

denen Theilen dieser Stufe sind lange Bindersteine *A* angeordnet, deren keilförmiger Fugenschnitt das Verschieben der Theile dieser Stufe verhindert.

Auf diese einfache Stufe folgt eine Doppelstufe, deren Theile ohne Binder stumpf zusammenstossen, da die untere Stufe das Verschieben der Doppelstufe verhindert. Auf diese Doppelstufe folgt wieder eine einfache Stufe mit Bindersteinen *A*, welche ihr festes Lager theils durch das Gewicht der Doppelstufe erhalten, theils auch dadurch, dass sie in den unter der Treppe befindlichen Stützmauern fest eingemauert werden.

Es ist einleuchtend, dass bei diesem Steinverbande ein Verschieben der Treppenstufen nicht möglich ist. Es kann zwar nicht in Abrede gestellt werden, dass eine Freitreppe in dieser Art angeordnet mehr Kosten verursacht, als eine Treppe mit einfachen Stufen, da bei jeder Doppelstufe eine einfache Stufe verloren geht und deshalb bedeutend mehr rohes Material erforderlich ist, als bei der Konstruktion aus einfachen Stufen. Man hat aber auch den Vortheil, dass die Treppe in gutem Stande bleibt, ohne nöthig zu haben, Ausbesserungen daran zu machen, so lange die Steine den Ursachen der Zerstörung widerstehen, denen sie ausgesetzt sind.

Das Profil der Treppenstufen wird entweder so angeordnet, wie Fig. 521 *B* zeigt oder wie Fig. 527 vorstellt, wo an der vordern obern Kante eine Welle mit einem kleinen Plättchen darunter angeordnet ist, oder ein breites Band, welches fast die halbe Höhe der Stufe einnimmt, bildet den Saum der Stufe, wie aus Fig. 528 zu ersehen ist.

Die unterste Stufe einer Freitreppe erhält stets eine grössere Höhe als die übrigen Stufen, da sie stets in den Fussboden eingelassen wird; auch ist sie auf ein solides Fundament zu legen, denn von der absolut unverschieblichen Lage des Antrittes hängt namentlich bei freitragenden Treppen die Solidität der ganzen Konstruktion ab.

§. 143.

Fig. 531 ist der Grundriss einer Freitreppe mit drei Armen, welche zwei Aufgänge bilden; Fig. 530 stellt die Ansicht dieser Freitreppe vor. Die beiden untern Arme führen zu einem grossen Podest, von welchem der dritte Arm zum obern Podest führt. Diese Treppenanlage bildet einen zweckmässigen Vorbau bei Landhäusern oder anderen freistehenden Gebäuden.

Fig. 532 Taf. XLV ist der Grundriss und Fig. 533 der vertikale Durchschnitt einer kleinen Freitreppe mit rechtwinkliger Wiederkehr. Die vier untern Stufen werden von zwei Doppelstufen gebildet und nur die obere Stufe *E* ist einfach. Die rechtwinklige Wiederkehr befindet sich an den Doppelstufen *A* und *B*, mit welchen die Doppelstufen *C* und *D* in den Fugen *ab* und *cd* stumpf zusammenstossen. Die Stufen dieser Treppe ruhen auf einer vollen Mauer, welche so breit angenommen worden ist, dass nicht allein die Stufen der Treppe ihr Lager auf derselben erhalten, sondern auch noch Granitplatten *F*, welche vor der Treppe angebracht sind und die dazu dienen, das Verschieben der Stufen zu hindern.

Von den Treppen mit geraden Armen zwischen zwei Mauern.

§. 144.

Die Treppen dieser Art werden nur im Innern der Gebäude angeordnet und erhalten einen oder mehrere Aufgänge; jeder Aufgang hat eine oder mehrere Arme, zwischen welchen entweder Ruheplätze oder Podeste angeordnet sind oder nicht. Je breiter diese Treppen sind und je mehr Arme sie haben, eine desto bessere Wirkung bringen sie hervor.

