Elemente des Steinbaues systematisch bearbeitet nach den Resultaten der praktischen Baukunst

ein Lehrbuch und Vorlagenwerk für Baugewerksmeister, Steinhauer, Architekten, Ingenieure und bautechnische Anstalten

Constructionen des Bruchstein- und Quaderbaues

Möllinger, Karl

Halle, 1869

urn:nbn:de:hbz:466:1-15450

Die Elemente

des

Steinbaues,

systematisch bearbeitet

nach den Resultaten der praktischen Baukunst.

Ein

Lehrbuch und Vorlagenwerk

für

Baugewerksmeister, Steinhauer, Architekten, Ingenieure und bautechnische Anstalten

von

Karl Möllinger,
Direktor der Baugewerkschule in Höxter.

Heft I.

Constructionen des Bruchstein- und Quaderbaues.

Inhalt:

Mit 8 Tafeln Abbildungen und 45 Holzschnitten.

Halle,
Verlag von G. Knapp.
1869.

Jedes Heft ist für sich abgeschlossen und wird einzeln verkauft.

Elemente

des

Steinbaues,

systematisch bearbeitet

nach den Resultaten der praktischen Baukunst.

Ein

Lehrbuch und Vorlagenwerk

für

Baugewerksmeister, Steinhauer, Architekten, Ingenieure und bautechnische Anstalten

von

Karl Möllinger,
Direktor der Baugewerkschule in Höxter.

Heft I.

Constructionen des Bruchstein- und Quaderbaues.

Mit 8 Tafeln Abbildungen und 45 Holzschnitten.

Halle,
Verlag von G. Knapp.
1869.

Mauerconstructionen.

A. Bestimmung der Mauerstärken.

1. Dicke der Mauern, die nicht überwölbt sind.

Tafel 1.

Sehr lange Mauern die freistehen, haben gewöhnlich den Zweck, Einfriedigung von Hofräumen, Gefängnissen oder von Städten etc. abzugeben. Bilden hingegen lange Mauern die Umfassung bei Gebäuden, so ist ihre Aufgabe eine doppelte, erstens die Innenräume gegen den Witterungswechsel abzuschliessen, zweitens den senkrechten Druck der Balkenlage und Dachconstruction aufzunehmen; oder es kann drittens bei Hauptmauern auch ein senkrechter und schiefer Druck zusammenwirken. Das letztere ist z. B. bei den Hausmauern fast immer der Fall, da sie gegen den Erddruck Futtermauer und zur Aufnahme der Kellergewölbe Widerlager bilden.

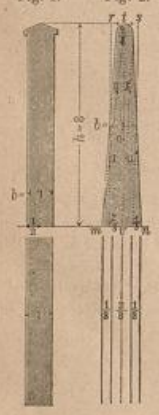
Diese Momente sind es, welche die Stärke der Mauern bei Hochbauten bedingen. Nicht allein von der zu tragenden Belastung und der Widerstandskraft des Materials woraus sie zusammengesetzt sind, kann die Mauerstärke abhängig sein, sondern mehr noch von dem Verhältnisse der Grundfläche zur Höhe und Länge, sowie der ganzen Form der Mauer oder des Pfeilers, als stützendem Theile des Oberbaues; wobei es vorzüglich die Querschnitt- und Grundrissform derselben ist, welche für die zu tragende Last das Gleichgewicht auf die Dauer zu erhalten hat. Ausserdem ist noch in Betracht zu ziehen, die Lage des Gebäudes gegen atmosphärische Einflüsse, die Zahl der Thür- und Fensteröffnungen und besonders die Verbindung durch Scheidemauern.

Je vortheilhafter alle diese Umstände zusammentreffen, um so günstiger sind sie in stabiler Hinsicht und desto schwächer darf man die Mauern machen und umgekehrt.

Was hingegen das Material betrifft, so wird unter sonst gleichen Beziehungen eine Quadermauer dünner als eine Backsteinmauer, diese dünner als eine Bruchsteinmauer, die nur von mehr unregelmässigen Steinen hergestellt ist, gemacht werden können. In jedem Falle aber dünner, je kürzer und je niedriger die Mauer, je besser der Mörtel und der Verband der Steine, je mehr lothrecht die lastenden und erschütternden Kräfte wirken, je geschlossener die Mauer in ihrer Grundrissform und endlich je gegenseitiger die innern und äussern Mauern des Gebäudes mit einander in Verband stehen und sich unter einander selbst stützen. Sind hingegen Mauern auf Horizontalschub angegriffen, so leistet diejenige den verhältnissmässig grössten Widerstand, die unter den vorherangegebenen gleichen Beziehungen, aus einem Material von möglichst grossem absoluten Gewichte, hergestellt ist.

Schon aus den einfachsten statischen Grundsätzen ist uns bekannt, dass freistehende Mauern und Pfeiler gegen Angriff und Umsturz durch pyramidale Form gesichert sind. Es spricht gerade diese Form, wie schon die blosse Vergleichung der Mauerquerschnitte Holzschnitt 1 und 2 veranschaulicht, sich in Rücksicht auf Festigkeit und Dauer, ausserordentlich befriedigend aus.

Fig. 1. Fig. 2.



Bei dem gleichförmigen Querschnitte beträgt die Höhe acht Mauerdicken und liegt der Schwerpunkt in der Mitte des Rechteckes. Der Querschnitt der pyramidalen Mauer hat mit der ersteren einen gleich grossen Quadrat-Inhalt und findet man den Schwerpunkt des Trapezes auf der Loth- oder Halbirungslinie $t\ v$ in $0 = 3{,}26$ von v entfernt.

Für das Widerstandsmoment W (der Mauer Nr. 1.), beträgt auf die Längeneinheit $= 1$ wenn $b = 1$, $h = 8$ ist:

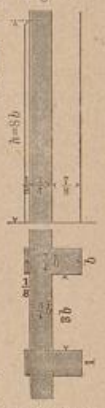
$$W = b\,h.\,\frac{b}{2} = \frac{1}{2}\,(b^2\,h) = \frac{8}{2} = 4.$$

Für das Widerstandsmoment W_1 (der Mauer Nr. 2), beträgt unter den gleichen Bedingungen, wenn $b = 1\frac{1}{2}$ ist:

$$W_1 = b\,h.\,\frac{2\,b}{3} = {}^2/_3\,(b^2\,h) = \frac{16}{3} = 5\,\frac{1}{3}\text{*)}.$$

Ferner ist bekannt, dass eine Mauer vom einfachsten Grundrisse und geringer Dicke, verstärkt und aufrecht gehalten wird, durch in Abständen angebrachte Verdickungen oder Strebepfeiler und es verhält sich angestellten Untersuchungen zufolge, der Widerstand einer Mauer von der Form des Holzschnittes Nr. 3., zu der Mauer des Holzschnittes Nr. 1., welche beide auf 4 Längeneinheiten einen gleichen körperlichen Inhalt haben, für die Breite $b = 1$, die Höhe $h = 8$; im ersten Falle, wie:

Fig. 3.



$$W_2 = b\,h.\,4.\,\frac{b}{2} = \underline{2\,b^2 h};$$

für den zweiten Fall der Mauer mit Strebepfeilern, ist:

$$W_3 = 3.\,{}^3/_4\,b\,h.\,{}^3/_8\,b + 1\,{}^7/_4\,b\,h.\,{}^7/_8\,b,$$

$$= \frac{27}{32}\,b^2 h + \frac{49}{32}\,b^2 h = \frac{76}{32}\,b^2 h = \underline{2\,\frac{3}{8}\,b^2 h};$$

also um $^3/_8$ grösser als im ersten Falle, oder auf 1 reducirt wie:

$$W_2 : W_3 = 2\,b^2 h : 2\,\frac{3}{8}\,b^2 h = 2 : \frac{19}{8},$$

$$W_2 : W_3 = 1 : 1\,\frac{3}{16} = \underline{1 : 1{,}1875}.$$

Durch die Pfeileransätze wird dem Widerstand gegen Umsturz aber nicht allein ein grösserer Hebel an der Basis entgegen gesetzt, sondern die Wiederkehren vergrösseren das statische Gleichgewicht dadurch noch in vermehrtem Grade, indem der Eckverband einer Mauer mit Strebepfeilern bei mässiger Dicke, die zuverlässigsten Verstärkungen ergiebt.

Bei einer Maueranlage wie die des Holzschnittes 3., bilden ferner die Pfeilervorsprünge gegen das Innere offene Nischen und wird dadurch Raum gewonnen. Dem Einflusse der Witterung auf das Material wird, wie bei der Mauer mit gleichförmigem Querschnitte, ein gerade geschlossener Mauerkörper entgegengesetzt. Um aber die äussere glatte Mauerfläche noch zu theilen, können der innern Struktur entsprechend, schmale Wandstreifen oder Pilaster vorgelegt werden, welche alsdann auch das Mittel bieten, ohne viel Kosten einer solchen Mauer, ihren architektonischen Ausdruck zu verschaffen (romanische, spätgothische und Renaissance-Architektur).

Das Widerstandsmoment einer Mauer wird aber dadurch ein noch grösseres, wenn man die Strebepfeiler nach Aussen verlegt und denselben entweder eine pyramidale oder nach Oben zurückgesetzte Form gibt; wie dies die Holzschnitte 4. und 5. veranschaulichen. — Unter den gleichen Bedingungen des körperlichen Inhalts auf je 4 Längeneinheiten des Holzschnittes 1., erhalten wir bei der Strebepfeiler-Anlage Holzschnitt 5., für das Widerstandsmoment:

Fig. 4. Fig. 5.

$$W_4 = 3\frac{3}{4}\,b\,h.\,\frac{3}{8}\,b + \frac{19}{16}\,b\,\frac{h}{2}\cdot\frac{19}{32}\,h + \frac{21}{16}\,b\,h\left(\frac{39}{32}\,b\right)$$

$$= \frac{27}{32}\,b^2 h + \frac{171}{1024}\,b^2 h + \frac{819}{512}\,b^2 h$$

$$= \frac{2673}{1024}\,b^2 h$$

$$= 2{,}61\ b^2 h$$

Es verhalten sich mithin die Widerstandsmomente der Mauer-Anlagen Holzschnitt 1., 3. und 5. auf je 4 Längeneinheiten: $W_2 : W_3 : W_4 = 1 : 1{,}1875 : 1{,}305$.

Bildet der Grundriss eines Gebäudes ein Viereck von nicht zu langen Seiten, wobei die Breite etwa gleich der Mauerhöhe, die Länge aber höchstens 2 Mauerhöhen beträgt, so werden die Vorkehrungen von Holzschnitt 3. bis 5., d. h. die Strebepfeileransätze ersetzt. — Bei runder oder polygoner Grundrissform brauchen die Strebepfeiler

*) Dieses Verhältniss würde noch weit günstiger sich herausstellen, sobald die Entfernung der beiden Schwerpunkte von der Basis, resp. das Verhältniss der Hebelsarme mit in Betracht gezogen würde; denn bei der pyramidalen Mauer liegt der Schwerpunkt nicht in der Mitte der Lothlinie oder in der Entfernung der Basis = 4 (wie bei dem Prisma), sondern nur = 3,26. Den Schwerpunkt der Mauer Nr. 2. findet man auf graphischem Wege, indem ein jedes halbe Trapez durch die Diagonalen $m\ t$ und $v\ s$ in Dreiecke zerlegt und jede Diagonale in drei gleiche Theile getheilt wird; verbindet man den Theilpunkt II mit II¹ durch eine Gerade II II¹, so ist der Schnittpunkt mit $v\ t$ in 0, der gesuchte Schwerpunkt des Trapezes. Durch Rechnung findet man die Entfernung x des Schwerpunktes 0 von der Grundlinie mn; wenn $v\ t = a = 8$; $mn = S = 1\frac{1}{3}$; $r\ s = s = {}^2/_3$ ist; aus der Gleichung:

blos nach Aussen zu angebracht zu werden. Eine der günstigsten Grundrissformen zeigt der Holzschnitt 6., wo wegen der vierfachen Wiederkehren die Mauern sich gegenseitig stützen. Bei Ringmauern vieler alter Städte bilden in ähnlicher Weise erkerartige Vorsprünge, eine unverhältnissmässige Verstärkung gegen Angriff und Umsturz.

Fig. 6.

Die Grundrisse der Holzschnitte 7—10 stellen Zusammensetzungen verschiedener gerader und runder Mauer-Anordnungen dar, die nach dem System der Strebepfeiler mit Eckverstärkungen versehen sind. Bei dem Holzschnitt 7. sind die Ecken diagonal abgestumpft und durch schmale Wand-Streifen gegliedert. Der Holzschnitt 8. stellt den Schluss eines Chores dar, wobei die Seite $a\ b$ gleich R. $c\,d$ und $a\,c$ und $b\,f$ Tangenten an den Halbkreis sind. Es kann aber auch $a\,c = c\,b$ gemacht und dann die Tangenten der Anschlussseiten an den Halbkreis gezogen werden indem, wegen der innern Perspective, $a\,b$ stets grösser als wie $a\,e$ und $b\,f$ sein soll.

Fig. 7.

Fig. 8.

Bei den Holzschnitten 8. und 10. sind die Strebepfeiler gleich der Mauerdicke vorgelegt, wobei in 10 die Seiten des regulären Achteckes noch durch halbkreisförmige Altarnischen sich erweitern. Der Holzschnitt 9. stellt hingegen eine einfache romanische Chornische nach dem Halbkreis dar, und bleibt zu bemerken, dass besonders bei den grössern Kirchen sowohl des vorgothischen (romanischen) wie gothischen Stils, der Chores-Schluss in sehr mannigfachen Modifikationen beider Grundformen (Holzschnitt 9. und 8.) Anwendung fand. So findet sich bei gothischen Kirchen der Schluss des Chores, oft nach 3 oder 5 Seiten des Achteckes (Holzschnitt 8), 3 oder 5 Seiten des Zehneckes, und selbst 3 oder 5 Seiten des Siebeneckes, u. s. w. ausgebildet.

Fig. 10.

Fig. 9.

Bei sehr einfachen kirchlichen Bauten, wie Dorfkirchen, zieht man es aber vor, den Chorschluss rechteckig anzulegen, indem man die Breite gleich $^2/_3$ der lichten Schiffweite, die hier selten mehr wie 24 bis 30° beträgt, macht; wird dieses Mass als die Diagonale eines Quadrates betrachtet, so gibt dessen Seite alsdann die Tiefe der Chornische ab; oder man giebt dem Chor $^1/_3$ der lichten Schiffweite zur Tiefe und $^2/_3$ zur Breite.

Nach einer alten Mauerregel gibt man der Mauer- und Strebepfeiler-Stärke des Chores $^1/_{10}$ der lichten Chorweite und bei mit Kreuz- oder Sterngewölben bedeckten Feldern, erhalten dann die Strebepfeiler einen Vorsprung über die äussere reine Mauer gleich zwei Mauerstärken (= $^1/_3$ der lichten Chorweite), oder zum Wenigsten die Grösse der Diagonale des mit der Mauerdicke gebildeten Quadrates.

Für die Hausmauern gelten im Allgemeinen ganz dieselben Regeln, wie sie für die vorher erwähnten Grundrissformen ausgesprochen worden sind, nur dient hier noch die weitere Regel zur Massnahme, wonach eine Lastübersetzung (grösseres Gewicht der getragenen Theile wie der stützenden), ebenso sehr schaden kann, als eine senkrechte gleichmässig vertheilte Belastung zur Sicherheit und Festigkeit der Hausmauern beiträgt. — In letzterer Beziehung sind namentlich die durch Unterzüge, Decken und Fussböden zu horizontalen Flächen von bestimmter Form verbundenen Gebälke, sowie die Dachstühle und Mittelwände, durch Hilfsconstrutionen (Verankerungen) vortheilhaft zu benutzen; wie denn die Mittelwände oft gleichsam die Strebepfeiler ersetzen. Es wäre jedoch sehr zu tadeln, wenn man von den Balkenlagen oder der Construction der Scheidemauern, den sicheren Stand der Umfassungsmauern allein abhängig machte und ihre Wirkungen mehr als eine natürliche Zugabe ansehen wollte. Denn der Erfahrung nach verdanken viele Wohngebäude bei Feuersbrünsten hauptsächlich einer solchen unrichtig berechneten Construction ihr Verderben, indem der Dachstuhl, dessen Grat- und Kehlstreben in Feuer aufgegangen sind, oft schon hinreicht, den zu dünnen Mittelmauern ihren Halt zu nehmen. Eine Verschwächung erleiden die Hausmauern durch die Thüren und Fenster und es ist zweckmässig, diese so viel wie möglich von den Ecken und Wiederkehren der Mauern fern zu halten.

Ferner soll keine Mauer, am allerwenigsten eine Brand- oder Feuermauer auf Holz oder Balken gesetzt werden. Ist es nicht zu umgehen, eine Wand auf hohlliegende Gebälke zu setzen, so muss selbige möglichst leicht gemacht, abgesprengt und nicht ausgemauert, sondern blos durch Schaalbretter, die auf beiden Seiten wie die Decken verrohrt oder verlattet und geputzt hergestellt sind, oder aber, die gleich den Zwischenwänden in Schiffen aus 3 bis 4 Zoll starken tannenen Dielen zusammengefügt und verdübelt werden.

Zur gründlichen Bestimmung der Mauerstärken in gegebenen besonderen Fällen hat man schon wegen der grossen Ungleichheit der zu verwendenden Materialien, keine festen Regeln. Zwar lässt sich unter gegebenen Umständen die Last oft mit ziemlich grosser Genauigkeit bestimmen, aber es ist die Berechnung des Widerstandes den der Baustoff, der Mörtel, der Verband, u. s. w. leisten, meist unsicher; desshalb müssen wir uns immernoch an allgemeine Erfahrungssätze halten und jedenfalls besser etwas zu viel als zu wenig für die Festigkeit thun. Allein auch gerade darin besteht eine grosse Forderung an die neuere Technik, in keiner Weise zu viel Material-Aufwand und unnöthigen Widerstand zu schaffen. Es folgen desshalb mehrere empirische Regeln zur Bestimmung der Mauerdicken bei mehrstöckigen Wohngebäuden etc., die mit den Erfahrungen übereinstimmen.

In den meisten Fällen ist die Tragfähigkeit der Bausteine bei weitem grösser als nothwendig, und desshalb macht man auch die Dicke der Mauern weniger von der Tragfähigkraft des Steines abhängig, als vielmehr von dem innern Zusammenhange der Mauern (d. h. weniger auf das Zerdrücken des Steines als vielmehr auf das Verschieben ist Rücksicht zu nehmen). Nehmen wir zunächst die Bestimmung für lagerhafte Bruchsteine vor, so ist der Erfahrung nach die Standhaftigkeit einer nur durch ihr eigenes Gewicht belasteten Mauer, gross genug bei achtfacher Dicke zur Höhe; bei günstigeren Verhältnissen und bei Backsteingemäuer genügt die zehnfache Dicke zur Höhe; bei Quadern ist die zwölffache Dicke der Höhe noch hinreichend. Mauern aus rundlichen Steinen (Gerölle oder Findlingen etc.) gibt man die 6 bis $7^1/_2$ fache Dicke zur Höhe. Diese Annahmen beziehen sich auf Mauern, deren Länge gleich der doppelten Höhe $= 2\ h$ ist und die nicht durch Thür- oder Fensteröffnungen etc. durchbrochen sind.

Es sei für eine rechteckig geschlossene Mauer (Holzschnitt 11), die frei und unbedacht gedacht ist, die Dicke D zu bestimmen, wenn H die Höhe, L die Länge, a der unveränderliche Coefficient für obige Standfähigkeiten $\left(\frac{1}{8}\ \frac{1}{10}\ \frac{1}{12}\right)$ bedeutet; wir erhalten dann:

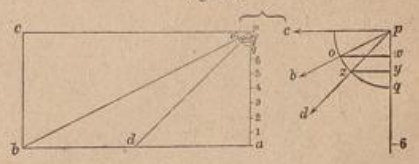
Fig. 11.

$$D = \frac{a\,.\,H\,.\,L}{\sqrt{(L^2 + H^2)}} \text{ oder } D = \frac{H}{8} \times \frac{L}{\sqrt{L^2 + H^2}}.$$

Ist z. B. L im Verhältniss H sehr gross, wie dies bei Garten-, Gefängniss- oder Einfriedigungsmauern etc. gewöhnlich der Fall ist, und wäre $H = 8$; so ist $D = \frac{8}{8} = 1$.

Um gemäss den vorher gemachten Angaben die Mauerstärke verschieden langer Mauern, von der Mauer, deren Länge $= 2\ h$ und Dicke $= \frac{h}{8}\ \frac{h}{10}\ \frac{h}{12}$ ist, durch graphische Construction abzuleiten, beschreibe man mit dem längsten Ueberschuss der Mauerseite über $2\ h$, ein Rechteck, dessen Breite gleich der Mauerhöhe ist. Hätte man demgemäss das Rechteck $a\ b\ c\ p$ Holzschnitt 12 construirt, so ist die Diagonale $p\ b$ zu ziehen; die Seite $p\ a = h$, je nach der Anwendung des Materials in 8, 10 oder 12 Theile zu theilen und mit einem solchem Theile, den Bogen $q\ o$ zu beschreiben. Die Entfernung des Durchschnittpunktes o mit der Diagonale $p\ b$ von der Linie $p\ a$ des Rechtecks, ist dann die gesuchte grössere Mauerdicke über $\frac{h}{8}\ \frac{h}{10}\ \frac{h}{12}$

Fig. 12.



Alle übrigen Mauerseiten der Einschliessung, für welche der entsprechende Zuschlag der Mauerstärke zu bestimmen ist, werden nun der Reihe nach von a gegen b zu abgetragen, die Diagonalen, z. B. $p\ d$ gezogen und so auf ganz gleiche Weise wie vorher weiter verfahren, wo dann der jedesmalige Zuschlag der Mauerdicke $= z\ y$ u. s. w. gefunden wird. Bei Mauern von sehr unregelmässigem Grundrisse, wie Fig. 1. Tafel I., dient ein Arm dem anderen zur Stütze und es

---

$$x = \frac{1}{4}\,a.\ \frac{S^2 + 2\,s\,S + 3\,s^2}{S^2 + \ \ s\,S + \ \ s^2}$$

$$\frac{8}{4}\quad \frac{1{,}333^2 \ldots + (2 \times 0{,}666 \ldots \times 1{,}333 \ \ldots) + 3 \times 0{,}666^2 \ldots}{1{,}333^2 \ldots + 0{,}666 \ldots \times 1{,}333 \ldots + 0{,}666^2 \ldots}$$

$$2\quad \frac{1{,}777 + 1{,}777 + 1{,}333}{1{,}777 + 0{,}888 + 0{,}444} = 2 \times 1{,}63 = \ \ 3{,}26.$$

Es stehen nun die Widerstandsmomente der beiden Mauern aber im umgekehrten Verhältnisse wie die Entfernung ihrer Schwerpunkte von der Basis; d. h.:

$$W : W_1 = 4 \times 3{,}26 : 5^1/_2 \times 4,$$
$$= 14{,}04 : 21{,}33,$$
$$= 1 \ : 1{,}52.$$

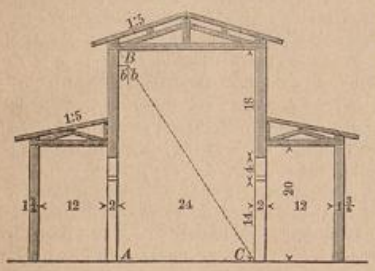
erfordern hier gerade die längeren Seiten am meisten eine Verstärkung. So wäre z. B. zur Umfassung eines Gefängnisshofes eine Einfriedigungsmauer aus Quadern zu erbauen, wobei die Seite $a\,b = 2\,h$ ist, und deren Querschnitt Fig. 2. Tafel I. in $e\,f\,g\,8$ dargestellt ist: man erhält dann die Dicke der übrigen Mauerseiten, wenn man wieder den Ueberschuss der Länge $b\,c - a\,b = f\,h$ in Fig. 2 als winkelrechtes Dreieck $g\,f\,h$ aufträgt, aus g mit dem rad. $\frac{f\,g}{8} = g\,j$ den Kreisbogen $j\,i\,m$ beschreibt, welcher die Diagonale $g\,h$ in i schneidet und $f\,k$ = dem Mehrbetrag der Mauerstärke ergibt. Ebenso verfährt man bei $d\,c$, wo $f\,l = d\,c - a\,b$ ist und $f\,n + \frac{h}{8}$ als Mauerdicke gefunden wird.

In der Praxis nimmt man jedoch selten Rücksicht auf die verschiedenen Längen gleichhoher Mauern, und macht sie alle gleich dick. — Die Fig 3 und 4 sind Beispiele ausgeführter Hofmauern neu erbauter Gefängnisse, deren Fundamente gegen den Durchbruch durch Miniren möglichst tief zu gründen sind und wird hierbei das Besteigen der Mauer, auch durch möglichst glatte Aussenflächen zu verhindern gesucht.

Durch das Oben angegebene graphische Verfahren lässt sich auch leicht die Umfassungsmauer, welche ihrer Form nach eine kreisförmige ist, bestimmen; da dieselbe die grösste Standfestigkeit besitzt, so kommt man zu einem hinlänglich genauen Resultate, wenn man in den Kreis ein Zwölfeck beschreibt und hierzu wie Oben, die entsprechende Mauerdicke bestimmt.

Wenn die zwei äusseren, gegenüberstehenden Mauern eines Baues durch ein einfaches Dach, also durch Dachbalken und ausserdem nicht noch durch Zwischengebälke verbunden sind, aber ihre Höhe und Entfernung bestimmt ist, so kann die Mauerdicke durch folgende graphische Construction noch mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden: Man siehe Holzschnitt 13, die Diagonale $C\,B$ und trage auf derselben von B nach b den 12ten Theil der Höhe $A\,B$ ab, so ist die zu suchende Mauerdicke $= b\,b'$ bestimmt. Es wäre diese Mauerdicke nöthig, wenn der gegen die Mauer sich stützende Seitenbau nicht vorhanden wäre. Lässt man denselben desshalb unberücksichtigt, so erhält die dadurch bestimmte Mauer eine etwas zu grosse Stärke. Es ergibt sich diese Mauerstärke auch durch Rechnung etwa wie Oben; indem $A\,C = L$ und $A\,B = H$ ist; dann wird:

Fig. 13.



$$D = \frac{1}{12}\,\frac{H\,L}{\sqrt{(L^2 + H^2)}}.$$

Bei den auf einer Seite freien äussern Umfassungsmauern von Wohngebäuden kommt es in Betreff der Mauerstärke, auf die Tiefe der Gebäude oder die Zahl der Zimmerreihen sehr an. Die Mauern müssen dann stärker werden, wenn zwischen den beiden Frontmauern nur eine Zimmerreihe sich befindet, während, wenn zwei Zimmerreihen auf die Bautiefe angebracht werden, so tragen die mit den Frontmauern parallelen Mittelmauern noch mit. Im ersten Falle erhält man ein durch die Erfahrung bewährtes Resultat dadurch, dass man die Bautiefe (z. B. = 24') zur halben Höhe (z. B. = 18') addirt und von der erhaltenen Summe (= 42') den 24ten Theil als die geringste Mauerdicke (= $1^3/_4$') annimmt; dieser Dicke wird für Backsteingemäuer noch 1 Zoll zugesetzt und für Bruchsteingemäuer mit lagerhaften Steinen 3 Zoll. Bei doppelter Zimmerreihe mit nur einer Mittel- oder Tragemauer der Deckengebälke, summire man nur die halbe (anstatt wie vorher die ganze) Bautiefe zur halben Höhe, nehme von der Summe ebenfalls den 24ten Theil und verfahre wie Oben. In der Praxis befolgen verschiedene Bauleute bei Bestimmung der Verhältnisse der Stärken für die Frontmauern aus Bruchstein-, Backstein- und Quadergemäuer auch oft folgende von dem einstöckigen Baue abgeleitete Regel:

bei Bruchsteinen (lagerhaften) . . 2' 3" bis 1' 7" Stärke
„ Backsteinen (2 Steine) . . . . 1' 10" „ 1' 4" „
„ Quadern (gut ausgeführt) . . 1' 6" „ 1' 2" „

Bei Gebäuden von mehreren Stockwerken setzen dieselben alsdann der Dicke der äussern Mauer auf jedes Stockwerk zu obigen Stärken, wenigstens 3 Zoll, (besser aber 5 bis 6 Zoll) hinzu; die innern Scheidemauern können, wenn sie Tragmauern sind, mit derselben Stärke wie die Frontmauern des einstöckigen Baues, alsdann gleich dick durchgeführt werden. — Fast allgemein gibt man der äussern Bruchsteinmauer für unsere gewöhnlichen zweistöckigen Wohnhäuser, im obersten Stockwerk 1' 9" bis 2' und im untern 2' 3" bis 2' 6"; woraus dann wie vorstehend die Dicke der aus Quadern oder Backsteinen herzustellenden untern Stockwerke, auch für alle mehrstöckigen Gebäude, leicht zu bestimmen ist. (Fig. 5., 6. und 7. Tafel I.)

Nach Redtenbacher berechnet man die Stärke (e) der Umfassungsmauern:

im höchsten Stockwerke: $e_1 = \frac{t}{40} + \frac{h_1}{25}$

im darunterliegenden: $e_2 = \frac{t}{40} + \frac{h_1 + h_2}{25}$

„ „ $e_3 = \frac{t}{40} + \frac{h_1 + h_2 + h_3}{25}$

wenn t die Tiefe des Raumes, h_1, h_2 und h_3 die Höhe der Stockwerke bezeichnen.

Es hängt aber, wie Oben bereits bemerkt worden ist, die Dicke der Mauern nicht blos von der Stockwerkshöhe, sondern auch von der Grösse und Lage der Zimmer, sowie auch von der Anzahl der sie durchbrechenden Thür- und Fensteröffnungen ab. Einstöckige Wohnhäuser von höchstens 40 bis 45' Bautiefe, deren Zimmer nicht mehr als cc. 300 □ Grundfläche und höchstens 10' lichte Höhe haben, erfordern bei gewöhnlicher Thür- und Fenstereintheilung, (wenn die Pfeiler zum Wenigsten noch $1^1/_2$ Länge der Lichtöffnungen erhalten,) doch 18 Zoll dicke Haupt- und 12 Zoll dicke Scheidemauern; bei Ziegel $1^1/_2$ und 1 Stein; dünnere Hauptmauern sind schon wegen der Einwirkung von Wärme, Kälte und Nässe nicht zu empfehlen, während Scheidemauern von nur 6 Zoll Dicke auch schon desshalb keine Anwendung finden sollten, weil das geringste Geräusch in den anstossenden Zimmern, hörbar ist und den Bewohnern lästig wird.

Wohngebäude von mehr als 45 bis 50' Bautiefe, deren grosse, schwere Dächer die Hauptmauern sehr belasten und deren Zimmer mehr als 360 □' Grundfläche, sowie mehr als 10' lichte Zimmerhöhe haben, erhalten im obersten Stock 21 bis 24 Zoll dicke Haupt-, und 18 oder 12 Zoll dicke Scheidemauern; nämlich 18 Zoll dicke, wenn sie die langen schweren Balken der Zimmerdecken zu tragen, 12 Zoll Dicke aber, wenn sie keine oder bloss kurze Balken zu tragen haben.

Alle Scheidemauern erhalten in dem auf das oberste Stockwerk folgende untere Geschoss, wo Balken Auflager erhalten müssen, 6 Zoll Verstärkung, wenn dies wie bei Holzschnitt 14. bloss auf einer Seite stattfindet; wenn sie jedoch wie bei Holzschnitt 15. auf beiden Seiten Balken zu tragen haben, erhalten dieselben je 6 Zoll oder im Ganzen 12 Zoll Verstärkung. Hieraus geht die weitere Regel hervor, dass die Mittelmauern vielstöckiger Gebäude, welche die Gebälke aufzunehmen haben, in dem untern Stock eigentlich selbst stärker sein müssten, als die Hauptmauern und dass alle Scheidemauern in gleicher Stärke durch mehrere Stockwerke fortlaufen können, wenn sie keine Balken tragen.

Fig. 14.

Fig. 15.

Diese Regel ist im allgemeinen befolgt, bei den Fig. 8. bis 12, welche die Mauerstärken der Frontmauern, der Mauern gegen den Nachbar (Brand-, Feuer- oder Giebelmauern) und den Hauptmittelmauern eingebauter vielstöckiger Wohnhäuser (der Miethgebäude grosser Städte) darstellen, indem bei den Frontmauern, noch auf die Schwächung durch die vielen Fensteröffnungen Rücksicht genommen ist. Die in den Zeichnungen eingeschriebenen Masse können hierbei aber nur als Minimum der erforderlichen Mauerstärke gelten und müssen die Frontmauern bei so vielen Durchbrechungen von Fenstern etc., welche blos schmale Mauerpfeiler belassen, die zumeist nicht breiter wie die lichten Fensterleidungen sind, um denselben Betrag in der Pfeilerdicke verstärkt werden, als die gemäss den Oben aufgestellten Regeln gefundenen Mauerstärken an Kubikinhalt aller Fenster-, Thür- oder Thoröffnungen in dem ersten Stockwerke, eingebüsst haben. So enthalte z. B. eine 50' lange, 3' starke Frontmauer eines mehrstöckigen Gebäudes, drei Fenster von je 4' Lichtweite und 8' Höhe und eine Thoröffnung von 8' Lichtweite und 8' Höhe, welche $= (3 \,.\, 4 + 8) \,.\, 8 \,.\, 3 = 480$ Kubikfuss Mauröffnungen ergeben. Die Stützpfeiler aber enthalten $= 30 \,.\, 8 \,.\, 3 = 720$ Kubikfuss Mauerwerk, während die ganze Mauer ohne Oeffnungen auf die angegebene Höhe $= 50 \,.\, 8 \,.\, 3 = 1200$ Kubikfüss haben würde; was eine Differenz von $1200 - 720 = 480$ Kubikfuss Stützmauer ergibt und diese Differenz, auf die 30' Länge sämmtlicher Fensterpfeiler etc., vertheilt, ergiebt $= \frac{480}{30 \,.\, 8 \,.\, 3} = {}^2/_3$' Mauerverstärkung und würde demnach jeder Fensterpfeiler (resp. die Maueranlage über dem Sockel), nicht 3', sondern $3^2/_3$' Stärke erhalten müssen.

Um ein zweites Beispiel aufzuführen, untersuchen wir die bei dem Holzschnitte 13. gefundene Mauerstärke $b\,b' = 2'$. Die Mauer ist hier gegen die Seitenschiffe durch halbkreisförmig überwölbte Arkaden geöffnet, deren Gurtbögen auf 3' langen, 2' dicken Pfeilern aufgesetzt sind, (welch letztere ausserdem noch die ganze obere Mauerlast mit Dachwerk zu tragen haben. Es soll nun gemäss Vorstehendem, die Verstärkung der Tragepfeiler ermittelt werden? Die Entfernung von Pfeilermitte zu Pfeilermitte ist 11 und enthält die Oeffnung eines Arkadenfeldes $= 8 \,.\, 14 \,.\, 2 + 2 \,.\, {}^1/_2\,(2x \,.\, \pi \,.\, \frac{x}{2} = 274{,}24$ Kubikfuss, so dass hiernach eine Verstärkung für die Pfeiler $= \frac{274{,}24}{3 \,.\, 18 \,.\, 2} = 2^1/_2$' erhalten wird und diese also auch nicht 2', sondern $2 + 2^1/_2 = 4^1/_2$' dick angelegt werden müssen.

