



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lehre vom Steinschnitte der Mauern, Gewölbe, Bögen und Treppen

Paradies, Julius

Hannover, 1873

Erster Abschnitt. Die Mauern.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-66821](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-66821)



DIE LEHRE VOM STEINSCHNITTE.

§. 1. Einleitung.

Die Lehre vom Steinschnitte ist der Inbegriff der Grundsätze und Regeln der Erfahrung wie der Theorie, nach denen eine gegebene Bauform in mässig grosse Steine der Art zerlegt werden kann, dass diese bei ihrer Zusammensetzung den möglichst grössten Widerstand leisten und bildet in Folge dessen der Steinschnitt einen Theil der Lehre von den Steinconstructions und zwar nur von denjenigen Bauwerken, welche aus künstlich behauenen Steinen, Schnittsteinen aufgeführt werden.

Die wesentlichsten, hier zu behandelnden Constructions sind:

1) Die Mauern, 2) die Decken (Bögen, Gewölbe), 3) die Thür- und Fensteröffnungen und 4) die Treppen.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Mauern.

§. 2. Allgemeine Regeln des Verbandes.

Die Steine erhalten nach ihrer Lage in der Mauer verschiedene Namen. Man hat z. B. in einer horizontalen Mauerschicht Binder, Läufer; ein Binder, der durch die ganze Mauer greift, ist ein Ankerstein.

Die Flächen, in welchen zwei über einander liegende Steinschichten sich berühren, heissen Lagerflächen, deren Grenzen Lagerfugen; die Flächen, in welchen neben einander liegende Steine sich begegnen und gegen die Lagerflächen womöglich normal zu führen sind, Stossflächen, und deren Grenzen Stossfugen.

Als Hauptregel für den Steinverband gilt, die Steine nach der Länge sowohl, wie nach der Breite so zu verlegen, dass die Fugen gehörig wechseln und die Stossflächen zweier unmittelbar übereinander liegender Schichten nicht in Einer Ebene liegen.

Die Dimensionen der Steine sind von verschiedenen Umständen abhängig; doch hat man für Steine von mittlerer Härte und Festigkeit das Verhältniss der Höhe zur Breite wie 1 : 1½, bis 2, der Höhe zur Länge wie 1 : 2 bis 3. Sehr harten und festen Steinen, deren Dicke grösser als etwa 0,3 m. beträgt, giebt man ein Verhältniss der Höhe zur Länge wie 1 : 4 und der Höhe zur Breite wie 1 : 2 bis 3.

In Rücksicht auf die Art der Zusammensetzung der Steine ist die Form einer Mauer massgebend und macht man daher folgende Eintheilung derselben, die sich hauptsächlich nach ihren Begrenzungen richtet:

1) Verticale gerade, 2) geböschte, 3) windschiefe, 4) cylindrische und 5) kegelförmige Mauern.

Als weitere Regel bei sämtlichen Mauern hat man, dass die Steine so zu bearbeiten sind, dass die Richtung des Druckes normal zur Lagerfläche wirken kann und sind alle scharfen Kanten so viel als möglich zu umgehen.

§. 3. Gerade Mauern.

Die Steinverbände, welche die alten Griechen und Römer zur Anwendung brachten, sind die nachfolgenden:

1) Das regelmässige Quadermauerwerk (Isodomum); ein Mauerwerk dem unserer Backsteinmauern ähnlich, indem die Steine alle gleich lang und gleich hoch bearbeitet waren; doch findet man zuweilen in einer und derselben Schicht Binder und Läufer abwechselnd.

2) Das Mauerwerk mit ungleichen Schichten (Pseudoisodomum). Bei abwechselnd niedern und höhern Schichten sind die Steine in einer Schicht alle gleich hoch. Fig. 1, Tafel I.

3) Das Füllmauerwerk (Emplecton). Die Aussenseiten dieser Mauern sind aus gut bearbeiteten Werkstücken ausgeführt, die Steine reichen mit ihrer Stärke nicht durch die ganze Mauer und ist das Innere durch Bruchsteinmauerwerk oder eine ähnliche Masse ausgefüllt und dienen zur Verbindung der Aussenseiten durchgehende Ankersteine. Fig. 2, Tafel I.

4) Das Mauerwerk mit unbestimmten Fugen (opus incertum nach Vitruv), wohl das älteste Mauerwerk, wurde aus unregelmässigen, jedoch sorgfältig in Verband gebrachten Steinen kleinerer und grösserer Dimensionen hergestellt. Fig. 3, Tafel I.

5) Das netzförmige Mauerwerk (opus reticulatum), ein Mauerwerk, das aus würfelförmig bearbeiteten Steinblöcken hergestellt wurde, wobei die Steine so in der Mauer stehen, dass die Diagonale eines Quadrates sich lothrecht befindet. Fig. 4, Tafel I.

