H''V''$ und konstruiren ein normales Parallelepiped, dessen 3 Abmessungen die 3 Längen $a''W''$, $W''V''$ Fig. 553 und $w'k'$ Fig. 552 sind. Die Figur abc_2e_2fghk Fig. 556 stelle dies rechtwinklige Parallelepiped vor.

Der Steinmetz beginnt nun die Arbeit damit, dies rechtwinklige Parallelepiped und, nachdem solches geschehen ist, aus dem Parallelepiped ein Cylinderstück darzustellen, dessen Krümmung der Krümmung des Wangenstücks entspricht. Um dies Cylinderstück darzustellen zu können, bedarf der Arbeiter der Schablone von der untern Bettung. Diese Schablone ist in Fig. 555 ausgezogen worden, und zwar in folgender Weise:

Man mache die Länge la Fig. 555 gleich $l''a''$ Fig. 553, lv Fig. 555 gleich $l''v''$ Fig. 553, $lv = l''v''$ und $lw = l''w''$. In den Punkten l , u , v und w errichte man sodann Senkrechte lh , ug , vb und wk auf lw , und mache dieselben beziehlich gleich lang mit $l'h'$, $u'g'$, $v'b'$ und $w'k'$ Fig. 552, verbinde die Punkte a und h durch eine gerade Linie, die Punkte h , g und k aber, sowie auch a , b und i durch entsprechende Kurven: die hervorgehende Figur stellt die Schablone der untern Bettung des Steins zur Hälfte vor. Ganz ebenso erhält man die andere Hälfte $icdefk$ dieser Schablone.

Um nun mit Hilfe dieser Schablone das Cylinderstück aus dem Parallelepiped darzustellen, wird die Länge e_2l_2 Fig. 556 gleich $Q''H''$ Fig. 553 gemacht, die Länge l_2n Fig. 556 gleich la Fig. 555, und die in Fig. 555 dargestellte Schablone so auf den Stein gelegt, dass der Eckpunkt a derselben in n und der Eckpunkt d in k falle. Die Figur $nHpsrkl$ stellt alsdann die Lage der Schablone vor. Es ist einleuchtend, dass die Schablone zufolge ihrer Konstruktion länger als das Parallelepiped ist und dass sie dieserhalb um einen Theil ksr über dasselbe hinwegreichen muss.

Nachdem der Umriss der Schablone auf dem obern Lager des Steins vorgezeichnet worden ist, geschieht dasselbe auf dem untern Lager desselben, mit dem Unterschiede nur, dass die Schablone mit dem Eckpunkte a Fig. 555 in den Eckpunkt a des Parallelepipeds Fig. 556 gelegt wird, so dass dieselbe auf dieser Seite um dasselbe Stück über den Stein hinwegreicht, um welches dies auf der obern Seite am andern Ende des Steins geschah.

Es darf nicht übersehen werden, dass dies Cylinderstück nicht

dem normalen Cylinder entspricht, sondern dem schiefen Cylinder, und dass dieserhalb die Parallelen des Cylindermantels eine geneigte Lage gegen die Grundebenen erhalten. Zur Bearbeitung des Steins gebraucht aber der Arbeiter die Richtung jener Parallelen, damit er während der Bearbeitung das Richtscheit in dieser Richtung wiederholt anlegen könne. Um nun die Richtung dieser Parallelen zu erhalten, trage man die Länge $a''w''$ Fig. 553 von a nach w und von n nach q Fig. 556: die gerade Linie wq ist alsdann die Richtung der Parallele des Cylindermantels. Zieht man ferner in den Grundebenen des Steins die geraden Linien wx und pq parallel mit ab und e_2c_2 und verbindet man die Punkte x und p , in welchen die Kanten bg und c_2h des Steins geschnitten werden, durch eine gerade Linie xp , so stellt diese die Mantellinie des Cylinderstücks in der äusseren Rundung vor.

Es ist einleuchtend, dass die Punkte x und p mit dem Punkt k des Bogens he Fig. 555 zusammenfallen müssen, welcher den Bogen he in zwei gleiche Theile theilt. Wenn man daher auf der Schablone den Punkt k andeutet, so erhält man die Punkte x und p ohne Weiteres mit Hülfe der Schablone.

Nachdem die Grundebene des Cylinderstücks und die Richtung der Mantellinien auf dem Steine vorgeschrieben worden sind, bearbeitet nun der Steinmetz die gekrümmten cylindrischen Seitenflächen des Steins, wobei derselbe jetzt keine Schwierigkeiten weiter finden wird.

Mit diesem Cylinderstück ist aber noch keineswegs das verlangte Wangenstück vollständig dargestellt, denn die obere und die untere gekrümmten Kanten des Cylinderstücks oder die Richtungslinien desselben sind Kurven einfacher Krümmung, wogegen die Kanten des Wangenstücks Schraubenlinien vorstellen.