Diese bedeutende Verstärkung bei Pfeilern einer Kirche würde aber oft un-

schön ausfallen und man verlegt daher den Betrag auch gewöhnlich in die Seitenschiffe in Form von Pilastern, oder gibt den Pfeilern auch oft gegen das Mittelschiff noch eine Pilastervorlage; welche alsdann die Bestimmung erhalten, die Trägerbalken der Decke aufzunehmen. Die Pilaster der Seitenschiffe werden aber gewöhnlich etwas stärker genommen und über dem Pultdache in mässigem Vorsprunge als Wandstreifen an der Mauer des Mittelschiffes empor geführt, wo dann ihr Vorsprung über die reine Mauer der Zwischenfelder, durch die Consolen etc. (des Hauptgesimses), vermittelt werden kann.

Bei vielstöckigen eingebauten Wohnhäusern, sind in den Mauern gegen den Nachbar, gar keine Oeffnungen angebracht, und in den Mittelmauern, welche mit den Frontmauern parallel gehen und die Scheidewände verbinden, kann im Allgemeinen doch höchstens nur auf eine Thüröffnung gerechnet werden. Erhielte jedoch auch die Hauptmittelmauer mehrere, z. B. zwischen je zwei Scheidewänden drei Thüren nebeneinander, welche etwa durch zwei 4' breite Pfeiler getrennt wären, so müsste auch eine solche Mauer, weil sie Tragmauer der oberen Stockwerke, der Balkenlagen und des Dachstuhls ist, eine dem vorher angegebenen Verhältnisse gemässe Verstärkung erhalten.

Wir bemerken noch, dass die Maasse der Fig. 8. und 11 für Bruchsteine, und jene der Fig. 9, und 10 und 12 für Ziegel gelten.

2. Fundirung auf gewachsenen Boden.

Bei der Wahl der Baustelle hat man im Allgemeinen zu berücksichtigen, dass dieselbe möglichst hoch oder trocken liege, also eine gesunde Lage habe.

Diejenige feste Erdschichte, welche als guter Baugrund geeignet ist, die Last eines darauf gestellten Gebäudes zu tragen, ohne stellenweise sich zu setzen und nachzugeben, findet sich erst einige Fuss tief unter der Erdoberfläche. Nämlich der Humus oder die mit organischen Stoffen gemengte sogenannte Damm-, Bau- oder Ackererde ist als zusammenpressbar zu beseitigen, um auf den gewachsenen Boden zu kommen; unter letzterem ist dann die Erdschicht, sei es Lehm, Thon oder Sand zu verstehen, welche in ihrer natürlichen Ablagerung sich noch befindet. Es kann aber für unser nördliches Klima, wenn auch der gewachsene Boden zu Tage steht, doch wegen dem oft drei bis vier Fuss in den Boden eindringenden Frost, durch welchen derselbe eine Volumenveränderung erleidet, sich nicht als rathsam finden, hierauf zu gründen; sondern es muss für diesen Zweck unter allen Umständen, eine dazu geeignete tiefere Erdschicht gewählt werden.

Bei einem guten Baugrund muss nicht allein auf die Dichtigkeit der Erdlage, sondern auch auf die durchgehende Mächtigkeit oder Stärke der Schicht, sowie ihre Ausdehnung Rücksicht genommen werden.

Die Erfahrung bedingt als erstes Erforderniss eines guten Baugrundes, gleichartige Schichtung der Erdlage, sowie, dass letztere eine feste und wenigstens so dicke Lage bilde, als die stärksten Mauern des darauf zu stellenden Gebäudes breit sind; eine 6 bis 10' hohe gleichmässig gelagerte Schicht nimmt man für eine gute Gründung, gewöhnlich als vollkommen sicher an.

Die Erdlagen, welche ohne künstliche Vorrichtung ein Gebäude von mehreren Stockwerken mit Sicherheit tragen, sind folgende:

1) Felsen oder felsenartiger Steinboden, einige Tuffe, harter Thon, der nur dem Pickel weicht, als „erste Classe".

2) In die „zweite Classe" gehören alle die Bodenarten, die zwar gleichfalls unzusammendrückbar, oder wenigstens nur so viel zusammenpressbar sind, dass dadurch die Stabilität auch der schwersten darauf gestellten Baumassen nicht leidet, wobei aber der Grund sich seitwärts auszubreiten sucht und desshalb eingegränzt werden muss: grobkörniger Kies, scharfkantiger oder reiner Sand gehören hierher, wenn sie in hinreichend durchgehenden und gleichmässig starken Schichten vorkommen.

Eine „dritte Classe" besteht endlich noch aus allen Arten zusammendrückbaren Boden, wohin der gewöhnliche Thon, die gewöhnlichen Erden und Sumpfboden gehören. Zwar geben Lehm und Letten, wenn sie fest, trocken und mit grobem Sande vermischt sind, nach obigen beiden nicht zusammendrückbaren Classen, auch einen sehr brauchbaren Baugrund ab. Unsicher hingegen erweisen sich schon Lehm und Letten, wenn sie der Nässe ausgesetzt sind und vegetabilische Reste enthalten, — ebenso auch der Mergel und zwar besonders desshalb, weil alle diese Erdarten sich selten gleichmässig verbreiten und bei abwechselnd hohen Wasserständen leicht unterwaschen werden. Einige der hierher gehörigen Bodenarten sind mehr oder weniger dicht und nur bis zu einem bestimmten Grade compressibel, wie die meisten Arten Thon und Erde; andere sind beinahe flüssig und geben leicht nach jeder Richtung nach. So bietet z. B. der sogenannte Flug- oder Triebsand einen sehr unzuverlässigen Baugrund dar; ferner sind die mit Quellen oder Wasseradern durchzogenen Sandlagen (Quellsand), noch unbrauchbarer; weil sie in Gefahr stehen, abgeführt oder vermindert zu werden.

Aus Obigem kann ferner gefolgert werden, was man im Baufache unter bereits comprimirter Erde zu verstehen habe und zu welcher Classe der gewachsenen, das ist die durch Anschwemmung übereinander gelagerte, natürliche Erdlage, mit wenig Ausnahmen gehöre: Alle durch Verwitterung entstandenen Ablagerungen, der Ur-, Uebergangs- und Flötzgebirge, und die bei weitem grösste Zahl jener des aufgeschwemmten Landes gehören hierzu; selbst dem losen (nicht mit Gartenerde oder Schlamm gemengten) Sande, dem Steingerölle oder Geschiebe, kann bei Beobachtung der nöthigen Vorsicht, durchaus nicht der Platz unter den guten Grundsohlen bei Fundamenten streitig gemacht werden. Dagegen machen die mit den Trümmern der zerstörten organischen Erzeugnisse und der Vegetation vermengten, resp. die sogenannte Damm- und die Moorerde, ferner der vom Wasser aufgelöste Schlamm (Morast), als jüngste Ablagerungen von Lehm in den Flussbetten, hier eine Ausnahme. Nur diese und die aufgeschüttete Erde, sowie die wenn auch seit langer Zeit umgewühlte Erde, sind in obigem Sinne des Wortes comprimirbar.

In Betreff dieser drei Classen Erdlagen kann ferner noch aus Obigem gefolgert werden, dass die ausübende Baukunst nur zwei verschiedene Gründungsmethoden anwendet; nämlich: die gewöhnliche auf den gewachsenen Boden hergestellte Gründung und die künstlichen Fundamente und sollen hier nur die gewöhnlichen auf bereits comprimirtem Boden herzustellende Fundirungsmethoden besprochen, die künstliche Fundirung aber bei einer spätern Gelegenheit speciell abgehandelt werden.

Der erste Schritt zur Bestimmung der Art der vorzunehmenden Gründung ist nach Wegräumung der Bau- oder Gartenerde, die Untersuchung des Untergrundes der als tragfähig gehaltenen Erdlage. Dies kann in gewöhnlichen Fällen durch Ausgraben einer Grube geschehen; ausserdem wird bei neuen Bauten, oft sehr richtig die Mächtigkeit der festen Erdschichten unter der Fundamentsohle, aus den beim Brunnengraben durchstochenen Erdschichten erkannt, welche Arbeit, wegen des Kalklöschens, der Mörtelbereitung u. s. w. immer früher vorgenommen wird, als die Aushebung der Fundamente. — Besteht der Untergrund aus verschiedenen Erdschichten und erfordert das Bauwerk besondere Vorsicht, so muss der Boden an verschiedenen Stellen durch Schlagen von Bohrlöchern mit den hierzu üblichen Werkzeugen, untersucht werden. Lehm- oder Thonboden, welcher viel dichter als Sandboden ist, muss aber immer noch eine 5 bis 6' hohe gleichmässige Schichte bilden. Kiesboden, der in der Nähe von Flüssen vorhanden ist, untersucht man mit einem Sondireisen oder durch Graben von Löchern, dahin, ob dem Kies keine Erde beigemengt ist, welches kein gutes Anzeigen wäre. Reiner Kies, oder solcher, wo den kleinen Kieselsteinen Kalk beigemischt ist, ist um so fester und alsdann auch ein besserer Baugrund als Thon oder Lehm. Ganz reiner Sand ohne beigemengte Erde, der über Mannestiefe und so steht, dass er nach keiner Seite ausweichen kann, ist ein guter und fester Grund, der nicht allein hohe Gebäude von mehr denn drei Stockwerken trägt, sondern selbst hohe Thürme.

Die bereits comprimirte Erde muss als guter Baugrund so dicht gelagert sein, dass ein starker Mann nicht mit Anstrengung aller seiner Kräfte, einen Stab 3 Zoll tief eindrücken kann. Diese, wie auch die oben besprochenen Eigenschaften der bereits comprimirten Erde, sich noch durch Stampfen mittelst Erd- oder schweren Cementstösseln unter Begiessung mit Wasser, wenn auch nur um ein Weniges zusammenpressen zu lassen, lassen es natürlich erscheinen, dass solcher Baugrund durch die Last des darauf erbauten schweren Gebäudes, sich auch noch um ein Weniges wird zusammendrücken. Dieses Zusammenpressen wird je nach den verschiedenen Belastungsgewichten der einzelnen Bautheile, ein nur relatives Tiefersinken oder Setzen der letzteren zur Folge haben. Aber was hierbei besonders wichtig ist, dieses verschiedene Tiefersinken der einzelnen Mauern des Gebäudes, ist begränzt; denn es dürfte klar sein, dass bereits comprimirte Erde durch blosse ruhige und gleichmässige Belastung, sich nicht weiter wird zusammendrücken lassen, oder dass, wenn eine Mauer sich um einige Zoll gesetzt hat, dieselbe sich nicht um $1/2$ Zoll, sondern um ungleich weniger oder um gar nichts gesetzt haben würde, wenn der Erbauer ihr nur eine doppelt so grosse Grundfläche gegeben hätte; d. h. eine ebenso grosse, als die verschiedenen Belastungsgewichte aller Mauern des Gebäudes pr. □' erfordern, um für die Fundamentbasen in einem entsprechend gleichen Druckverhältnisse zu stehen.

Für die Mächtigkeit der festen Erdschichten ist also die richtige Vertheilung des Gewichtes der einzelnen Mauermassen über der Fundamentsohle, viel wichtiger für die Tragkraft des Untergrundes, als die Fundamenttiefe selbst; indem davon die Festigkeit des ganzen Gebäudes abhängt. Der reine Thon, welcher nie sehr mächtig gelagert ist, macht hier besondere Aufmerksamkeit nothwendig; ebenso einzelne in der Erde versteckte grosse Steine, oder Felsbänke, oder endlich die Fundamente alter abgebrochener Mauern, die zuvor ringsum umgraben und erst dann, wenn jedes Bedenken schwindet, zum Fundamente gebraucht, im entgegengesetzten Falle aber weggeräumt, oder durch Bohrschüsse beseitigt werden müssen.

Hieraus geht schliesslich auch hervor, dass wenn Vorsicht im Baufache irgend wo dringend zu empfehlen ist, diese bei Fundamenten ganz besonders und gerade desshalb um so mehr beachtet werden müsse, weil hier aus unkluger Sparsamkeit, oder aus Versehen begangene Fehler im Bau, stets von misslichen Folgen begleitet sind, die später nur selten gründlich beseitigt werden können.

a. Breite der Fundamente.

In Rücksicht auf die Breite oder Stärke der Fundamentmauern, welche auf Felsen auszuführen sind, die durhaus nicht nachgeben, wird eine Verbeiterung über die Grenze der reinen Maueranlage, welche gegen das Umwerfen sichert, ge-

nügen, aber die Stabilität nicht vermehren; während bei sehr zusammendrückbarem Boden die Grundfläche des Fundamentes sehr breit sein muss, so dass sich das Gewicht des Baues auf eine sehr grosse Fläche verbreitet.

Bei der Gründung auf Felsen, untersucht man erst die Dicke derSchichten des Gesteins und wenn einige Zweifel vorhanden sind, dass der Fels zu schwach wäre, oder die Schichten dünn sind, so ist es gut durch ein Probegewicht, welches wenigstens zweimal so gross als die zukünftig bildende Last des Felsens sein muss, sich von dessen Tragfähigkeit zu überzeugen. Man untersucht auch, ob der Fels nicht hohl und zerklüftet ist, und erst nachdem alle Zweifel über ungenügende Tragkraft sich als nicht begründet erweisen, wird man damit beginnen, den Fels zur Aufnahme des Fundamentes vorzubereiten. Zunächst wird man seine Oberfläche dadurch ausgleichen, indem man alle hervorragenden Stellen wegsprengt und die Höhlungen mit Bruchsteinen oder mit Béton ausfüllt; zuvor entferne man sorgfältig die Schichten oder Lager, welche Spuren von Verwitterung zeigen. Die so hergestellte und mit der Zweispitze geebnete Fläche, soll überdies noch gegen den Abhang des Felsens, über die Winkelrechte auf die Richtung des Druckes der Mauer, um $^1/_{12}$ ansteigen; d. h. wenn z. B. der Druck vertikal ist, soll die horizontale Lagerfläche des Fundaments gegen den Berg hin $^1/_{12}$ Gefälle erhalten. Ist die Oberfläche sehr schief gegen die Richtung des Drucks, so gibt man der Oberfläche des Felsens eine stufenartige Form, deren Flächen wie vorher aber etwa nur $^1/_{50}$ Gefälle gegen den Berg oder die Felsmasse erhalten. Sind Spalten und Höhlungen vorhanden, welche man ihrer Ausdehnung wegen nicht mit Béton oder Mauerwerk ausfüllen kann, so baut man einen Bogen über diese Spalte, welcher die über ihm liegende Last zu tragen hat.

Die schiefrigen Felsen erfordern viele Sorgfalt bei ihrer Vorrichtung zu einer Gründung, indem die obern Schichten des Felsens meist bis zu mehr oder weniger Tiefe vom Froste gelitten haben.

Fig. 17.

Futtermauern, wie Holzschnitt 17., verschafft man vorn bei *c* eine etwa 6 Zoll hohe Stossschwelle indem man hier gerade soviel durch flachgeführte Bohrschüsse absprengen lässt; auch gewinnt ihr Widerstand, wenn die Sohle um $^1/_{12}$ Theil fallend ausgearbeitet wird, welche Vorsicht auch bei Gewölbwiderlagern nicht verabsäumt werden sollte.

Da für den Hochbau die zweite Classe eines guten Baugrundes, die bereits comprimirte Erde noch am meisten vorkommt, so soll auch Alles in Betracht gezogen werden, was in der Baupraxis zur Bestimmung der Fundamentformen und Dimensionen, im allgemeinen bis jetzt Anwendung gefunden hat.

Es muss hier der Grundsatz in die erste Linie gestellt werden, dass das Fundament dem Baue Stabilität zu geben habe; daher auch nach der bereits Oben ausgesprochenen Regel, das geringere oder grössere Gewicht der verschiedenen Mauern des Gebäudes, auf eine breitere Grundfläche entsprechend übertragen werden muss; diese Breite wird also dem Gewichte der verschiedenen Constructionstheile des Baues und der Nachgiebigkeit des Untergrundes proportional sein müssen.

Wenn wir nun ferner im ersten Kapitel die Dicke der Mauern stets mit Rücksicht auf deren Höhe bestimmt haben, so gibt diese Bestimmung zugleich den Massstab, nach welchem die Breite der Fundamente im allgemeinen festgesetzt werden kann, sobald ausser der Mauerdicke noch das Eigengewicht der Mauer und die Belastung durch Gebälke, Dachwerke u. s. w. mit berücksichtigt ist.

Bei freistehenden Mauern, wo nur das Eigengewicht derselben in Betracht kommt und das Fundament blos einen Vertikaldruck zu vertheilen hat, sind bei vollkommen gutem Baugrunde die Fundamente breit genug, wenn sie um die Hälfte breiter, als die von ihnen getragenen Mauern sind; Fig. 13. ist $mn = \frac{3ab}{2}$ oder $mc = nd = {}^1/_2$ ab.

Eine alte Mauerregel gibt die Breite des Fundaments nach dessen Tiefe in der Art an, dass die Abgleichung unter dem Sockel auf jeder Seite um ebensoviele Zolle über die reine Mauer des ersten Stocks vorspringe, als die reine Mauer Fusse oder Backsteinlängen breit ist. — Nach einer andern empirischen Regel, gibt man dem Fundamente am Sockel $^1/_6$ bis $^1/_5$ mehr Breite, als die reine Mauer hat; alsdann soll aber das Fundament der Tiefe nach auf jeden Fuss um $^1/_4$ Zoll verstärkt werden. Es messe z. B. die Fig. 14. dargestellte Festungsmauer über dem Sockel 6′ und es sei das Fundament 8′ tief, so erhält dasselbe oben $7^1/_5$′ und unten $9^1/_5$′ Stärke, oder auf jeder Seite 1′ Anlauf in schichtweiser Abtreppung.

Es möchte wohl am meisten entsprechen, die Fundamentbreiten von der Höhe der darauf zu erbauenden Mauern abzuleiten, wobei das Fundament $^1/_{30}$ Theil der Mauerhöhen breiter als die darauf zu setzenden Mauern gemacht werden kann und alle damit verbundenen auch stärkere Quer- oder Innenmauern, erfordern dann verhältnissmässig ihrer Mehrbelastung der Grundsohle, eine demgemäss proportional verbreiterte Fundament-Anlage.

Bei Stockwerksmauern die auf weniger comprimirtem Boden zu errichten sind, wird jedoch die Fundamentsohle breiter angenommen und zeigt so z. B. die Mauer *A* Fig. 15. die Abnahme der Basis bei *B* unter dem Winkel von 45° in der Weise, dass, wenn *op* die Schwerpunktlinie der gegen Innen abgesetzten Stockwerke unter Berücksichtigung der Belastungen bezeichnet, der innere Vorsprung *C*, wo kein Seitenschub stattfindet, kürzer genommen werden kann, während $pn = pm$ gemacht wird. Die Absätze bei *B* beziehen sich auf Ziegel-, jene bei *C* auf Bruchsteingemäuer.

Soll ein Fundament, wie z. B. das der Stockwerksmauer Fig. 14. an der innern Seite ein Kellergewölbe aufnehmen, so wird das ganze Mauerrecht auswärts angetragen und unter dem Sockel der innern in die Tiefe gehenden Seite, nur die obere Verstärkung von 6 Zoll angebracht, das ganze Fundament aber um 6 Zoll alsdann stärker angelegt. Oder besser, man führe die innere Fundamentmauer senkrecht und nur mit der obern Verstärkung auf, und trage die Stärken der innern und äussern Abtreppungen nach Aussen an. Dieselbe Regel gilt für alle Hauptmauern und jene, die nur nach einer Seite aufziehen und wo also ein Seitenschub stattfindet; daher auch für Futtermauern, die ihrer Bestimmung und geringern Höhe wegen, auf der innern Seite kein, an der äussern aber, um das Umkanten der Mauer besser zu vermeiden, ein mässiges Mauerrecht erhalten.

Die Fig. 5 bis 12 zeigen die Fundamentstärken der Hauptumfassungs-Mauern bei ein- bis vierstöckigen Wohnhäusern, wobei die Verstärkung gegen den durch die Balkenlagen, das Dachwerk, die Kellergewölbe u. s. w. bewirkten einseitigen Druck, nach Aussen aufgetragen ist. Für die Praxis kann übrigens diese äussere Verstärkung noch genau genug auch durch graphische Construction ermittelt werden, indem man die obere innere Mauerkante des ersten Stocks der Wohngebäude, welche stets als die Hauptstütz- oder Tragemauer bei eintretenden statischen Conflikten auf Umkanten angegriffen wird, mit dem als Drehachse zu denkenden Punkte der vordern reinen Mauerkante unter dem Sockel, oder über dem als feste unveränderliche Unterlage herzustellenden Fundamente, durch eine Diagonale verbindet, deren Verlängerung bis zur Grundsohle des Fundaments, alsdann den Vorsprung desselben über die reine Mauer ergibt. Diese Annahme erscheint allerdings willkürlich, sobald dieselbe auf jede Gattung von Hochgebäuden bezogen würde, aber es ist hier nur von den Wohngebäuden die Rede, bei welchen die Stockwerksmauern eine constante Höhe, welche im Durchschnitte zwischen 12 bis 16′ schwankt, erhalten und wobei das höhere Stockwerk auch bei dem einstöckigen Baue, von selbst eine grössere Mauerdicke beansprucht, so dass durch die oben gegebene graphische Construction, daher auch stets eine verhältnissmässige grössere Fundamentbreite sich ergibt; bei einem mehrstöckigen Gebäude erhält das erste Stockwerk aber eine noch grössere Mauerdicke und ergibt die Construction, gerade weil es höher ist, auch eine um so grössere Fundamentverstärkung.

b. Tiefe der Fundamente.

Was hingegen die **Fundamenttiefe** betrifft, so wurde oben bereits darauf hingewiesen, dass dieselbe weder von der Mauerhöhe noch von der Mauerdicke abhängig sein kann, sondern hauptsächlich von der Tragkraft der Erdschichten. Die Mächtigkeit der Damm- oder Gartenerde beträgt nach allgemeiner Annahme höchstens 21 Zoll und nur ausnahmsweise mitunter mehr, der Frost dringt in nördlichen Climaten bei strengem Winter selten tiefer, als höchstens $2^1/_2$′ in die Erde ein; wonach eine 3 bis 4′ grosse Fundamenttiefe vollkommen hinreichend ist. Bei sehr hohen Bauten, die bei kleiner Grundfläche ein bedeutendes Massengewicht haben, wie z. B. Kirchthürmen, Fabrikschornsteinen u. s. w., zeigen sich die Resultate der Baupraxis im Allgemeinen höchst schwankend. Nach Vergleichung der Art ausgeführter Bauten, hat man in den meisten Fällen dem Fundamente $^1/_{25}$ bis $^1/_{30}$ von der gesammten Mauerhöhe zur vorher angegebenen Tiefe noch hinzugegeben, und erhielte demgemäss ohne Rücksicht auf die Tragfähigkeit der Erdschichten z. B., der unter Fig. 21. dargestellte Thurm eine Fundamenttiefe von $\frac{110}{25} + 4 = 8^1/_2$′. Wenn aber auch die Baumeister unserer Vorältern noch weit über dies problematische Mass hinausgingen, indem sie, wieselbst heute noch verschiedene Baumeister zu thun pflegen, die Fundamenttiefe aus der Mauerhöhe ableiten, und auf $^1/_7$ bis $^1/_6$ derselben bestimmen, was für Thürme, wenn auch die zugespitzte Pyramide auf das Rechteck reducirt wird, doch eine enorme Fundamenttiefe ergibt (z. B. wie vorher anstatt $8^1/_2$′, $\frac{110}{6} = 18^1/_3$ Fuss,) so kann sich die Fundamenttiefe unter allen Umständen doch nur nach der guten Beschaffenheit des Untergrundes richten und sobald man auf feste gleichmässig abgelagerte Schichten trifft, kann man ohne Bedenken den höchsten Thurm darauf gründen und nur die Breite des Fundamentes hängt von der Zusammendrückbarkeit des Untergrundes ab; denn je höher ein Bauwerk ist, um so tiefer muss zwar das Fundament sein, aber die Tiefe desselben kann nur indirekt davon abhängig gemacht werden. —

Es ist zwar eine nicht zu leugnende Thatsache, dass die alten Baumeister gerade bei ihren mächtigen Thurmbauten, wie z. B. Nachgrabungen an den Fundamenten des Thurmportals vom Cölner-Dome ergeben haben, oft eine ungemein breite Basis der Fundamentsohle und äusserst tiefe Fundirungen angewendet haben Aber dieselben hatten ihre besonderen Gründe und zwar hauptsächlich den, dadurch den **Schwerpunkt** des Ganzen, mit seiner oft mehr denn achtmaligen

Höhe zur Breite der zu Tage gehenden Mauern, möglichst tief nach der Basis des Fundaments herab zu verlegen, oder vielmehr eine Pyramide zu bilden.

Fehlerhaft wäre es aber, diese Regel z. B. auf eine 36' hohe einfache Mauer anwenden zu wollen, welche alsdann blos bei obiger Annahme, ein 5 bis 6' tiefes Fundament erhalten würde. Bei blossen Entwürfen und in dem besonderen Fall, wenn man sich nicht im Voraus durch Sonden Gewissheit von der Beschaffenheit des Baugrundes verschaffen kann, möchte diese Bestimmungsart als die einfachste und weil sie üblich ist, wie etwa bei Aufstellung des Materialbedarfs der Kostenberechnung, noch empfehlenswerth sein. Denn es bleibt stets zu berücksichtigen, dass die Mauerhöhe der meisten und sehr wichtigen Constructionsbauten fast immer bei grosser Dicke doch gewöhnlich nur eine geringe ist (wie z. B. bei Widerlagern von Brücken etc.), und erhielten nach obiger Regel die Fundamente dergleichen Mauern, oft nicht einmal jene Tiefe, die sie gegen die Einwirkung des Winterfrostes absolut erhalten müssen und kann diese Regel daher auch nur auf die speciell benannten Fälle angewandt werden. —

Eine solche Anwendung tritt des weiteren Beispiels wegen, wieder in ganz anderer Auffassung in Bezug auf die Fundamente der Tempelbauten oder Säulenhallen der alten Griechen hervor, die wegen der häufigen Bodenerschütterung durch Erdbeben, für den — gemäss dem Prototyp der Holzconstruction — in Quadern ausgeführtem Steinverbande, äusserst sorgsam zu Werke gehen mussten. Ueber dem tief im Erdboden wurzelnden vollen Mauerwerk, des selbst häufig aus sich überhackenden grossen Quaderstücken hergestellten Fundaments (Fig. 14. B. Tafel. 4.), das unter der — den ganzen Bau umgebenden Säulenhalle und gewöhnlich noch unter der innern Tempelmauer (der Cella), in durchgehendem Verband angelegt war, erhielt der von Säulen gestützte Oberbau an dem gleichfalls aus grossen Quadern construirten stufenförmigen Sockel oder Unterbau, eine fest verbundene und gegen Aussen herum geführte sich erweiternde mächtige Basis.

Die auf dem obersten Stufenabsatze (dieses Sockels) errichteten Säulen, waren ihrer Grösse wegen höchst selten aus einem Stücke (Monolith) hergestellt, sondern man verdübelte die einzelnen Säulentambours der Art sowohl unter sich, wie mit dem Architrav (der Hauptbalken-Ueberlage,) und die Architrav-Quader wieder mit den Quadern des Frieses und Kranzgesimses, bis zu den Giebeldreiecken, ebensowohl, wie die Quader der Cellamauer durch schwalbenschwanzförmige in Blei gegossene Metallstücke und Klammern (aus Bronze) miteinander, so dass ausser der rückwirkenden Festigkeit des Materials, für das Ganze' Steingerüst noch eine gewisse Elasticität (relative Festigkeit) in Anspruch kommen konnte. Ausser dieser durchgehenden künstlichen Verdübelung des so fest zusammenverbunden vielgestaltigen Ganzen, der innern und äussern Substruction, behandelte man dieselbe noch als abgestutzte Pyramide, indem man den das Deckengebälk stützenden Säulenschäften durch eine höchst sinnvoll ausgedachte Construction, die Eigenschaft von Strebebögen ertheilte. Zugleich befolgten die griechischen Baumeister bei Errichtung ihrer Säulenhallen noch den weitern Grundsatz, dass zwischen Stützen (den tragenden Säulen) und Last, (dem Gebälk, der Steindecke und dem Dachwerk,) Gleichgewicht herrsche und war demgemäss die Last des Oberbaues nicht grösser, als das Gewicht der stützenden Säulen selbst ausmachte. Um dies zu erreichen, höhlten die Griechen sämmtliche Quadern des Oberbaues an ihren innern senkrechten Flächen und Stossfugen um so viel aus, dass dieser Bedingung und der Rücksicht auf feste Lagerung, sowie der relativen Tragkraft der Steinbalken aus Marmor, noch genügend entsprochen wurde und man befolgte also auch hier, wie bei den gothischen Thurmbauten den Grundsatz, den Schwerpunkt des ganzen Bauwerks möglichst tief in, oder selbst noch unter den Sokel (Stufenunterbau) herab zu verlegen.

Für das Fundament der Hausmauern ergeben die bis jetzt besprochenen Beziehungen, aber doch noch kein bestimmtes Resultat; denn soll nach der ersten Annahme die Mauerdicke zur Bestimmung der Fundamenttiefe dienen, so würde dies mit dem bei Fig. 21. u. s. w. Ausgesprochenen im Widerspruche stehen; — oder gesetzt den Fall, eine Mauer von bestimmter Dicke ab Fig. 13. wäre auf einem nicht vorzügliche Festigkeit besitzenden Erdreiche zu fundiren und man beabsichtigte die Fundamentbreite $m\,n = a\,b$ zu machen, so ist klar, dass dies Materialverschwendung wäre und jeder Nachdenkende wird dies Fundament beiderseits mit Absätzen $a\,m$ und $b\,n$ herstellen lassen. Sollen diese Absätze aber ihren Zweck nicht verfehlen, so müssen sie, (weil sie blos aus Bruchsteinen, also immer nur unvollkommen hergestellt werden können,) wenigstens doppelt so hoch als breit gemacht werden. Es ist dann $a\,c = 2\,m\,c$, und weil $m\,c = d\,n$, $m\,n$ aber wie vorausgesetzt $= a\,b$ ist, so muss auch $a\,c = a\,b$ sein; oder mit andern Worten: Die Fundamenttiefe muss wenigstens der Mauerdicke gleich sein; eine Regel, die, weil sie für die grösste Fundamentbreite Geltung hat, für alle Fälle, also auch für Futtermauern anwendbar bleibt, wo eine bedeutende Fundamenttiefe wichtiger als bei allen anderen Mauerarbeiten ist, indem sich die Widerstandsfähigkeit der Mauer in demselben Verhältnisse vergrössert, in welchem die gewachsene Erdmasse, oder was dasselbe ist, ihre Tiefe zunimmt.

Unter allen Umständen ist es nothwendig, der Fundamentsohle eines Bauwerks eine durchaus wagrechte Basis zu geben und so verschieden dick auch das Mauerwerk der einzelnen Mauern sein möge, sucht man doch immer die Grundsohlen gleich tief anzulegen und treppenartige Abstufungen zu vermeiden.

Eine Ausnahme von dieser Regel tritt zwar für die Fundamente solcher Mauern ein, die wie z. B. Fig. 16., auf abhängigem Boden erbaut werden müssen, und wo die Abstufungen $c\,o\,m$, $m\,i\,k$, $k\,v\,u$ desshalb nicht zu vermeiden sind, weil die tragfähigen Erdschichten durchstochen werden müssten. Man wird also hier die Tiefe $a\,2$ nach Ermessen (dem Neigungswinkel des Abhanges entsprechend) nur jedesmal 2 bis 3' grösser annehmen, als die comprimirbaren Erdschichten ihrer Lage $b\,a\,n\,h\,p$ nach verlangen; $2\,o$ wird entweder $= 2\,b$, oder wenigstens $= 2\,(a\,2)$ und $n\,m$, $h\,k$ und $p\,u = a\,2$ angenommen; oder man bestimmt dieselben ebenso wie $a\,2$, wonach man die übrigen Stufen $k\,i$, $u\,v$ der ersteren $m\,o$ (die sich von selbst ergibt), ungefähr gleich macht. Ueber einem jeden der sich ergebenden Fundament-Absätze, wird dann zur Vertheilung des Druckes ein Entlastungsbogen geschlagen, dessen Construction Fig. 17. ersichtlich macht.

Häufig stösst man bei der Erdaushebung von Fundamenten an Abhängen auf Quellen, wo dann kein Hilfsmittel so zuverlässig ist, als die Ableitung derselben. Man gräbt zu diesem Ende in die Fundamentsohle eine kleine Grube, worin sich das Quellwasser sammelt, und leitet letzteres entweder durch hölzerne Röhren oder mittelst eines kleinen gemauerten Canals in den Brunnen u. s. w.

Pfeilerfundamente, welche Decken oder Gurtbögen zu stützen haben, erfordern bei mehrstöckigen Bauten, wie Magazinen etc. die grösste Vorsicht und es sind hier die vollen Fundamente fast immer vorzuziehen, indem die Decken nicht allein stets grosse Lasten zu tragen haben, sondern diese Lasten gewöhnlich auch noch ungleich vertheilt sind. Es findet diese Art der Fundirung aber dennoch häufige und ganz besonders bei Constructionsbauten Anwendung, wo sie aber weniger als Hülfsmittel oder um zu sparen gebraucht wird, wie viel mehr auf der voll durchgeführten und tragbar hergestellten Fundamentbasis, gerade durch die Anlage überwölbter Pfeiler, den Druck erst recht gleichartig auf die Grundsohle zu übertragen. Bei Hochbauten und im allgemeinen lässt sich die Gründungsart auf einzelne Pfeiler nur alsdann rechtfertigen, wenn man wegen der sehr bedeutenden Festigkeit des Grundes, oder wegen der Leichtigkeit des Gebäudes, eine andere Gründung für allzu vorsichtig hält. Man fundirt in diesem Falle jeden Pfeiler einzeln, verbreitert aber das Fundament an allen vier Seiten um die halbe Pfeilerdicke; also wird die Erde berührende Grundfläche des Fundaments der vierfachen Grundfläche des stehenden Pfeilers gleich, wenn letztere ein Quadrat ist.

Bei einstöckigen landwirthschaftlichen Bauten, wie Kuh- und Pferdestallungen, wo über der Stalldecke oder dem Halbgeschosse noch Vorraths- oder Bodenräume zur Aufbewahrung des Futters, der Früchte u. s. w. angebracht sind, pflegt man die Pfeilerfundamente der die Stalldecke stützenden Gusssäulen, zwar auch isolirt zu gründen und kann für eine solche Fundirung die Fig. 18. ein Beispiel abgeben. — Da die gusseisernen Säulen hier ausser der Stalldecke, zeitweise noch ungleich vertheilte Lasten zu tragen haben, so erhalten dieselben bei 5 Zoll ⊖ Querschnitte, ein Pfeilerfundament wie vorher von $2^1/_4$ Fuss Quadratseite, welches aber noch auf einer Fundamentbasis mit der 5 bis 6 fachen Grundfläche = 24 bis 30 □' ruht und wobei der Uebergang zur Basis durch Abtreppungen wie bei $m\,n$ zu vermitteln ist. Gegen die Wirkung des einseitigen Drucks der Gusssäule, ist der Pfeiler nach Oben durch eine aus festem Gestein gearbeitete 8 Zoll starke Platte abgedeckt und in dieselbe erst die $1^1/_2$' im Quadrat grosse und wenigstens $^3/_4$ Zoll starke gusseiserne Tragplatte eingelassen und mit Schwefel vergossen, auf welcher Tragplatte dann erst in einer cc. $^1/_4$ Zoll starker Vertiefung die Gusssäule ihren Stand erhält.