Die letztern Mauerarten erhielten zur Sicherung gegen Abgleiten Eckverkleidungen durch horizontale Steine und in gewissen Höhen durchgehende horizontale Schichten.

In der neueren Zeit wendet man jedoch folgende Verbände an, als:

1) Man bearbeitet die Steine in einem Grössenverhältnisse ähnlich dem der Backsteine (Höhe: Breite: Länge = 1 : 2 : 4) und stellt dann die Mauern im Block- oder Kreuzverband her.

2) Sind die Mauern nicht sehr stark, so erhalten die Quadern bei gleicher oder ungleicher Länge eine solche Breite, dass diese der Mauerstärke gleich ist und sieht man nur dabei auf einen richtigen Fugenwechsel. Fig. 5, Tafel I.

3) Für stärkere Mauern macht man die Steinbreite gleich der halben Mauerstärke und wechselt mit den Schichten (Läufer- und Binderschichten) so, dass die Fugen gedeckt werden. Fig. 6, Tafel I.

4) Man kann auch in jeder Schicht mit Läufern und Bindern wechseln, wobei die Steinbreite nicht gleich der halben Mauerstärke sein muss. Fig. 7, Tafel I.

5) Sind die Mauern noch stärker, so erhalten die Steine eine Breite gleich $\frac{1}{3}$ der Mauerstärke und wechselt man dann bei gedeckten Fugen mit Läufer- und Binderschichten ab (ähnlich wie unter 3).

Ausserdem kann man auch diesen Mauern in ihrer äussern Gestalt verschiedene Formen durch die Verbindung der einzelnen Steine und Schichten geben. Fig. 8—15, Tafel I.

Sehr vorthellhaft für die Stabilität der Mauern ist es, wenn sowohl die einzelnen Steine in einer Schicht (nebeneinander liegende), sowie die Schichten (übereinander liegende Steine) untereinander noch durch Metall (Eisen, besser Kupfer oder Bronze oder auch nur Stein) verbunden werden; indem der hier angewendete Mörtel bloss eine Vergrösserung der Reibung, jedoch keine mechanische oder gar chemische Verbindung mit den Steinen erzielen kann. Man erreicht dies bei Steinen in Einer Schicht durch Klammern Fig. 16, Tafel I oder schwalbenschwanzförmige Platten Fig. 17, Tafel I; bei übereinander liegenden Steinen jedoch durch Döbbel von 0,03 m. bis 0,06 m. Durchmesser und 0,08 m. bis 0,12 m. Länge Fig. 18, Tafel I oder auch durch Steinprismen Fig. 19, Tafel II. Es ist ferner auch zu empfehlen, die einzelnen nebeneinander liegenden Steine durch künstliche Einschnitte von 0,02 m. bis 0,04 m. Tiefe in einander greifen zu lassen; jedoch muss die Bearbeitung der Art immer sein, dass keine scharfen Kanten, spitze Winkel entstehen. Auch pflegt man wohl zuweilen über einander liegende Steine mit ähnlicher Hakenform zu versehen. Beides geschieht am häufigsten dann, wenn ein seitlich wirkender Druck die Schichten oder einzelne Steine verschieben könnte, in andern Fällen genügt der einfache Verband. Anordnungen hierfür geben die Fig. 20—24, Tafel II, und 87—92, Tafel IV.

Verwendet man Quadern zum Verkleidemaerwerk, so muss man darauf sehen, dass die Steine zunächst wie bei andern Mauern aus Schnittsteinen vollkommen horizontal und eben hergestellt werden (weder concav noch convex); ferner wende man dünne Quaderschichten an, gebe dem innern Mauerwerk einen dünnern Mörtel als dem verkleidenden und führe die Mauern langsamer auf, damit eine gleichförmige Setzung stattfinden kann.

Vorteilhaft kann man bei Mauern, die nur ihrem eigenen Verticaldrucke (keinem seitlichen Drucke) unterworfen sind, statt des Mörtels Bleiplatten anwenden, welche zwischen je zwei Schichten zu legen sind; doch müssen die Steine nicht vollständig glatt, sondern rauh bearbeitet sein. Bei regelrecht gearbeiteten Paralleloipedern dürfen die Fugen bei dünnflüssigem Mörtel nicht grösser als 0,002 m. bis 0,004 m. sein.

Weitere Schwierigkeiten treten bei den Verbindungen an den Ecken ein, wo Umfassungsmauern unter einander sowohl, wie mit den Scheidemauern zusammenstossen und geben die Fig. 25—27, Tafel I, und Fig. 28, 29, Taf. II, Beispiele für die Anordnung derselben ohne besondern Steinschnitt, während die Fig. 30—37, Tafel II, Abzweigungen von Mauern darstellen, wobei zum Theil besondere Steine herzurichten sind, die von einer Mauer in die andere übergreifen, um dadurch den Verband zu erreichen.