Durch die Bearbeitung des Cylinderstücks $nk d_2 a s p H$ Fig. 556 sind zunächst erst die innere und die äussere cylindrische Fläche des Wangenstücks gewonnen, die obere und die untere Schraubenfläche fehlen aber noch. Um nun auch diese darzustellen, konstruirt man an dem fertig bearbeiteten Cylinderstück mehrere Mantellinien des Cylinders und setze auf denselben diejenigen Punkte fest, durch welche die Schraubenlinien gehen. Zu dem Ende darf man nur aus dem Aufriss des Wangenstücks, welchen Fig. 553 vorstellt, die Höhen abnehmen, um welche die Schraubenlinien sich über die unteren Richtungslinien des Cylinderstücks erheben, deren Aufriss die gerade Linie $a''w''e''$ Fig. 553 vorstellt, oder um wieviel die Schraubenlinien sich gegen die oberen Richtungslinien, deren Aufriss die gerade Linie $Q''V''$ ist, senken.

In Fig. 557 stellt die Figur $s a d_2 c_2 i_2 b_2 k A H$ das bearbeitete Cylinderstück vor, $a a b_2 i_2 c_2 d_2$ die ebene gekrümmte Unterkante und $n m l h k$ die ebene gekrümmte Oberkante der inneren cylindrischen Fläche. In der äusseren gekrümmten Cylinderfläche stellen $e f_2 g_2 \delta y_2$ und $H o p q s$ die ebenen gekrümmten Unter- und Oberkanten dieses Cylinderstücks vor. Um nun die Lage der vier Schraubenlinien zu erhalten, ziehe man aus den Punkten t'' , r'' , g'' , b'' , i'' , d'' Fig. 553 die lothrechten Linien $t''\gamma''$, $r''\alpha''$, $g''u''$, $b''v''$, $i''w''$, $d''\varphi''$ bis an die Linie $l''W''$ heran. Die Linie $l''W''$ ist der Aufriss von den zwei ebenen Richtungslinien des Cylinderstücks, und es drücken daher jene lothrechten Längen $t''\gamma''$, $r''\alpha''$, $g''u''$ u. s. f. die Entfernungen aus, um welche die beiden unteren Schraubenlinien in den betreffenden Punkten sich über die ebenen Richtungslinien des Cylinderstücks erheben, diese Entfernungen in der Richtung der Mantellinien des Cylinders gemessen. Um daher den Punkt i der unteren inneren Schraubenlinie zu erhalten, darf man nur die Länge aw Fig. 557 gleich lang mit $a''w''$ Fig. 553 machen, wi_2 normal auf ad_2 konstruiren und ihre Länge gleich wi Fig. 555 machen, sodann die Linie i_2l parallel mit d_2k ziehen, und auf dieser i_2i gleich lang mit $w''i''$ Fig. 553 machen: der so erhaltene Punkt i ist ein Punkt dieser Schraubenlinie. Auf demselben Wege werden alle übrigen Punkte der Schraubenlinien ermittelt.

Um noch die beiden Stossfugen der Wange festzustellen, mache man die Länge $a\beta$ Fig. 557 gleich lang mit $a''\alpha''$ Fig. 553, ziehe $\beta\alpha$ normal auf ad_2 , und aus dem Punkt α , in welchem die Richtungslinie des Cylinders von dieser Normale geschnitten wird, ziehe man αr parallel mit an , einer Seite der Cylinderfläche, und mache αr gleich lang mit $a''r''$ Fig. 553.

Man mache ferner $a\gamma$ Fig. 557 gleich lang mit $a''\gamma''$ Fig. 553, ziehe $\gamma\delta$ Fig. 557 senkrecht auf ad_2 und δt parallel mit y_2H oder aA ; man mache sodann δt gleich $y''t''$ Fig. 553 und nA Fig. 557 gleich $n''A''$ Fig. 553: die Punkte r , t , H , A sind alsdann die vier Punkte, in welchen die Schraubenlinien von der unteren Stossfuge geschnitten werden. Auf demselben Wege wird die Lage der oberen Stossfuge festgesetzt.

Von den freitragenden Treppen mit geraden oder krummen Armen.

§. 151.

Fig. 559 Taf. XLVII ist der Grundriss einer freitragenden Treppe mit drei geraden Armen und zwei Ruheplätzen; Fig. 562 ist ein vertikaler Durchschnitt durch den ersten Arm und den ersten Ruheplatz, Fig. 561 ist eine Ansicht des dritten Armes und Fig. 560

eine gerade Ansicht der ganzen Treppe. Jeder Treppenarm bildet ein für sich bestehendes scheidrechtes Gewölbe, welches in den Podestplatten das feste Widerlager findet. Die untere Fläche der Treppe unter den drei Treppenarmen ist eine stetig zusammenhängende ansteigende Ebene. Alle Konstruktionen gehen aus den Figuren deutlich hervor und bedürfen daher keiner weiteren Erklärung.

Sämmtliche Stufen erhalten in der Mauer ein 8 bis 10 cm breites Auflager, die Podestplatten aber ein Auflager von 30 cm und darüber, da von der festen Lagerung der Podeste die Erhaltung der Treppe abhängt. Aus diesem Grunde unterstützt man auch wohl die Podeste durch Tragsteine oder durch Säulen von Gusseisen.