Gegen das einseitige Setzen und den nicht vertikalen Druck bei ungleich vertheilter Belastung einzelner Pfeiler schützen ganz vorzüglich umgekehrte Gurtbögen, welche, wie die Fig. 19. ergibt, zwischen die Pfeilerfundamente eingespannt sind und dieselben gegenseitig verbinden; denn weil hier kein Pfeiler unabhängig von dem andern ist, kann sich derselbe auch nicht leicht in den Boden eindrücken, so lange die beiden zunächst stehenden feststehen. Müssten die über den umgekehrten Gurtbögen stehenden Pfeilerfundamente höher wie ihre lichte Entfernung beträgt, aufgeführt werden, so würde dies wieder auf eine obere Verspannung durch Gurt- oder Erdbögen führen und dadurch die Fundirung eine mehr umständliche Construction erfordern, die der Holzschnitt 18. anschaulich macht. Dergleichen Pfeilerfundamente kommen übrigens häufig bei gottesdienstlichen Gebäuden vor und haben wir durch den Holzschnitt 13., bereits ein Beispiel der Art kennen gelernt. Auch muss hier noch bemerkt werden, dass bei solchen Fundamenten schon die umgekehrten Gurtbögen Fig. 19. vielweniger eine Fundirungsart wie die des Holzschnittes 18. nicht unbedingt nöthig sind und in den meisten Fällen schon eine blosse Grundmauer von durchaus gleicher Höhe, genügt; eine Vorsicht, die auch in Rücksicht auf die Pfeilerfundamente vielstöckiger Magazine in jüngster Zeit mehr Aufmerksamkeit verdiente, als sie gefunden hat.

Fig. 18.

Bei dem Holzschnitt 18. ist die Gestalt der Fundamentpfeiler, nach Oben verjüngt angegeben. Diese Gestalt wird für Mauern oder Pfeiler, wie z. B. der Brückenpfeiler etc., welche schwere Lasten zu tragen haben, übrigens besser dadurch bestimmt, indem man bei jeder Schicht zu der obern Last, noch das Gewicht des Pfeilers selbst auf die Flächenausdehnung des Materials bezieht, um dadurch einen gleichen Grad der Widerstandsfähigkeit durchweg zu erlangen. Hieraus ergibt sich der Anlauf des Pfeilers oder der Mauer nach einer logarithmischen

Curve, indem die Querschnitte nach Unten wie die Ordinaten der Exponentialcurve zunehmen. Nehmen wir Fig. 20., einen quadratischen Pfeiler und Fuss und Pfund als Mass- und Gewichtseinheiten, so wird, wenn A. die Last ist, welche auf dem Pfeiler ruht, F. der Flächeninhalt, (wie ihn die rückwirkende Festigkeit) des Materials für den obersten Querschnitt bedingt, p das Gewicht der kubischen Einheit des Materials woraus der in die Tiefe gehende Pfeiler besteht und y eine Seite des Rechtecks, $m.y$ die andere ausdrückt, für die Entfernungen x vom obersten Punkt, aus der abgekürzten Gleichung,

$m\ y = (m\ F)^{\frac{1}{2}}\ .\ e^{\frac{pF}{2A}}\ x$ erhalten; wobei e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet.

Nehmen wir einen quadratischen Pfeiler aus Backsteinen an, so wird

$$m = 1;\ p = 125;\ \frac{q}{F} = 400;$$

und setzen wir zur ferneren Vereinfachung $F = 1$, so wird

$$y = e^{\frac{5}{32}}\ x \text{ oder}$$

$$\log.\ y = 0{,}4342945 + \frac{5}{32}\ x \text{ oder}$$

$$\log.\ y = 0{,}0678585\ H;\ \text{woraus}$$

für $x = 0;\ y = 1{,}0000$
$x = 1;\ y = 1{,}1692$
$x = 2;\ y = 1{,}3668$
$x = 3;\ y = 1{,}5980$
$x = 4;\ y = 1{,}8682$
$x = 5;\ y = 2{,}1842$
$x = 6;\ y = 2{,}5535$

erhalten wird.

Besteht ein Bauwerk aus verschieden hohen oder schweren Mauertheilen, wie z. B. eine mehrere Stockwerkhohe Fabrik mit daran erbautem Kesselhaus und hohem Schornstein, ein Festungswerk mit eingebautem Devensivgebäude, eine Kirche mit Thurmanlage etc., so muss wegen der Pressbarkeit des sonst auch als widerstandsfähig gefundenen Baugrundes, die Basis der Fundamentsohlen aller im Zusammenhange mit einander auszuführender Bautheile, in ihrer Grundfläche proportional zu den obern Belastungsgewichten stehen; d. h., es muss das Fundament einer jeden Mauer des Bauwerks, an seiner Grundsohle pr. Quadratfuss eben denselben Druck ausüben und die Ausdehnung der Fundamentbasen verhältnissmässig den Belastungsgewichten der verschiedenen Mauermassen ermittelt werden.

Stellt z. B. die Fig. 21. A, B, C und D einen vier Stockwerke hohen Kirchthurm mit anschliessenden Giebel- und Schiffmauern einer Kirche dar, so wird man zuerst die Breite und Tiefe des Fundaments der Kirchenmauern bestimmen. Da nun das oberste Stockwerk des Thurmes zur Aufnahme des Geläutes (des Glockenstuhls mit Glocken) bestimmt ist und dasselbe bei 27′ Höhe als gewöhnlicher quadratischer Bau, schon $^1/_{10}$ der Höhe $= 2^7/_{10}$′ Mauerdicke erfordert, so haben wir hier, wegen den Erschütterungen durch das Geläute, der Belastung des cc. 38′ hohen Helmdaches, das bei starken Windstössen dem Mauerwerk Erschütterungen mittheilt, dessen Stärke um cc. die Hälfte vermehrt, oder auf 4′ festgesetzt und die Mauerstärken der in die Tiefe gehenden Stockwerke, von jenen des Glockenhauses abhängig gemacht; wobei jedoch der obenerwähnte Zuschlag von $1^3/_{10}$ nicht in Rechnung gebracht ist. Das zweit oberste und die folgenden Geschosse haben die Glocken und das Glockengerüst, mit einem Gewicht von etwa 70 Centner aufzunehmen, wobei die unmittelbaren Erschütterungen durch das Geläute, der Widerstand gegen einen Orkan etc., mit berücksichtigt werden müssen und erfordern dieselben in ihren Mauerdicken eine von Stockwerk zu Stockwerk zunehmende Verstärkung. Um bei einem so hohen Mauerkörper das statische Gleichgewicht auf die Dauer unter diesen Einflüssen zu erhalten, pflegt man dieselben fast immer pyramidal aufzuführen, indem man die aufgehenden Stockwerke sowohl innen wie aussen absetzt. Ein allgemeiner Vergleich der vorzüglichern mittelalterlichen Thurmbauten ergibt für die einzelnen in die Tiefe gehenden Stockhöhen, nach gesetzte Verstärkungen der Mauerdicke:

$^1/_{20}$	auf die	Höhe	des	4ten	oder	obern	Stockwerks	$= {}^{27}/_{20} =$	1,35 Fuss
$^1/_{30}$	„	„	„	„ 3ten	„	„	„	$= {}^{27}/_{30} =$	0,90 „
$^1/_{40}$	„	„	„	„ 2ten	„	„	„	$= {}^{27}/_{40} =$	0,75 „
$^1/_{50}$	„	„	„	„ 1ten	„	„	„	$= {}^{27}/_{50} =$	0,54 „
								zusammen	3,54 Fuss.

Es erhält demnach der Thurm im 4ten Stock eine Mauerstärke $= 2{,}70 + 1{,}35 = 4{,}05$′; im 3ten $= 4{,}05 + 0{,}90 = 4{,}95$′; im 2ten $4{,}95 + 0{,}75 = 5{,}70$′ und im ersten Stock über der Sockelschicht $2{,}70 + 3{,}54 = 6{,}24$′ rhl. Mass; in der Zeichnung sind die Bruchtheile der einzelnen Mauerstärken ausgeglichen. Diese Verjüngung nähert sich den Thürmen des romanischen Stils; bei gothischen Thürmen beträgt dieselbe ungefähr das Doppelte bei verstärkter unterer Maueranlage.

Hieraus ergibt sich für den Mauerkörper des Thurmes incl. den Gebälken, der Dachung, Glocken nebst Gerüst, athmosphärische Feuchtigkeit u. s. w., auf jeden □ Grundfläche unter dem Sockel, eine Belastung von cc. $130^3/_4$ Ctr. Zollgewicht ($= M.$); während die anschliessenden Kirchenmauern pr. □ nur mit cc. $63^3/_4$ Ctr. Wassergewicht ($= m.$) drücken. Bezeichnet nun x die gesuchte Seitenlänge des Thurmfundaments, F der Flächeninhalt der untern Thurmvierung über dem Sockel, so ergibt, wenn $F = 21^2 = 441$ □ beträgt, nach gesetzte noch um $^1/_5$ der zu suchenden Grösse vermehrte Formel für

$$x = \sqrt{F\,\frac{M}{m} + \left(\frac{F.M}{m}\right)\frac{1}{5}} = \sqrt{441\,\frac{130{,}75}{63{,}75} + \frac{441\,.\,130{,}75}{63{,}75\,.\,5}}$$

$$= \sqrt{441\,.\,2{,}05 + \frac{441\,.\,2{,}05}{5}} = \sqrt{904{,}05 + 180{,}81}$$

$= \sqrt{1084{,}86} = 32{,}93$′ Seitenlänge der Fundamentsohle. Werden die an der Rückseite des Thurms anschliessenden Kirchenmauern mit im Verband aufgeführt, dann wirken dieselben gleich Strebepfeilern und steht mithin ein Umkanten nach Vorn zu befürchten; es wird demnach auch der Gesammtvorsprung des Fundaments über die reine Mauer der Vorderseite (oder bei d Fig. 21. A. und D.) $= 33 - 21 + 2 = 10$′ zu betragen haben, während an den beiden Schmalseiten des Thurms (bei a und b Fig. 21. A. und C.) der Fundamentvorsprung $= \frac{33-21}{2} = 6$′ beträgt. Verschiedene Baumeister ziehen es vor, die ungleich schweren Constructionstheile solcher Bauten, von der Grundsohle aus ganz isolirt aufzuführen, indem sie die anschliessenden niedrigeren Mauern, blos durch einen senkrechten Mauerzapfen wie Holzschnitt 19. A. oder B. ergibt, mit den ersteren verbinden. In letzterem Falle würde die Fundirung des Thurms wie bei Fig. 21. B. sein müssen und die Grundsohle des Fundamentes, auf jeder Seite 6′ Vorsprung über die reine Mauer erhalten.

Fig. 19.

Es ist auch häufig der Fall, dass eine bereits früher aufgeführte Mauer, welche sich schon gesetzt hat, verlängert oder mit einer anderen neuen unter irgend einem Winkel verbunden werden soll. In diesem Falle ist es rathsam, bei der Aufführung der ersten Mauer dieselbe schon mit einer stumpfen senkrechten Nuthe herstellen zu lassen, um späterhin die neue daran setzen zu können; wo dann allerdings diese Fuge offen bleiben wird, dem regelmässigen Setzen des neuen Mauertheils aber kein Hinderniss im Wege steht und daher schädliche Risse vermieden werden. Bei Backsteinmauerwerk, welches sich verhältnissmässig der vielen starken Mörtelfugen am meisten setzt, hat man, wenn Gesimshöhen zu berücksichtigen sind, und die Mauer unter den gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln aufgeführt wird, noch darauf zu achten, dass dieselbe um $^1/_{200}$ bis $^1/_{150}$sten Theil ihrer Höhe, allen Erfahrungen zu Folge sich setzt.

Wegen dieser Setzung neuen Mauerwerks, ist bei allen Mauern, mögen sie aus künstlichen oder natürlichen Steinen bestehen, es eine Hauptregel, bei ungleicher Aufführung Stockzahnungen zu vermeiden und wenn man dennoch gezwungen sein sollte, einen Theil der Mauer in geringerer Höhe liegen zu lassen, um ihn erst später mit den bereits höher geführten Theile wieder zu verbinden, so muss dies durch eine dem Material angemessene Abtreppung in Rücksicht auf den Verband, erzielt werden.

c. Technische Ausführung der Fundamentmauern.

Wir bemerken schliesslich noch, dass die untersten Lagen des Fundamentes gewöhnlich aus den grössten Steinblöcken gebildet werden, wobei man diese mit dem Hammer rauh zurichtet; ist aber das Gründungsbett zusammendrückbar, und sind die Flächen der Steine nicht eben, so ist es besser, kleine Steine zu nehmen und diese mit einer schweren Handramme fest einzustossen; diese Steine binden sich besser in das Bett als die grossen Steine. Die darauf folgende Schichte muss dann aber aus grossen Steinen bestehen, um die kleinen Steine besser zu überbinden und den Druck gleichförmiger auf sie zu vertheilen. Bei lagerhaften Bruchsteinen werden, wie bereits bemerkt ist, grosse plattenartige Steine ausgesucht und dieselben auf die nach der Setzwage geebnete Grundsohle gleich mit Mörtel versetzt. Die Steine werden dicht an die Seiten der Fundamentgrube angetrieben und ebenso auf die Grundsohle und ist darauf zu sehen, dass weder der Stein hohl liege, noch grosse Stossfugen habe. Vor dem Versetzen der zweiten Schicht, werden für jede neue Steinlage die vorhandenen grössern Unebenheiten der ersten Schicht mit dem Hammer beseitigt und die Vertiefungen durch Zwicken ausgeglichen. Sowohl die Ausgleichung der unteren Schicht, wie die neu zu versetzenden Steine müssen frei von Schmutz sein; auch werden die Lagerflächen und die Stossfugen, vor dem Aufgeben des Mörtels jeder Zeit mit etwas Wasser besprengt. Bevor der Mörtel aufgegeben wird, muss der Arbeiter den Stein trocken auf sein Lager probirt und wo es fehlt, dasselbe nachgerichtet haben. Das bessere Lager wird stets nach Unten genommen und es liegt, wenn derselbe durch etliche Hammerschläge in den Mörtel fest eingepresst wird, der Stein dann um so fester, weil der aufgetragene Mörtel blos die kleinen Unebenheiten der Lagerflächen ausfüllt. Das Antreiben durch den Hammer geschieht, indem der Arbeiter den Fuss auf den Stein setzt und dann die Schläge gibt. Um sich aber bei wichtigen Arbeiten von der festen Lagerung der Steine zu überzeugen, muss man sich auf dieselben mit beiden Füssen stellen und das Hohlliegen durch Ab- und Aufkippen mit der Fussspitze über die Ecken ermitteln. Liegt der Stein nicht fest, so muss er wieder

aufgehoben und das Lager besser zugerichtet werden, worauf er aufs neue in Mörtel gesetzt wird; die Stossfugen werden mit der Breitseite des Hammers nach dem Augenmass blos zugeschlagen.

Da die Stossfugen der Vorsetzsteine den Kern des Mauerkörpers mit der Aussenseite verbinden, so ist gerade hier besonders darauf zu achten, die Ausmauer-Steine gut in die Ecken der Vorsetzsteine einzupassen und das Auszwicken der Stossfugen mit kleinen Steinsplitten und viel Mörtel, nicht zu gestatten. Die Vorsetzsteine werden am besten aus je zwei Läufern und einem Binder vermauert und wo möglich viele Binderfugen durch den Mauerkörper hindurch geführt, wodurch im Innern der Mauer sich von selbst ein guter Verband ergibt. Die Tafel 2. zeigt in den Fig. 1. *C.*, den Verband zweier Schichten; desgleichen die Fig. 3., wobei zugleich darauf hingewiesen ist, dass auch an der Aussenseite bei den Vorsetzsteinen die Zwicken, wie *m*, *n*, *o* zu vermeiden sind.

Die Ecken der Fundamente müssen aus den grössten, resp. lagerhaftesten Steinen gebildet werden und verwendet man die unregelmässigen Steine am besten in der Mitte der Mauer; wo dann auch die Zwicken zur Ausgleichung sich am dienlichsten erweisen. Bei sehr dicken Mauern, die über 5 bis 6' messen, können selbst 2 bis 3' starke zusammengesinterte Ziegel (sogenannter Schmolz,) im Kern der Mauer vortheilhaft verwendet werden; aber man muss denselben mit einem schweren eisernen Schlägel ein gutes Lager zurichten und alle stark überragenden Theile beseitigen, so, dass der Block gleichsam nach Oben verjüngt ist und schichtweise dicht ummauert werden kann.

Die Schichten müssen durch das ganze Fundament gleichzeitig aufgeführt werden, um ungleiches Setzen desselben zu vermeiden. Die Steine der obersten Schichte des Fundamentes sollten hinreichend gross sein, damit die nächste Schicht des Oberbaues noch auf die äusseren Steine dieser Schichte zu liegen kommt. — Für die Fundamentmauern soll man hydraulischen Mörtel verwenden, und der Oberbau sollte nicht bälder begonnen werden bis der Mörtel angefangen hat durch das ganze Fundament zu erhärten.

Vor dem Ausheben der Fundament-Gruben muss jederzeit die Tiefe der Kellersohle bezüglich dem Hofpflaster und vorliegenden Strassenrücken, durch Nivellement festgestellt werden, indem hiernach sich sowohl die Fussbodenhöhe des ersten Stocks, wie auch die Planirung des Hofes, oder Abwässerung desselben zu richten hat. Bei der Fig. 5. liegt der Fussboden des ersten Stocks nur cc. 2' über dem Strassenrücken und dürfte demnach der höchste Punkt des Hofraums bei 1' Ueberhöhung, zur geregelten Abwässerung sich genügend erweisen, wonach die Fundamentgruben doch 11' tief ausgehoben werden müssten; bei der Fig. 6. sind die Fundamentsohlen blos 10¼' tief unter die Hofebene auszugraben.

B. Mauerverband aus natürlichen Steinen
(Bruchsteinmaterial).

3. Qualität der Bruchsteine und Quader oder Werkstücke.

a. Gewinnung der Steine.

Sollen bei der Ausbeute von Steinbrüchen dieselben einen geregelten Betrieb erhalten, so müssen alle Bänke eines Sand- oder Kalkstein-Bruches möglich zu verwerthen gesucht werden. Für den Unternehmer, wie nicht weniger den Ausführenden eines Baues, kann es daher auch nur vortheilhaft sein, eine gemischte Bestellung aufzugeben, so dass die besten Lager der Schichtungen oder Bänke, zu Werkstücken und grossen Quadern, die weniger guten Bänke, zu Mauersteinen gebrochen werden können. Denn es kann hier selbst die Grösse der Quader weniger von der Willkühr des Bauausführenden abhängig sein, als viel mehr von der Dicke der Flötze im Steinbruche und besonders bei Grossbauten ist es von Belang, auf diesen Bestand bei den verschiedenen Lieferanten stets Rücksicht zu nehmen; indem die eigenthümliche Beschaffenheit des Materials wichtiger ist, als selbst die Widerstandsfähigkeit eines im Bauplan angenommenen Quaders wenn derselbe einmal liegt, es an sich sein kann. Zu dieser Schwierigkeit die geeignete Form in vorzüglicher Qualität zu beschaffen, kommt denn noch die Beschwerlichkeit des Transportes und die Unwahrscheinlichkeit in grosser Dimension gebrochene Quader, ohne eigene Transport-Vorkehrungen (wie per Eisenbahn oder Wasser), gut auf den Bauplatz zu bekommen, hinzu. Grosse Quader haben auch das gegen sich, dass sie gewöhnlich verborgene Fehler enthalten, die vor ihrer Bearbeitung sich nicht leicht auffinden lassen, wenn man auch bei Abnahme des Steins, denselben noch so sorgfältig untersucht hat. — Die Festigkeit hingegen, erfordert blos, dass nicht allzuharte Quadersteine höchstens doppelt so breit als hoch und dreimal so lang als hoch, — harte Steine aber, höchstens doppelt so breit als hoch und doppelt so lang als breit gebrochen werden sollen; wenn nicht durch besondere Bestimmung andere Ausmasse bedingt sind. Ist das letztere aber der Fall und liegt die Absicht vor ein in jeder Beziehung ausgezeichnetes Material aus dem Steinbruche zu erhalten, so muss ermittelt werden, wie viele Flötze an guten Quaderbänken ein jeder Bruch (der Lieferanten) enthält und erweisst es sich alsdann als zweckmässig, nach dem so erhaltenen Resultate die Lieferungen einzurichten und jedem Uebernehmer ein verhältnissmässiges Quantum an Quadern und Mauersteinen zur Anlieferung aufzugeben.

In allen jenen Gegenden, wo blos Findlinge, Feld- oder Geschiebesteine zu Gebot stehen, sind ganz andere Rücksichtnahmen erforderlich, da hier die Steine in der Form, Lagerhaftigkeit und Härte mehr oder weniger sich eignen, einen regelmässigen Verband herstellen zu lassen und ist es oft sogar schwierig, mit Bruchsteinen aus rundlicher Gestalt ein festes Mauerwerk auszuführen.

Für die Stockwerksmauern aller Hochgebäude ist besonders zu empfehlen, nur Steine aus Brüchen die gegen Süden liegen und auch diese erst alsdann vermauern zu lassen, wenn dieselben zur Entfernung der Bruchfeuchtigkeit durch den Frost, wenigstens einen Winter hindurch vor dem Beginne des Baues aufgeschachtet waren.

Bei öffentlichen Bauten, wo die Mauern weit stärker sind, erfordert die Austrocknung der Bruchsteine, eine noch grössere Sorgfalt und hat z. B. die Erfahrung gelehrt, dass Fresko-Malereien, die nach dem 10ten bis 12ten Jahre der Bauausführung im Innern des Gebäudes hergestellt worden sind, doch nasse Flecken entstehen liessen, die, ohne die Malerei zu zerstören, auch nicht wieder entfernt werden konnten. Enthält daher das Bruchsteingemäuer bewohnter Räume noch Feuchtigkeit, so ist nicht zu leugnen, dass wenn dieselben auch während der Wintermonate gut geheizt werden, dieselben doch der Gesundheit der Bewohner nachtheilig sich erweisen müssen. Auch hat die Erfahrung bewiesen, dass 6 bis 8' dicke Bruchsteinmauern, wie solche bei bewohnbaren Casematten in Festungen getroffen werden, ohne besondere Vorkehrungen, oft 20 bis 30 Jahre zu ihrer völligen Austrocknung brauchten. Werden indess 2 bis 2½' dicke Hausmauern aus Bruchsteinen, wie Oben bemerkt ist, ausgeführt, dann können die Räume, sofern man das Gebäude im Herbste gerichtet hat, ohne Bedenken im darauffolgenden Sommer bezogen werden; stets ist es gut den innern Wandverputz mit hydraulischen Mörtel, herstellen zu lassen.

Soll die Bauausführung von Neubauten keinerlei Unterbrechung erleiden und bei Verwendung von Werkstücken ein dauerhaftes Material beschafft werden, so muss die Anlieferung der Quader auf jeden Fall noch vor Eintritt des Winters für das darauffolgende Baujahr geschehen. Denn wenn man auch nach alten Gebäuden, deren Quader aus demselben Steinbruche bezogen sind, durch den Augenschein einen ziemlich sichern Schluss auf die Dauerhaftigkeit des Materials ziehen kann, so hat doch die Erfahrung dargethan, dass aus ganz bewährten Brüchen bezogene Quader, durch den Winterfrost zerstört worden sind; oder mit andern Worten: in jedem Bruche finden sich vielerlei Arten von Steinarten vor. Um daher aus dem Bruche eine gute Qualität von Quadersteinen zu erhalten, lasse man sich von der härtesten Gattung einen Probestein in der Grösse von 1 bis 2 Cubikfuss zustellen und gebe auf Grund dieses Probesteines die Lieferung zu dem Baue unter der gemachten Bedingung auf, dass der Uebernehmer noch vor Eintritt des Winters (besser ein Jahr vor dem Verbrauch,) die Steine abliefere; die übernommenen Steine lasse man dann an einem eigens bestimmten Ort so lagern, dass die Bruchlager nach Oben gekehrt sind. Die Steine lagern während des Winters im Freien, die durch Nässe gesättigt und unter dem eintretenden Froste gefrieren; aber unter Einwirkung der Sonne im Frühjahre wieder aufthauen, wo denn die fehlerhaften Steine alle Mängel, als Brüche, Risse, eingesetzte Stücke u. s. w. leicht erkennen lassen. Diese Mängel werden grösstentheils sofort ersichtlich und bei einigermassen aufmerksamer Untersuchung, etwa durch Anschlagen mit einem Eisen wird es wahrzunehmen sein, wo betrügerische Vorkehrungen vorgenommen worden sind; welche hier einen dumpfern Klang haben, oder auch — indem zum Wenigsten bei falschen Lagern, die Feuchtigkeit stärker bemerkbar ist, als an solchen Steinen, die keinen Schaden haben.

Die Alten verwendeten zu ihren Pracht- und Nutzbauten im allgemeinen weit vorzüglichere Materialien, wie wir z. B. Marmor, Porphyr, Basalt und Granit; wohingegen heute wegen der leichten Bearbeitung und Gewinnung auch für öffentliche Bauten, zumeist nur Sandstein und mitunter auch Kalkstein gebraucht wird. Da wir aber fast bei allen Bauten gewöhnlich nur für diejenigen Bautheile Quader zu verwenden pflegen, wo eine besondere Dauerhaftigkeit nöthig ist, so wird es sich auch rechtfertigen, hier noch einiges Allgemeine darüber zu bemerken: Jeder aus dem Bruche kommende Stein, hat, wie bereits Oben gesagt ist, eine eigenthümliche Feuchtigkeit (Bruchfeuchtigkeit), welche, so lange sie nicht verdunstet ist, auch die Dauerhaftigkeit desselben nur schwer erkennen lässt. Verschiedene Steinarten sind im Bruche so fest, dass sie mit Pulver etc. gesprengt

werden müssen, zerfallen aber bald an der Luft, wenn sie über Winter der Einwirkung der Witterung blos gestellt werden, in kleine Stücke oder Trümmer; andere hingegen, die im Bruche weich sind und sich sehr leicht bearbeiten lassen, werden der Luft ausgesetzt, nach wenigen Monaten vollkommen fest und gerade hierher gehören sehr viele brauchbare Steinarten. Alle Steine indess, die ihre Bruchfeuchtigkeit noch haben, verbinden sich schwer mit dem Mörtel und bleiben Mauern, die von letzteren erbaut werden, stets feucht, so, dass dieselben bei Wohnräumen der Gesundheit der Bewohner auch höchst nachtheilig sind. Zur Verdunstung der Bruchfeuchtigkeit nicht vermauerter und frei aufgeschachteter Bruchsteine, sind in nicht seltenen Fällen schon etwa drei Jahre erforderlich; bei Quadern, die sehr dichtes Korn und grosses sp. Gew. haben, geht die Austrocknung noch viel langsamer von Statten. Doch ist im allgemeinen anzunehmen, dass jeder Baustein, der vor seiner Verwendung einen strengen Winter dem Froste ausgesetzt war und nach Ablauf des Thauwetters keine Spur der Veränderung an sich erkennen lässt, unbesorgt für jeden Bau verwendet werden könne. Erforderte aber die Kürze der Zeit eine sofortige Verwendung von Bausteinen und man müsste sich über die zu verarbeitende Qualität entscheiden, so verdienen diejenigen Steine das meiste Zutrauen, die, wenn sie 5 bis 6 Tage im Wasser gelegen haben, ihr ursprüngliches Gewicht am wenigsten verändert zeigen und möchte eine Gewichtszunahme von etwa 1 Procent als Maximum, während dem Verlaufe des Eintauchens unter Wasser, in der Zeit von einer Woche, schon als ein annehmbares Zeichen der Dauerhaftigkeit gegen den Einfluss der Witterung betrachtet werden können. Viel sicherer ist die Probe in Rücksicht auf Feuerbeständigkeit der Steine, indem man dieselben der Weissglühhitze aussetzt und in das Wasser wirft und sie keine Veränderung ihrer Struktur erkennen lassen, so verdienen sie Zutrauen; die letzteren als feuerfeste Steine, die ersteren zu Arbeiten im Wasser.

Aus dem Vergleiche der Beschaffenheit der in einem Bruche zu Tage stehenden Steinlagen und dem Zustande der Steine jener Gebäude, die aus demselben Steinbruche in der Umgegend seit länger denn etwa 100 Jahren erbaut worden sind, lässt sich gleichfalls die Dauerhaftigkeit der Steinart mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit vermuthen. Für den blossen Augenschein sind Steinarten von sehr gleichartigem Korne (Textur), die einen hellen Klang bei dem Anschlagen und bei der Bearbeitung scharfkantige nicht aber bröckligе Abfälle geben, sowie einen schwefeligen Geruch erkennen lassen, sehr brauchbar. — Alle Steine, die bei feuchter Witterung oder einfallendem Regen schwitzen, heissen Wettersteine und sind bei Bauten mit bewohnbaren Räumen etc. nicht brauchbar; jene, die das auf sie gespritzte Wasser rasch einsaugen, sind nicht für Bauten tauglich, die ohne Verputz der Luft ausgesetzt werden, noch weniger aber für solche Bauten, die der Einwirkung des Wassers unterworfen sind.

Da wo eine Abschleifung oder Reibung stattfindet, wie bei Treppenstufen, Pflasterungen etc., sind alle jene Steine ganz untauglich, die auf einander gerieben, vielen Abgang ergeben oder Sand bilden. Unter den gewöhnlichen Landsteinen verdient der Quarzsandstein vor jedem anderen besonders alsdann den Vorzug, wenn er einer ununterbrochenen Nässe oder dieser und abwechselnd der Luft ausgesetzt werden müsste. Thonhaltige Steine verwittern bald und schwitzen nach ihrer Verwendung in den Mauern; jene Sandsteine, die vielen Glimmer enthalten, dauern unter allen Quarzsteinen am besten im Feuer. Kalkhaltige Sandsteine; sind im allgemeinen sowohl an der Luft, wie im Wasser dauerhaft, werden aber bald zerstört, wenn ihr Bindemittel mergelartig ist; die reinen Kalksandsteine und aus letzteren durch Kalk zusammen Verbundene (Breccien, Nagelfluhe), können unter die guten Quadersteine gezählt werden; sind jedoch, wenn sie in dichten Kalkstein übergehen (sich ihm nähern), sehr mühsam zu bearbeiten. Ueberhaupt gilt dies für alle Marmor-, ganz vorzüglich aber für die Granit- und die festen Porphyr-Arten; bei denselben bindet der Mörtel weniger gut und ist ihre Anwendung bei gewöhnlichen Bauten sehr kostspielig und weniger zu empfehlen, als Sandsteine. Zu Bildhauer-Arbeiten, wie zu allen Werken der schönen Baukunst werden sie hingegen gesucht und sind die reineren Arten für Denkmäler und Skulpturen sehr werthvoll.

Gewöhnlich sind bei diesen Steingattungen die Flötze des Bruches sehr mächtig und ist es alsdann zweckmässig, wenn dieselben nicht allzuhart sind, aus grossen Blöcken durch die Steinsäge die erforderlichen langen oder dünnen Werksteine unter Anwendung von Sand und Wasser, zu schneiden. Aus harten Steinblöcken werden dünne Platten u. dergl., in neuerer Zeit durch grosse Steinschneide-Maschinen geschnitten, die aus der mechanischen Werkstätte von Manhard in München zu beziehen sind.

Tafel 2.

b. Der Verband bei zu Tage gehendem Bruchsteingemäuer.

Um mit unserem gewöhnlichen Landsteine, so wie ihn der Sand- oder Kalksteinbruch liefert, einen guten Verband herzustellen, müssen die Steine, bevor sie auf die Baustelle kommen, aus dem Schachthaufen ausgesucht und mit dem Maurerhammer so zugerichtet werden, dass sie mit ihren Seitenflächen in den kleinsten Fugen (Stossfugen) als Vorsetzsteine sich eignen. Da dies aber wegen der Kostspieligkeit bei gewöhnlichen Bauten nicht leicht durchführbar ist, so begnügt man sich hier schon damit, wenigstens die Breite der Lager gleich der Dicke, bis auch doppelt so breit als dick zu nehmen, die Länge jedoch noch wenigstens $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal der Dicke gleich zu machen. Die Dicke nimmt man selten unter 4 und über 9 Zoll und sucht die Schichten, so verschieden die Steine auch aus dem Bruche kommen, doch möglichst nach parallelen Lagerflächen auszuführen; d. h. man sucht auf wenigstens 3 bis 4 Schichten oder 2 bis 3' Höhe, eine annähernd wagrechte Abgleichung durchzuführen.

Die lagerhaftesten Steine, welche zwei Häupter erhalten, werden auf die Ecken genommen, im Uebrigen die zweitbesten Steine zum Vorsetzen ausgewählt; so dass auf je zwei oder drei Läufer in der Mauerflucht ein Binder so eingeführt ist, wie dies die Fig. 1. und 2. nachweisen. In der darauffolgenden Schicht übergreifen die Binder dann wieder die Stossfugen der Läufer und ist es vortheilhaft, eine oder die andere Stossfuge der Binder durch die ganze Mauerdicke hindurch zuführen, so, dass die Stossfuge des Binders der äussern Flucht, mit der Stossfuge eines nahe winkelrecht gegenüberstehenden Binders der innern Flucht, in bemessenen Abständen von etwa 3 bis Fuss, im Mauerkörper zusammenstossen.

Sowohl bei den Vorsetzsteinen wie der Hintermauerung wird für jede Gattung von Bruchsteinen, wie immer am zweckmässigsten, das bessere oder breitere Lager nach Unten genommen und müssen die Stossfugen aller Vorsetzsteine, zum wenigsten eine 3 Zoll breite mit dem Hammer nach dem Augenmaass zugeschlagene Fläche bilden, wobei Vertiefungen von cc. $^2/_3$ Zoll übersehen werden können; auch die Kanten und Ecken brauchen nur nach dem Augenmass winkelrecht und nicht ganz scharf zugerichtet zu werden, indem auch hier Unebenheiten bis zu $^1/_6$ Zoll unberücksichtigt gelassen werden.

Bei dem Versetzen der Steine ist darauf zu sehen, dass dieselben auf ihr natürliches-Lager (Bruchlager) gelegt werden, so dass jeder Stein in der Mauer dieselbe Lage erhält, die er vor dem Brechen im Steinbruche hatte. In der Regel geschieht dies zwar besonders bei lagerhaften Steinen durch die Arbeiter unwillkührlich und würde im andern Falle aber gerade bei diesen die Folge die sein, dass die Steine aufblättern und bald verwittern.

Bei Mauern mit Rollschichten, Böschungsflügeln, gebogenem Schichtmauerwerk u. s. w., deren Ausführung wie immer eine ganz besondere Sorgfalt bedingt, ist es angemessen, durch hierzu geschickte Arbeiter alle Vorsetzsteine vorher in Accord richten zu lassen; die dann in Läufer, Binder und Ecksteine sortirt und erst nach erfolgter Abnahme, durch die Handlanger zum Vermauern auf den Bau gebracht werden.

Um einen richtigen Verband mit den Vorsetzsteinen herzustellen, müssen dieselben in ihren Lager und Stossfugen voll mit Mörtel gefüllt sein und dürfen also weder hohl noch auf Splitter gelegt werden. Wird die Mauer später verputzt, so bleiben die Fugen in der Ansicht offen, ausserdem aber werden sie sofort mit der Kelle ausgestrichen und sauber geebnet, so, dass alle Steinhäupter, wie auch die Lagerflächen jeder Schicht, frei vom anklebenden Mörtel gehalten sind, der nur als Fuge sichtbar sein darf.