Die Flächen der Steine können ein verschiedenes Aussehen erhalten und richtet sich dies nach der Bearbeitung. So können dieselben sein: gespitzt (Bearbeitung mit dem Spitzstein oder mit der Zweispitze), gekrönet (Bearbeitung mit dem Kröneisen), einfach scharriert, gut scharriert und aufgeschlagen, geschliffen u. s. w.

Man scharriert eine Fläche, indem der Stein zuerst gespitzt, dann mit dem Kröneisen in zu einander parallelen Richtungen bearbeitet wird, so zwar, dass das Kröneisen gegen den Stein geneigt gehalten wird und die Schläge dicht nebeneinander liegen. Gewöhnlich wird der Stein dann nochmals überarbeitet. Hierauf wird das Scharriren angewendet, indem die Fläche mit demselben 1—2mal scharriert wird. Während die Schläge des erstmaligen Scharrirens einen Winkel von 45° bis 46° etwa mit der Grund- oder Seitenkante bilden, laufen die Schläge der zweiten Bearbeitung mit einer von diesen Kanten parallel. Um ein genaues Einhalten der parallelen Richtungen zu ermöglichen, zieht der Arbeiter auf der Fläche in Entfernungen von etwa 0,15 m. bis 0,20 m. Linien parallel untereinander. Bilden sämtliche Schläge zusammenhängende Streifen, so spricht man von einer aufgeschlagenen scharrierten Fläche.

Sollen die Flächen geschliffen werden, so stellt man zunächst ganz glatte Flächen her und schleift dieselben dann mit Sand und Sandsteinstücken, und kann dies entweder durch Menschen, Wasser oder Dampfkraft erfolgen. Der Art hergestellte Flächen verdienen den Vorzug jeder andern Bearbeitungsmethode gegenüber.

Um die Steine einer geraden Mauer zu bearbeiten, wählt man zunächst ein Werkstück mit um etwas grössere Dimensionen als der herzustellende Quader erfordert, und legt (bänkt ihn auf) ihn so, dass sein natürliches Lager (Lager im Bruche) sich oben befindet und bearbeitet dies eben. Um die übrigen an den Stein herzustellenden Ebenen der Paralleloipeds zu erhalten, wählt man den Satz der Geometrie, nach welchem 2 parallele Gerade oder 2 sich schneidende Gerade eine Ebene bestimmen.

Die erste Methode (Bearbeitung der Fläche nach Schlägen) besteht darin, dass man an der einen Kante des Steines eine Gerade vorreiss, hieran einen Schlag arbeitet, der mittelst des Richtscheites geebnet wird; an diesen geebneten Theil wird sodann ein Richtscheit angelegt und in der an der Seite sich befindlichen Ebene eine Gerade der Art gezogen, dass sie mit der ersten sich in einer Ebene befindet, dieser aber gegenüberliegt. Man überzeugt sich hiervon durch das Anlegen eines Richtscheites auch an diese Kante; es müssen dann nämlich die Unterkanten der Liniale bei gleicher Breite derselben, besser die Oberkanten sich vollständig decken, nicht aber kreuzen. Auch an diese Linie wird ein Schlag gearbeitet, der ebenso wie der erste vollständig mit Hilfe des Richtscheites geebnet werden muss und verbindet dann diese beiden Schläge durch einen dritten, der am bequemsten längs einer der andern Kanten des Steines geführt

werden kann. Soll untersucht werden, ob die hergestellte Fläche eine Ebene ist, so müssen die sämtlichen Punkte der Fläche von den Punkten des normal zu den Schlägen bewegten Richtscheites berührt werden.

Bei grössern Flächen bedient man sich der zweiten Methode (Bearbeitung des Steines aus dem Lager). Es werden längs der Kanten der Fläche Schläge gemacht und die Fläche durch weitere zwei rechtwinkelig zu einander sich befindliche Schläge in 4 Theile getheilt und hierauf jedes Stück der Fläche einzeln hergestellt. In derselben Weise werden die sämtlichen Flächen des Steines bearbeitet, indem die an den Seiten sich befindlichen Ebenen aus dem fertigen natürlichen Lager gewinkelt werden; zum Schlusse wird erst das obere Lager hergestellt. Das Herabwinkeln der Flächen geschieht nach bekannten Sätzen der Geometrie.