Der untere Treppenarm erhält ein festes Fundament, worauf eine breite Antrittsstufe zu liegen kommt, damit dieselbe den Schub, welcher aus dem scheidrechten Gewölbe der Stufen hervorgeht, gleichmässig vertheile.

Die drei Treppenarme der in Fig. 559 dargestellten Treppe endigen auf der inneren Seite in geraden Linien, welche senkrecht auf einander stehen. Diese geraden Linien können aber auch ganz füglich durch Kreisbogen miteinander verbunden werden, wie Fig. 558 im Grundriss zeigt. Da wir in diesem Falle angenommen haben, dass der zweite Treppenarm nur drei Treppenstufen habe, theilen wir den Halbkreis adg in sechs gleiche Theile, und ordnen die letzte Stufe des ersten Treppenarmes, so wie die zweite Stufe des dritten Treppenarmes in der Art an, dass der Grundriss der Vorderflächen derselben durch den Mittelpunkt m des Halbkreises adg geht und beide Projektionen in eine gerade Linie zu liegen kommen. Damit nun die Podestflächen in der Nähe des Halbkreises adg noch eine gewisse Grösse des Auftritts behalten, ziehe man durch den Theilpunkt b und durch den Mittelpunkt m die gerade Linie mh , trage die Länge bh von h nach i und ziehe ik senkrecht auf lh und bk senkrecht auf mh : alsdann ist der Durchschnittspunkt k dieser beiden Linien der Mittelpunkt des Kreisbogens ib , welcher nun beschrieben werden kann. Auf ähnlichem Wege werden die übrigen Kreisbogen erhalten, welche von den Podestplatten in der Nähe ihrer inneren Ecke gebildet werden.

§. 152.

Fig. 563 ist der Grundriss einer freitragenden Treppe mit krummen Armen. Die Treppen von dieser Art erhalten gewöhnlich den Namen freitragende Treppen mit einer runden Oeffnung in der Mitte. Diese Treppen können eine Wendung, oder eine beliebige Anzahl von Wendungen machen, und erhalten Ruheplätze oder nicht; sie sind mit oder ohne Wangen. Diese Treppen sind kreisförmig oder elliptisch, je nachdem die innere Form des Treppenhauses kreisrund oder elliptisch ist; welche Form aber auch die runden Treppen haben mögen, in jedem Falle müssen die Grundrisse der Vorderseiten der Stufen durch den Mittelpunkt des Treppenhauses gehen. Die Eintheilung der Treppenstufen wird auf dem mittleren Bogen ABC gemacht, in welchem jede Stufe einen 31 cm breiten Auftritt haben muss, wenn die Höhe jeder Stufe oder die Steigung 16 cm beträgt. Und damit die Stufen an ihrem inneren Stirnende nicht zu wenig Auftritt bekommen, muss die Länge jeder Stufe stets geringer sein, als der dritte Theil der lichten Weite des Treppenhauses.

Sämmtliche Stufen erhalten in der Mauer ein Auflager von 10 cm Breite und darüber.

Der Querschnitt der Treppenstufen hat entweder die Form, welche Fig. 564 und Fig. 565 zeigen, oder es hat derselbe die Form von Fig. 568. Im ersteren Falle bildet die untere Fläche der Stufen eine stetig zusammenhängende Schraubenfläche oder Spiralfäche, und im zweiten Falle eine gebrochene Spiralfäche.

Fig. 564 stellt die Verstreckung der inneren Stirnfläche einer beliebigen Anzahl von Stufen vor und Fig. 565 die Verstreckung der äusseren Stirnfläche, welche in der Mauer sich befindet. Um die Fig. 564 zu konstruiren, trage man auf der geraden Linie DE die innere Breite ac des Auftritts einer Stufe mehrere Male auf, indem man $zt=tg=gh=hl$ gleich der Länge des Bogens ac Fig. 563 macht. In den erhaltenen Punkten konstruirt man Senkrechte auf DE und trage darauf die Steigung der Stufen. Die Länge ro , um welche eine Stufe die andere überdeckt, nehme man 2 bis 3 cm an, und beschreibe aus dem Punkte o mit einem Radius von 10 bis 15 cm Länge einen Kreisbogen. Dieselbe Konstruktion werde an der oberen Stufe ausgeführt, indem man aus dem Punkte v einen Kreisbogen mit 10 bis 15 cm Radius beschreibt. Tangential zu beiden Kreisbogen konstruirt man nun die gerade Linie tu und ziehe op und vw senkrecht auf derselben: die gerade Linie tu stellt alsdann die Verstreckung der inneren Schraubenlinie vor und op die Breite der Lagerfuge zwischen zwei Treppenstufen. Auf ähnlichem Wege werden die Lagerfugen der übrigen Treppenstufen ermittelt.

Nachdem auf diese Weise die Verstreckung der inneren Stirnfläche der Stufen konstruirt worden ist, wende man sich zur Bestimmung des vollständigen Grundrisses irgend einer Treppenstufe, etwa der dritten in Fig. 563. Zu dem Ende mache man an Fig. 563 gleich der oberen Stufenbreite ko Fig. 564 und ne