Nach Vorstehendem lassen sich noch folgende allgemeine Regeln eines guten Bruchsteinverbandes aufstellen.

1) Jeder Stein muss ein wagrechtes Unterlager und gleichartiges Oberlager haben.

2) Die Stossfugen zweier aufeinanderfolgenden Schichten dürfen nicht in eine senkrechte Linie zusammen zu fallen.

3) In zwei aufeinander folgenden Schichten sollen sich Läufer und Binder wechselseitig decken.

4) Bei Mauern von 2 bis 3' Stärke sollen die Stossfugen einer Schicht durch die ganze Mauer gehen und bei stärkeren Mauern muss dies bei einer der Binderstossfuge stets stattfinden.

5) Bei dem Eckverband soll in dem einen Schenkel des Winkels eine Binder- und in dem andern Schenkel eine Läuferschicht liegen.

6) Im Innern der Mauer sollen möglichst viele Binder sein.

Bei sehr ungleichartigem Material, wo die Steine in den verschiedensten Dicken vorkommen, ist es, wie es wohl in den meisten Fällen stattfindet, nicht gut thunlich, die einzelnen Schichten in der gleichen Stärke durchzuführen, ohne die für die Baukosten gezogene Grenze zu überschreiten. In diesem Falle erscheint es zweckmässig, ohne Schichten zu arbeiten und die Steine so zu setzen, wie sie das Material bietet; jedoch mit Beachtung der oben angegebenen Regeln des Mauerverbandes. Die Fig. 4. zeigt die Ansicht einer solchen Mauer, wo neben dem grössern Steine *a*, die weniger Dicken *b* und daneben die noch weniger Dicken *c* gebracht sind, hierauf wieder ein dickerer Stein *d* u. s. w.; zur Erzielung grösserer Festigkeit oder geringerer Stärke der Mauern, bringt man hierbei aber möglichst viele durch die ganze Mauer gehende Binder *m* an und macht, wo die dünnen Steine vermauert sind und also mehr Lagerfugen entstehen, die Mörtelfugen möglichst schwach.

Aus dem bisher über das gewöhnliche Bruchsteingemäuer Gesagten geht hervor, dass dasselbe stets eigens geübte Arbeiter bedingt, sobald ein guter Verband und gleichartiges Setzen der Mauer stattfinden soll und ist gerade hierbei eine geschickte Vertheilung der Steine am meisten zu beachten. Besonders aber das sogenannte schichtlose Bruchsteingemäuer (aus Conglommerat, Tuffsteinen, Findlingen etc.) erfordert fast mehr Sorgfalt, wie das aus lagerhaften Steinen hergestellte und muss hier alle 3 bis 4 Fuss Höhe, eine Abgleichungsschicht (Horizontale) angebracht werden, so dass die Lagerfugen wieder einmal ganz durchgehen.

Soll das Aeussere einer Bruchsteinmauer durch den Verband architektonisch wirken, resp. verfugt werden und ist die Bedingung gestellt, eine horizontale Schichtung durchzuführen, ohne viel Kosten zu veranlassen, so muss eine gehörige Auswahl im Material getroffen werden. Damit aber gegen Ende des Baues kein unbrauchbares Material verbleibt, stelle man zum Richten der Vorsetzsteine besonders geeignete Arbeiter an und lasse auf bestimmte aber verschiedene Stichmasse, beliebige Schichthöhen und zwar gerade solche Dicken, die dem Material am angemessensten sich erweisen, zurichten; wobei nach den bereits Oben angegebenen Regeln auf die entsprechende Zahl von Läufern, Bindern und rechten oder linken Ecksteinen zu sehen ist. Eine solche Mauer ist in Fig. 5. dargestellt; indem hier acht verschiedene hohe Schichten so auf einander folgen, dass stets eine dickere Schicht mit einer dünneren abwechselt und somit alle Steindicken zur Verwendung kommen. Sind bestimmte Horizontalen, wie z. B. die Kämpferhöhen bei Bogen oder Abgleichungen für Gesimse bedingt, so brauchen die Schichten der einzelnen Pfeiler blos für die obere Abgleichung zu stimmen und kann in der Mitte der Pfeiler der Wechsel zwischen je einer dicken und dünnen Schicht, auf verschiedene Stichmasse stattfinden. — Ein solches Gemäuer wird dann mit Cement sauber ausgefugt (— als sogenannte Rohbau-Architektur,) dem Baue selbst eine dem natürlichen Material angemessenere Wirkung verleihen, als die mit regelmässigen oder gleich hohen Schichten ausgeführte Mauer und ausserdem aber bedeutend billiger herzustellen sein.

Bei dem Fundamentmauerwerk wurde bereits darauf aufmerksam gemacht, die Häupter und Lager nicht wie zumeist gebräuchlich ist, so verschwenderisch mit Mörtel über die Breite der Stossfugen hinaus, zuverunreinigen und verdient dieser Punkt aber noch weit mehr für die technische Ausführung des zu Tage gehenden Bruchsteingemäuers Berücksichtigung. Denn wenn man auch in der äussern Ansicht der Mauer durch verdünnte Salzsäure, die natürliche Steinfarbe wieder herstellen kann, so darf man doch überzeugt sein, dass solche Stossfugen, wo der Mörtel blos übergestrichen oder im Oberlager verschwenderisch damit umgegangen ist, fast immer eine leere Standfuge vorfinden lassen werden. Man lasse daher nach dem Aufgeben des Mörtels im Lager und Einpressen des Steins durch etliche Hammerschläge, den über Kanten und Fugen hervorquillenden Mörtel mit der Kelle sofort beseitigen und braucht selbst beim Hintermauern das Unterlager nicht viel mehr Mörtel, als zur Ausfüllung der kleinen Unebenheiten der Lagerfugen nöthig ist. Die Ausmauersteine müssen in den Ecken der Vorsetzsteine hier noch entsprechender zugeschlagen werden, wie bei dem Fundamentgemäuer, weil ausserdem das Loth und die Flucht der Schichten, durch zu starkes Antreiben der Ausmauersteine, ausser Ordnung käme. Im übrigen gelten dieselben Regeln für das Hintermauern, wie im Fundamente; dessgleichen für den Verband, das Versetzen der Vorsetzsteine, Besprengung der Fugen mit Wasser u. s. w. Es muss daher wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei Bruchsteingemäuer, im Vergleich zu jedem andern Schichtmauerwerke, nur durch Pressung des Fugenmörtels, dem unregelmässigen Verband und nicht scharfen Zusammenpassen der Stoss- und Lagerfugen — Ersatz geboten werden kann. Denn wäre das Letztere der Fall, so würden schon bei mässiger Schwere, die Steine auch ohne Anwendung des Mörtels, durch ihre Lagerung und den Verband eine gewisse Festigkeit und Stabilität gewähren. Da also bei Bruchsteinmauern der zwischen Stoss- und Lagerfugen gepresste Mörtel keinen andern Zweck haben kann, als die kleinen Unebenheiten auszufüllen, so kann hierbei auch auf das Zusammenkitten der Steine durch den Mörtel, eigentlich nicht oder doch wenigstens nicht in dem gleichen Grade gerechnet werden, wie dies z. B. bei dem Backsteingemäuer für den mehr als Kitt zu betrachtenden Luftmörtel, der Fall ist. Aus diesem Grunde bedient man sich auch zum Ausgiessen der Fugen bei Quadermauerwerk, des Cementmörtels, den man besonders bei Wasserbauten und allen für Wasser undurchlässig herzustellenden Bauwerken, anwendet. Für jedes andere blos der Luft ausgesetzte Mauerwerk gebraucht man stets einen gut präparirten Kalkmörtel und hat im Innern der Gebäude dagegen der Gypsmörtel, als ein noch besserer aber nicht so wetterbeständiger Kitt (wie der Luftmörtel), den unbedingten Vorzug. Hieraus geht hervor, dass man für Bruchsteingemäuer in allen Fällen nur hydraulischen Mörtel (oder Cement) verwenden sollte, bei Ziegelgemäuer aber überall da, wo Feuchtigkeit abwechselnd oder beständig auf die Steine wirkt (wie bei Rollschichten, Brandmauern u. s. w.) oder eine Pressung stattfindet; also bei allen Ziegelgewölben aus dem besonderen Grunde, weil der hydraulische Mörtel in feuchter und trockener Luft gleich gut fest wird; derselbe hat aber ausserdem noch den Vorzug, dass er auch im Wasser hart bleibt und eben so gut dem Froste widersteht, wenn er nur zuvor erhärtet ist.

c. Trocken- und Polygon-Mauerwerk.

Eine andere Art von Mauerwerk, wie das bisher Beschriebene, ist das Trockenmauerwerk aus Bruchsteinen, welches z. B. bei permanenten Abschnitten der Glacis (Brustwehren) in Festungen, zur Verkleidung der Erdwerke etc., Anwendung findet; fernere Anwendung findet dasselbe auch häufig bei Stützmauern gegen wasserreiche Berge zur Verkleidung der Strasseneinschnitte u. s. w. Die Trockenmauer wird in letzterem Falle aber nicht allein aus Ersparniss, sondern hauptsächlich blos desshalb angewendet, damit die Bergfeuchtigkeit leichter durch die mit Steinmoos und Erde ausgefütterten Fugen des Gemäuers durchdringen könne. Denn die schlimmste Wirkung der Feuchtigkeit auf Futtermauern, ist das Moment des Gefrierens derselben und es ist desshalb von Wichtigkeit, dass die Trockenhaltung der Hinterfüllung möglichst erzielt werde; daher geschieht auch die Hinterfüllung am besten mit durchlässigen Materialien, wie Kiesel, grobem Sand u. s. w., statt mit gewöhnlicher Erde.

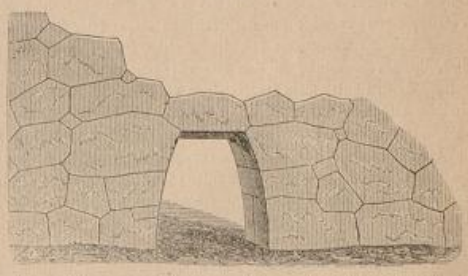
In Bezug auf das Trockenmauerwerk muss aber noch bemerkt werden, dass die Ersparniss an Mörtel meist dadurch aufgehoben wird, weil Trockenmauern etwa um $^1/_3$ dicker angelegt werden müssen, um dieselbe Standfestigkeit zu erreichen, wie die in Mörtel ausgeführten Mauern, wobei der Verband ganz nach denselben Regeln durchgeführt werden muss, wie dies bei gewöhnlichem Bruchsteingemäuer in Mörtel geschieht. Anstatt des Mörtels werden die Lager- und Stossfugen der Vorsetzsteine auf 2 Zoll Breite mit Steinmoos ausgefüllt, alles Uebrige der Fugen aber blos in Erde versetzt, jedoch so, dass Moos und Erde die Lager- und Stossfugen verbindet. Alle Unebenheiten der Hinter- und Ausmauerung werden mit Erde und kleinen Steinplitten ausgefüllt, wobei alle Steine nach Erforderniss zugerichtet sein müssen und wobei die Krone des Gemäuers mit gestellten Steinen abgerollt werden muss.

Die Geschichte der Baukunst macht uns für den Steinverband ohne Mörtel, mit einer besonderen Art von Trockenmauer-Construction bekannt, auf welche im Alterthum unter sonst gleichen Umständen wie bei gewöhnlichem Bruchsteingemäuer, blos das Eigengewicht der Steine geführt haben konnte, um gegen äussere Gefahr eine unerschütterliche Festigkeit zu erreichen. Es sind dies die uralten Mauern aus grossen Blöcken, die mitunter mehr denn 16' Länge messen, welche unter dem Namen der sogenannten Kyklopen-Bauten sich in Unteritalien, Griechenland u. s. w. vorfinden und die sowohl durch die Art ihrer Fügung, wie bedeutende Schwere der Steine, diesen Mauern ein fast 3000 Jahre hohes Alter gesichert haben.

Fig. 20.

Der Holzschnitt 20. stellt ein Stück der Polygonmauern von Argos dar, das die vollkommenste Ausbildung dieser Technik zu erkennen gibt und welche dem System des Steinverbandes nach darauf schliessen lässt, dass nicht Unkenntniss Quader nach dem Richtscheit und Winkelmass zu bearbeiten und mit der Waage zu versetzen, auf die Erfindung dieses Systems geführt haben konnte, sondern rein struktive Gründe zu fortifikatorischen Zwecken. Denn in dem entwickelten kyklopischen Gemäuer ist offenbar das Princip des Gewölbes latent; mag man dasselbe durchbrechen, wo man wolle, so bildet sich über der Bresche von selbst ein Spannbogen, der sich dem Einstürzen der oberen Mauertheile entgegenstemmt. Der Holzschnitt 21. zeigt noch eine kyklopische Mauer des Stadtthores bei Segni in Unteritalien, die aus gewaltigen Steinen besteht, deren Lücken mit kleinen Polygonsteinen ausgefüllt sind.

Fig. 21.



Sowohl in der spätern Zeit der griechischen Kunst, wie auch in unseren Tagen, suchte man den Polygonal-Verband mit gewöhnlichen Bruchsteinen und Mörtel nachzuahmen und zwar blos in der Absicht bei Substructionsmauern (Unterbauten, Terrassen, Kai- und Futtermauern etc.), durch den principiell befolgten Fugenschnitt der Kyklopenmauern, dem Kalk- und Sandsteingemäuer einen wirksamen architektonischen Ausdruck relativer Festigkeit zu verschaffen. Die Nachahmung dieses Verbandes mit unseren kleinen Bruchsteinen und Mörtel, erfordert aber weit mehr Arbeit und Material als das Schichtmauerwerk, indem nur Stossfugen vorhanden sind, die eigens auf das Schrägmass zugerichtet werden müssen. Es müssen hierbei alle zu verwendenden Steine besonders ausgesucht und dieselben so bearbeitet sein, dass sie mit allen zusammentreffenden Seiten der kleinsten Fugen, einen stumpfen Winkel bilden und wobei also nur je drei Fugen in einem Punkte zusammen stossen. Die Zurichtung der zu versetzenden Steine kann demnach blos mit Hülfe einer biegsamen Schmiege geschehen, deren Schenkel am besten aus Bleistäben bestehen und woraus zu schliessen ist, dass solche Mauern ausserordentlich kostspielig und mühevoll auszuführen sind.

Verschiedene Polygonmauern der Alten lassen ein Bestreben das System dieses Steinverbandes mehr zu entwickeln, nicht verkennen, indem weniger grosse Steine als bei den eigentlichen Kyklopenbauten verwendet und die Fugenlagen nach dem unregelmässigen Fünfeck, Sechseck u. s. w., bei Vermeidung der kleinen Füllsteine, mit besonderem Fleisse bearbeitet sind, so dass die obern Steine stets in

die Winkel der unteren Fugen genau eingreifen. Man suchte also jene völlig unerschütterliche Festigkeit der älteren Werke, durch den principiell befolgten polygonalen Steinverband blos anscheinend nachzuahmen und geht daher auch die letztere Art Mauerconstruction, schon parallel mit dem regelmässigen Quadersteinbau und kann aus diesem Grunde der polygonale Steinverband auch nicht Anspruch auf ein solches Alter machen, wie das sogenannte Kyklopenmauerwerk. Denn unzweifelhaft konnte es doch nur von der an einem gewissen Orte eigenthümlichen Lagerung und Brechung des Gesteins abhängig sein, ob man in Quadern mit irregulärer Form und Gestalt, oder in kleinern Polygonen nach festgestellten Regeln baute, oder vielmehr, indem man mit dem vorhandenen Material aus traditioneller Vorliebe zur älteren hergebrachten Mauer-Substruction, die letztere blos nachahmen mochte.

Die Fig. 6. zeigt eine 2' dicke Mauer mit polygonalem Steinverband, wobei die Schichten dem Masse nach unseren gewöhnlichen Landsteinen (bei cc. $^3/_4$' Höhe) angemessen genommen sind; im allgemeinen wird man diesen Verband blos für die Verblendsteine nöthig haben, und derselbe aber um so vortheilhafter hergestellt werden können, je dicker die Mauern sind.

4. Zurichtung der Quader oder Werkstücke.

Nachdem im vorhergehenden Abschnitte die verschiedenen Arten von Bruchsteingemäuer behandelt worden sind, muss, bevor auf die aus gemischten Steinmaterialien, wie Werkstücke und Bruchsteine, oder Quader und Ziegelmauerwerk, eingegangen wird, die Zurichtung der Quader etwas näher besprochen werden.

Der als Quader bestellte rohe Steinblock wird im Steinbruche gewöhnlich 1 Zoll länger, breiter und dicker bearbeitet (rauh bossirt), als das für das Zurichten oder Versetzen erforderliche Mass bedingt. Um demselben eine seiner Verwendung angemessene Gestalt zu geben, gebraucht man gewöhnlich zwei gleich dicke gerade Latten, nach welchen am Rande des wesentlicheren Lagers, zwei schmale ebene Säume oder Schläge *a b* und *c d* Holzschnitt 22. angearbeitet werden, die für die völlige Bearbeitung der Fläche als Anhaltspunkte dienen. Es wird hierbei die eine der Latten auf den bei *a b* gearbeiteten Schlag aufgelegt, auf welche dann die zweite Latte an der entgegengesetzten Seite des Quaders *c d* durch visiren, einzurichten ist; was dadurch geschieht, indem man über beide Latten von *e* aus, wegsieht. Fällt die Latte *c d* mit *a b* in eine Ebene, so ziehe man an derselben eine gerade Linie, nach welcher dann der zweite Schlag oder Saum angearbeitet werden kann. Bei dem Einvisiren der zweiten Latte *cd* ist es gut, hier immer die Oberkante mit der Unterkante der ersten Latte *a b* in das Auge zu fassen. Ist nun die Fläche nach beiden Säumen richtig abgearbeitet, und legt man dann an irgend einer Stelle eine Latte quer über die beiden Schläge *a c* bis *b d*, so lässt sich erkennen, ob ein in Mitte der Fläche befindlicher Punkt nicht über oder unter die Ebene *a b d c* falle. Wäre der betreffende Punkt zu tief (etwa durch ein Nieren etc. veranlasst), dann müsste um den doppelten Betrag der Differenz, auf einem der beiden Säume die Fläche nachgearbeitet werden. Um dies Nacharbeiten zu vermeiden, ist es daher zweckmässig, schon die rauh bossirte Fläche durch eine provisorisch querübergehaltene Latte zu untersuchen, wie tief die Punkte zur Herstellung der Säume geschlagen werden müssen. — Bei dem Einvisiren der Fläche kann übrigens die zweite Latte *c d* auch entbehrt werden, indem man auf den Saum *a b* Holzschnitt 23. eine etwas längere Latte *a' b'* auflegt und sich dann vor der Seite *c d* aufstellt, um von hier aus an den Ecken *c* und *d* Richtpunkte zu markiren; (das Versehen der Ebene geschieht also dadurch, dass das Dreieck *a' b' c* in das Auge gefasst und hiernach der Punkt *d* an der anderen Ecke anvisirt wird, so dass die beiden Dreiecke *a' b' c* und *a' b' d* in einer Ebene liegen). Verbindet man wieder die Punkte *c* und *d* durch eine Linie, so wird auch hier mit *a b* eine ebene Fläche stattfinden, sobald nämlich die Säume *b d* und *c d* noch hergestellt werden.

Fig. 22.

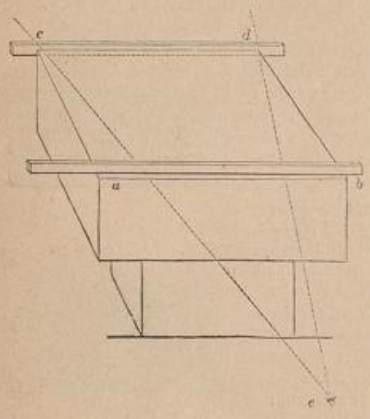
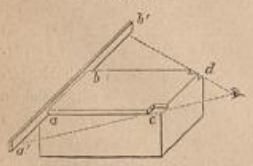


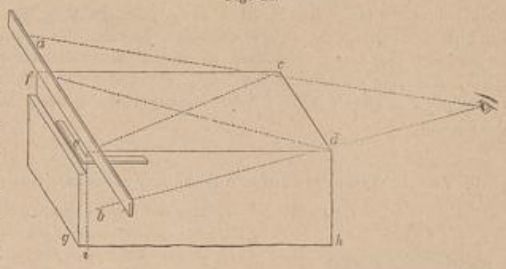
Fig. 23.



Eine genaue Bearbeitung der Lagerflächen, ist für das Versetzen der Quader sehr wichtig; daher wird auch anfänglich die Fläche nicht ganz bis auf den Grund der Schläge abgearbeitet, sondern um ein Geringes höher gelassen und ist es zweckmässig, auch nach vollständiger Bearbeitung der Fläche, noch die auf dem Grund des Saumes durch das Schlageisen vollführten Schläge, einestheils sichtbar zu lassen. Ist sehr viel von dem rauh bossirten Quader abzuarbeiten, so bedient sich der Steinhauer des Bossirhammers, zum Wenigsten des Spitzeisens oder auch einer schweren Zweispitze (bei nicht zu harten Steinen); eine leichtere Zweispitze dient zum Ausebenen der Bossen. Alsdann folgt die Bearbeitung mit dem Pick- oder dem Stockhammer; zuletzt wird die noch etwas rauhe Fläche mit dem Flächeisen oder Krönel vollständig und so bearbeitet, dass die Ebene mit den beiden Schlägen *a b* und *c d* zusammen fällt. Diese Bearbeitung genügt auch in allen jenen Fällen, wo es sich um blosse Festigkeit des Quaderverbandes handelt; soll der Stein zur Zierde aber noch grössere Glätte erhalten, so werden die gekrönelten Flächen entweder scharirt, oder was noch seltener ist, sie werden geschliffen. Das Schleifen geschieht durch einen harten Quarzsandstein und Wasser; die bei harten Steinen aber durch eiserne Platten und Schmirgel ersetzt werden.

Das Schleifen geschieht indess erst nach vollständiger Vollendung des Quaders und kann erst, nachdem ein Lager hergestellt ist, die übrige von ebenen Flächen begrenzte Gestalt durch Hilfe des Winkeleisens und der Schmiege etc. bearbeitet werden. Der Holzschnitt 24. zeigt die erste Lagerfläche *c d e f* fertig bearbeitet, an welche die zweite Fläche *e d h i* im Winkel schon angearbeitet ist; die Anlegung des Winkels an *ed*, gibt die Anleitung zur Herstellung der dritten Fläche, für welche der Winkelriss *i e* bereits gezogen ist; u. s. w.

Fig. 24.



Ist nach diesem Verfahren der Quader in den Lagerflächen, dem Haupte und den Stossfugen vollendet, so erprobe man bei der Abnahme die richtige Bearbeitung sämmtlicher Flächen; einmal durch eine nach beiden Diagonalen *c e* und *d f* aufgelegte obere Latte, die beide Male in allen Punkten genau aufliegen muss; dann durch das Winkeleisen, die Schmiege, oder auch durch Stichmasse und Lehren.

Es müssen also die behauenen Steine von dem Steinhauer fehlerfrei, d. h. genau nach den vorgegebenen Ausmassen in der Form der Flächen und der Gestalt des Werksteins bearbeitet und ohne alle Beschädigung an den Kanten und Ecken, abgegeben werden. Steine, welche dieser Vorschrift nicht entsprechen und auch vom Steinhauer nicht mehr fehlerfrei nachgearbeitet werden können, werden als verhauen angesehen und sind von dem betreffenden Steinhauer zu ersetzen; auch ist es gebräuchlich, dass Quader mit eingekitteten Stücken, besonders an scharfen Ecken der reinen Ansicht, als verhauen angesehen werden. — Oft stellen sich erst während der Bearbeitung eines Steins Fehler heraus, wie falsche Lager, schädliche Nester, Nieren u. s. w., und ist für diesen Fall der Steinhauer dafür verantwortlich zu machen, nicht weiter zu arbeiten, sondern den Fehler zu Anzeige zu bringen und die Bestimmung abzuwarten, ob ein solcher Stein dennoch behauen werden soll; im anderen Falle aber den Stein gleichfalls als verhauen anzusehen und zu behandeln.

Das Zurichten der kleinen Quader oder Werkstücke (Parrements), von etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$' Höhe wird, wenn die Arbeit in Verding (auf Accord) geschieht, nur nach dem Flächenmasse des reinen sichtbaren Hauptes bezahlt und ist also die Bearbeitung der Lager- und Stossflächen in der Ausgabe mit inbegriffen. Das Zurichten der eigentlichen Werkstücke oder Quader wird dagegen nach dem Flächenmasse aller bearbeiteten Flächen bezahlt und werden bei Gesimsstücken, die Häupter auf das Fadenmass, zu der zuerst abgebretteten geraden Fläche addirt und bei sehr starken Verkröpfungen, wie Hängeplatten mit angearbeiteten Zahnschnitten, kl. Consolen etc., wird selbst noch ein zweiter Zuschlag mit in die Fläche eingerechnet, (d. h. die zweite abgebrettete Fläche, die dazu dient, das tiefer eingesetzte Gesims ausarbeiten zu können).

Bei allen quaderartig bearbeiteten Bruchsteinen und kleinen Werkstücken, halten viele Baumeister darauf, die Unterlager durchgehends eben, die Stossfugen auf 3 bis 4 Zoll voll im Winkel und den Schweif etwa $^1/_8$ bis $^3/_{16}$ Zoll verjüngt, so zu bearbeiten, wie Holzschnitt 25. ergibt. Bei geraden horizontalen Quaderschichten hingegen, die bereits eine Dicke von 15 Zoll erreichen, soll an den Lager- und Stossfugen niemals weniger als eine Breite von 6 Zoll voll im Winkel bearbeitet werden, so dass für das Ausgiessen der Fugen mit Cement, eine Verjüngung des Schweifes bei jeder Fuge von etwa $^1/_{16}$ Zoll sich ergibt; Holzschnitt 26. Bei Stirnbögen und Hausteingewölben aber, müssen die Lagerflächen stets genau der Richtung der Radien folgen und die Keilstücke nach ihrem ganzen Auflager eben und voll im Winkel bearbeitet sein; die Stossfugen müssen wenigstens 6 Zoll tief voll im

Fig. 25.

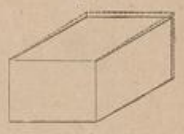
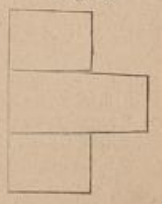


Fig. 26.



Winkel zusammen passen und im Uebrigen auf $^1/_{16}$ Zoll genau schliessend sein.

Da hier auf die Bearbeitung oder Zurichtung der Quader und Gesimssteine, als einen besondern Gegenstand, der in die Lehre des Stein- oder Fugenschnittes gehört, nicht weiter eingegangen werden kann, so bemerken wir blos, dass wenn auch das Versetzen der Werkstücke nicht durch den Steinmetzen vollzogen wird, derselbe doch alle jene Unebenheiten und Unrichtigkeiten in den Ansichtsflächen oder Fugen, ohne Entschädigung nach oder während dem Versetzen zu berichtigen hat, die gewöhnlich erst, sobald der Stein in Verband gelegt werden soll, bemerkt werden können. Oft begnügt man sich damit, einzelne Theile des Aeussern, sowie auch Stossfugen, blos in den Bossen zu stellen oder rauh zu lassen und nachher erst (unmittelbar auf dem Gerüst, der Mauer) für das Versetzen zu vollenden. — Die alten Griechen gingen darin noch weiter, indem sie bei ihren Tempelbauten nicht blos die Cannelirungen der Säulenschäfte, sondern oft die ganzen Wände der Cellamauern, erst nachträglich zur Vollendung des Bauwerks, glatt bearbeiten und schleifen liessen. Ebenso sieht man häufig in Italien, Frankreich und bei Prachtbauten auch in Deutschland, die Façaden, besonders die ornamentirten Gesimse nachträglich überarbeiten und bleibt dies Verfahren als ein althergebrachtes, das sich bewährt hat, besonders bei schweren Hausteinmassen, die eine reiche Ausstattung an Zierrathen in erhabener Arbeit erhalten sollen, besonders desshalb zu empfehlen, weil durch das Versetzen die feinen Gliederungen immerhin, auch bei der grössten Vorsicht, leicht beschädigt werden können.

5. Vorsichtsmassregeln bei dem Versetzen der Quader.

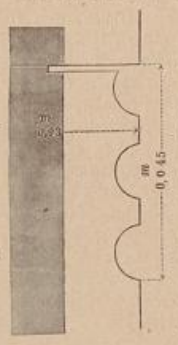
Bei allen jenen Mauern, die durchaus aus Quadersteinen ausgeführt werden sollen, würde es ein Fehler sein, bei unserem gewöhnlichen und zumeist weichen Sand- und Kalksteinmaterial, die Lagerflächen nicht voll und eben oder parallel herstellen zu lassen. Hierbei kann es zwar als zweckmässig empfehlen werden, die Säume oder Ränder in der Ansicht so zu bearbeiten, dass, wie Holzschnitt 27. zeigt, die Kante des Unterlagers auf *a b* abgefast und die Kante des Oberlagers des darunter liegenden Quaders blos berührt wird, welche nach *b c* abgefast ist, so dass die Abfasung der Fuge *a b c* sichtbar bleibt.

Fig. 27.

Ein ähnliches Verfahren befolgten auch die alten Griechen sowohl bei dem Unterlager des Anfängers der Säulenschäfte über dem Stufenunterbau der Säulenhalle, Holzschnitt 30. *A.*, wie auch an der obern und untern Lagerfuge des Kapitäls der Säulen, Holzschnitt 28. und 29., indem sie die durchgehend voll und eben bearbeiteten Lagerflächen nicht blos geschliffen haben, sondern sie suchten noch durch Einschnitte oder Zurücksetzen der Lager, die scharfen Kanten derselben gegen das Abdrücken zu sichern. Am Hals des dorischen Kapitäls wiederholen sich diese Einschnitte oft mehrmals als Zierrath und an verschiedenen Bauten in verschiedener Form; die Holzschnitte 28. und 29. veranschaulichen einen Einschnitt mit einfacher Abfasung und ein bis auf den Kern des Schaftes zurückgesetzten Saum von $0,^m002$ oder cc. $^1/_{16}$ Zoll Stärke. Einen eben solchen Saum brachte man auch am Oberlager des Kapitäls unter dem Architrav und überall da an, wo eine Aufnahme oder Uebertragung der Last stattfand und wo man auch stets voll und eben geschliffene Lagerflächen anwendete. — So zeigt der Holzschnitt 30. in *A.* und *B.* ein weiteres Beispiel von dieser Regel, indem die Lagerfläche des ersten Säulentambours über dem Stufenunterbau, eine kreisförmige Vertiefung erhielt, während die scharfen Kanten der Cannelirung durch einen schmalen Saum um ein Weniges zurückgesetzt sind. Das Profil der Cannelirung, welches sich wie der Säulenschaft nach Oben verjüngt, ist bei *C.* und *D.* dargestellt und ergibt der Grundriss *B.* zugleich den Betrag der Verjüngung der $5^2/_3$ utr. Dchm. hohen Säulen.

Fig. 28.
Vom T. des Theseus (Opistodon).

Fig. 29.
Hals des Kapitäls.



Vom Apollotempel zu Bassae.

Alle übrigen Stoss- und Lagerflächen der Quaderconstructionen des griechischen Säulenhauses erhielten dagegen, bei der bedeutenden rückwirkenden Festigkeit des Marmors, nicht die durchgehends voll oder eben bearbeitete Fuge zur Tragt, sondern man begnügte sich z. B. für die mittleren Lagerflächen der einzelnen Tambours, schon damit, die Last der oberen Theile blos auf einen gewissen Flächentheil der Lagerfugen zu übertragen, indem man das Innere des Lagers im Verhältnisse der grössern oder geringern Belastung, auch mehr oder minder aushöhlte. So zeigt die Lagerfläche (Holzschnitt 31.) der Tambours der Säulenschäfte des Parthenon in Athen als dorischer Bau, eine vertiefte Zone von $^5/_{12}$ Breite des Durchmessers der Säule (und diam. $\doteq 1,^m 9.$); während die korinthischen Säulentrommeln vom Tempel des Jupiter Olympius in Athen in der Mitte bei *m*, Fig. 16. *A.* Tafel 3., blos auf $^1/_7$ des Durchmessers vom Schafte ausgehöhlt sind. — Bei dieser Einrichtung musste für das Versetzen der einzelnen Trommeln der Säulenschäfte, um die zur Aufnahme der Last in Anspruch genommenen Lagerflächen schleifen zu können, eine gewisse Hilfe geschaffen werden; indem schon bei dem Aufbringen der einzelnen Stücke leicht eine Verschiebung hätte eintreten können und zwar gerade desshalb um so mehr, weil alle mittleren Fugen des Schaftes hohl gearbeitet und mithin die Reibung sehr vermindert war. Zu diesem Zwecke wurden, wie der Holzschnitt 31. bei *m* ersichtlich macht, im Mittel einer jeden Lagerfläche würfelförmige Dübel aus einem festen Holze (Cypressen) eingebracht, durch welche jede Verschiebung verhindert werden musste. Durch die Mitte der Würfel passte ein cylindrisches Stück Holz in senkrechter Richtung, wobei mit der untern und obern Lagerfläche die Würfel bündig waren und der Cylinder die Höhe beider zusammen hatte. Diese Einrichtung macht es nicht unwahrscheinlich, dass man nach dem Versetzen der Trommeln, die annähernd genau gearbeiteten Lagerflächen, durch Umdrehen bei dazwischen gebrachtem feinen scharfen Quarzsand etc., auf das Genaueste zusammengeschliffen habe.

Von den Propyläen zu Sunion.

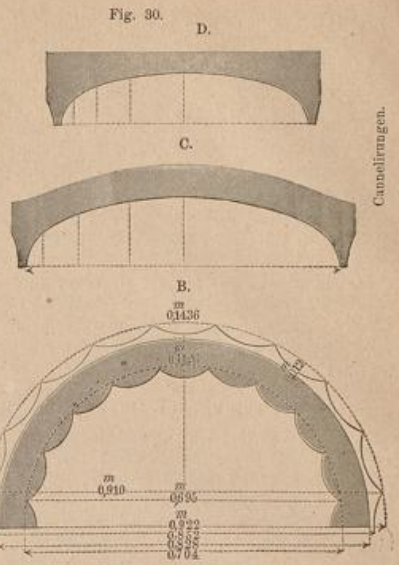
C = $0,^m1446$ breit als Sehne gemessen. Steg = $0,^m0018$ breit.

Tiefe in der Mitte der Clg. = $0,^m029$; bei $^1/_6$ = $0,^m027$, bei $^2/_6$ = $0,^m023$ und bei $^3/_6$ Sehne = $0,^m010$.

D = $0,^m1126$ breit als Sehne gemessen. Steg = $0,^m0018$ breit.

Tiefe in der Mitte der Clg. = $0,^m019$; bei $^2/_{11}$ = $0,^m016$; bei $^3/_7$ = $0,^m012$ und bei $^3/_7$ Sehne = $0,^m009$.

Fig. 30.