Zur Zusammenfügung der Steine zu einer Mauer bedarf man in der Regel nicht eines sogenannten Musterrisses. Für den Fall, dass die beiden zur Darstellung der Mauer notwendigen Projectionen Grundriss und Aufriss, nicht hinreichen, bedient man sich noch einer weitem Hilfsprojection, die normal zur ersten oder zur zweiten oder zu beiden Bildebenen gestellt werden muss, je nach Erforderniss. Zur Darstellung der einzelnen Steine, um dieselben danach bearbeiten zu können, bedient man sich einer schrägen Parallell-Projection, der sogenannten Cavalier-Perspective (Isometrie), und zwar der Art, dass die Bearbeitung der einzelnen Steine nicht nur, sondern auch gleichzeitig das bei derselben erforderliche Prisma, aus welchem etwa der Stein herzustellen ist, sowie ferner die einzelnen Dimensionen der Abschrägungen mit Leichtigkeit und Genauigkeit entnommen werden können.

§ 4. Geböschte Mauern.

Man versteht unter Böschungsfäche, geböschte Fläche, Anlauf, die geneigte Begrenzungsfläche einer Mauer, und unter Böschungswinkel den Winkel, den dieselbe mit einer Vertikalen einschliesst. In der Praxis wird dies durch eine Verhältnisszahl ausgedrückt, in welcher der Zähler die Einheit, der Nenner aber eine Zahl ist, welche angiebt, wie oft die horizontale Kathete des Böschungsdreiecks in der Vertikalen enthalten ist.

Die geböschten Mauern können hauptsächlich sein:

- 1) Flügelmauern, 2) Stütz- und Futtermauern.

Dämme, welche recht- oder schiefwinkelig gegen deren Achse durchschnitten sind, werden durch Flügelmauern gestützt, hingegen dienen Stütz- und Futtermauern dazu, Erdmassen vor Abrutschen zu sichern, welche ihre natürliche Böschung nicht erhalten können oder sollen, und schützen Stützmauern natürliches Erdreich gegen Abgleiten Fig. 38, Tafel V, während Futtermauern künstlich aufgeführtes Erdreich zu stützen und vor Abrutschen zu bewahren haben. Fig. 39, Tafel V.

§ 5. Flügelmauern.

Die von Ebenen begrenzten Flügelmauern können sein:

- 1) Normale senkrechte Flügel. Die Horizontal-Projection derselben ist normal gegen die Dammachse gerichtet, die Begrenzungswände normal. Fig. 40, Tafel III.
- 2) Schiefe Flügel mit senkrechten Wänden. Die Horizontal-Projection steht geneigt gegen die Dammachse, die Wände noch immer normal. Fig. 41, Tafel III.
- 3) Schiefe Flügel mit geneigten Wänden. Die Horizontal-Projection ist gegen die Dammachse geneigt und die Wände sind gebösch. Fig. 42, Tafel III.

Ausser den allgemeinen Regeln des Steinverbandes der Mauern, bei welchen der Druck vertikal wirkt, also die Lagerflächen horizontal, die Stossflächen vertikal sein müssen, hat man hier noch für die schiefwinkelige Begrenzung besondere Bearbeitungen einzelner Steine nöthig.

1. Normale senkrechte Flügel.

Durch die Anwendung horizontaler Schichten entstehen an der geböschten Fläche scharfe Kanten, die, für den Fall, als die Abweichung von der Vertikalen 15° nicht überschreitet, beibehalten werden können. Eine Regel, die bei sämtlichen Constructionen beobachtet wird. Ist jedoch dieser Winkel grösser als 15° , so führt man in der Nähe der Böschungfläche die Lagerflächen derart, dass sie in einer Entfernung von etwa 0,12 m. bis 0,15 m. von der Böschungfläche eine zur letztern winkelrechte Stellung erhalten. Man entnimmt diese Anordnung aus der 2. Vertikal-Projection oder aus der 2. Horizontal-Projection und ist die Bildebene jedes Mal so aufzustellen, dass sie eine zu beiden Hauptprojections-Ebenen normale Stellung erhält. Fig. 43—45, Tafel III.

2. Schiefe Flügel mit senkrechten Wänden.

Um hier überhaupt ein Bild für die Anordnung zu erhalten, legt man, wegen der geneigten Stellung der Mauer gegen die Vertikale, die eine der vertikalen Wände in die horizontale oder vertikale Projectionsebene um, wodurch man den Neigungswinkel der Böschungfläche gegen eine Vertikale erhält. Man gelangt hierzu, indem man ein Dreieck verzeichnet, in welchem die Horizontal-Projection der lothrechten Fläche $a'b'$ Fig. 48, Tafel III die Grundlinie, die Höhe $c'd'$ Fig. 49, Tafel III des Flügels die Höhe des Dreiecks ist. Diese Projection $a'b'd'$ wird ebenso behandelt wie bei dem vorhergehenden Flügel die 3. Projection, und wird die Anordnung der Steine in diesem Risse vorgenommen, ebenfalls mit Berücksichtigung der Grösse des Böschungswinkels. Die Stossfugen sind Linien normal zur Linie $a'b'$ in der 3. Projection. Fig. 48—50, Taf. III.