Wenn die Anzahl der Arme beträchtlich ist, so ist es zweckmässig, die Anzahl der Stufen von einem Arm zum andern, von dem untern an gerechnet, zu vermindern, etwa in der Art, dass der untere Arm 19 Stufen, der folgende 17, der dritte 15 Stufen erhalte u. s. f. Diese Anordnung dient theils zur Verschönerung der Treppe, theils dazu, dass man beim Ersteigen der Treppe häufiger Ruheplätze antreffe, je mehr man ermüdet.

Je nach der Wichtigkeit der Treppe giebt man den Ruheplätzen 0,80, 1,25, 1,75 und 2,00 m zur Breite.

Bei der Anlage dieser Treppen sind besonders zwei Fälle zu unterscheiden, welchen der Baumeister genügen muss:

1. die Anordnung einer Treppe sei gegeben, so wie die Höhe, zu welcher sie gehen soll; den Raum zu berechnen, den die Treppe in der Horizontalprojektion einnimmt;
2. die schickliche Anordnung einer Treppe zu treffen, wenn der Raum, den eine Treppe in der Horizontalprojektion einnehmen soll, und die Höhe, zu welcher sie führen soll, gegeben sind.

Der erste von diesen zwei Fällen bietet keine Schwierigkeiten weiter dar, in sofern das Ermitteln des Grundrisses eines Gegenstandes nicht schwierig ist, wenn dieser Gegenstand im Raum gegeben ist, die Lösung des zweiten Falles führt aber häufig auf

Schwierigkeiten, welche nicht immer auf befriedigende Art gelöst werden können.

Gesetzt, es liege der erste Fall vor, die Lokalität der Treppe sei gegeben, so wie die Höhe derselben, in diesem Falle ist das Erste, was man zu thun hat, dass man die Anzahl der Stufen ermittelt, welche die Treppe erhalten soll. Zu dem Ende theile man die Höhe, zu welcher man steigen will, durch die Höhe einer Stufe; der Quotient giebt die Anzahl der Stufen der Treppe. Enthielte dieser Quotient eine ganze Zahl und einen Bruch, so lässt man den Bruchtheil unbeachtet, wenn derselbe kleiner als $\frac{1}{2}$ ist, ist der Bruchtheil aber grösser als $\frac{1}{2}$, so vermehrt man die vorhergegangene ganze Zahl um Eins und dividirt das Maass der gegebenen Höhe der Treppe durch diese Zahl, um die Höhe zu finden, welche man jeder Stufe zu geben hat.

Angenommen, die Höhe, zu welcher man steigen wolle, betrage 4,8 m und die Höhe jeder Stufe sei 16 cm, so dividire man die Zahl 480 durch 16, der Quotient 30 giebt die Anzahl der Steigungen, welche die Treppe erhalten muss.

Wäre aber die Höhe, zu welcher man steigen wolle, etwa 5 m und die Höhe, welche man jeder Stufe geben wolle, betrage 17,5 cm, so drücke man die Höhe der Treppe in Centimetern aus und dividire die erhaltene Zahl 500 durch die Steigung 17,5; der Quotient 28,59 kann natürlicher Weise nicht beibehalten werden, da man keine Bruchzahl von Stufen haben kann. Man ändere nun die Steigung jeder Stufe dahin, dass die Treppe 29 Steigungen bekomme; zu dem Ende darf man nur die Zahl 500 dividiren durch die Zahl 29, der Quotient 17,24 giebt das Maass der Steigung in Centimetern, welche jede Stufe bekommen muss.

Nachdem man die Anzahl der Steigungen der Treppe ermittelt hat, theile man diese Zahl in so viele Theile, als die Treppe Absätze erhalten soll; dadurch erhält man die Anzahl der Steigungen, welche jeder Treppenarm aufnehmen muss. Diese Anzahl Steigungen in jedem Treppenarm muss ungerade sein. Hierauf bestimme man die Breite der Ruheplätze oder Podeste, so wie auch die Breite des Auftritts jeder Stufe; diese letztere erhält man, wenn die Steigung jeder Stufe in Centimetern ausgedrückt doppelt genommen und die hervorgehende Zahl von der Zahl 63 hinweggenommen wird, der Rest giebt die Breite des Auftritts jeder Stufe.