A.
Erster Tombour.

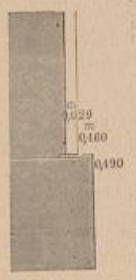
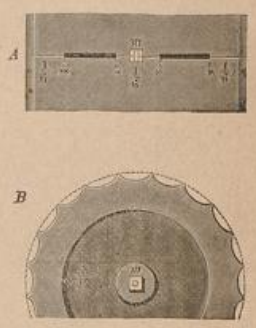


Fig. 31.



Da die ausserordentliche Dauer verschiedener noch vorhandener Bauwerke der alten Griechen, sehr zu Gunsten dieser Anordnung mit hohl gearbeiteten Fugen bei Marmorquadern spricht, so haben sich verschiedene Baumeister der Gegenwart dadurch verleiten lassen, auch bei unserem Sand- und Kalksteinquader Lagerflächen einzuführen, die blos am Rande auf einige Zoll breit eben, innen aber hohl gearbeitet sind, um dadurch, wie der Holzschnitt 27. bei *n* zeigt, dem Bindemittel einigen Platz zu verschaffen. Bei unseren viel weniger festen Baumaterialien, muss dieses Verfahren aber offenbar bald Sprünge oder Absplitterungen an der Aussenseite wie bei *v o z* zur Folge haben, die um so gefährlicher werden, je stärker die Lagerfläche ausgehöhlt und je schmaler die Säume bei *z* und *s* sind. Bei Formziegeln hingegen, sind die mit vertieften Lagerflächen versehenen, selbst den gleich dicken Backsteinen schon desshalb vorzuziehen, weil hier in Rücksicht auf die viel stärkere Bindekraft des Mörtels, von keiner Abschieferung der äussern Säume die Rede sein kann.

Ein Unterschied für die Anwendung der Quader bei Hochbauten der Gegenwart, liegt auch noch darin, dass wenn das Gebäude aus Ziegel- oder Bruchsteinen

auszuführen ist, und sollen Quader mit verwendet werden, man diese stets auf einer bestimmten und zwar solchen Stelle anbringt, die wegen zu grosser Last durch die Quaderconstruction verstärkt werden soll. Hierbei verfährt man jedoch fast stets sehr fahrlässig und wird gewöhnlich nach dem herkömmlichen Verfahren Mörtel aufgezogen, hölzerne Keile untergeschoben, der Stein mit Hilfe des Senkels oder der Setzwage gerichtet und dann zum Schlusse Schieferstücke in die Fugen eingetrieben; auf diese Art wäre der Stein versetzt. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass später, bei so versetzten zumeist sehr kostspieligen Steinen, an der Standfuge grosse Stücke absplitterten, indem die ganze Last des darüber befindlichen Gebäude-Obertheiles, blos auf einzelne Punkte, die Schieferstücke übertragen wird und auf diese zumeist selbst ungleichartig. Auch hier kann uns das Verfahren der alten Griechen wieder nur als Lehre dienen, welche die Standfugen ihrer Marmorquader auf einander geschliffen hatten, so, dass wenn dieselben auch immer einestheils ausgehöhlt waren, doch der für das Tragen der obern Last in Anspruch genommene Theil der Lagerfläche sich in allen Punkten berührte. Bei dem viel weicheren Material unserer gewöhnlichen Sand- und Kalksteine, die bei dem Wohnhausbau in grossen Städten etc., gewöhnlich eine zwei bis drei Mal so grosse Last, als die Marmorquader der alten Griechen auszuhalten haben, (auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen werden,) bleibt kein anderes Mittel, als der geringeren Tragfähigkeit des Steins durch angemessene Veränderung der Standfuge zu Hilfe zu kommen. Die Standfuge muss hier nämlich bei allen Quadern eben sein und nicht wie bei den Griechen blos da, wo die Hauptconflikte zwischen lastenden und tragenden Theilen zu vermitteln sind (dem Architrav, Kapitäl und Säulenschaft, dem Anfänger des Schaftes über dem Stufenunterbau u. s. w.), berücksichtigt werden, indem sie von den Rändern gegen Innen auf etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite und zum Wenigsten $\frac{1}{10}$ Zoll dick sich verlaufend abzuschrägen ist, um dadurch dem Rand des Steines die Tragkraft zu nehmen. Der Quader bei unseren Neubauten, darf also nicht am Rand der Lagerfläche mittragen, sondern nur der mittlere Kern des Lagers soll seine Standfläche bilden, wodurch das Abspringen an den Kanten der Lagerflächen nur allein verhindert werden kann.

Um den letztern Zweck noch besser zu erreichen, legt man auch häufig eine dünne Bleiplatte (von $\frac{1}{48}$ bis $\frac{1}{36}$ Zoll Dicke) und so gross, wie der Kern der Standfläche ist (also bis an die abgeschrägten $1\frac{1}{2}''$ breiten Säume), ein, so dass der durch die Last ausgeübte Druck vermittelst der Bleiplatte, auf alle Punkte des sonst möglichst vollkommen eben bearbeiteten Lagers, übertragen wird. Dieses Verfahren sowohl, wie das genaue Zusammenschleifen der Lagerflächen der alten Griechen, wie das Zurücksetzen der Ränder durch mässige Abschrägung, sind nothwendige Hilfsmittel bei dem Versetzen von Quadern in geraden Mauern, bei Säulen oder Gewölbpfeilern und Gewölben; in Ermangelung der Bleiplatten gebraucht man auch dünne Pappe oder ersetzt diese durch Kalkbrei.

Sämmtliche Stossfugen aller sauber bearbeiteten oder geschliffenen Quader, werden am besten mit der Steinsäge, feinen Quarzsand und Wasser zusammengepasst und müssen alsdann aber durchaus auf etwa $\frac{1}{8}$ Zoll unter Winkel, bearbeitet sein; nach dem Zusammenpassen werden die Fugen mit Cement ausgegossen. — Grössere Aufmerksamkeit erfordert das Versetzen oder Dichten der Fugen mit Cement solcher Quader, wo die Lager- und Stossfugen schief unterhauen sind und kann dieser Fehler um so bedeutender sich herausstellen, je stärker die darauf kommende Last anwächst. Sollte es aber der Fall sein, am Schweif verjüngt behauene Quader dennoch versetzen zu müssen, so können zwar auch hölzerne, etwa 3 bis 5 Zoll lange, 1 bis 2 Zoll breite und $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke Keile untergeschoben werden, aber diese blos nur zur Probe, um zu sehen, welche Fuge der Quader bei richtiger Lage und Bearbeitung erhält. Der Stein wird alsdann wieder gehoben und eine dünne Fuge mit möglichst steif zubereitetem Cement aufgetragen, wobei alle tiefern Stellen durch Splitten aus hartem Stein oder Klinker auszugleichen sind. Der Quader kommt hierauf wieder auf sein Lager (resp. die hölzernen Keile zurück) und wird die innere Fuge durch Nachtreiben von Steinsplitten und Cement mit Hilfe starker eiserner Schienen so gedichtet, bis ohne Gewalt zu gebrauchen, keine Splitten mehr eingetrieben werden können; alsdann wird die Fuge an den drei innern Rändern noch mit Steinsplitten und Cement gut versetzt und dann die hölzernen Keile erst entfernt. Dasselbe Verfahren befolgt man bei dem Dichten der Stossfugen mit Cement, nur dass hier die Fuge am Schweif zuerst mit steifem Cement und Steinsplitten geschlossen wird, worauf man mit dünnem Cementguss die Fuge bis oben füllt oder ausgiesst. Verstopfungen des Eingussmörtels werden mit einer gezahnten schmalen langen Kelle, oder einem anderen langen und dünnen Werkzeug verhütet, welches man während des Eingiessens in der Stossfuge hin- und herbewegt und um das Eingiessen zu erleichtern, fasst man einen Theil derselben mit einem Kranze oben etwas ein.

Sobald der Cementguss sich in der Fuge zu setzen, oder fest zu werden beginnt, müssen auch hier mittelst eines schmalen Eisens oder starker Holzschiene steifer Cementmörtel und flachgeschlagene harte Steinsplitten, so lange in die Stossfuge eingetrieben werden, bis dieselbe so dicht mit Cement ausgefüllt ist, dass sie keine weitern Splitten mehr aufzunehmen vermag. Da nach diesem Verfahren (durch Schliessen der Ränder an Lager- und Stossfugen mit steifem Cement) das Innere der beiden Fugen (bei am Schweif verjüngt bearbeiteten Quadern) als hohler Raum (Holzschnitt 25. u. 26.) noch mit einander in Verbindung steht, aber die Fugen vollständig mit Mörtelguss etc. ausgefüllt werden, so ist offenbar, dass nun die Last nicht mehr auf einzelnen Punkten der vorderen Kante oder Zwicken ruht, und dass auch der Mörtel, weil er von verschiedenen Seiten in die Fugen fest eingepresst wird, nicht durch Austrocknen schwinden kann, sondern es bildet derselbe eine gleichartige unter dem Steine verbreitete Schicht, die, nachdem sie erhärtet ist, den Druck ebensogut wie der Quader selbst aufnehmen kann. Es muss ferner noch bemerkt werden, dass wenn der Quader ganz richtig und zwar so, wie er zu liegen kommen soll, durch Hilfe der Setzwage, des Richtscheites und des Senkels, zur Probe auf hölzerne Keile versetzt ist, und es sich findet, dass er keine Unrichtigkeiten durch den Steinmetzen habe, wird er immer wieder weggehoben, die Lager- und Stossflächen, sowie das Lager der Unterschicht mit Wasser benetzt, dann eine schwache Schicht Cementmörtel aufgegeben und derselbe gleichfalls mit Wasser angefeuchtet; hierauf wird der Quader erst auf sein Lager vorsichtig und wo möglich gleich so gehoben, dass derselbe weiter nicht, oder doch nur wenig gerückt werden darf, welches, da die Probe oder erste Legung vorausgegangen ist, meistens leicht erzielt werden kann. In jedem anderen Falle muss wieder Alles sauber weggeräumt und der Quader von neuem versetzt werden.

Ein anderer gleich wichtiger Grundsatz bei lasttragenden Mauern aus Werkstücken ist der, dass die Quader aufs Bruchlager versetzt werden, — wogegen die Steinhauer besonders gern bei Tragsteinen fehlen. Sind die Steine der Atmosphäre ausgesetzt, so spalten sie sich leicht, blättern in der Witterung bald und brechen desshalb leichter, sofern sie auf das Haupt gestellt, anstatt gelegt werden. Aus demselben Grunde ist bei allen Decksteinen und Belageplatten darauf zu sehen, dass dies eingehalten werde; desgleichen bei Fenster- und Thürbänken und überhaupt überall da, wo die zerstörende Einwirkung der Feuchtigkeit, Frost und Sonnenstrahlen auf die Hausteine zu vermeiden sind. Vorzüglich sind alle vorspringenden Gesimse platt zu legen, denn von gestellten Stücken würden sich die ausladenden Theile ablösen. Nur die verkleidenden Stücke werden, um Kosten zu sparen, mit dem Bruchlager aufs Haupt gestellt (gleichsam gerollt); in diesem Falle muss die Belastung jedoch von ihnen entfernt werden. Bei den Stürzen und Seitengewänden der Thüren und Fenster, muss das Lager nach Aussen in die Flucht der Mauerfläche, das Haupt dagegen in die Leibung kommen, um gegen Nässe, Frost und Sonne geschützt zu sein. Sockelplatten, gestellte Friesstücke u. s. w., müssen Lager- und Deckschichten erhalten, die an ihren Vorsprüngen mit einem Wasserschlag versehen sind; bei gestellten Geländertheilen und Brüstungen der Brücken, wo die Decksteine oft fortfallen, ist es zweckmässig, den obern Wasserschlag mit Bleitafeln abzudecken.

Bei Pfeilern und Säulen, welche ihrer geringen Ausmasse oder Stärke wegen gestellt werden, obgleich es bei stärkerem Querschnitte stets vorzuziehen ist, dieselben zu legen, soll der Stand so eingerichtet werden, dass das Auswärtsgehende der Fugung, der Verwitterung am wenigsten ausgesetzt ist. Bei dem Versetzen der gestellten Steine kommt es darauf an, dass dieselben unbeschädigt fest und richtig in ihre einzunehmende Lage gebracht werden und dies zugleich auf die möglichst wohlfeilste Weise. Es müssen hier jedenfalls vor dem Versetzen alle Fugenflächen hauptsächlich alle Tragseiten der Steine — möglichst vollkommen bearbeitet sein, so dass sie sich in allen Punkten berühren und dass die Fugen möglichst gleichmässig werden. Es sind zur Vertheilung des Druckes, Bleiplatten oder dünne Pappe besonders günstige Hilfsmittel, die von den Rändern der Lager, jedoch hier blos nur etwa $\frac{1}{2}$ Zoll zurück zu stehen brauchen, um das Abdrücken der Kanten zu vermeiden. Dasselbe Verfahren ist auch bei Hausteinbögen zu empfehlen, indem hier noch öfter durch die Spannkraft der Keilstücke die Ecken abspringen, welches durch Fugen-Abschrägung, Bleiplatten und Mörtelzwischenlagen vermieden wird.

Bei Festungsbauten geht man von dem richtigen Grundsatze aus, alle gebräuchlichen Hilfsmittel, welche sich nicht aus technischen Gründen rechtfertigen lassen, durch eine möglichst zweckmässige Construction dahin zu ersetzen, um diesen Bauten eine ebenso grosse Dauer zu verleihen, wie alle späteren Reparaturen auf ein Minimum thunlichst zu beschränken. So zeigt z. B. der Holzschnitt 32. (siehe pag. 14) *A.* den Grundriss, *B.* die Ansicht, *C.* den Querschnitt einer äusserst solid construirten Eingangsthüre einer Grabencasematte; es stellt diese Zeichnung den Werkriss in verkleinertem Massstabe dar und sind am Sockel und Kämpfer die Thürgewänder gegen jedes seitliche Verschieben mit Zapfen durch grosse gut gelagerte Bindersteine festgehalten. Da der Bogenschluss jedoch immer noch einen darüber geschlagenen Entlastungsbogen im Mauerwerk erfordert, so konnte diese Construction dadurch noch vereinfacht werden, indem man die beiden Kämpfersteine als geraden Sturz hätte durchgehen lassen können, um über letzterem dann den Entlastungsbogen zu spannen. Wir bemerken nur noch, dass die Oeffnung der Abwässerung des permanenten Abschnittes, durch ein eisernes bewegliches Gitter überdeckt ist; das hier mitunter auch durch rostförmig auf die hohe Kante gestellte Hausteinplatten, die oben muldenartig ausgearbeitet sind und Zwischenräume haben, ersetzt wird. Besondere Vorsicht erfordern noch alle diejenigen Hausteineinfassungen, welche nur theilweise belastet werden, wie z. B. die Fenster- oder Thürbänke und dann wie vorher bemerkt ist, die geraden Stürze u. s. w. — So dürfen z. B. Fensterbänke anfänglich nur an den Punkten *a.* und *b.*, Holzschnitt 33., worauf die obere Last ruht, untermauert werden und muss der mittlere Theil bei *c.*, bis zur vollständigen Setzung der Mauerpfeiler hohl bleiben; der dann nach

Fig. 33.

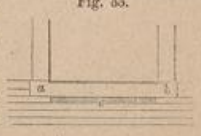
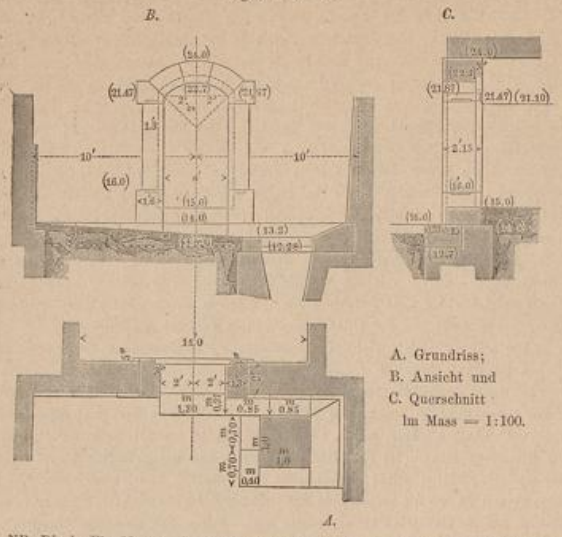


Fig. 32. A.—C.



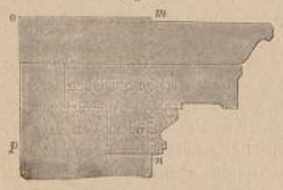
A. Grundriss;
B. Ansicht und
C. Querschnitt
im Mass = 1:100.

NB. Die in Fig. 32. *A.—C.* eingeklammerten Zahlen (Cotirungen) zeigen die Höhendifferenzen in pariser Fussen an.

Eindeckung des Daches über dem Gebäude, nur leicht ausgemauert zu werden pflegt.

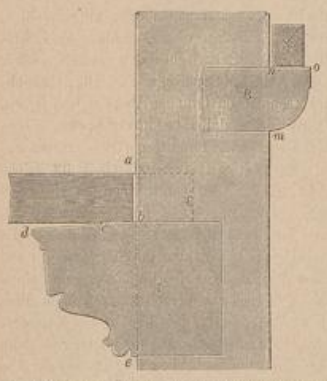
Bei der Fugenaustheilung der Gesims- und Deckquader ist es Regel, dieselben nie in einer Schicht als Läufer und Binder zu nehmen, sondern alle und zwar die weniger stark ausladenden in jeder Schicht durchaus als Läufer, die mehr ausladenden aber ebenfalls in jeder Schicht ohne Unterbrechung, blos als Binder anzuordnen. Der Holzschnitt 34. zeigt den Querschnitt eines Hauptgesimses, welches aus drei Schichten besteht und wobei *a* die Läuferschicht ist. Die Stossfugen der Schichte *b* müssen, wie bei jedem andern Steinverband auf die Mitte der darunter liegenden Läufer angeordnet werden und bleibt nur für die Gestalt der Ecksteine zu bemerken, dass der ausladende Theil stets leichter sei und geringern Kubikinhalt enthalte, als der Theil welcher auf der Mauer *mnpo* aufliegt; *pn* = 4 Stein stark.

Fig. 34.



Tragsteine wie *A.* und *B.* Holzschnitt 35., leisten nur dann kräftigen Widerstand, wenn ihre Ausladung *b d* und *no* kleiner als ihre Dicke *eb* und *mn* ist. Soll ein weit ausladender Tragstein *A*, dessen Bestimmung blos die ist, einem Balken *ab* zum Auflager zu dienen, angebracht werden, so ist es rathsam, denselben nur bei *cb* aufliegen zu lassen, *cd* aber abzuschrägen, damit der Balken, welcher sich voraussichtlich in seiner Mitte einschlagen möchte, den Vorkopf des Tragsteines nicht abdrücke. Nach Verhältniss der Festigkeit des Steines kann *bc* die Hälfte, sicherer aber nur $^1/_4$ von seiner Höhe *be* betragen. Würde der Balken *ab* als Trägerbalken noch eine Gebälküberlage aufzunehmen haben, so wäre es auf jeden Fall nothwendig, den Vorkopf des Tragsteins auch bis *b* abzuschrägen und den Balken auf dem vermauerten Theile desselben bis *f*, aufruhen zu lassen; so, dass der vorragende Theil des Tragsteins, hier nur in rein architektonischer Hinsicht zierrathlich durch Ausfüllung des Winkels zu wirken hat, indem nun bei *b* der kl. Ansatz *C.* angebracht wird.

Fig. 35.
4. Stein.



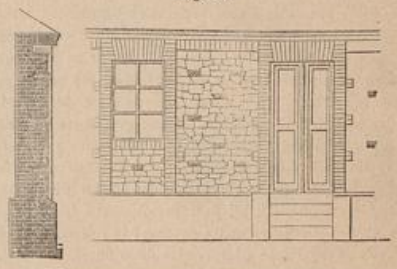
Tafel 2.

6. Gemischtes Mauerwerk.

In Fällen, wo die Herstellung der Mauern aus blossen Quadersteinen zu kostspielig wäre, macht man von dem gemischten Mauerwerke Gebrauch. Dasselbe kann entweder aus Quadern und Bruchsteinen, aus Quadern und Ziegeln, oder aus Ziegeln und Bruchsteinen hergestellt werden. — Sollen die Mauern der Ersparniss wegen nur aus Ziegeln und Bruchsteinen erbaut werden, so wird blos die Aussenseite derselben ganz und bei noch geringeren Bauten selbst nur die Mauerecken mit Ziegeln verkleidet; dessgleichen werden alle Fenster- und Thüröffnungen, die aus Bruchsteinen zu unförmig ausfallen würden, damit verkleidet. Die Verschiedenartigkeit dieser beiden Materiale erfordert aber die grösste Aufmerksamkeit in Rücksicht auf ihre gegenseitige Verbindung und um diese möglichst vollständig zu erreichen, müssen alle 2 bis 3′ Höhe drei oder mehr Schichten-Ziegel *a b* Fig. 7., durch die ganze Mauer gehen, welche man Ketten nennt und wodurch der Abtrennung der Ziegelverkleidung von dem Bruchsteinmauerwerk noch einigermassen vorgebeugt und dadurch einige Regelmässigkeit erzielt wird, welche die unangenehmen Folgen, die in der ungleichen Setzung solcher Mauern ihren Grund finden, bei sonst zweckgemässer Anordnung des Verbandes, mehrentheils aufheben.

Sollen solche Mauern an ihrer Aussenseite Böschung erhalten, so muss die schiefe Lage dieser Ebene zuvor durch Profil-Latten auf je 10 bis 20′ Entfernung genau bestimmt werden. Grosse Quaderstücke, die stets horizontal gelagert werden, müssen hier eine schief abgearbeitete Ansichtsfläche erhalten und lassen es nur diejenigen geböschten Mauern, die keine aus- und eingehende Winkel bilden zu, die Lagerfugen der Werkstücke winkelrecht auf die äussere Böschungsfläche zu richten und somit das schiefe Abarbeiten der Lager auf die Ansichtsfläche ersparen. Die Fig. 8. zeigt an der Sockelschicht bei *H* eine verkröpfte Lagerfuge; welche Mauer zugleich die zu umständliche Verbindung, die Schwierigkeit des Versetzens der Steine und den Nachtheil, der durch den Frost, die Nässe und den Schnee deren schädliche Einwirkungen von der geneigten Ebene befördert werden, erkennen lässt und welche Umstände es wünschenswerth erscheinen lassen, alle Mauern mit Böschungen in der Baukunst möglichst zu vermeiden.

Fig. 36.



Der Holzschnitt 36. zeigt die Vorderansicht und den Durchschnitt der Mauer eines ländlichen Gebäudes in Ostpreussen, das aus Ziegeln und Feldsteinen ausgeführt ist. Auf dem Sockel von Ziegeln (sogenannte Klinker) sind die Umfassungsmauern mit zerschlagenen Findlingen 15 Zoll stark aufgeführt. Nur die vier Ecken des Gebäudes, die Thür- und Fenstereinfassungen und zwischen diesen eine Rollschicht unter dem Hauptgesimse, sind $1^1/_2$ Stein oder $15^3/_4$ Zoll stark und die Thür- und Fensterstürze scheitrecht 1 Stein hoch, mit gut gebrannten Ziegeln in Cementmörtel hergestellt. Da die gebrannten Steine $^3/_4$ Zoll vorstehen, so bilden sich $^3/_4$ Zoll tiefe Felder über dem Feldsteingemäuer. Um dem Verputz einen bessern Halt zu geben, sind noch in den Feldern auf etwa 2′ gegenseitige Entfernung, gebrannte Kopfstücke, ebenfalls $^3/_4$ Zoll vorspringend eingesetzt, wie dies die Ansicht und der Durchschnitt der Mauer darstellt. Diese Bekleidung aus Ziegeln und sofern der Verputz aus hydraulischem Mörtel oder Cement hergestellt wird, gewährt gegen die Witterung eine vollkommen schützende Decke.

Die Fig. 9. stellt die isometrische Ansicht einer Mauer dar, welche aus Ziegeln ausgeführt ist und wobei die Ecke und bei wichtigen Bauten auch der Sockel, wegen der grösseren Dauer aus Quadern hergestellt ist; diese Art Quaderverkleidung nennt man Eckarmirung (Armirung der aus- und eingehenden Winkel). Eine innige Verbindung der Quader mit dem anschliessenden Ziegelmauerwerk ist hier um so nöthiger, als wegen der Verschiedenheit der Mörtelfugen eine sehr ungleiche Setzung erfolgt, welche mehrentheils Trennungen der Quaderverkleidung vom Ziegelmauerwerk zur Folge hat. Die Höhe der Quaderschichten muss stets ein Vielfaches von der Dicke der Ziegelschichten sein und muss für die Höhe der Quader somit noch die stärkere Mörtelfuge der Ziegel mit berücksichtigt werden. Beträgt z. B. die Ziegeldicke $2^1/_2$ Zoll und die Mörtelfuge in Ziegelmauerwerk wie gewöhnlich $^3/_8$ Zoll, so können die bearbeiteten Quadersteine, wenn ihre eigene Mörtelfuge $^1/_{16}$ Zoll beträgt, keine andere Dicke erhalten, als $4\ (2^1/_2 + {}^3/_8) - {}^1/_{16} = 11^2/_5''$; oder $14^3/_{16}''$; $17^1/_5''$ u. s. w.; in der Zeichnung Fig. 9. ist jedoch angenommen, dass vier Ziegelschichten incl. der vier Fugen, 10″ Höhe haben. Die Länge und Breite der Quader hängt gewöhnlich von Umständen ab, jedoch der Art, dass dieselben um $^3/_4$ bis 1 Backsteinlänge = $7^1/_2$ bis 10″ differiren und gibt man in der Ansichtsfläche den Quadern gern $^1/_3$ oder $^1/_2$ Zoll Vorsprung über das Ziegelgemäuer, welcher Vorsprung aber, um den Ablauf des Regenwassers besser zu bezwecken, entweder abgeschrägt oder abgerundet, bearbeitet werden muss.

Die Fig. 11. *A.* stellt die Sockelverkleidung aus Werkstücken eines Gebäudes dar, das in den obern Theilen aus Ziegeln hergestellt ist, während die Hintermauerung der gestellten Sockelplatten und das Fundament aus Bruchsteinen besteht. Die 6″ starken Platten sind am Fusse der Mauer und am Sockelgesims durch Binderschichten in Nuthen eingehackt, wodurch ein Ausweichen gegen Vorn ohne Anwendung von eisernen Klammern verhütet wird. Im Uebrigen zeigt die

Construction noch die Trottoirplatten mit Leistensteinen und der aus vorzüglichem Material hergestellten Strassenrinn-Steine, an welche sich das Pflaster der Fahrstrasse anschliesst. Die Fig. 11. *B.* gibt das Profil des Sockelgesimses in grösserem Massstabe. — Die Fig. 12. *A.* und 13. *A.* stellen zwei ähnliche Sockelverkleidungen aus Werksteinen vor, wobei jedoch die Fuss- und Deckschichten mit Läufern und Bindern abwechseln, indem auf je zwei oder drei Läufer ein Binder kommt; die Läufer der Deckschichten sind von den Stossfugen der Fig. 12. *A.* aus, alsdann noch mit dem Mauerwerk verankert. Die Fig. 12. *B.* und *C.*, und 13. *C.* und *B.*, geben die Profile der Sockelgesimse in grösserem Massstabe. Um so schmale Steinplatten auf ihre hohe Kante noch gut versetzen zu können, wird das Unterlager mit einem winkelrechten Kropf wie bei *a b c* Fig. 12. *B.* bearbeitet und genügt dann gegen das Ausweichen, ein etwa um $^3/_4$ bis 1 Zoll über den Winkel gearbeitetes Oberlager, wie bei *d,e* Fig. 12. *C.* ersichtlich ist.

Die Fig. 10. *A.* zeigt eine den drei vorhergehenden Figuren ähnliche Werkstein-Verkleidung am Fusse der Bruchsteinmauer, um dieselbe gegen Nässe des Bodens u. s. w., zu schützen; gewöhnlich werden blos gestellte Sockel-Platten als Läufer angebracht, es ist jedoch besser, die Verkleidung abwechselnd aus Bindern, wie *m, n* und Läufern wie *o, p, q,* herzustellen, welch letztere an den Bindern einen Versatz *a, b* und *c* erhalten. Da bei diesem Verband die obere Binder- oder Deckschicht und die Fussschicht weggelassen ist, so erfordern die Sockelplatten, ihrer gestellten Lage wegen eine Verbindung mit der Hintermauerung, welche hier durch zwei-, drei-, oder auch vierpratzige Steinklammern bewirkt wird und wobei die Pratzen an dem einen Ende in die Werkstücke eingelassen, mit Blei oder Schwefel vergossen, die Pratzen an dem anderen Ende aber verkehrt verkröpft oder aufgebogen, in die vertikalen Fugen der Ziegel- oder Bruchsteinmauer eingreifen und vermauert werden. Je länger diese Klammern sind, desto besser binden sie und sollen bei der folgenden Tafel die verschiedenen Arten der Klammern etc., noch weiter besprochen werden.

Tafel 3.

7. Quaderverband bei geraden Mauern mit rechtwinkligen Ecken etc.; Verankern oder Verdübeln der Quader.

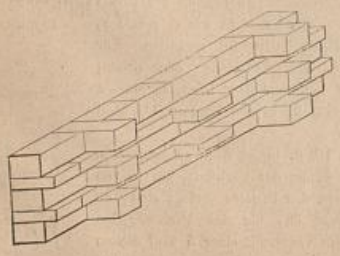
Da es in Betracht der Fig. 10. bis 13. Tafel 2., stets schwierig ist, durch die Hintermauerung der Quader einen festen Verband mit den Quaderschichten zu erzielen, so wendet man für das Werkstückmauerwerk verschiedene Steinverbände an, die um so fester sein werden, je mehr Binder oder Ankersteine in denselben vorkommen. Der beste Quaderverband wird daher stets der sein, in welchem auf jede Läuferschicht eine Binderschicht folgt; da aber die Bindersteine immer die kostspieligsten sind, so würde ein solcher Verband sehr theuer werden, weshalb man ihn nur bei Unterbauten, dem Sockel von Futtermauern u. s. w. anwendet.

Ein sehr fester, und wohl für die meisten Fälle ausreichender Verband ist der, wenn in jeder Schicht zwischen zwei Läufern immer ein Binder folgt und letztere dabei so angeordnet werden, dass immer ein Binder auf die Mitte eines Läufers der untern und obern Schicht trifft; es würden indess auch hier bei den Läuferschichten auf kurze Strecken im Innern der Mauern, kein Verband stattfinden und um dies zu vermeiden, müssen die Läuferschichten eine verschiedene Breite erhalten, wodurch sich ein Quaderverband wie der der Fig. 10. *B.* ergibt.

Gebieten noch andere Gründe eine besonders feste Verbindung der Werkstücke unter einander, so bediene man sich des einfachen, schon bei dem Sockel Fig. 10. *A.* Tafel 2 besprochenen Mittels, den Läufern in der Mitte der Stossfugen einen rechtwinkligen, also leicht und richtig ausführbaren Einschnitt von 1 höchstens $1^1/_2$ Zoll Tiefe, an den Bindern zu verschaffen; wie dies die isometrische Ansicht der Quadermauer Fig. 10. *A.* anschaulich macht. Die eben besprochenen hackenförmigen Vorköpfe der Binder, haben deshalb noch den Vorzug vor den leichter herzustellenden verkröpften Stossfugen der Fig. 10. *B.*, weil bei *B.* die Fugenlage nicht rechtwinklig auf das Haupt der Quader gerichtet ist; aber beide Arten des Verbandes halten indess die zwischen ihnen angeordneten Läufer mit einer ihrer Festigkeit gleichen Kraft, unverrückbar auf ihren Stellen.

Um Kosten zu sparen, ordnet man auch oft den Verband so an, dass in jeder Schicht zwischen je zwei Bindern, zwei, drei, oder auch vier Läufer liegen; aber man muss dann die Läuferlagen abwechselnd in der Art breiter machen, dass man der breiteren Lage eine geringere Höhe gibt. Der Holzschnitt 37. zeigt diesen Verband von der hinteren Seite ohne Hintermauerung, in isometrischer Projektion.

Fig. 37.



Aus dem Verband der Fig. 10. *A.* und *B.* und dem des Holzschnittes 37., ergeben sich für das Aeussere aller geraden Quadermauern, zwei verschiedene Systeme, welche einestheils in den Fig. 1. bis 4. und 6. bis 9. dargestellt sind und welche durch die Formen der Quaderarchitekturen Tafel 5. noch ihre weitere Ergänzung finden. Die Quader bei den Fig. 1. bis 4. sind gewöhnlich 1′ hoch, die Läufer $1^2/_3$′ und 1′ 9″ breit und sollen die Binder noch 1′ bis $1^1/_2$′ tiefer in die Mauer einbinden, als die Läufer. Bei weniger festem Material ist die Länge des Läufers höchstens 3 mal der Höhe, bei sehr festem Material 5 mal der Höhe. Bei den Verbänden Fig. 6. bis 9. sind dieselben Ausmasse zu empfehlen; nämlich: in den hohen Schichten die Läufer bei $1^1/_4$′ Höhe, $1^1/_2$′ breit, 3′ lang; die Binder $1^1/_2$′ breit, $3^1/_2$′ lang; in den niederen Schichten die Läufer $1^3/_4$′ und $2^1/_4$′ breit und $4^1/_2$′ lang; Binder 3′ breit und $3^1/_2$′ lang.

Zur Verstärkung der Ecken bei Quadermauern ist es zu empfehlen, grosse Werksteine anzuwenden, die in der einen Schicht als Läufer in der anderen als Binder erscheinen und wobei die Steine unter sich, in jeder Schicht verklammert werden. Die Fig. 11. *A.* und *B.* zeigen eine solche Anordnung für eine $5^1/_2$′ dicke Mauer und Schichthöhen (Fig. 11. *C.*) von 10 Zoll Stärke. Die Fig. 12. *A.* und *B.* geben zwei ganz ähnliche Eckverbände wie vorher; die Fig. 13. *A.* und *B.* jedoch einen solchen, wo drei Quaderschichten im Verband mit einander wechseln; die Fig. 14. *A.* und *B.* und Fig. 15. zeigen einen mit der Fig. 12. übereinstimmenden Verband der Ecksteine.

Bei Quadermauern darf man, wie dies bei einer mit guten Materialien und in gutem Verbande aufgeführten Backsteinmauer der Fall ist, den Zusammenhang zwischen den einzelnen Steinen nicht als so gross voraussetzen, als wenn die Mauer wie aus einer Quadermasse bestehend, angesehen werden könnte. Um dies jedoch möglichst zu erreichen, wendet man da, wo die einzelnen Quader nicht sehr gross, mithin von nicht so bedeutendem Gewichte sind, um bei einem entstehenden Horizontalschub das Ausweichen zu verhüten, Dübel, d. h. eiserne oder besser messingene schwalbenschwanzförmige Dorne an, welche in einer auf die Lagerfugen senkrechten Stellung, um mehrere Zolle in die oberen und unteren Lager der Steine eingreifen.

So fand man die korinthischen Säulen am Tempel des Jupiter in Athen (von pentelischem Marmor) bei einer Höhe von 18 Meter, aus 15 Trommeln zusammengesetzt, und mit einem mittlern Durchmesser von 1,8 Meter mittelst Dübel verbunden. Die Fig. 16. *A.* zeigt bei *r* und *s*, an zwei diametral entgegengesetzten Punkten, die bronzenen Dübel. Ihre Stellung wechselt in der Art, dass, wenn sie bei einer Trommel an den Stellen *r s* stehen, die nächsten an den Punkten *o h* sich befinden. Ihre Masse sowie dem daran befindlichen Bleifüller, zeigt die Fig. 16. *B.* im Grundriss *C.* in der Vorderansicht und *D.* in der Seitenansicht. Die kleine dreieckige Rinne bei *B.* und *D.* zum Eingiessen des Bleies, hat eine obere Breite von 1″ und eine Tiefe von $^5/_8$″ rhl.