3. Schiefe Flügel mit geneigten Wänden.

Sämtliche Wände dieser Art von Flügeln haben einen Anlauf und zwar ist jener der parallelen Flächen in der Regel ein ganz geringer und kleiner als der der Flügelböschung. Um nun hier die Anordnung der Schichten und Stossfugen vornehmen zu können, ist ebenfalls eine Umlegung nötig, die man, wie folgt, erhält: Man construirt ein rechtwinkeliges Dreieck $a'bb'$ Fig. 53, Tafel III aus den Stücken $a'b'$ Fig. 53 und $a'b''$ Fig. 54; die Hypothenuse $b'b'$ ist die Höhe der parallelen Flügelwand, welche mit der Horizontal-Projection cd derselben, als Grundlinie, zu einem Dreiecke zusammengesetzt wird. In dieses so erhaltene Dreieck $cd b'$ werden die Schichten eingezeichnet, deren Höhe sich aus dem Dreieck $a'b'b'$ auf die Hypothenuse $b'b'$ bezogen, bestimmen. Die Stossfugen sind normal zu den in dieser Hilfsprojection sich befindlichen Schichtenlinien. Aus dieser Projection werden nun auch die einzelnen Linien und Punkte in die Horizontal- und Vertikal-Projection projicirt und in dieser ist auch die Abweichung der Mauer gegen die Vertikale zu entnehmen, wobei ebenso zu verfahren ist, wie in den vorhergehenden Fällen. Fig. 53—55, Tafel III.

Bei den untersten Steinen in allen Flügeln werden entweder die spitzen Winkeln (scharfe Kanten) dadurch vermieden, dass man dieselben durch lothrechte Ebenen abschneidet, oder man denkt sich aus dem tiefsten Punkt der Böschungslinie eine Vertikalebene gelegt, so weit, bis sie von der ersten Schichtenlinie getroffen wird, und führt von da aus die Begrenzung gegen die gebrochene Lagerfläche durch eine sehr flach geneigte Ebene über. Fig. 45, 48, 53, Tafel III.

Zur Herstellung der Steine dieser Art von Mauern bedient man sich bei dem normalen Flügel der zweiten Vertikal-Projection, beim schiefen Flügel mit normalen sowohl wie mit schrägen Wänden der ersten Projection und können diese Darstellungen als Musterrisse für die Mauer und die einzelnen Steine betrachtet werden. Man zeichnet zu diesem Zwecke diese Projection entweder auf eine vollständig ebene und glatte Mauer oder auf einen besonders zu diesem Zwecke gearbeiteten, gut gehobelten und gefügten Bretterboden oder auch auf einen eben hergestellten Gypsboden in natürlicher Grösse.

Bei der Zeichnung eines Steines in der schiefen Projection verfährt man wie folgt: Man setzt drei Linien in einem Punkte so zusammen, dass die eine (Höhe des Parallelogrammes oder Paralleloipeds 4,6) Fig. 45, 46, lothrecht, die zweite (Länge dieses Körpers 4,3) wagrecht, die dritte (Tiefe, Stärke 4,12 Fig. 43) unter einem beliebigen Winkel geneigt sich befindet (gewöhnlich unter 30° , 45° , 60°) und zieht durch den Endpunkt jeder dieser Linien zwei Linien, von denen die eine zur einen, die andere zur anderen Richtung parallel

läuft und ergänzt hierauf durch noch weitere 3 Linien das Bild des Paralleloipeds. Dieses Paralleloiped schliesst den herzustellenden Stein in sich und die einzelnen Dimensionen des Steines werden auf dessen Kanten bezogen, gezeichnet. Man macht also $ad = 4,6$, $ab = 4,3$, $ak = 4,12$, zieht lk parallel ab , lb parallel ak , ebenso kq , bc , lr , cd , rq , cr , dq ; ferner $ae = 4,5$, $bh = 3,2$, $cg = 18$ u. s. w. zieht durch die Punkte e , f , g , h , Parallele zu ak und zeichnet an der rückwärtigen Seite genau dieselbe Figur wie an der vordern Seite des Steines, so erhält man dadurch die schiefe Projection des Anfängers A. Fig. 46, Tafel III. Ebenso verfährt man bei jedem andern Stein. Fig. 47, 50, 51, 52, 56, 57, Tafel III.