Bei einer Steigung von 17,24 cm ist 34,48 das Doppelte derselben, daher der Unterschied $63 - 34,48 = 28,52$ cm die Breite des Auftritts jeder Stufe.

Da in jedem Treppenarm eine Stufenbreite weniger enthalten ist, als Steigungen vorhanden sind, indem die oberste Stufenbreite mit der Podestfläche zusammenfällt, darf man nur die Anzahl der Ruheplätze (den obern Austritt mitgerechnet) von der Anzahl der Steigungen hinwegnehmen, um die Anzahl der Stufenbreiten zu erhalten, welche in der Treppe vorhanden sein müssen. Diese Stufenbreiten addire man nun zusammen, füge die Breiten der Ruheplätze hinzu, dadurch erhält man die Ausdehnung der Treppe in der Horizontalprojektion, wonach der Grundriss angefertigt werden kann

§. 145.

Die Stufen einer Treppe zwischen zwei geraden Mauern ruhen entweder auf einem steigenden Tonnengewölbe, welches zwischen den zwei einschliessenden Mauern sich befindet, oder die Stufen überdecken sich nur um 4 bis 5 cm und haben keine weitere Unterstützung. In diesem letzteren Falle müssen aber die Kopfenden der Stufen in den beiden einschliessenden Mauern gut eingefügt werden, damit die Stufen ein festes Lager erhalten. Ruhen die Stufen auf einem steigenden Tonnengewölbe, so werden die Kopfenden jeder Stufe entweder auch in den einschliessenden Mauern eingefügt oder sie stossen nur stumpf gegen dieselben. Jedenfalls muss aber die unterste Stufe jedes Treppenarmes in den Mauern gut eingefügt werden, damit dieselbe nicht verschoben werden kann; jede der übrigen Stufen erhält dann einen 4 bis 5 cm tiefen rechtwinkligen Falz an ihrer vordern untern Kante, welcher die feste Lagerung der Stufen vermittelt.

Dies steigende Tonnengewölbe unter den Treppenstufen erhält nur schwache Dimensionen, und weil die Ruheplätze oder Podeste eine horizontale Lage haben, muss das Gewölbe unter denselben entweder ein Klostersgewölbe oder ein Kreuzgewölbe sein; auch das konische Gewölbe kann hier mit Vortheil angewendet werden.

Die viereckig gewundene Wendeltreppe mit rechtwinkliger Spindel.

§. 146.

Von den Treppen mit geraden Armen zwischen zwei einschliessenden Mauern bildet die viereckig gewundene Wendeltreppe eine besondere Art. Die Anlage dieser Treppe ist in Fig. 535 Tafel XLV im Grundriss zur Hälfte dargestellt, und man ersieht aus dieser Figur, dass die Grundrisse der Vorderseiten der Stufen nicht parallel sind, sondern eine konvergierende Richtung haben, welche durch den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der vier Quadrate

geht, die durch die einschliessenden Mauern der Treppe gebildet werden. Bei der Konstruktion der Treppen aus Holz würde es fehlerhaft sein, die Richtung der Vorderseite einer Stufe in der Richtung der Diagonalen $A'B'$ und $C'D'$ anzuordnen; die Konstruktion dieser Treppe aus Schnittsteinen erfordert aber, dass die Diagonalen $A'B'$ und $C'D'$ mit dem Grundriss der Vorderseite einer Stufe zusammenfallen.