Mit eben solchen nur flachern Dübeln erzielten die Alten gleichfalls eine wechselseitige Verbindung der Quader bei ein und derselben Schicht in den Lagerfugen, indem dieselben entweder wie bei Fig. 17. *A.* und *B.*, oder wie Fig. 10. *A.* bei *y z* zeigt, über die Stossfugen je zweier Quader eingelassen worden sind und wobei der unbeträchtlich verbleibende leere Raum mit geschmolzenem Blei ausgegossen ist. Das Material dieser Dübel war bei den Alten aber nicht immer Eisen oder Bronze, sondern es finden sich auch solche aus sehr festem Stein, hartem und zähem Holze (Cypressen) und bei gothischen Steinverbänden selbst Schenkelknochen kleiner Thiere (wie von Schafen, Rehen, Ziegen etc.) in die gleich grossen Vertiefungen der zu verbindenden Steine eingetrieben. Die Grösse der metallenen Dübel richtet sich nach der Grösse der zu verbindenden Quader und dürften 6 Zoll Länge für die grössten Quader als höchstes Mass angesehen werden; wonach die äussere Breite 3, die mittlere 2 und die Dicke 1 bis 2 Zoll zu machen wäre. Werden die Dübel von Stein oder Holz gemacht, dann erfordern sie den fünften Theil der Grösse der zu verbindenden Quader zur Länge.

Die Verbindung der Werkstücke untereinander in derselben Schicht, wird ferner durch eiserne Steinklammern *x* Fig. 10. *A.* und Fig. 18. *A. B.* Fig. 13. *C.* erzielt, indem die umgebogenen und aufgehauenen (geschröpften) Enden oder Pratzen in zwei gleich tiefe, oben enge, am Grunde aber etwas weitere Löcher eingelassen werden; damit die Klammer nicht über die Oberfläche der Steine vorstehe, muss dieselbe bis auf den Grund des Lagers vertieft werden, wodurch zum Eingiessen des Bleies, Schwefel etc. eine gleich grosse Rinne gebildet wird. Der leere Raum wird dann mit dem geschmolzenen Blei, überall da, wo die verbundenen Werkstücke frei sind, wo sie aber mit anderen Quadern wieder überdeckt werden, besser mit geschmolzenem Schwefel ausgegossen. Man verwendet zum Ausgiessen der Klammern auch oft Gyps oder Asphalt; der Gyps ist nur dann aber haltbar, wo er trocken bleibt und der Schwefel greift das Eisen leicht an. Asphalt hingegen, ist überall da, wo keine äussere Gewalt unmittelbar auf das befestigte Eisen wirken kann, schon deshalb zu empfehlen, weil er das Eisen gegen Rost schützt. Am häufigsten wird das Blei angewendet, daselbe muss aber, da es sein Volumen beim Erkalten verringert, aufgekeilt werden, so dass es da, wo man nach dem Vergiessen nicht hinkommen kann, auch nicht zu gebrauchen ist.

Um ferner die Verbindung aufeinander gestellter oder gelegter Werkstücke zugleich mit den Werkstücken derselben Schicht zu erzielen, bedient man sich auch der Dornen (Dollen, Stiften oder Bolzen) sowie der längeren ein- oder mehrarmigen Klammern, deren etwa 4″ lange Pratzen, wie Fig. 10. *A.* Tafel 2. bei *a* ergibt, an einem Ende wie zuvor bemerkt ist, in die Werkstücke eingelassen, vergossen oder verkeilt, die Pratzen am anderen Ende aber verkehrt gebogen, in die senkrechten Fugen der Ziegel- oder Bruchstein-Mauer gestellt und vermauert

werden; je länger also dergleichen Klammern sind, desto zweckmässiger binden sie. Soll die Verbindung bloss auf zwei Quaderschichten ausgedehnt werden, so muss die Länge der erwähnten Bolzen oder Dorne 8 Zoll betragen und müssen sie nach Umständen 1 Zoll Stärke erhalten; es sind dies somit halb auf-, halb abwärts gekerbte Stücke Stabeisen, welche durch die Oeffnungen der Steinklammern mit der untern Hälfte in den unten liegenden, mit der andern Hälfte aber in den obenliegenden Quader, der 4″ tief in der Mitte der Lagerflächen ausgearbeiteten Löcher senkrecht eingeführt werden. In dieser Weise wird z. B. bei Fig. 10. *A.* Tafel 2., durch die Steinklammer bei *a*, sowohl der untere Radabweiser *n* mit dem Mauerwerk verbunden, als auch das aufrechte Thorgewänd durch den senkrechten Dorn in seiner Stellung mit der ganzen Mauerecke, unverrückbar gemacht. Eine andere aber ähnliche Verbindung mit Dornen zeigt für den Eckverband der Quader die Fig. 15. Tafel 3., indem hier zwei Schienen von der Länge bis zu den Mitten der beiden dritten Quaderstücke an den Enden aufgelocht sind und welche die Ecke *a* mit *b* und *c* gemäss der Fig. 18. verbinden. Sollen die Dornen länger sein oder die zweituntere und zweitobere Schicht noch um 2 bis 3″ mitfassen, so müssen die Quader an den betreffenden Stellen mittelst des Steinbohrers durchgebohrt sein und werden die Oeffnungen bis zum Versetzen der zweitobern Schicht durch runde in Oel etc. eingetauchte Holzstäbe besetzt und letztere alsdann durch die Eisenstäbe ausgewechselt.

Die Fig. 19. *A.* und *B.* im Grundrisse und Querschnitte, zeigt bei *a* und *b* die Verklammerung der Binder am Königsbau in München; bei *c* und *d* werden je zwei Läufer jedesmal mittelst Gabelanker zusammengehalten und zugleich mit dem Ziegelmauerwerk in Verbindung gebracht; indem der vereinigte Theil des genannten Gabelankers sich bis auf 6 Zoll gegen die innere Flucht der Mauerdicke erstreckt und hier ein Schlüssel durch das Oehr gesteckt wird, welcher fest eingemauert ist. Eine ähnliche Verankerung der Läufer bei den Fuss- und Deckschichten, zeigt auch der Sockel Fig. 12. *A.* Tafel 2.; wobei jedoch die Gabelanker der Deckschicht des Sockels, inmitten je zweier Stossfugen der Läufer angebracht sind und zwar unter Benutzung von wagrecht eingeführten kleinen (3″ langen) Dornen.

Alle solche Dübel und Klammern etc., werden vor der Verwendung am besten heiss gemacht und mit Schmiedepech überzogen, oder doch zum wenigsten mit Oelfirniss angestrichen; vorzuziehen ist ein Anstrich oder Eintauchen in heissen Asphalt, worunter gepulverte Holzkohle gemengt ist. Durch Verzinnen oder galvanisches Verzinken der Eisentheile, werden dieselben auch vor Oxydation geschützt; aber stets hat man die Vorsicht zu beachten, sie von der Oberfläche der Mauer immer um einige Zoll zurück nach innen anzubringen, um sie so dem Einflusse der Atmosphäre oder dem leichten Rosten so viel als möglich zu entziehen.

Tafel 4.

8. Quaderverband bei stumpfen Ecken, abgerundeten Mauerkörpern etc., mit und ohne verkröpften Stoss- oder Lagerfugen.

Der Quaderverband bei stumpfen Ecken unterliegt denselben Regeln, wie bei rechtwinkligen Ecken, wobei man jedoch immer einen grossen Stein diagonal legen muss. Die Fig. 1. 2. und 3. *A.* und *B.* zeigen solche Verbände, bei welchen man stets darauf zu achten hat, dass in Rücksicht der Stossfugen dieselben mit dem Haupt keine spitzen Winkel (weniger als 90°) bilden dürfen, ausserdem müssten dieselben auf 5 bis 6 Zoll rechtwinklig geführt oder abgestumpft werden. Kommen hingegen Mauerecken vor, die wie Fig. 4. *A.* und *B.* viel kleinere Winkel als 90° enthalten, so müssen diese auf wenigstens $1\frac{1}{2}$ bis 2′ abgerundet oder gestumpft werden. Die Fig. 5. *A.* zeigt eine mit Quadern verkleidete Bruchsteinmauer mit stumpf-, recht- und spitzwinkligen Ecken sowie eine Abrundung. Soll hier der Verband angelegt werden, so ist eine ununterbrochene Abwechslung von Läufern und Bindern, gemäss dem System der Fig. 10. *A.* und *B.* Tafel 3., in den meisten Fällen hinreichend. Man fängt die Austheilung derselben bei der wesentlichsten Ecke *a* an, stellt daselbst die Gestalt der Ecksteine nach den vorausgehenden Regeln (Fig. 10. *A.* 11. bis 15. Tafel 2., und Fig. 1. bis 3.) verhältnissmässig mit den anstossenden Läufern und Bindern fest; auf gleiche Weise bestimme man die Form der übrigen Ecksteine bei *b*, *c* und *d* und ordne zwischen denselben abwechselnd Läufer und Binder in entsprechender Grösse an, wobei nur noch bemerkt wird, dass es sehr zweckmässig ist, den Bindern wenigstens die doppelte, besser aber die dreifache Breite der Läufer zur Länge zu geben.

Ist in dieser Weise die erste Schicht der Quader-Verkleidung bestimmt, so folgt die Anordnung der zweiten Schicht leicht von selbst und ist dieselbe in der Zeichnung punktirt angegeben. Ueber der Mitte jedes untenliegenden Läufers ordnet man nämlich einen Binder, und zwischen dieselben die Läufer, wonach sich die Gestalt der Ecksteine ohne besondere Schwierigkeit für den Verband ergibt. Je gleichartiger die Gestalt der Ecksteine der ersten und zweiten Lage übereinander ausfällt, desto gelungener ist die Fugenaustheilung; indem die gleichen Steine alsdann mit ihren Häuptern, nur links oder rechts mit dem obern oder untern Lager versetzt zu werden brauchen. Kleine wenig vorspringende Ecken, wie *d* und *e* ändern in der ganzen Fugenaustheilung nichts und ist höchstens zu beachten, dass man jene Läufer, bei welchen diese Ecke ausgehauen werden soll, etwas in der Breite vergrössert. Die Fig. 5. zeigt ferner, wie man bei sowohl ein- als ausspringenden spitzen, rechten, oder stumpfen Winkeln, gerade vorspringenden Mauerfluchten, wie ein- oder ausgehend gebogenen Mauern etc., zu verfahren habe und bemerken wir nur noch, dass es sowohl in Rücksicht auf die Bestellung wie Bearbeitung der Quader, sowie auf das Versetzen derselben, besonders bei wichtigen Bauten, nicht überflüssig erscheint, sich von jeder der zu verkleidenden Mauerflächen Ansichten wie Fig. 5. *B.* zu verzeichnen und jeden einzelnen Stein mit einem lateinischen Buchstaben zu beschreiben, den dann auch der Quader in schwarzer Oelfarbe auf dem Werkplatze erhält.

Der Quaderverband bei Brückenpfeilern richtet sich nach der Form und den Ausmassen derselben und besteht ein jeder Pfeiler aus drei Theilen, nämlich dem eigentlichen Pfeiler, dem Pfeilerkopfe gegen den Strom und dem Hintertheil. Alle Pfeilerköpfe werden, um den Strom seitwärts zu lenken, schneidig gemacht und zwar nach ebenen oder cylindrischen Flächen; im ersten Falle wie bei Fig. 7., darf der Winkel nie weniger als 90°, bei Bögen aber sollen dieselben nie weniger als 60° betragen, damit der Vorkopf nicht allzu spitz ausfalle und die Quadersteine daher nicht so leicht von den heftigen Stössen der Eisschollen beschädigt werden können.

Der Hintertheil der Pfeiler verdient deshalb Berücksichtigung, weil, wenn man den Pfeiler rückwärts gerade machen oder winkelrecht auf seine Länge abschneiden würde, dann das zu dessen beiden Seiten abströmende Wasser hinter ihm der Art wirbeln würde, dass Unterwaschungen hier zuverlässig zu erwarten wären; ob dieses Abrunden aber nach einem Halbkreise oder nach einem 60° Bogen gemacht wird, ist im Ganzen gleichgültig. Liegen jedoch keine besonderen Gründe vor, den Hintertheil in anderer Form, wie den Pfeilerkopf zu gestalten, so ist es schon wegen der Quaderbestellung, Bearbeitung der Quader, und in Rücksicht auf die Symmetrie immerhin zu empfehlen, den Hintertheil eines Pfeilers wie seinen Kopf, gekrümmt oder abgeschrägt d. h. aber nur gleich zu gestalten.

Die Dicke der Pfeiler ausser den Fundamenten hängt von ihrer Höhe, von der Gefährlichkeit des Eisstosses, und von dem Umstande ab, ob sie frei im Wasser stehen oder durch Gewölbe mit einander verbunden werden. In der Landbaukunst genügt nach früheren Angaben $^1/_{10}$ der Höhe zur Dicke bei Quadermauern. Bei dem Wasserbau hingegen muss ein frei im Wasser stehender, mit Quadern verkleideter Pfeiler wenigstens $^1/_5$ seiner Höhe zur Dicke erhalten. Soll er jedoch einem starken Eisgang Widerstand leisten, wobei vorauszusetzen ist, dass die Eisschollen ihn von der Seite angreifen, indem sich dieselben zwischen je zwei Pfeilern mit Gewalt durchdrängen, so sind $^2/_3$ von der Höhe des Hochwassers zu seiner Dicke nicht zu viel.

Gegen das Ausschieben der Steine ist die Verschränkung und das Verkröpfen oder Verkämmen der Fugen mit Vortheil anzuwenden und besonders bei Leuchtthürmen üblich. Die Fig. 6. *A.* zeigt z. B. wie durch gegenseitige Verkämmung der Lagerflächen den Quadern bei winkelrechten Mauerecken, ein sicherer Halt geboten wird; während die Fig. 6. *B.* die Verkämmung der Lagerflächen einer geböschten Mauer anschaulich macht. Anstatt der verkröpften Stoss- oder Lagerflächen, wendet man übrigens auch aus Eisen geschmiedete cylindrische Ringe Fig. 6. *C.* an, die im Mittel je zweier Quader in die Fugen eingelassen und mit Cement vergossen werden; die Fig. 6. *D.* zeigt einen solchen Ring in grösserem Massstabe. In Ermangelung der eisernen cylindrischen Ringe, gebraucht man auch würfelförmige Dollen aus harten Steinen oder selbst sehr grosse (3 bis 4 Zoll starke) runde Kieselsteine.

Die Quaderverbände der Pfeiler Fig. 7., 8., 9. und 10. *A.* und *B.* sind ganz nach den bisher aufgestellten Regeln anzuordnen, indem mit verkröpften Stossfugen Binder und Läufer regelmässig wechseln. Bei den Pfeilern 10. *B.* und 11. *A.* hingegen, wird auch das Innere mit Quadern ausgemauert, wobei angenommen ist, dass dieselben in reissenden Strömen dem heftigen Stoss der Eisschollen, Widerstand zu leisten haben und wobei also auch die Gestalt der einzelnen Quader so auszumitteln ist, wie sie dem Zwecke am angemessensten erscheint. Fig. 11. *B.* ist der Quaderschnitt des Pfeilers nach *ab* Fig. 11. *A.*, 11. *D.* das Profil der Deckplatten und Fig. 11. *C.* der Pfahlrost.

In Rücksicht auf den Quaderverband, besonders der Fig. 11. *A.*, dürfte anzunehmen sein, dass die Trennung der einzelnen Quader von der ganzen Pfeilermasse hier undenkbar ist. Jedoch möchte die schwierige Bearbeitung solcher schiefwinkliger Quader durch den Steinmetzen, allerdings einiges Bedenken besonders alsdann erregen, wenn es an geschickten Arbeitern fehlt und in diesem Falle wären rechtwinklige leichter, daher auch richtiger auszuarbeitende Stossfugen vorzuziehen. Ohne daher in der allgemeinen Anordnung der Fig. 11. *A.* etwas zu ändern, lasse man nur die einzelnen Quader nicht wie *o*, *p* und *r*, sondern wie *o′*, *p′*, und *r′* des Holzschnittes 38. gestalten. Für die Tiefe der Einschnitte genügt $^1/_{30}$ der Quaderlänge oder Breite; das heisst: Ist ein Quader z. B. 5′ lang und $3\frac{1}{3}$′ breit, so müssen seine Einschnitte in den langen Seiten 2, in den kürzern $1\frac{1}{3}$ Zoll tief gemacht werden.

Fig. 38.

In Bezug auf den Pfeiler Fig. 10. *B.* bleibt noch zu bemerken, dass die Mittelpunkte für die Abrundung der Vorköpfe, um $^1/_4$ von der äussern Flucht nach dem Innern des Pfeilers verlegt sind, so dass der rad. = 9′ beträgt. Ferner ist, um den Pfeiler gegen Eisschollen zu sichern, die vordere Kante mit einer 5 Zoll dicken eisernen Schiene belegt, die dann gehörig in den einzelnen Werk-

stücken verankert sein muss. Uebrigens ist dies selten erforderlich, indem die vordere Kante hier doch nicht so scharf wird, als bei Fig. 11. *A.* oder Fig. 7. und ausserdem das Eis, wenn es in Gang kommt, schon ziemlich mürbe ist, wenigstens nicht mehr so fest, dass man überhaupt noch ein Ausbrechen der Steine erwarten könnte.

Einen ähnlichen Verband durchgehender Quader mit verschränkten Stossfugen in concentrischen Schichten, zeigt die Fig. 12. *A.* und *B.*, welcher dem eines Leuchtthurmes (in der Bucht von Plymouth) nachgebildet ist und wobei das Innere in unserer Zeichnung noch eine Béton-Füllung erhielt; die einzelnen Schichten sind durch eiserne cylindrische Ringe oder würfelförmige Stein-Dollen gegenseitig verbunden. Die Gründung dieser Art Thurmbauten in Rücksicht auf solide Quaderconstruction, ist höchst belehrend, so dass es sich rechtfertigen dürfte, hier ein specielles Beispiel etwas ausführlicher aufzuführen:

Eine sehr interessante Construction fand bei dem Leuchtthurme von Bréhat Anwendung, welcher Thurm ganz aus Granit ausgeführt ist und dessen Fundamente durch die Grundrisse Fig. 13. *A.* und *B.*, sowie den halben Querschnitt *C.* anschaulich gemacht werden. Der Bau steht auf einem Porphyrfelsen von grosser Festigkeit, so dass bei der Herrichtung der Grundsohle die am härtesten verstählten Werkzeuge der Arbeiter bald abgenutzt wurden. An einigen Stellen aber zeigten sich sehr viele Spalten, welche den Meereswellen stets Gelegenheit gaben, kleine Theile abzulösen. Es mussten daher die Fundamente in mehrere Höhen-Theile getheilt werden, um sie vor allen Wechselfällen einer Blosslegung sicher zu stellen und ohne der bedeutenden Kosten wegen, einen zu grossen Theil des Felsens abarbeiten zu müssen. Die Mitte erforderte eine mit der Lichtweite des Thurmes übereinstimmende Oberfläche von 13¼′ rhl. Durchmesser, und keine Bearbeitung; es wurde demnach ein ringförmiger Raum von 44′ äussern Durchmesser auf 6 Zoll unter dem tiefsten Punkt dieses Theils des Plateaus ausgehauen und abgeglichen; dann wurde im Umkreise eine Rinne von 4′ Breite ausgehauen, deren Tiefe sich mit der Beschaffenheit des Gesteins änderte, so dass der Fuss des Baues auf mindestens 1½′ Höhe von dichtem Porphyr geschützt ist; der Boden dieser Rinne ist übrigens in horizontalen Stufen mit der grössten Genauigkeit ausgearbeitet worden. An einer Stelle, wo der Felsen in zu grosser Tiefe angreifbar erschien, beschränkte man sich darauf, die schlechten Theile auf gewisse Höhe fortzunehmen, und ging über die Grenzlinie der Fundamente hinaus, um sich seitwärts gegen den festen Porphyr anzulegen. Die auf diese Art ausserhalb sich bildenden Räume wurden mit Granitsteinen in Mörtel ausgefüllt, die Rinne wurde mit fest aufeinander gelegten Hausteinen bis zum Niveau der Abgleichung versetzt, und in dieser Höhe wurde die erste, die ganze Ausdehnung des Baues einnehmende Steinschicht gelegt.

Bei dem Quaderverband der einzelnen Schichten ist der Grundsatz befolgt, nicht jeden Stein, wie es sonst bei Leuchtthürmen gebräuchlich war, besonders zu befestigen, sondern sich damit zu begnügen, die Gesammtmasse, welche man in jeder Ebbezeit versetzen zu können glaubte, in einigen Punkten fest zu vereinigen. Es wurde daher jede Schicht in eine gewisse Anzahl grosser Binder oder Keilsteine getheilt und jede derselben, in den untern Schichten aus 12 in den obern aus 8 Steinen bestehend, wurde mit der untern Schicht durch Dübel von Granit verbunden, die in beide Schichten hineingreifen. Da, wie der Grundriss Fig. 13. *A.* ergibt, der ganze Umfang hiernach auf eine solide Art hergestellt war, so brauchte das Innere keine künstliche Construction, weshalb es selbst in den ersten Schichten, die sehr schnell ausgeführt werden mussten, aus Füllsteinmauerwerk aufgeführt wurde. Die Erfahrung hat diese Anordnung gerechtfertigt, denn niemals fand eine Beschädigung statt, sobald die 12 oder 15 Keilsteine einer Schicht vor der Rückkehr der Fluth versetzt werden konnten. War man daran verhindert, so wurden die noch nicht gehörig befestigten Steine von der Bewegung des Meeres oft auf eine grosse Entfernung hinweggeführt; jedoch gingen während des ganzen Baues keine 12 Steine verloren. Diese Art des Verbandes wurde bis zu einer Höhe von etwa 12′ über den höchsten Wasserstand fortgesetzt, weil die Wellen bis dahin oft mit ausserordentlicher Heftigkeit hinaufschlagen.

Der Quaderverband der Fig. 14. *A.*, *B.* und *C.* veranschaulicht die Construction der Halbsäulen am Tempel des Jupiter zu Agrigent, einer der grössten Gotteshäuser des griechischen Alterthums. Das Gebäude ist von Mauer zu Mauer über dem Stufenunterbau 154½′ breit, 320′ lang und gegen 120′ hoch; wobei 7 Halbsäulen in die Breite und 14 in die Länge kommen und wobei der Säulendurchmesser = 13′ und die Zwischenweite um ein Geringes grösser ist. — Die eigenthümliche Construction des Mauerwerks erklärt sich aus der Beschaffenheit des Materials. Die Steine, welche die Brüche der Gegend lieferten, waren nicht gross und stark genug, um aus ihnen einen freien Säulen- und Architravbau in der erwünschten ungewöhnlichen Grösse aufführen zu können; daher hatte die Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Säulen durch Mauern eine bloss scheinbare Nachahmung des üblichen Systems zur Folge. Die Steine wurden bei dieser Anordnung in den Lagerfugen durch Verkämmungen übereinander gelegt und durch hölzerne Dübel verbunden; von Mörtel und Eisenklammern findet sich keine Spur. Die Fig. 14. *D.* und *E.* zeigen die Profile des äussern und innern Sockels der Spannmauern, Säulen und Pfeileransätze und Fig. 14. *F.* das Profil der Cannelirung der Säulen in grösserem Massstabe.

Tafel 5.

9. Quaderarchitektur.

Dadurch, dass am Aeussern eines Gebäudes der Quaderverband architektonisch zum Ausdruck gebracht wird, erhält dasselbe das Ansehen der Festigkeit und Dauer. Durch die Grösse der Steine, durch die Behandlung ihrer Oberfläche und Gestalt des Profils ihrer Begrenzung, sowie durch die Art des Verbandes, kann dieser plastische Ausdruck erhöht oder gemildert werden. Das regelmässige rechtwinklige und wagrecht gelagerte Quaderwerk, bildet hier in ästhetischer Beziehung den Gegensatz zu dem polygonen sogenannten kyklopischen Blockwerk, das bei Ausschliessung der nicht spannenden wagrechten und senkrechten Fugenebenen, der relativen Festigkeit des Materials, dadurch Rechnung zu tragen sucht, dass alle spitzen, sogar rechtwinklige Seiten, die leichter dem Drucke nachgeben, principiell vermieden sind, und dass dafür aber möglichst breite Berührungsebenen oder Stossfugenflächen als formgebendes Element oder System des Verbandes gegen Horizontalschub festgehalten werden. Der regelmässige längliche Quader dagegen, mit seinen senkrechten und wagrechten-rechtwinklig umschlossenen Lager-, Stoss-, Stirnflächen, entspricht der an ihn gestellten Anforderung gegen rückwirkende Festigkeit Widerstand zu leisten, bei dieser Gestalt als Strukturelement zur Aufnahme eines Massen- oder Vertikaldrucks, am vollständigsten. Denn darauf müssen alle Constructionstheile eines Bauwerks berechnet sein, dass die Massen sich gegenseitig im Gleichgewicht halten, dass kein Moment vorherrschend ist, welches einen Horizontalschub äussern könnte, so dass wir es von Oben bis auf die Fundamente herab nur mit Vertikaldruck zu thun und also auch die Fundamente nur reinen Vertikaldruck und weiter nichts aufzunehmen haben. Die Grundbedingung, dass im ganzen Bauwerk nur Vertikaldruck vorherrscht, ist es, welche die Anordnung einer horizontalen Schichtung des Mauerwerks mit sich führt und dass man dem sichtbaren Mauerwerk noch eine erhöhte Wirkung nach dieser Hinsicht dadurch verleiht, indem man die horizontale Lagerung einer jeden Schicht möglichst zum Ausdruck bringt. Diese Momente sind es, welche von jeher die Basis der Quaderarchitektur bildeten und welche sich in dreifacher Weise kundgeben. „Erstens in den Theilen oder Elementen der Struktur für sich betrachtet; zweitens in den Verhältnissen dieser Theile zu einander und zum Ganzen und in dem Gesetze ihrer Verkettung; drittens in der allgemeinen Gestaltung des Fundaments als Ganzes,“ da, wo dasselbe wie bei Unterbauten, sichtbar wird..

Man suchte ferner noch das Monotom in der Aussenfläche zu beseitigen, indem man das naturwüchsig krystallinische Gebilde des Materials bei jedem einzelnen Quader hervortreten liess und die Wirkung durch einen glattgemeisselten Saum rings um den Quader als Umrahmung erhöhte.

Es lässt diese Behandlungsart aber die verschiedensten Modificationen je nach den Bedingungen des Baues zu und liegt hierin ein Mittel, das Aeussere jeder Abstufung eines architektonischen Charakters, zum symbolischen Ausdruck zu erheben. Uebergänge vom Ausdruck des Festungsartig-Kräftigen und Ländlich-Derben zu dem Anmuthig-Leichten und Ritterlich-Prunkhaften können erreicht werden: erstens durch die Ausmasse und Verhältnisse der Quaderelemente in sich und zu einander, durch die Einheit (Rhythmik) ihrer Zusammenordnung; zweitens durch die Art der technischen Ausführung, durch platte ebene Flächen oder Vorhandensein architektonischer Gliederungen und selbst Zierrathen in erhabener (oder plastischer) Arbeit.

Ueber die Verhältnisse der Ausmasse der Quader dürften für gewöhnliche Wohngebäude ⅔ bis ¾′ höchstens 1′ als Höhe der Quaderschichten genügen, welche Verhältnisse jedoch bei Gebäuden mit grossen Mauermassen und je nach ihren Bestimmungen verhältnissmässig überschritten werden können. Im allgemeinen dürfte ¼ bis ½ der Mauerdicken für jede Gattung von Gebäuden eine angemessene Schichthöhe der Quader ergeben, die bei mehrstöckigen Gebäuden alsdann nach oben entsprechend so abnehmen können, dass das untere Stockwerk höhere Schichten zeigt, als das nächstfolgende u. s. f. Dadurch wird in Rücksicht auf die architektonische Perspektive, das Gebäude höher erscheinen als es ist, wie auch unserem statischen Gefühle dadurch ebensowohl genügt wird; denn da die unteren Steine einem grösseren Druck zu begegnen haben, als die oberen, so wird durch Vermehrung ihrer Höhe ihnen auch das Ansehen einer grösseren Tragfähigkeit gegeben. Der perspektivischen Wirkung und dem Druckverhältnisse entsprechender ist allerdings eine stetige Abnahme der Schichten von dem unteren bis zum obersten Stockwerke; allein da diese Abnahme fast unmerklich wäre und die Zurichtung der Quader deshalb sehr umständlich gemacht würde, so finden die Abnahmen der Schichthöhen zweckmässiger etagenweise und zwar so statt, dass in jedem Stockwerke bis zur Fensterbrüstung die grössten Quader, von der Sohlbank der Fenster bis zum Sturze derselben die mittlere und von hier als zweite Proportionale der Schichthöhe mit der Brüstung des darauf folgenden Stockwerks die kleinere Schichthöhe stattfindet; bei halbkreisförmig überwölbten Oeffnungen würde aber vom Kämpfer bis zum obersten Schlussstein des Bogens, die drittgrössten Schichthöhen und von hier bis zum Gurtgesimse des folgenden Stockwerks, die kleinere Schichthöhe eintreten müssen. Bei dieser Abnahme der Schichthöhen liegt es für die Monotomie der Mauerfläche eines Stockwerks in der Natur der Sache, den niederen Quadern des darauf folgenden Stockwerks kürzere Verhältnisse zu geben, als den hohen und zwar nach der Formel:

$\frac{h}{h'} = \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{l'}}$; worin h und l die Ausmasse der niederen und h' und l' die der hohen Quader bezeichnen. Ist z. B. $l' = 2l$, so verhalten sich die Höhen nicht wie 1:2, sondern wie $1:\sqrt{2}$; d. h. die Höhen der Steine zweier verschieden hoher Schichten verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus der Länge derselben:

$$h:h' = \sqrt{l}:\sqrt{l'}$$

Ein Quader, welcher sich mit seiner Stirnfläche dem Quadrate nähert, erscheint kräftiger als ein länglicher von gleichem Stirnflächeninhalt und ist gerade bei kleineren Bauten zu berücksichtigen, dass ein Quaderwerk aus kleinen Stücken das Gebäude grösser erscheinen lässt, als es ist und dass hier z. B. der kleine Fugenschnitt mit Ziegelsteinen gerade deshalb auch am günstigsten wirkt; wie umgekehrt auch bei Grossbauten, die aus sehr oblongen und starken Quadern verkleideten Mauermassen, stets einen gewaltigern und grossartigern Eindruck machen werden, als wie bei der Ausführung in Ziegelrohbau.

Bei den gewöhnlichen Wohn- und Miethgebäuden betrachtet man den Steinfugenschnitt mehr als Grund der glatten Mauerfläche, um dadurch die Einfassungen oder Umrahmungen der Fenster- und Thüröffnungen besser hervortreten zu lassen. Man hat es daher hier mit schmalen Mauerpfeilern zu thun, welche in ihrer äusseren Masse noch durch die 6″ breiten Fenster- und 7 bis 8″ breiten Thürgewände sichtbar geschwächt erscheinen, und es kann daher hier auch nur darauf ankommen, die schmalen Pfeiler durch Quaderwerk so viel als möglich dem Betrachtenden grösser erscheinen zu lassen, als sie wirklich sind; d. h. gewissermassen eine Täuschung für den Beschauer dadurch zu bewirken, indem Schichten von mässiger Höhe (6—8″) angebracht werden, welche noch durch Stossfugen kleine Verhältnisse annehmen und wobei die glatten Schichten stets den Vorzug verdienen.

Bei Bauten, denen ein monumentales Gepräge verliehen werden soll, sind die Mauermassen auch immer in bedeutenderen Verhältnissen vorhanden und kann sowohl durch die Behandlung der Oberfläche der Steine dem ganzen Gebäude, als den einzelnen Stockwerken ein bestimmter architektonischer Ausdruck dadurch leicht verschafft werden, indem man je nach dessen Bestimmung, die verschiedenen Abstufungen von den rauh zugespitzten bis zu den fein geschliffenen Quadern, als entsprechende Mittel benutzt.

Sehr wirksam, am einfachsten und daher auch am gebräuchlichsten, sind die ebenen Spiegelquader mit winkelrechter Vorsprungsfläche gemäss dem Profil Fig. 1., welche wegen des scharfen Schlagschattens den sie werfen, von den Griechen und Römern und auch in der neuern Baukunst, sehr häufige Anwendung fanden.

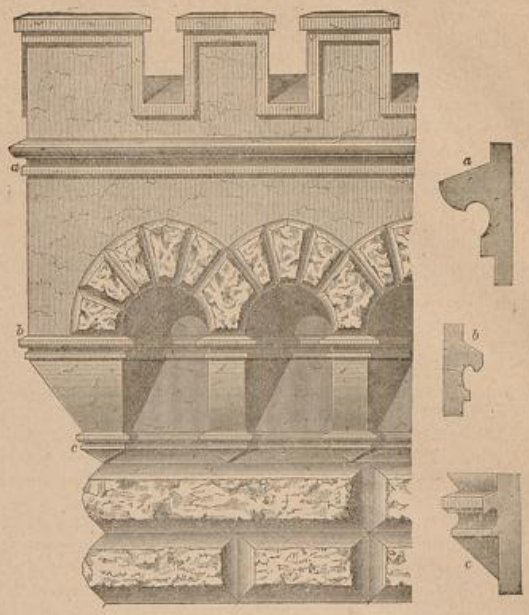
Den flachen ganz ebenen Spiegel mit abgefasten Kanten, welche sich unter einem rechten, für unser Material und Beleuchtung aber besser 60° Winkel Fig. 2., in der Fuge begegnen, gibt man gewöhnlich ein Verhältniss zur Fugenweite wie 10 bis 8 bis 6:1 und je nach der Bestimmung des Gebäudes aber alsdann mehr, wenn dasselbe einen ernsten oder festungsartigen Ausdruck annehmen soll; in letzterem Falle verhält sich der Spiegel zur Fugenöffnung ab Fig. 2. oft selbst wie 3:1, 4:1.

Um den Schlagschatten kräftiger wirken zu lassen, kann auf dem Mauergrund die Quaderkante noch durch ein kleines Plättchen wie bei Fig. 3. eingefasst werden; die Fig. 4. zeigt den Querschnitt eines Quaders des Palastes Ricardi in Florenz, wobei die Abfassung nach einer flach aufgeschwungenen Linie geführt ist und die Oeffnung der Fuge zum Spiegel, sich wie $3^1/_2:4$ verhält; wenn der Vorsprung über den Mauergrund = 1 ist. Bei Fig. 5. ist die Abkantung der Fuge durch die Hohlleiste und zwei Plättchen markirt; besser wirkt aber bei durch Profilirungen zierlicher zu gestaltenden Quadern der Viertelstab (die Echinuswelle) und das Plättchen als einfassendes Glied des Spiegels, das wie bei Fig. 6. (oder Fig. 19. Tafel 3.) an den Mauergrund oder die Fugenfläche (wie Fig 1.) wieder mit einem Plättchen anknüpft.