Man stellt nunmehr ein rechtwinkeliges Prisma mit den erforderlichen Dimensionen her und trägt mittelst der Schmiege den Winkel, welchen die Böschungfläche mit der horizontalen einschliesst, auf das Prisma und spitzt das hierdurch sich ergebende dreiseitige Prisma (ghcrmn Fig. 46) vom Steine ab. Der Winkel wird selbstredend von dem oben beschriebenen Musterrisse aus übertragen. In derselben Weise werden die übrigen Begrenzungen hergestellt. Man kann auch anstatt die Schmiege zu gebrauchen, die einzelnen Maasse der Begrenzungstücke mittelst Stichmaass und Winkel auf den Stein übertragen und hiernach den Stein bearbeiten. Man nennt diese Bearbeitungsmethode: „Den Stein aus dem Vollen mittelst Winkel und Stichmaass bearbeiten“, zum Unterschiede von der erst angeführten Art, welche „den Stein aus dem Vollen mittelst Winkel und Schmiege bearbeiten“ heisst.

Fertigt man genau nach dem in natürlicher Grösse vorhandenen Musterrisse eine Schablone oder Fugenbrett aus Eisenblech an, welche mit der gegebenen Form des Steines vollständig gleich ist, stellt das Lager und die Stirnseite des Steines her und legt dann diese Schablone so an die Stirne des Steines, dass die Unterkante derselben die Krone ab des Steines deckt, reisst dann die Begrenzung der Schablone auf diese Steinfläche, so bearbeitet man den Stein nach der „Abtretungsmethode“.

Die letztere Weise, einen Stein zu bearbeiten, erspart im Allgemeinen an Material, wird jedoch nie so genau als die ersten Methoden, welche wieder gegenüber der letzteren häufiger verwandt werden, weil sie trotz des grössern Materialgebrauchs eine grössere Genauigkeit in der Herstellung zulassen.

§ 6. Stütz- und Futtermauern.

Unter der Voraussetzung, dass diese von Ebenen begrenzt werden, können sie verschiedene Querschnitte haben. Fig. 58—63, Taf. V. Bei den an der rückwärtigen Seite geböschten Mauern kann man den Anlauf durch eine Abtreppung ersetzen und dadurch eine besondere Bearbeitung der Steine umgehen, wodurch diese Art von Mauern ebenso wie die Flügelmauern behandelt werden können.

Ist die Neigung nicht grösser als 15° oder ist die Mauer von lothrechten Wänden begrenzt, so werden die Schichten durch die ganze Mauer horizontal durchgeführt Fig. 64, Taf. V.; bei grösserer Böschung kann man in ähnlicher Weise wie bei den Flügeln verfahren Fig. 65, Taf. VII oder man construirt eine regelmässige Abtreppung Fig. 66, Taf. VII, eine Methode, die Material erspart, doch nicht aller Orten anwendbar ist, wie z. B. bei Festungsmauern, wo eine Abtreppung nach Fig. 67, Taf. VII vorzuziehen ist. Auch lassen sich sehr leicht Anordnungen nach Fig. 68, Taf. VII, Ueberdeckung mit gefalteten Platten (nicht besonders zu empfehlen) oder nach den Fig. 69, 70, Taf. VII leicht treffen.

Auch legt man sehr häufig die einzelnen Schichten geneigt, um dadurch den Widerstand gegen den Erddruck zu erhöhen, namentlich ist dies bei Mauern, die an der Aussenseite geböschet sind, leicht durchzuführen, da daselbst die Schichten bequem gegen die Böschungfläche normal gelegt werden können Fig. 70, Taf. VII und Fig. 71, 72 Taf. V. Zur weitem Sicherheit verbindet man auch noch die an denselben sich befindlichen Strebepfeiler durch Bögen Fig. 73, Taf. V.

§ 7. Windschiefe Mauern.

Es tritt manches Mal der Fall ein, dass die Stücke einer Böschungsmauer nicht gleiche Böschungen besitzen, so zwar, dass ein Stück eingeschaltet werden muss, welches den Uebergang von dem einen Anlauf zum andern herzustellen hat; dieses Stück der Mauer wird von einer windschiefen Böschungfläche begrenzt und heisst windschiefe

Mauer. Die äussere Gestalt der Mauer beeinflusst jedoch nicht die horizontale Lage der einzelnen Schichten, und werden daher die Lagerflächen unter allen Umständen horizontal.

Bei nicht bedeutender Windschiefe, d. h. die Neigungen sind nicht viel verschieden von einander, was von dem Verhältnisse der Länge des einzuschaltenden Verbindungsstückes zu der Differenz der Neigungswinkel abhängt, ordnet man auch die Stossflächen lothrecht, also normal zu den Lagerflächen an. Die scharfen Kanten, die an der Böschungfläche durch den Anlauf entstehen, werden ebenso behandelt, wie bei den vorhergehenden Mauern.