Die Anordnung der Stufen dieser Treppe geschieht nun in der Art, dass man zunächst die Diagonalen $A'B'$ und $C'D'$ zieht, dieselben in den Punkten F' und G' halbiert und die gerade Linie $F'G'$ zieht. Hierauf trage man die mittlere Breite, welche man jeder Stufe zu geben beabsichtigt, von F' nach G' , und wenn etwa kein Theilpunkt in G' treffen würde, ändere man die mittlere Stufenbreite dahin, dass ein Theilpunkt in G' fällt. Durch die erhaltenen Theilpunkte und durch den Mittelpunkt M' ziehe man sodann die geraden Linien $I'K'$, $L'N'$, $O'P'$ u. s. f., so stellen diese die Grundrisse der Vorderseiten der Stufen vor. Eben so findet man die Grundrisse der Vorderseiten der Stufen in den drei übrigen Treppenarmen. Nachdem die Projektionen der Stufen der Treppe ermittelt sind, wende man sich zunächst zur Bestimmung der Projektionen des steigenden Gewölbes, welches die Treppenstufen trägt. Die innere Fläche dieses Gewölbes ist die Vereinigung von vier gleichen windschiefen steigenden Tonnengewölben, welche zwischen den einschliessenden Mauern der Treppe sich befinden. Fig. 534 stellt eine gerade Ansicht dieser Gewölbekonstruktion vor. Der Halbkreis $A''F''B''$ ist der Aufriss der Gratlinie, deren Grundriss die gerade Linie $A'B'$ ist, und der Halbkreis $D''G''C''$ ist der Aufriss der Gratlinie über der Diagonale $C'D'$ Fig. 535. Die Lage dieses zweiten Halbkreises $D''G''C''$ wird erhalten, wenn man die Länge der geraden Linie D^0D'' mit der Summe der Steigung aller Stufen, welche in dem einen Treppenarme sich befinden, gleich gross macht. Da hier in jedem Treppenarme 6 Stufen angeordnet worden sind, so muss die Länge der Linie D^0D'' die Steigung h jeder Stufe 6 Mal enthalten. Die beiden Halbkreise $A''F''B''$ und $D''G''C''$ Fig. 534 theile man nun in so viel gleiche Theile, als das Gewölbe Steinschichten erhalten soll, und verbinde die ähnlich liegenden Punkte durch gerade Linien: dadurch erhält man die windschiefen Linien, welche den Aufriss der inneren Leibungsfugen des Gewölbes in dem Treppenarme $A'B'D'C'$ vorstellen.

Der Treppenarm, dessen Grundriss die Figur $C'W'R'D'$ zur Hälfte vorstellt, enthält ebenfalls 6 Treppenstufen; wenn man daher die Höhe $C''W''$ gleich gross macht mit der Steigung dreier Treppenstufen und durch den Punkt W'' mit dem Radius $F''B''$ einen dritten Halbkreis konstruirt, so stellt dieser den Aufriss der Richtungslinie des Gewölbes vor, deren Grundriss die gerade Linie $R'W'$ ist. Theilt man nun auch diesen Halbkreis eben so, wie der Halbkreis $D''G''C''$ eingetheilt wurde, und verbindet man ähnlich liegende Punkte durch gerade Linien, so ergeben sich die parallelen Linien $G''H''$, $a''b''$, $c''e''$ und $m''n''$, welche den Aufriss der windschiefen Leibungsfugen des Gewölbes über $C'D'R'W'$ vorstellen. Damit die Figur nicht undeutlich werde, ist der Aufriss dieses Gewölbtheils nur zur Hälfte in Fig. 534 gezeichnet worden.

Um noch die Gratlinien zu erhalten, in welchen die steigenden Tonnen sich schneiden, darf man nur über $O'P'$ Fig. 535 einen Halbkreis beschreiben, in den Punkten o' , p' u. s. f. gerade Linien senkrecht auf $A'B'$ ziehen und diese gleich gross machen mit den Höhen jenes Halbkreises in den ähnlich liegenden Punkten, also $o'(o) = q'(q)$, $p'(p) = r'(r)$ u. s. f.; dadurch erhält man Punkte (o) , (p) u. s. f. der Gratlinie, von welcher die Rede ist.