„Der sichtbare Theil des zur architektonischen Wirkung erhobenen Quaders besteht also immer aus zwei formalen Elementen, dem Rande und dem Spiegel. Dieser ist das Umrahmte, jener ist der Rahmen. Aber beide, Spiegel sowie Rahmen sind hier in eigener Weise struktiv thätig“ und „gibt sich die äusserliche Thätigkeit am kräftigsten im Spiegel, gleichsam dem Stützpunkte der beiden senkrechten Kräfte, Druck und Gegendruck, kund.“ Hieraus geht hervor, dass alle dekorativ behandelten Quaderformen, wie die der Diamantflächen, der Quader mit vertieften Spiegeln und solche mit Polsterspiegeln etc., des Rainessance- und Rococcostyles, welche nach allen Seiten auf eine bestimmte Schablone stark ausbauchen etc. oder zurücktreten, als stilistische Undinge gerade das Gegentheil für die beabsichtigte Belebung der Mauermassen bewirken. Der Diamantquader, welcher durch seine Abfassung des Spiegels nach wagrechter und senkrechter Richtung, den Quader nicht mehr als solchen wirken lässt, sondern ihm schon den besonderen dekorativen Ausdruck der Füllung ertheilt, ist, besonders am Sockel der Wohngebäude ebensowohl falsch, wie die ganz durchgehenden blos horizontalen Fugen, welche der Mauer das Ansehen einer schwächlich unmonumentalen Brettverkleidung geben.

Bei dem rauh bossirten Quader des Schloss- und Burgstyls im Mittelalter, waren hingegen nicht allein Rücksichten der Oekonomie und Festigkeit thätig, sondern auch mehr oder weniger klar ins Bewusstsein getretene ästhetische. Denn dadurch, dass der erhöhte Spiegel die rauhe naturwüchsige Bruchfläche, so wie sie dem Material eigen ist, zeigt, erhält ein solcher Quader den Ausdruck der Widerstandskraft noch deutlicher als ein glatter und dieser Ausdruck steigert sich, wenigstens bis zu gewissen Grenzen, mit dem Wachsthum des Vorsprungs.

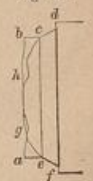
Fig. 39.



Der Holzschnitt 39. zeigt bei der Eckarmirung sehr stark abgefaste Kanten, wodurch eine dreieckige Fugenöffnung entsteht, deren Breite sich zu dem bossirten Spiegel etwa wie 4:5 verhält. Hierdurch, wie bei der gleichartigen Behandlung des Bogenfrieses, wird ein Ausdruck von schlichter Kraft und festungsartiger Derbheit erhalten, welche der feineren Behandlung aller übrigen architektonischen Theile des vorgeführten Hauptgesimses, nur ein um so grösseres Mass von Eleganz verleiht.

Bei dem Quaderwerk am Unterbau des Dresdener Museums Fig. 7., ist die rauh bossirte Spiegelfläche mehr splittrig wie die vorhergehende gebildet und dieselbe mit tiefen rechteckig eingesenkten glatten Falzen oder Rändern umgeben, durch welche die Bruchfläche des Quaders noch wirksamer hervortritt und mit der doppelten Fugeneinfassung mehr contrastirt. — Die rauhe Bruchbosse der Quader des Holzschnittes 39., bringt die minder harte Textur eines feinkörnigen aber dichten rothen Sandsteines zum architektonischen Ausdruck, während die Behandlungsweise des Quaderwerks Fig. 7. einen härteren graugrünlichen Quarzsandstein in seiner naturwüchsigen Bruchfläche vertritt. Um den rohen Höcker des Spiegels ab Holzschnitt 40. zu einer rauhen gebrochenen Oberfläche umzubilden, werden zuerst die Fugenbänder aef und bcd rings um die Stoss- und Lagerfugen ausgekröpft und darf das Haupt ab schon bei dem Zubossiren des Quaders im Bruche, durch kein Werkzeug, also auch nicht mit der Zweispitze bearbeitet sein, sondern dasselbe muss die durch die Keile bewirkte Trennungsfläche roh mit bringen. Der mittlere Spiegel gh behält alsdann auch seine rohe Bruchfläche, und werden die Kanten chb und ega mit dem Bossirhammer durch winkelrecht auf bc geführte kräftige Schläge kurzweg abgeschlagen und die Kanten der eingehenden Fase bei c und e alsdann noch etwas durch Absprengen mit Hülfe eines breiten Schlageisens, splittrig rauh zugerichtet; wobei dasselbe winkelrecht auf ch und eg angesetzt und kurze kräftige Schläge durch den hölzernen Klöppel gegeben werden. Mit dem Spitzeisen wird dann der Derbheit des Höckers noch stellenweise so nachgeholfen, dass der Ansatz dieses Werkzeuges nicht sichtbar bleibt, sondern wieder nur eine roh abgesprengte Bruchfläche zurücklässt.

Fig. 40.



Bei Kalksteinen und noch härteren Baumaterialien, wird der Spiegel der Quader weniger stark erhaben über den Mauergrund gestaltet und denselben eine der grösseren rückwirkenden Festigkeit und härteren Textur des Materials angemessener Ausdruck dadurch verschafft, dass man das krystallinische Gebilde des Gesteins, durch glatt geschliffene Spiegelflächen seiner Natur gemäss, feiner wie vorher wirken lässt. Das Quaderwerk Fig. 9., zeigt als Detail der Fig. 8. wieder eine andere Behandlungsweise, indem hier die scharfkantige Umrahmung der Fasen durch ein weich vermittelndes Profil nach dem Viertelstabe ersetzt ist, und um auf der flachen Spiegelfläche des Quaders die mineralische Textur des Gesteins wirksam zu machen (z. B. bei Serpentin) ist dieser durch eingekerfte Schlangenlinien angemessen zu Hülfe gekommen.

Die Fig. 10. zeigt die obere Ansicht oder Mauerecke des Unterbaues vom Tempel des Jupiter Olympius, auf der Ostseite der Akropolis zu Athen. Dieser

Unterbau bildet zugleich Umfassungsmauer und besteht im Innern aus einer Folge von gewölbten Gängen, die in Bruchsteingemäuer ausgeführt, aber mit Quadern bekleidet sind, deren Vorsprünge gleich Anten je einer innern Scheidewand der Tonnengewölbe zum äusseren Ausdrucke dienen. Die Fig. 11., 12. und 13. zeigen die Vorderansicht, den Grundriss der Schichten bei x und den Querschnitt der Mauer in grösserem Massstabe. Als Unterbau sollte hier die absolute Stabilität durch grosse Quader und Massenwirkung sich aussprechen und diese Wirkung theils auch durch pyramidale Verjüngung der sich erhebenden Masse, noch mehr geltend machen. Dazu die Berücksichtigung der Schwerkraft des Materials oder die stufenweise Verminderung der Mächtigkeit der Schichten von unten nach oben, ebenso wie man bei der stufenweisen Verminderung der Schichten, die Gleichheit der Elemente bei jedem Absatze in gleicher Weise zur Thätigkeit gelangen liess.

In Rücksicht auf die Durchführung der gleichen Längen der Quader an den Aussenseiten, tritt für die Nothwendigkeit des Bindens hier sowohl wie bei den meisten ältern Werken, fast immer eine bedingte Abwechslung hervor, welche, da ohnedem die Steinstructur nur eines monotonen Motives sich bedient, auch nicht von der Hand zu weisen ist; man vergleiche Fig. 11. und Fig. 14.

Bei kleinern Werken, wie dem Pilar einer Festungsbarrière Fig. 16., welcher seinen Verhältnissen nach schon einen selbstständigen Theil für sich bildet, der zu anderen Theilen eines grösseren Ganzen blos für sich Bezug hat, ist auch kein Grund vorhanden, die Längen der Quader bei gleicher Höhe derselben, nicht durchgehend gleich zu machen. Dasselbe kann für die Quaderstruktion aller kleinern Monumente als Regel gelten, und zeigt z. B. der Unterbau Fig. 19., vier gleiche Schichten über den Stufen, welche den Sockel ersetzen, die sich aber nach oben perspektivisch verjüngen; die Zeichnungen der Details Fig. 20. und 21. erklären das Weitere dieser Behandlungsweise.

Besteht das Quadergemäuer aus abwechselnd hohen und niederen Schichten, wie an dem Piedestale vor den Propyläen der Akropolis in Athen, Fig. 22., so erscheint diese Art Quaderwerk alsdann gerechtfertigt, sobald „die Farbenabwechslung eine Verschiedenheit der angewandten Steine kundgiebt, die also auch voraussichtlich verschiedene Tragfähigkeiten besitzen. Die harten Steinsorten sind in der Mehrzahl dunkel, weshalb zu schmalen Schichten dunkele Steine zu verwenden sind. Anders und umgekehrt bei gemischten Stein- und Ziegelwänden. Die Fig. 23., 24. und 25. geben die Profile des Sockels und Deckgesimses in grösserem Massstabe.

C. Freitreppen etc.

10. Allgemeine Bestimmung der Stufenbreite und Höhe.

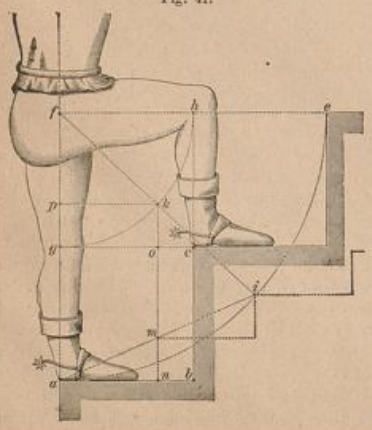
Die Treppen, welche dazu dienen, übereinander liegende Räume so zu verbinden, dass das Begehen zwischen denselben mit Sicherheit und Bequemlichkeit stattfinden kann, haben theils nach dem Orte, wo sie angelegt sind, theils nach ihrer Form, ihrem Gebrauch und ihrer Constructionsweise verschiedene Benennungen erhalten. Dieselben lassen sich aber im allgemeinen in solche unterscheiden, welche im Freien ausserhalb der Gebäude aus Hausteinen angebracht werden und die man Freitreppen nennt, und dann, in die innern Treppen, welche im Gebäude angelegt, aus verschiedenen Materialien wie Stein, Holz und Metall, namentlich Eisen ausgeführt werden.

Nachstehend sollen nur die massiven Freitreppen behandelt werden, bei welchen es vor Allem darauf ankommt, das Begehen so bequem als möglich zu machen.

Die beiden Hauptseitenflächen der Stufen einer Steintreppe nennt man Auftritt oder Stufenbreite und Steigung oder Stufenhöhe.

Die Stufenbreite muss der Länge des menschlichen Fusses angemessen sein und dürfte ohne Ausnahme bei allen Treppen, die Anspruch auf Bequemlichkeit machen sollen, wenigstens 0,3138 Meter oder 1 Fuss rhl. betragen. Die Stufenhöhe hängt ebenfalls von der Bequemlichkeit ab und dürfte jene die grösste sein, wenn der Schenkel eines etwa mittelgrossen Mannes während des Aufsteigens eine wagrechte Lage fh Holzschnitt 41. erhält; wo dann ag oder hc jedesmal die Hälfte von af ist, welches bei jenen Personen, die in 5 Schritten ohne Anstrengung 3,80 Meter = 11,95′ rhl. Weges zurücklegen, 0,95 Meter = 3,00 rhl. beträgt. cb ist aber gleich ag, folglich ist die grösste Stufenhöhe 0,47 Meter = 1,50′ rhl.; die Stufenbreite ab ist in vorliegendem Falle ebenso gross.

Fig. 41.



Trägt man die Länge eines gewöhnlichen Mann-Schrittes von 0,76 Meter = 2,39′ rhl. als Sehne auf den Bogen ae von a bis i, vereinigt i mit f, so ist afi jener Winkel ($47^1/_2{}^0$), welchen die Schenkel mit einander bilden, wenn man ohne Anstrengung auf ebenem Boden fortschreitet. Bei dem Begehen einer Treppe sollte dieser Winkel grösser angenommen werden, damit man die Füsse nicht höher wie bei dem gewöhnlichen Gehen aufzuheben braucht. Das Knie des gehobenen Schenkels ist bei dem Ausschreiten in k und macht man $km = hc$, so ist die Ferse in m; also ist $mn = pg$ die Stufenhöhe und an oder pk die Stufenbreite.

$$\text{Da } af = 0{,}^m95,$$
$$am = 0^m38 \text{ und}$$
$$fm = \sqrt{af^2 - am^2} = 0{,}^m87 \text{ ist:}$$

so wird:

$$an = \frac{fm \times am}{af} = 0{,}^m34$$
$$= 1{,}06' \text{ rhl. dec.} = 1' \, {}^3/_4'' \text{ dd.;}$$

und $mn = \sqrt{am^2 - an^2} = 0{,}^m15 = 0{,}'47$ rhl. dec. = 5″ 7‴ dd.;

folglich sollte keine Stufe höher als $5^7/_{12}$ Zoll, und keine schmäler als $12^3/_4$ Zoll gemacht werden. Sind die Stufen steiler, dann ist der Aufwärtssteigende gezwungen, den Fuss mehr als beim gewöhnlichen Gehen zu heben; k rückt hier auf dem Bogen kh fort und pk wird verhältnissmässig grösser, je mehr pg wächst. Da pg nichts anderes als der Sinus versus, pk aber der Sinus des Winkels afi ist, so lässt sich für jede gegebene Stufenhöhe sehr leicht die Breite durch Rechnung oder Zeichnung finden.

Bei der fortschreitenden Bewegung des Aufwärtssteigenden, neigt sich indess der Körper schon so bedeutend vor, dass af nicht mehr als senkrecht angesehen werden kann, und würde bei 6″ Stufenhöhe, indem diese dadurch abnimmt, die Stufenbreite allerdings grösser; wird die Höhe = 0, dann wird die Breite am grössten, nämlich = 2,′39 = $28^2/_3$″ dd.; jedoch hat man Prachttreppen aus Marmor mit Stufen von $0{,}^m12 = 0{,}'385$ rhl. = $4^3/_4$″ dd. Steigung und $0{,}^m36 = 1{,}'15 = 13^3/_4$″ dd. Auftritt, die äusserst bequem gefunden werden.

Ist die Breite des Auftrittes = G und die Höhe der Stufe = H, so müssen bei einer und derselben Treppe diese beiden Masse durchaus gleich sein. Gewöhnlich nimmt man $G = 12$ Zoll und $H = 6$ Zoll; es kann sich indess die Stufenbreite und Höhe nach Umständen auch ändern, jedoch muss zwischen G und H stets die in der Formel

$$G + 2H = 2{,}'10 \text{ rhl.}$$

ausgedrückte Abhängigkeit stattfinden, aus welcher man ersieht, dass die beiden Faktoren in einem ungleichen Verhältnisse für jede angenommene Grösse sich ändern; denn wie wir bereits oben gesehen haben, gründet sich dies Abhängigkeits-Verhältniss auf Beobachtungen der grösseren Schrittweite in der wagrechten Ebene, die an einer senkrechten Leiter höchstens 1,′08 rhl. beträgt.

Setzt man für $H = 0$ und für $G = 2{,}39'$; oder für $G = 0$ und für $H = 1{,}'08$ rhl.; so geht hieraus nur hervor, dass man z. B. bei einer Treppe, die wie in Kasernen hauptsächlich von Männern begangen wird, oder einer solchen für beiderlei Geschlecht in Wohnhäusern, oder endlich für Kinder von 10 bis 12 Jahren in einer Volksschule, die Summe $G + 2H$ sowohl gleich 2,′39,, wie gleich 2,′00 bis 1,′90 oder gleich 1,′70 annehmen kann, wobei aber die Grenzen für:

$$H > 4^1/_4'' \text{ und } < 7^1/_2'' \text{ und } G < 14^1/_4'' \text{ und} > 7^3/_4''$$

nicht überschritten werden dürfen; denn nehmen wir nach Vorstehendem zur Bestimmung der Grösse der Stufen bei Freitreppen die Schrittlänge von 1,′91 rhl. = 0,60 Meter als mittlere für Männer, Frauen und Kinder an, so erhalten wir bei einer

Steigung	von	$4^1/_4''$	einen	Auftritt	von	$14^1/_4''$
„	„	$4^1/_2''$	„	„	„	$13^3/_4''$
„	„	$4^3/_4''$	„	„	„	$13^1/_4''$
„	„	5″	„	„	„	$12^3/_4''$
„	„	$5^1/_4''$	„	„	„	$12^1/_4''$
„	„	$5^1/_2''$	„	„	„	$11^3/_4''$
„	„	$5^3/_4''$	„	„	„	$11^1/_4''$
„	„	6″	„	„	„	$10^3/_4''$
„	„	$6^1/_4''$	„	„	„	$10^1/_4''$
„	„	$6^1/_2''$	„	„	„	$9^3/_4''$
„	„	$6^3/_4''$	„	„	„	$9^1/_4''$
„	„	7″	„	„	„	$8^3/_4''$
„	„	$7^1/_4''$	„	„	„	$8^1/_4''$
„	„	$7^1/_2''$	„	„	„	$7^3/_4''$

Was die Anzahl der Stufen eines geraden Treppenlaufes betrifft, so soll dieselbe nie mehr wie 21 betragen, weil die Erfahrung lehrt, dass man auf dieser Höhe angekommen, etwas Ruhe nöthig hat; auch soll ferner die Zahl der Stufen eines Treppenlaufes nicht weniger als 3 betragen, indem die Treppe ausserdem sowohl unschön, wie bei einer andern Vertheilung desselben Laufes von etwa 1, 2 und 3 oder 4 Stufen mit zwischen gelegten Ruheplätzen, in der Dunkelheit selbst gefährlich sein würde. — Jeder Ruheplatz sollte wenigstens 30″ Breite oder doch einem mittelgrossen Schritte von 28,″8 gleich kommen.

Die Freitreppen können, wie auch die innern massiven Treppen in vielerlei Arten eingetheilt werden, und zwar:

1) einfache Lauftreppen mit um die Ecken gehenden oder abgerundeten Stufen oder mit zwischen zwei Mauern oder Wangen gelegten Stufen.

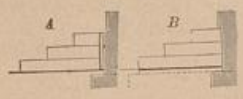
2) Treppen, die über steigende Gewölbe, welche wie vorher construirt sein können, angelegt sind.

3) eingesteckte Treppen mit auf der einen Seite freitragenden Stufen, während die andere Seite derselben mit ihren Enden in der Mauer befestigt ist und die, was ihren übrigen Theil betrifft, sich einander gegenseitig durch Lager und Stossfugen tragen, wobei die Unterseite der Stufen eine stetig steigende Fläche bildet.

Alle diese Anlagen können gerade oder durch Ruheplätze (Podeste) unterbrochene Treppenläufe haben; auch bleibt es sich gleich, ob die Freitreppe an dem Haupte der Stufen eine Wange erhält oder nicht; durch letztere wird jedoch der ganzen Construction einer freitragenden Treppe mehr Festigkeit gegeben und ausserdem die Anbringung des Geländers erleichtert.

Bei der gewöhnlichen, vor der Hausthüre der Wohngebäude angebrachten Treppe ist zwar die Construction derselben meist sehr einfach und ist hauptsächlich darauf zu achten, dass sie gut fundamentirt werde, dass ihre Fundamente gleichzeitig mit denen des Gebäudes, mit welchen die Treppe in Verband kommen soll, zur Ausführung gebracht werden und dass vor dem Auflegen der Treppenstufen, sich das Gemäuer völlig gesetzt habe. Versäumt man bei dem Beginne des Baues die Fundirung der Treppe, so wird man immer finden, dass sich dieselbe von der Hausmauer abzulösen sucht. Sind auch die Stufen selbst gut fundirt, aber blos an die Mauer angelehnt, so kann es sich doch ereignen, dass unter Einwirkung von Regen und Frost u. s. w., sie dennoch allmählig von der Mauer so weg geschoben werden, wie dies der Holzschnitt 42. *A.* zeigt; es ist daher unter allen Umständen bei Treppen vor Hauseingängen stets zu empfehlen, die Treppenstufen nicht blos auf dem Fundament-Absatze aufzulagern, sondern dieselben ausserdem noch in den Sockel des Gebäudes $^1/_2$ bis $^2/_3$ Zoll einzulassen und auf das bereits sich gesetzte Fundament so zu vermauern, wie der Holzschnitt 42. *B.* ergibt. Die Tiefe der Fundamente bei Freitreppen ist unabhängig von den Fundamentmauern des Gebäudes; sie sollte jedoch immer bis auf die gewachsene Erde reichen, wenn dieselbe nicht zu tief liegt. Im anderen Falle führt man das Fundament in Abtreppungen mittelst Uebersetzen oder Uebertragen von der Hauptmauer aus auf.

Fig. 42.



Tafel 6.

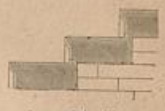
11. Massive Treppen vor den Gebäuden.

Die Fig. 1. und 2. stellen bei *A.* den Grundriss, bei *B.* den Querschnitt und in *C.* die vordere Ansicht einer der am häufigsten vorkommenden gewöhnlichen Treppenvorlagen dar, welche von vorn und den beiden Seiten begangen werden kann. Die oberste Stufe ersetzt als Schwelle die Thürbank und ist zwischen die Thürgewände blos eingestreift. Die Treppe Fig. 2. hat nicht wie Fig. 1. ein volles Fundament, sondern dasselbe ist auf $2^1/_4$′ Breite, wie Fig. 2. *B.* ergibt, rings um die Stufenanlage geführt, welche Anlagen immer alsdann erforderlich sind, wenn die Stufen gestossen werden müssen und wobei man darauf zu sehen hat, dass die Stossfugen nicht gerade in die Treppenachse, sondern mehr seitlich derselben zu liegen kommen. Die Fig. 1. *D.* und *E.*, 2 *D.* und *F.* zeigen das Profil der Thürgewände und die Stufenprofile in grösserem Massstabe; die Fig. 2 *E.* gibt die isometrische Ansicht einer Eckstufe.

Die Fig. 3. *A.* und 4. *A.* geben den Grundriss einer Freitreppe, welche von zwei Seiten zu begehen ist und wo bei Fig. 4. die Stufen in die Wange eingemauert sind, während bei Fig. 3. das Wangenmauerwerk durch die Stufen überdeckt wird. Das Podest liegt auch hier um eine Stufe tiefer wie die Schwelle der Hausthüre, welches stets zu beachten ist, damit aller Schmutz und Feuchtigkeit bei Regen und Schnee, möglichst aus der Hausflur fern gehalten werde; aus denselben Gründen ist der Antritt jeder Freitreppe um 5 bis 6 Zoll über das Trottoir oder Hofpflaster zu erheben und die Differenz rampenartig auszugleichen, wie Fig. 1., 2. *C.* und 8. *C.* ersichtlich machen. Diese rampenartige Ueberhöhung ist aber besonders noch desshalb zu beachten, weil sich gerade vor dem Antritt einer jeden Freitreppe der Boden bald austreten wird, wodurch Vertiefungen entstehen, die um Schmutz zu vermeiden, jeder Zeit wieder ausgeglichen werden müssen. Freitreppen, wie Fig. 3. und 4., können nur dann angebracht werden, wenn das Gebäude von der Strasse zurücksteht und der Hauseingang durch einen Hof (Blumengärtchen etc.) vermittelt wird. Die Zeichnungen Fig. 3. und 4. *B.* und *C.* erklären alles Weitere dieser Construction. Fig. 4. *E.* ist das Profil der Abdeckung der Wange; Fig. *F.* die Stufenleiste; 3. und 4. *D.* sind die Profile der Thürgewände und *G* das Sockelprofil.

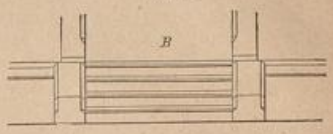
Die Fig. 5., 6. und 7. zeigen verschiedene Verbände für das Versetzen untermauerter Stufen, welche jedoch an ihrer Vorderkante stets um $^1/_8$ Zoll Gefälle auf den 12 Zoll breiten Auftritt erhalten müssen, oder besser, es wird der Auftritt gleich um so viel schräg gearbeitet, damit das Wasser abfliesst. Um das Eindringen des Wassers in die Lagerfugen noch mehr zu verhindern, ist bei der Bearbeitung der Stufen hinten ein erhöhter Ansatz wie der Holzschnitt 43. zeigt, zu empfehlen.

Fig. 43.

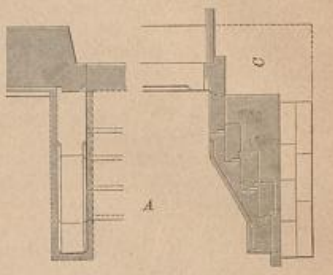


Unter denselben Bedingungen wie bei Fig. 3. und 4. kann die Freitreppe auch gemäss *A.*, *B.* und *C.* im Grundrisse, der Ansicht und dem Durchschnitte Holzschnitt 44., angeordnet werden. Es sind hier die Kopfenden der Stufen $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll in die Wangen eingesetzt und brauchen daher auch nur diese auf Fundamentmauern gesetzt zu werden. Die Treppenwangen können aus einem Quader gearbeitet werden und genügen bei 1 bis $1^1/_2$′ Dicke, wobei sie der oberen Begrenzung der Stufenrichtung folgend, bei grösseren Treppen auch aus mehreren Stücken in Absätzen versetzt, bestehen können.

Fig. 44.



Die Fig. 8. *A.*, *B.* und *C.* zeigt die Anordnung einer Treppe im Grundriss, Querschnitt und der Vorderansicht, wobei der Bedingung genügt ist, das Trottoir in der Richtung der Strassenflucht (des Alignements) nicht zu beengen, indem um Raum für 8 Stufen zu gewinnen, die Hausthüre in die Flur um $2^1/_2$′ zurückverlegt ist. Durch Auskröpfen der Stufen wird zugleich die Erleuchtung des anliegenden Kellerraumes erzielt, indem die Lichtöffnung unter der zweitobersten Stufe durch eine Stichkappe gewonnen wird, wie der Querschnitt Fig. 8. *B.* ergibt. Die Fig. 8. *D.* und *E.* zeigen die isometrische Ansicht der verkröpften Stufen; die Fig. 8. *F.* und *G.* das Profil der Thürgewände und des Brustgesimses in grösserem Massstabe.



Sind Freitreppen so breit, dass die Stufen der Länge nach nicht aus einem Stück hergestellt werden können, so setzt man die Stufen abwechselnd aus Läufern und Bindern in der Art zusammen, wie die Figuren 9. *A.* im Grundriss und *B.* im Durchschnitt anschaulich machen. Jede Stufe fängt mit einem Läufer zunächst der Wangenmauer an, welcher in diese eingelassen und dadurch festgehalten wird. Hierauf folgt ein in den Stossfugen mit den Läufern zusammengefügter schwalbenschwanzförmiger Binderstein, welcher gemäss Fig. 9. *C.* und *D.* um eine Stufenhöhe tiefer in die Untermauerung der Treppe eingreift u. s. f., bis der letzte Läufer wieder mit seinem äussern Ende in der zweiten Wangenmauer seine Befestigung findet. Die Binder sind auf Fundamente versetzt und liegen stets so, dass sie sich um die Hälfte ihrer Breite überdecken. Um zu verhindern, dass das aufschlagende Regenwasser nicht in die wagrechten Fugen eindringe, ist am hinteren Ende jeder Stufe ein senkrechter Ansatz angebracht, in welchen der Falz der darauf liegenden Stufe genau eingreift. Da ausserdem jede Stufe $^1/_8$ Zoll nach vorne geneigt ist, so fliesst das Wasser schnell ab, und zieht sich durch den Grat an der Lagerfuge gehindert, nie in die Zwischenfugen der Hintermauerung ein. Es entstehen daher in diesen Fugen nie, weder Gräser, Moose oder dergleichen, noch treibt die an anderen Freitreppen in den Lagerfugen eintretende und daselbst gefrierende Nässe nach und nach die Stufen auseinander; ferner hat man durch diese Construction die Anwendung der eisernen Klammern und aller übrigen künstlichen Verbindungsmittel überhaupt, deren Zerstörbarkeit gewöhnlich den beabsichtigten Nutzen aufhebt, völlig vermieden.

Tafel 7.

Die Freitreppe Fig. 1. *A.* im Grundriss, *B.* dem Querschnitt, *C.* der Vorderansicht und *D.* der Seitenansicht der Wange, ist auf eine Höhe von $4^1/_2$′ mit 9 Stufen construirt und müssen die Auftritte, im Falle die Treppe unbedeckt ist, gemäss der Fig. 9. *C.* und *D.* Tafel 6. oder dem Holzschnitt 41., hinten auf wenigstens 1″ Höhe und 2″ Breite ausgewinkelt werden. Die Fig. 1. *E.* und *F.* geben das Profil der Thürgewände und des Sockels.

Die Fig. 2. *A.*, *B.* und *C.* stellen den Grundriss, Querschnitt und die Vorderansicht einer ähnlichen Treppe wie die vorhergehende dar, deren Stufen jedoch $10^1/_2$′ Breite haben und die daher in ihrer Mitte entweder durch eine Mauer oder wie hier, durch einen steigenden Bogen unterstützt werden müssen. Der Bogen ist 1 Stein stark und $2^1/_2$ Stein breit und sind die Stufen als freitragende, wie jene der Fig. 8. *B.* und *D.* Tafel 6., mit 3″ breiten Stoss- und 2″ starken Lagerfugen bearbeitet. Alles weitere geht aus der Zeichnung hervor und zeigt Fig. 2. *D.* das Profil der Thürgewände, *E.* den Sockel, *F.* das Brustgesims über dem Sockel und *G.* das Gesims der Deckplatte der Wangen.

Die Fig. 3. *A.* und *B.* zeigen eine Freitreppe (der Brühl'schen Terrasse in Dresden, von der Münzgasse aus) im Grund- und Aufrisse mit Ruheplätzen oder Podesten, die auf $16^1/_2$′ Höhe construirt und wobei die Stufen der parallelen Treppenarme, wie bei den vorher beschriebenen Freitreppen, zwischen zwei Mauern

versetzt sind. Die Stufen sind freitragend und die Mauern aus gehauenen Steinen und Bruchsteinen erbaut, welch letztere, wenn Alles aus Quadern hergestellt werden sollte, nur in doppelt so hohen Schichten angenommen zu werden brauchen.

Fig. 45.

Der Holzschnitt 45. stellt einen Theil der Mauer mit Absätzen der Fig. 3. *B.* isometrisch dar, welche zur Aufnahme der Stufen bestimmt sind. Diese Absätze von 3 Zoll Breite, müssen natürlich der Eintheilung der Stufen genau entsprechen und werden nach Schablonen aus Brettern gemauert, wodurch der Vortheil erreicht wird, die Stufen, nachdem das Gebäude bereits unter Dach ist, erst zu versetzen zu brauchen. Die Fig. 3. *C.* ist das Profil des Thürgewändes im 1ten Stock.

Die Fig. 4. *A.*, *C.* und *F.* im Grundrisse, der Ansicht und dem Querschnitte, zeigen eine Rampe auf 10' Höhe der zu ersteigenden Ebene, vor der Hausthüre des Gebäudes. Das Mauerwerk derselben, welches zugleich Futtermauer ist, besteht aus Quadern und Bruchsteinen und hat zur Verstärkung gegen den Erddruck, Strebepfeiler und in der Mitte noch eine terrassenähnliche achteckige Vorlage erhalten. Die eigentliche Rampe, welche nur für das Befahren leichter Kutschwagen bestimmt ist, hat bis zur Ecke des Gebäudes eine Steigung von 1:4 zur Anlage, welche Anlage als das Maximum zu betrachten ist. Bei Rampen, welche mit beladenen Wagen befahren werden sollen, muss die Steigung zum Wenigsten 1:6 sein, d. h. dieselbe hat auf 1 Höhentheil 6 Längentheile zu erhalten.

Die Gusssäulen des Geländers sind auf der Rampe 8' und vor dem Gebäude in 10½' Entfernung angebracht und Ketten darüber aufgehängt, welche abzulösen sind. Fig. 4. *D.* zeigt eine Säule, *E.* ist das Detail und *F.* und *G.* die verbindenden Theile (Schraube und Kapsel).

Tafel 8.

Die Fig. 4. *A.*, *B.* und *C.* zeigt den Grundriss, die Ansicht mit Längenschnitt und den Querschnitt einer Freitreppe mit Wangen. Die Wangen bestehen aus einzelnen Stücken und sind an die Stufen angearbeitet, so dass die Treppe freitragend wird und das Podest mit den zwei anliegenden Stufen, als Bogen construirt ist. Die Treppe ist also nicht hintermauert, sondern es sind die Stufen mit Ausnahme des Podestes, in den Sockel des Gebäudes an den beiden gleichen Armen eingesetzt und ummauert. Die Fig. 1. *D.* und *E.* zeigen den Grundriss und den Aufriss des Anfängers in grösserem Massstabe; die Fig. *F.* die isometrische Ansicht einer Stufe mit Wange und Kopf, der in das Mauerwerk eingreift und mit eisernen Schliessen hiermit fest verkeilt wird; Fig. *G.* und *H.* ist das Profil des Sockels und der Thürgewänder in grösserem Massstabe.

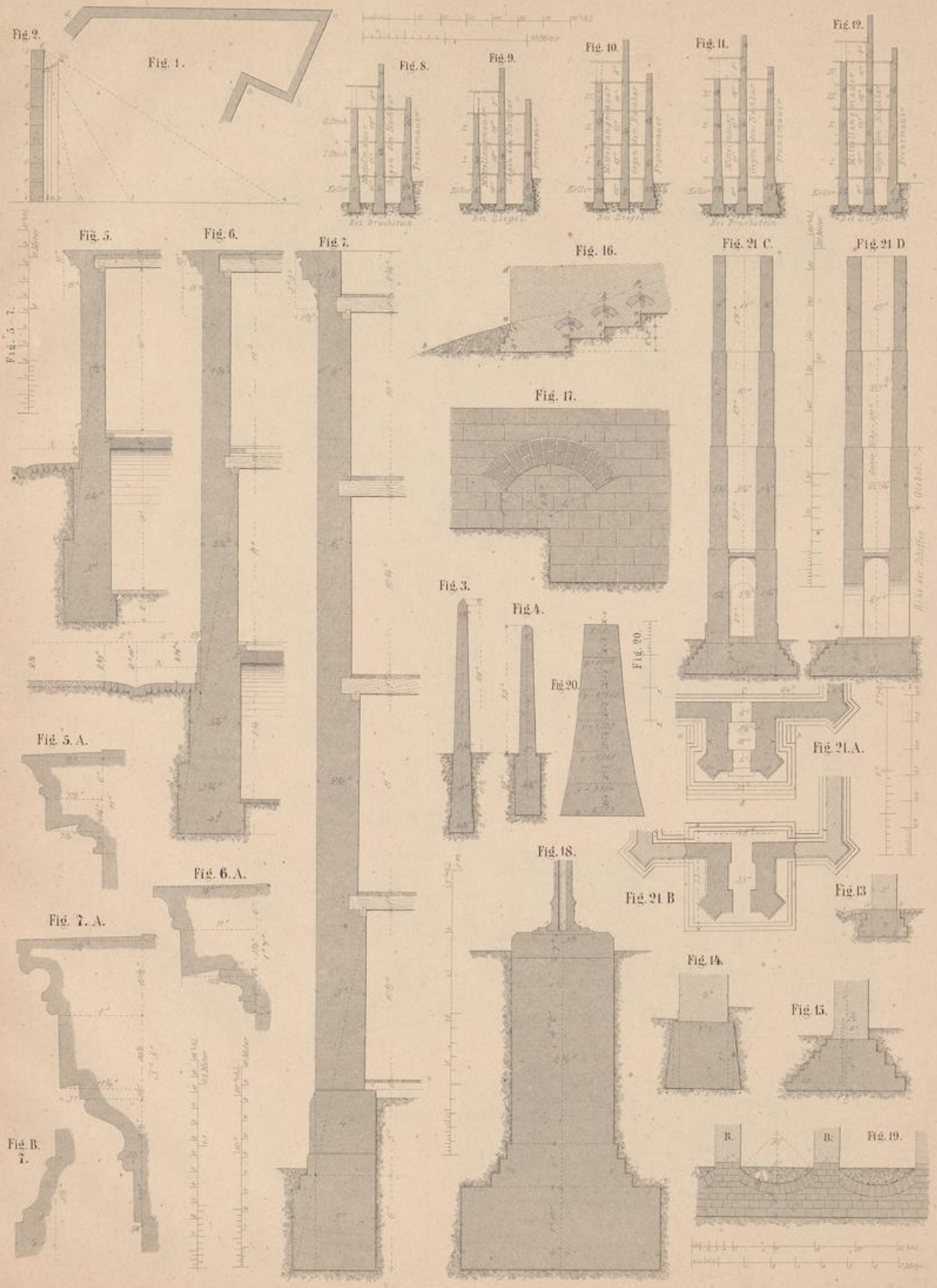
Die Fig. 2. *A.* und *B.* geben den Grundriss der Maueranlagen und der obern Ansicht einer grossen zweiarmigen Freitreppe eines herrschaftlichen Wohnhauses (in München) und stellt 2. *C.* die vordere Ansicht der Treppe dar, wobei der polygone Verband in Cementverputz jedoch blos nachgeahmt ist. Die mittlere Thüre führt in die Räume des Erdgeschosses; *D.* ist das Sockelprofil und *E.* und *F.* das Detail der Zahnschnitte etc. in grösserem Massstabe.