Ergibt das oberwähnte Verhältniss der Länge zur Differenz der Neigungswinkel eine grössere Abweichung, also eine bedeutendere Windschiefe, so werden, bei horizontalen Lagerflächen, die Stossflächen winkelrecht gelegt zu jener Linie, welche die Höhe der Steinschicht halbirt. Hierbei kann es vorkommen, dass diese Stossfugen, wenn sie bis an die rückwärtige Begrenzung der Mauer geführt werden, dort spitze Winkel, also scharfe Kanten bilden; um auch dies zu vermeiden, werden die Stossfugen nur so weit in die Mauer in der angegebenen Richtung gelegt, dass die Länge derselben gleich ist etwa der halben Steinhöhe; von hier ab werden dieselben gebrochen, so dass der übrige Theil der Stossfuge winkelrecht gegen die rückwärtige Mauerfläche steht. Beide Theile dieser Fuge stehen jedoch immer normal auf der Lagerfläche. Fig. 74—79, Taf. IV ohne gebrochene Lagerfläche, Fig. 80—86, Taf. IV mit gebrochener Lagerfläche.

Zu bemerken ist noch, dass man sowohl an der ein- wie auch an der ausspringenden Ecke der beiden Mauern beziehungsweise des Verbindungsstückes in jeder Schicht einen Stein der Art anordnet, dass er sowohl in die windschiefe wie auch in die ebene Mauer eingreift, um dadurch einen Verband zu erzielen.

Um die windschiefe Böschung an dem Stein zu erhalten, gebraucht man die Linien a c und b d Fig. 77, Taf. IV, welche schon vorher bestimmt sind (nach der in den vorhergehenden Paragraphen angegebenen Weise). Diese Richtungslinien dienen dazu, dass, wenn die Windschiefe richtig bearbeitet ist, ein parallel zu a c und b d bewegtes Richtscheit immerfort in Berührung mit den Punkten der Linien ab und cd und mit den dazwischen liegenden Punkten der Fläche bleibt. In ähnlicher Weise geschieht dies auch bei der Bearbeitung der anderen Steine oder windschiefen Flächen.

§ 8. Cylindrische Mauern.

Sind die Umfänge der Mauern nicht gerade Linien oder geradlinige Figuren, sondern krumme Linien, so entstehen cylindrische Mauern. Man unterscheidet hierbei: 1) solche mit vertikaler, 2) mit horizontaler und 3) mit geneigter Achse.

Die erstern findet man häufig als Flügelmauern bei Brücken, Durchlässen u. dgl. Fig. 24, Taf. II und Fig. 87—92, Taf. V oder auch als Stütz- und Futtermauern und sind, bei horizontalen Lagerflächen, die Stossfugen jedes Mal so anzuordnen, dass sie winkelrecht auf das betreffende Stück der krummen Begrenzungslinie gestellt werden. Fig. 94—99, Taf. VI.

Die zweite Art der cylindrischen Mauern findet man häufig bei Hafen- oder Wasserbauten, so dass sie die vordere geböschte Fläche abgerundet haben, und ist gewöhnlich die krumme Linie nach der Gestalt der Linie des mittleren Erddrucks geformt, für den Fall, dass sie als Futtermauern auftreten. Hierbei sind die Stossflächen vertikale Ebenen, während die Lagerflächen Ebenen sind, die normal gegen die Curve gestellt werden. Fig. 93, Taf. VI.

Hat man zwei Böschungsmauern in zwei sich schneidenden Richtungen herzustellen, und die Böschungen derselben ebenso wie ihre oberen und unteren Breiten seien gleich oder ungleich; die Anzahl der Schichten und deren Höhen sei jedoch gleich und es soll die scharfe Kante oder die einspringende Ecke vermieden werden, dadurch, dass man an dieser Stelle einen schiefen Cylinder einlegt, so entsteht in diesem eingeschobenen Theil eine cylindrische Mauer mit geneigter Achse. Fig. 100—103, Taf. VI.

Um den cylindrischen Theil zu erhalten, geht man, wie folgt, vor: Man halbirt den Winkel ν Fig. 100, den die oberen Böschungskanten bilden, ebenso den Winkel ν , den die Horizontal-Projection der untern Böschungskanten einschliessen, und nimmt, entsprechend der grössern oder kleinern Abrundung, die der Cylinder erhalten soll, auf der untern Halbirungslinie einen Punkt o in kleinerer oder grösserer

Entfernung von der Spitze des Winkels an, und legt durch diesen Punkt eine Parallele zur Durchschnittskante der beiden Böschungsebenen; diese Linie stellt die Achse oo' des einzuschaltenden Cylinders dar, und Linien o'a, oob, o'a', o'b' die von dem angenommenen Punkte aus auf die untern Böschungskanten winkelrecht gezogen werden, geben den Cylinder-Halbmesser.