Die innere einschliessende Mauer der Treppe, deren Grundriss durch die Fig. $Q'B'D'R'$ zur Hälfte vorgestellt wird, ist entweder hohl oder nicht, und heisst die Spindel der Treppe.

Von den Treppen mit geraden Armen auf vorspringendem Gewölbe.

§. 147.

Die Konstruktion der Treppen mit geraden Armen auf einem vorspringenden Gewölbe geht aus Fig. 536, Fig. 537 und Fig. 538 deutlich hervor. Fig. 538 ist der Grundriss dreier Arme dieser Treppenanlage. Zwischen je zwei Treppenarmen befindet sich ein Podest, unter welchem das vorspringende Gewölbe entweder ein Klostergewölbe bildet, wie die Fig. A in Fig. 538 zeigt, oder das vorspringende Gewölbe bildet hier ein konisches Gewölbe, wie Fig. B zeigt. Wenn die Podeste nach Art der Klostergewölbe unterwölbt werden, so stellt Fig. 537 eine gerade Ansicht dieser Treppenkonstruktion vor; wird aber das Gewölbe unter den Podesten konisch angeordnet, so ist die gerade Ansicht der Treppe wie Fig. 536 zeigt.

Von den Treppen zwischen cylindrischen Mauern.

§. 148.

Fig. 540 Tafel XLVI ist der Grundriss einer Treppe zwischen zwei cylindrischen Mauern und Fig. 539 ist ein vertikaler Durchschnitt, Steinschnitt.

schnitt nach der Richtung AE des Grundrisses. Diese Treppen können eine oder mehrere Wendungen erhalten und bekommen in gewissen Entfernungen Ruheplätze. Die Richtung der Vorderseiten der Stufen geht durch den Mittelpunkt M der cylindrischen Mauern, und es erhalten daher die Stufen an dem innern Kopfende eine geringere Breite als an dem äussern Kopfende. Je kleiner der Radius MC der innern cylindrischen Mauer ist, desto schmaler wird der Auftritt der Stufe in der Nähe ihres innern Kopfendes und desto unbequemer ist die Besteigung der Treppe. Aus diesem Grunde muss darauf gehalten werden, dass die Länge CM grösser sei als $\frac{1}{3} AE$, oder die Breite AC der Treppe geringer als $\frac{1}{3} AE$.

Um die Eintheilung der Treppenstufen zu machen, halbire man die Breite GE der Treppe in D und konstruirt aus dem Mittelpunkte M den Kreisbogen DFB . Sodann trage man die der Steigung entsprechende Breite des Auftritts auf diesen Kreisbogen DFB und ziehe durch die erhaltenen Theilpunkte und durch den Mittelpunkt M gerade Linien, so stellen diese die ersten Projektionen der Vorderflächen der Stufen vor.

Fig. 542 ist der Grundriss und Fig. 541 ein mittlerer gerader Durchschnitt einer Treppe zwischen zwei cylindrischen Mauern, von welchen aber nur die äussere Mauer beliebig fortgesetzt wird, die innere aber in treppenförmigen Absätzen endigt. Diese Absätze haben die Höhe von 2 bis 3 Stufen zur Höhe.

Die Fig. 543 und 544 zeigen endlich noch die Konstruktion einer Treppe, wo die äussere einschliessende cylindrische Mauer beliebig fortgesetzt gedacht werden kann, die innere cylindrische Mauer aber nur bis zur Treppe reicht und hier in einer krummen Wange endigt, welche von einer Schraubenfläche begrenzt wird. Die beiden Seitenflächen der Wange endigen oberhalb in Kurven, welche man Schraubenlinien nennt. Diese Schraubenlinien treten 5 bis 8 cm über der vorderen Oberkante jeder Stufe hervor.

In den Fig. 545 und 546 haben wir einen Theil der cylindrischen Wangenmauer in den vierfachen Maassen, nach welchen Fig. 544 gezeichnet worden ist, projicirt. Fig. 546 ist der Grundriss und Fig. 545 eine gerade Ansicht der Wangenmauer.