Die Fig. 3. *C.* gibt die Mauer-Construction einer ebensolchen Treppe, wenn die beiden Läufe durch steigende Bögen und das Podest durch ein einfaches tonnenförmiges Stichbogengewölbe aus Ziegelsteinen, getragen werden. Dieselbe Construction ist auch auf die einläufige Freitreppe für ein Rathhaus etc. wie Fig. 3. *A.* und *B.* im Grund- und Aufrisse zu beziehen, welche indess auch zweiarmig angelegt sein könnte. Die Fig. 3. *D.* zeigt das Detail des Geländers, *E.* die Austragung des steigenden und wagrechten Gesimses unter dem Geländer, *F.* das Profil der durchbrochenen Geländer-Füllungen und *G.* die Austragung des Profils der steigenden und wagrechten Ueberdeckung der Brustlehne des Geländers.

Die Fig. 4. und 5. *A.* und *B.* zeigen die Maueranlage und Oberansicht zweier Freitreppen des Landhauses auf dem Gute Haselberg (b. Gottleube in Sachsen); Fig. 4. *C.*, *D.* und *E.* geben die Vorder- und Seitenansicht, sowie den Querschnitt der ersten Freitreppe und Fig. 5. *C.* und *D.* die Seitenansicht und den Querschnitt der zweiten Freitreppe, deren Podest zur Hälfte als Vorhalle ausgebildet ist. Die Fig. 4. *F.*, *G.* und *H.* und 5., stellen die Details der Gesimse und Konsolen in grösserem Massstabe dar.

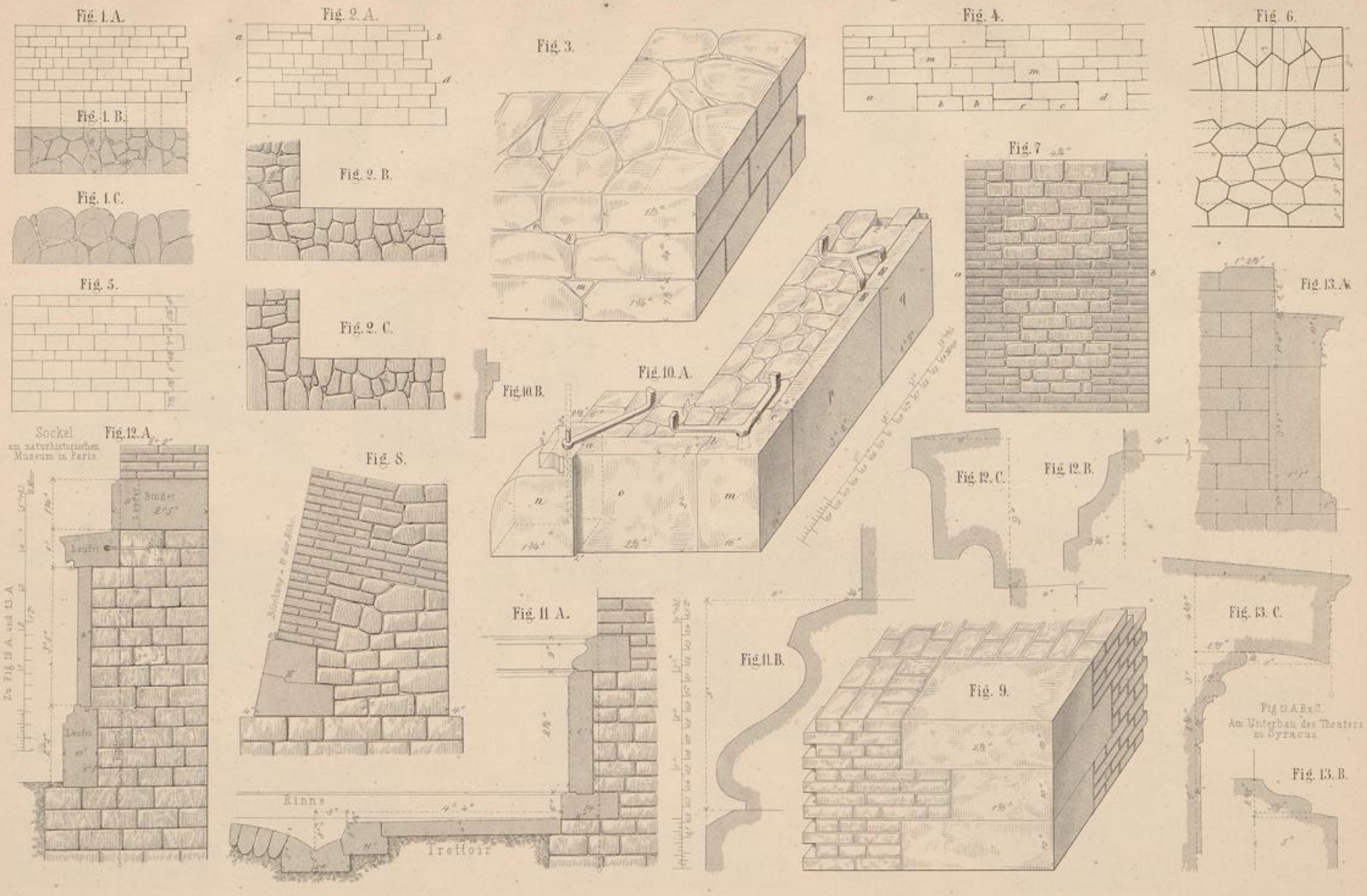
Druck von Wilh. Plötz in Halle.

Mauer- und Fundamentstärken.



Verlag von G. Knapp in Halle.

Bruchsteinmauerwerk, Brchstmwrk. mit Quader- oder Ziegelverkleidung etc.

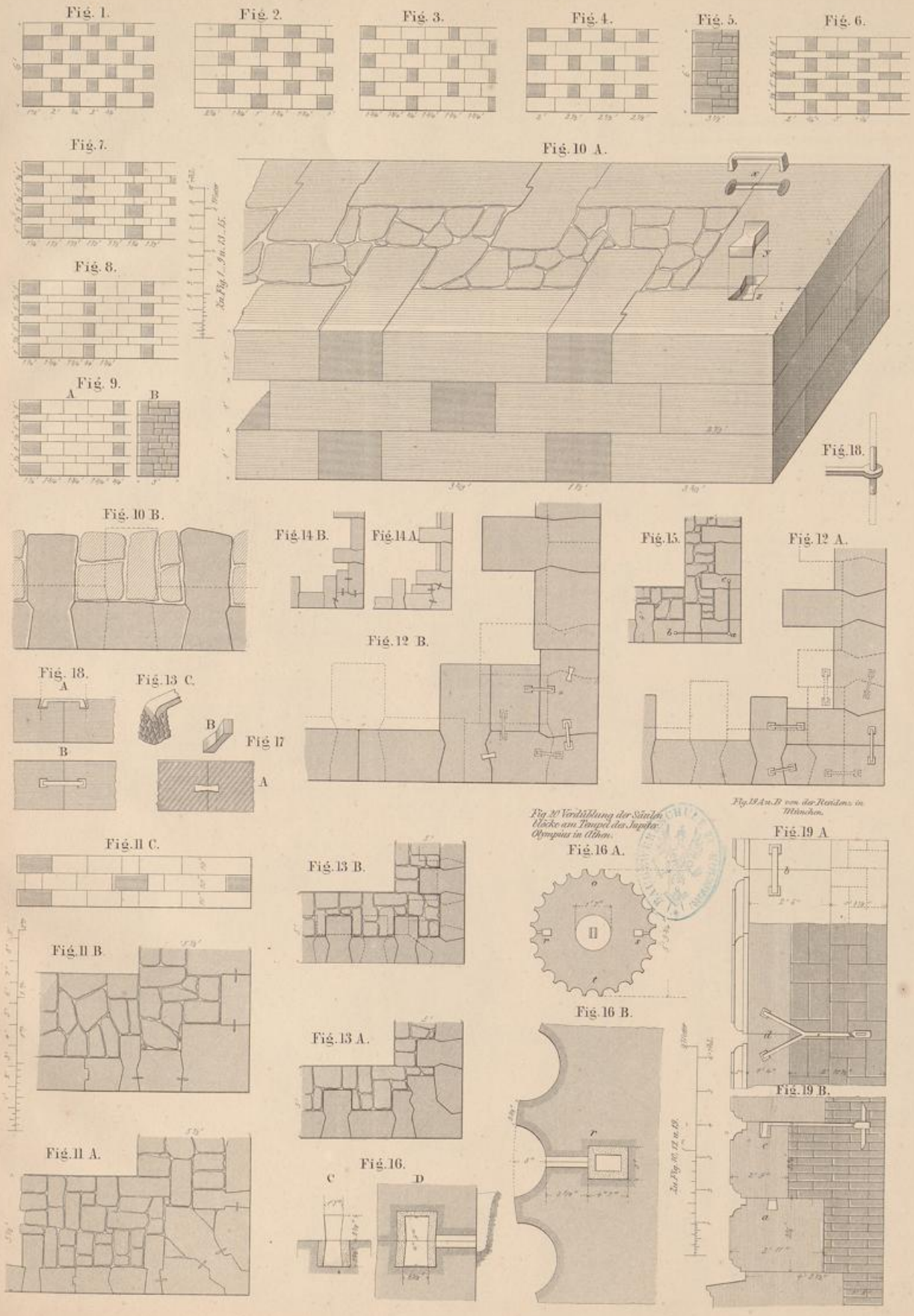


Steinbau v. Crl. Müllinger in Baxter

Verlag von G. Knapp in Halle.

Lith. Anst. v. F. Clafer in Halle

Quaderverband bei geraden Mauern, Ecken etc.



Steinhau v. Crl. Möllinger in Höxter.

Verlag v. G. Knapp in Halle.

Lith. Anst. v. Albert Meyer in Halle ⁸/₈

Quaderverband bei stumpfen Ecken u. abgerundeten Mauerkörpern, ohne und mit verkröpften Stofs- oder Lagerfugen.

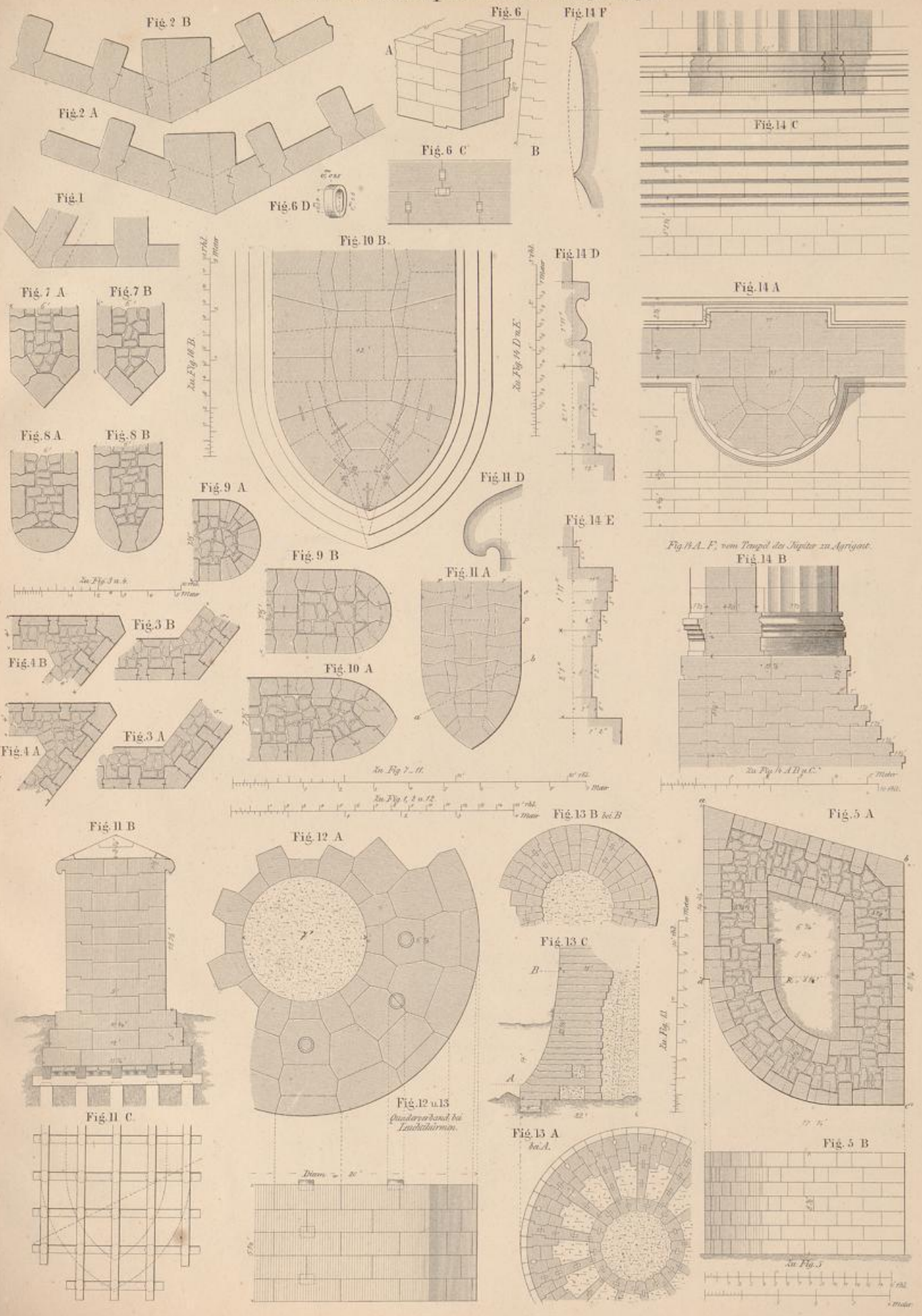
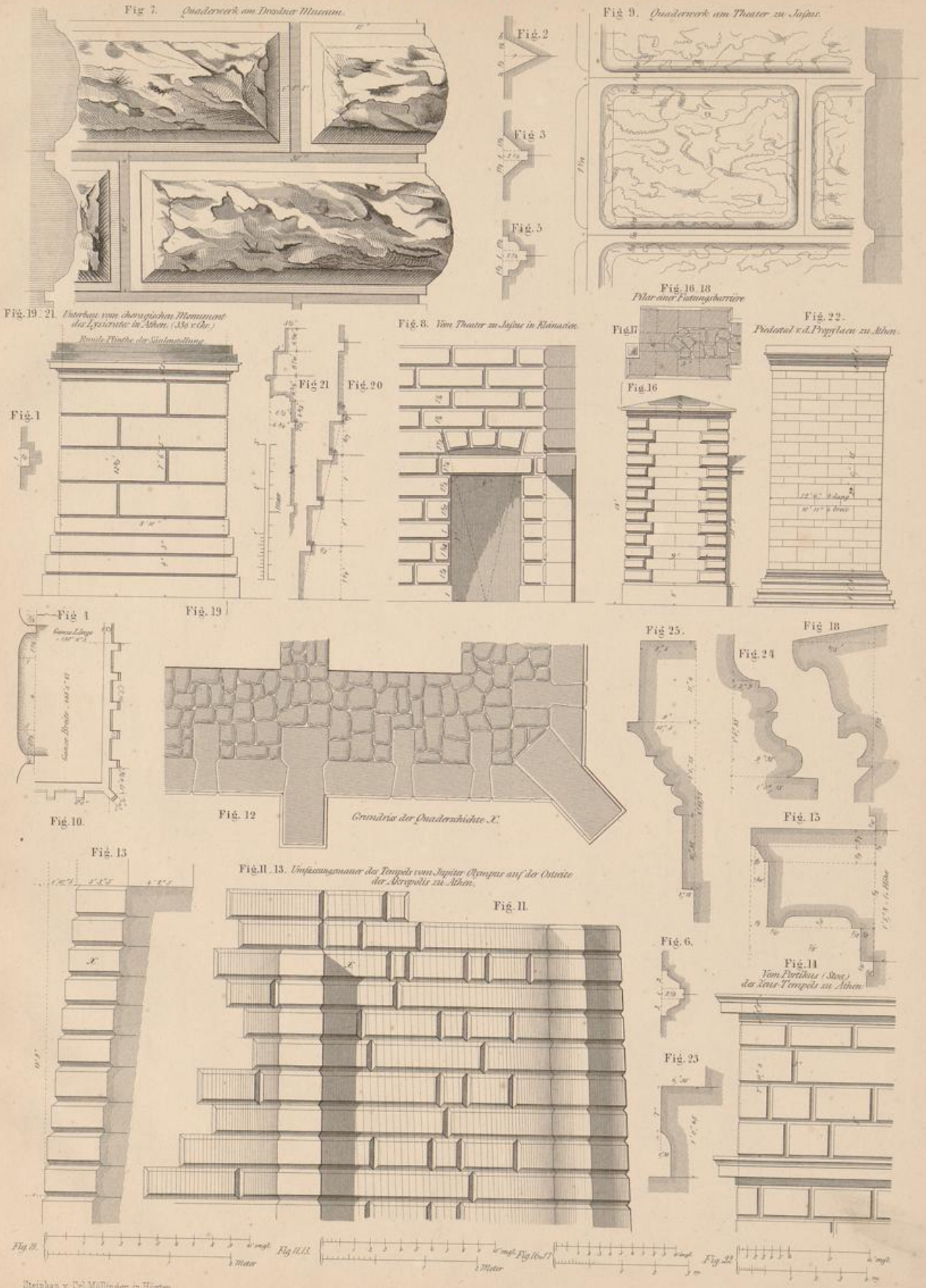


Fig. 14 A–F. vom Tempel des Jupiter zu Agrigent.

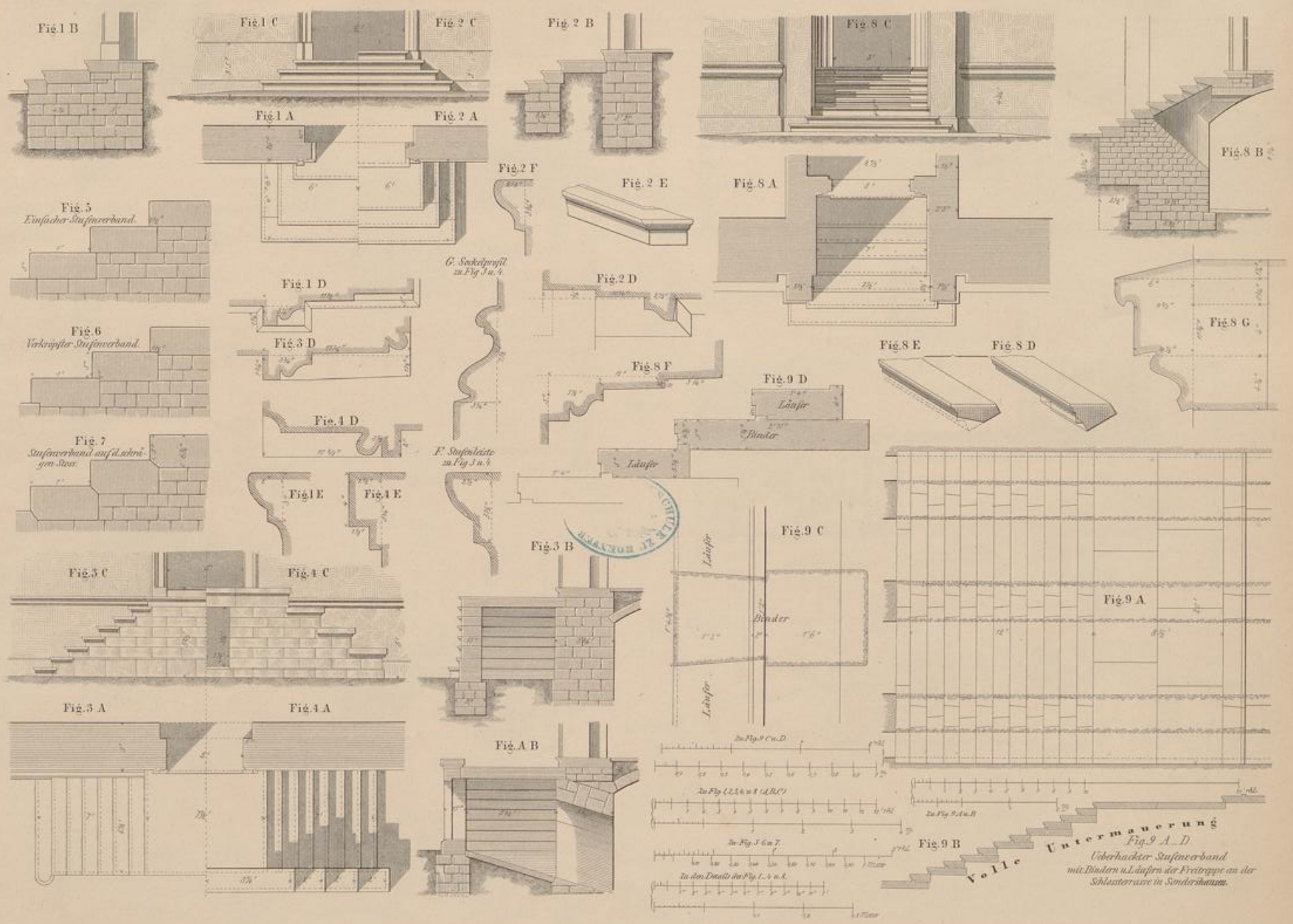
Steinbau v. Ch. Mellinger in Hoxter.
Verlag v. G. Knapp in Halle.
Lith. Anst. v. Albert Meyer in Halle.

Quaderarchitektur.



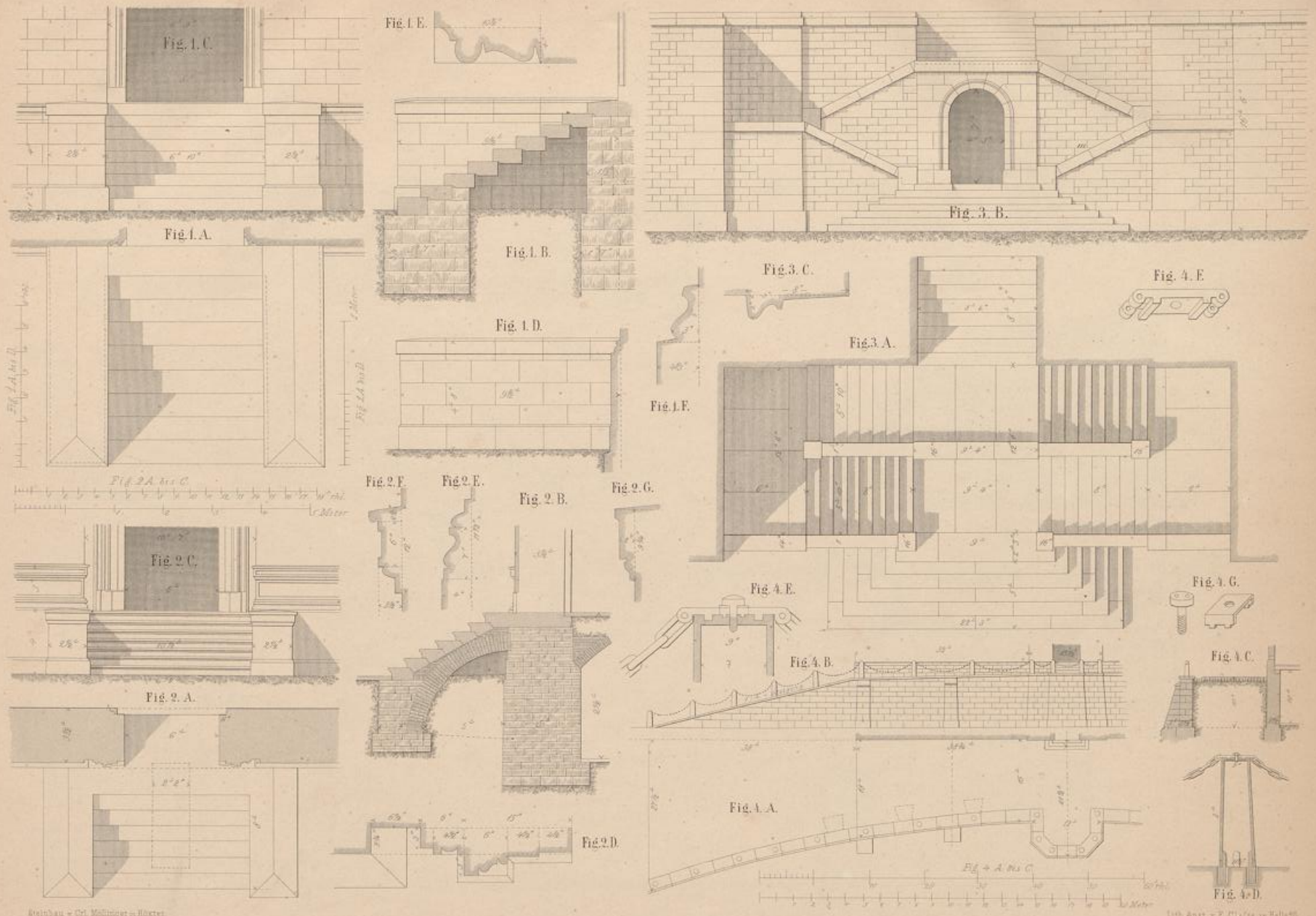
Steinhau v. Chr. Müllinger in Hoxter. Verlag v. G. Knapp in Halle. Lith. Anst. v. Albert Meyer in Halle a/S.

Freitreppen.



Steinhau. v. Crl. Müllinger in Hutter. Verlag v. G. Knapp in Halle. Lith. Anst. v. Albert Meyer in Halle a/S.

Freitreppen, Podesttreppe, Rampe etc.

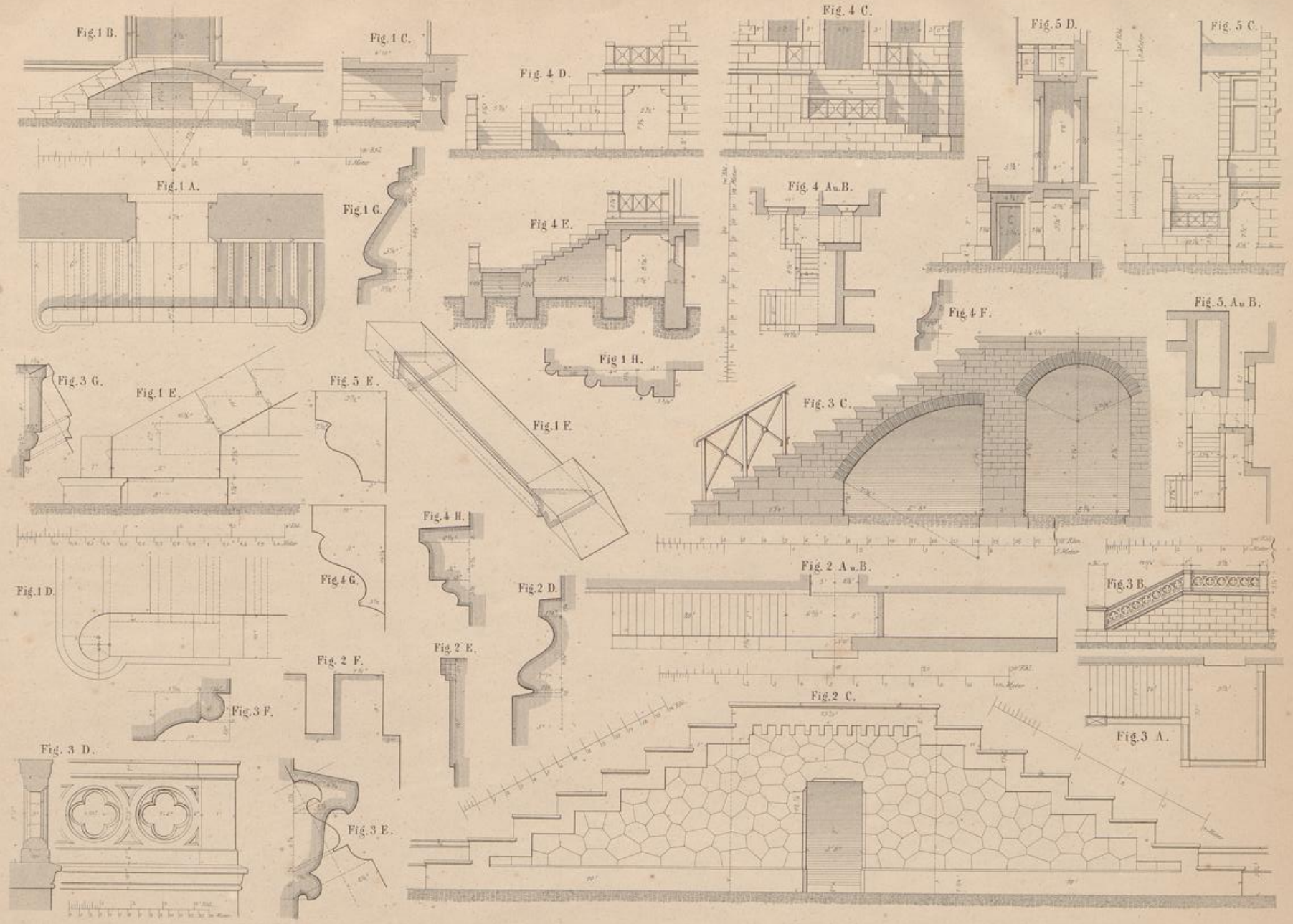


Steinbau v. Crl. Mollinger in Höxter.

Verlag von G. Knapp in Halle.

Lith. Anst. v. F. Cl[illegible] in Halle a/S.

Freitreppen.



Steinbau v. Crl. Möllinger in Baxter.

Verlag v. G. Knapp in Halle.

Lith. Anst. H. Springer in Leipzig.

Die

Elemente des Steinbaues

werden in 6 Heften erscheinen, von denen aber jedes **für sich abgeschlossen** und **einzeln käuflich** ist. Der Preis der einzelnen Abtheilungen lässt sich im Vorraus nicht bestimmen, doch wird derselbe möglichst billig gestellt werden.

Die weiterhin erscheinenden Hefte werden enthalten:

II. Mauerverbände und Baukonstructionen aus künstlichen Steinen.
III. Künstliche Fundirungen und einfache Constructionen des Wasser-, Strassen- und Brückenbaues.
IV. Gewölbeconstructionen, Fenster-, Thür- und Thorbogen; Bestimmung der Gewölbe- und Widerlagerstärken.
V. Massive Treppen aus Steinmaterial im Innern der Gebäude.
VI. Heizungs- und Feuerungsanlagen.

In meinem Verlage erschienen ferner von

Karl Möllinger,

Director der Baugewerkschule in Höxter.

Zeichnungs-Abc. für den Vorbereitungs-Unterricht des freien Handzeichnens. Eingerichtet zum Gebrauch der Selbstübung solcher Schüler, welche sich an den unteren Classen der Bürger- und gewerblichen Fortbildungsschulen, Sonntags- und Realschulen, kunstindustriellen Musterzeichenschulen, Progymnasien, wie Privatinstituten etc. nach einer ähnlichen Methode wie beim Schreiben gemäss „formalen Grundsätzen" für das gewerbliche oder ornamentale und malerische Figurenzeichnen die nöthige Vorbildung aneignen wollen. Ueberhaupt als Leitfaden und Lehrmittel bei Classen mit grosser Schülerzahl, wie auch für den Einzeln- oder Privat-Unterricht jener Lehrer, die ihre Schüler gleich nach der Tafel und der Natur zeichnen lassen. 1866.

Stufe A mit 2 Heften von je 8 Blättern. Preis 8 Sgr.
Stufe B mit 2 Heften von je 8 Blättern. Preis 8 Sgr.
Stufe C mit 3 Heften von je 8 Blättern. Preis 12 Sgr.

Wandtafeln des Unterrichts im gewerblichen Freihandzeichnen. Eine systematisch geordnete Ornamentenschule class. Motive verschiedenen Styls in der Architektur, für gewerbliche Fortbildungs- und Sonntagsschulen, Bauhandwerks- und technische Fachschulen, überhaupt für alle jene Anstalten, in welchen ein Elementarunterricht im gewerblichen oder ornamentalen Zeichnen und Modelliren eingeführt ist, insbesondere auch für Steinmetzen, Modelleure, Stuccateure, Holzschneider. 1868.

Heft I. 12 Tafeln **Rundbogen-Formen** Rt. 1. 10 Sgr.
„ IIa. 6 „ **griechische Elementarformen und Ornamente** Rt. — 24 Sgr.
„ IIb. 6 „ **römische „ „ „ „** Rt. — 24 Sgr.

Hauptformen architektonischer Ornamente aus der classischen Zeit der alten Griechen. Ein systematisch geordnetes Sammelwerk plastischer Motive und Details monumentaler Bautheile etc. der attischen Schule. 1868. 3 Hefte. 36 Tafeln griechische Elementar-Formen. Preis Rt. 1. 15 Sgr.

Formlehre der Baukunst des alten Griechenlands hauptsächlich der Attischen Schule. Eine systematisch geordnete Reihenfolge plastischer Ornamente, Gesimse, Zierraten des griechisch-dorischen Stils, welche gemäss den während der Blüthezeit der Griechischen Kunst befolgten Grundsätzen im Zusammenhang mit dem bezüglichen Gebäudetheile oder Denkmal stehen. Für den Unterricht an Fachschulen, sowie als Anleitung zum Selbstunterrichte aufgestellt und für Architecten, Bildhauer, Maler, Steinmetzen, sowie Kunstfreunde bearbeitet. 1869.

Heft I. 12 Tafeln **griechisch-dorische Formen.** Rt. 2. — Sgr.
„ II. 24 „ **griechische Grabdenkmäler.** Rt. 2. 20 Sgr.

Bauconstructionsvorlagen der Baugewerksschule zu Höxter, mit erläuterndem Texte.

Heft I. **Holzverbindungen.** Rt. 1. 10 Sgr.
Heft II. **Dachausmittlungen.** Rt. 1. 10 Sgr.

Halle. **G. Knapp.**