Die Lagerflächen sind auch hier horizontale Ebenen und müssen die scharfen Kanten an der Böschungfläche in bekannter Weise beseitigt werden. Die Stossflächen, welche eigentlich windschief sein müssten, werden so geführt, dass sie winkelrecht zu jener Linie stehen, welche die Höhe der Schicht halbirt, doch darf diese Richtung nicht durch die ganze Stärke der Mauer beibehalten werden, vielmehr wird diese in einer Entfernung von etwa 0,13 m. — 0,26 m. von der äussern Cylinderfläche der Art gebrochen, dass sie winkelrecht auf der entgegengesetzt liegenden, gewöhnlich normalen cylindrischen Mauer steht. Fig. 100—103, Taf. VII.

Um die schiefe Cylinderfläche auf dem Steine zu erhalten, fertigt man die Schablone des obern und untern Lagers in natürlicher Grösse aus Eisenblech an, legt die obere Schablone an die an dem Prisma bearbeitete Kante an und trägt den Umfang derselben an; ebenso verfährt man mit der untern Schablone. Man bearbeitet zunächst die vom vertikalen Cylinder begrenzte Fläche, hierauf die ebenen Begrenzungsflächen, wodurch man die Erzeugenden des schiefen Cylinders und deren Richtung erhält, die zur Bearbeitung der schiefen Cylinderfläche als Richtschnur dienen. In ähnlicher Weise werden auch die Steine der im Nächstfolgenden zu besprechenden kegelförmigen Mauer bearbeitet.

§ 9. Kegelförmige Mauern.

Aehnlich wie bei den cylindrischen Mauern mit geneigter Achse seien auch hier zwei solche Mauern angenommen, die sich in einer scharfen Kante schneiden, und wobei unter denselben Voraussetzungen, diese dadurch vermieden werden soll, dass ein Kegel eingeschoben wird, der gerade oder schief sein kann, je nach der gegenseitigen Böschung der Mauerflächen.

Zur Anlage des Kegels geht man in ähnlicher Weise vor, wie bei der cylindrischen Mauer mit geneigter Achse. Man halbirt den Winkel, den die untern Böschungskanten, richtiger deren Projection, einschliessen, ebenso den Winkel der Horizontal-Projection der oberen Böschungskanten und nimmt auf der untern Halbirungslinie ebenso auch auf der oberen Halbirungslinie einen Punkt an, in einer Entfernung von der Winkelspitze, die der Abrundung der Mauer entspricht. Verbindet man diese beiden Punkte durch eine gerade Linie, so erhält man die Kegelachse. Verlängert man diese Linie bis zum Durchschnitte mit der scharfen Kante, so erhält man die Spitze s Fig. 104, Taf. VII des Kegels; durch diesen Punkt müssen selbstredend sämtliche Erzeugenden des Kegels gehen, also auch die Berührungserzeugenden d. h. jene gerade Linien, in welchen die ebenen Böschungflächen sich an die Kegelfläche anschliessen. Man erhält die Endpunkte dieser Erzeugenden, wenn man von den auf der Halbirungslinie angenommenen Punkten (Mittelpunkte der Grundflächen) Winkelrechte zu denselben zieht. Da die Lagerflächen horizontale Ebenen, also Ebenen parallel zu den Grundflächen sind, so liegen auch in den Berührungserzeugenden diejenigen Punkte, in welchen die Durchschnitte der Lagerflächen mit dem Kegel, Kegelkreise, von den in den ebenen Böschungflächen liegenden Lagerfugen berührt werden. Verbindet man also diese Punkte, mit den in gleicher Höhe sich befindlichen Mittelpunkten durch Gerade, so erhält man den Radius des zugehörigen Kreises. Man kann aber auch umgekehrt, von den Mittelpunkten, Normale auf die in den Ebenen liegenden Lagerfugen ziehen, um die zugehörigen Radien zu erhalten, die nach der einen Seite hin unter sich parallel sein müssen. Fig. 104—107, Taf. VII.

Auch hier bleiben die Lagerflächen horizontal und werden die Stossflächen der Art gestellt, dass sie winkelrecht zur Linie stehen, die die Schichtenhöhe normal halbirt. Auch diese Fugen werden nur bis auf die im Vorhergehenden angegebene Tiefe geführt und von da ab winkelrecht gegen die an der anderen Seite begrenzende Fläche.

Sowohl bei den cylindrischen Mauern mit geneigter Achse, als auch bei den kegelförmigen Mauern werden die Steine so verlegt, dass an der Uebergangsstelle der ebenen Mauer in die gekrümmte sich in jeder Schicht ein Stein befindet, der in beide Theile eingreift.