Die Steinschichten der Wangenmauer haben eine horizontale Lage und horizontale Lagerfugen, von welchen die obere schiefe Fläche der Wangenmauer in spitzen Winkeln geschnitten würde, wenn die horizontalen Lagerfugen in gerader Richtung bis zur Schraubenfläche sich erstreckten. Aus diesem Grunde müssen jene horizontalen Lagerfugen in der Nähe der Schraubenfläche in der Art gebrochen werden, dass ihre Richtung normal auf den Schraubenlinien steht, welche durch die Oberkanten der Wange gebildet werden. Um nun diese Richtung zu erhalten, theile man den Kreisquadrant $a'i'$ Fig. 546 in so viel gleiche Theile als Lagerfugen die obere Fläche der Wangenmauer in einem Quadrat begegnen; geschieht dies etwa von vier Lagerfugen, so theile man den Kreisbogen $a'i'$ in vier gleiche Theile, indem man $a'd' = d'g' = g'h' = h'i'$ macht, und ziehe durch diese Theilpunkte und durch den Mittelpunkt m' die geraden Linien $d'n'$, $g'q'$ und $h'r'$. Nachdem dies geschehen ist, trage man denjenigen Theil der Schraubenlinien der Wange aus, welcher einer horizontalen Steinschicht entsprechen würde, wenn die horizontalen Lager in gerader Richtung die Schraubenfläche schneiden würden. Zu dem Ende mache man in Fig. 547 die gerade Linie ae gleich dem Kreisbogen $a'd'$ Fig. 546, af Fig. 547 gleich $k'n'$ Fig. 546, ziehe ap senkrecht auf af und mache diese Linie gleich der Höhe einer Steinschicht. Zieht man nun die geraden Linien pe und pf , so stellen diese die ausgezogenen Schraubenlinien vor, um die es sich handelte.

Man mache nun die Länge ao gleich 8 bis 15 cm, ziehe oh parallel mit af und aus den Punkten h und n gerade Linien hi und nc senkrecht auf af , sowie hd senkrecht auf pf und nb senkrecht auf pe . Ferner werde $a'b'$ Fig. 546 gleich ec Fig. 547 gemacht, $a'c'$ Fig. 546 gleich eb Fig. 547, $k'l'$ Fig. 546 gleich $f'i$ Fig. 547 und $k'm'$ Fig. 546 gleich $f'd$ Fig. 547.

Sodann werde der Punkt b' Fig. 546 auf den entsprechenden Aufriss der innern Schraubenlinie nach b'' Fig. 545 projicirt, der Punkt l' auf die äussere Schraubenlinie nach l'' und der Punkt c' auf die gerade Linie $x''k''$ nach c'' ; verbindet man nun die Punkte b'', l'' und c'', w'' Fig. 546 durch gerade Linien, so wie auch in Fig. 545 die Punkte b'', l'' und c'', b'' , so ist die gebrochene Linie $x''c''b''l''$ der Aufriss der obern Lagerfuge der untersten Steinschicht.

Man mache ferner $d'e'$ Fig. 546 gleich $a'b'$, $d'f'$ gleich $a'c'$, $n'o'$ gleich $k'l'$ und $n'p'$ gleich $k'w'$, projicire sodann e' nach e'' Fig. 545, f' nach f'' und o' nach o'' , ziehe die geraden Linien $f''e''$ und $e''o''$: diese Linien stellen alsdann den Aufriss desjenigen Theils der zweiten Lagerfuge vor, welcher auf der Schraubenfläche normal steht.

Auf demselben Wege werden die Projektionen der übrigen Lagerfugen erhalten.

Fig. 548 stellt einen Stein der cylindrischen Wangenmauer vor; Fig. 549 und Fig. 550 zeigen Wangensteine der cylindrischen Mauer, an welchen Theile der Schraubenfläche sich befinden; Fig. 549 stellt den untersten und Fig. 550 den zunächst folgenden Wangenstein vor.