



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Elemente des Steinbaues systematisch bearbeitet nach den Resultaten der praktischen Baukunst

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

Constructions des Bruchstein- und Quaderbaues

Möllinger, Karl

Halle, 1869

1. Dicke der Mauern, die nicht überwölbt sind.

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

Mauerconstructionen.

A. Bestimmung der Mauerstärken.

1. Dicke der Mauern, die nicht überwölbt sind.

Tafel I.

Sehr lange Mauern die freistehen, haben gewöhnlich den Zweck, Einfriedigung von Hofräumen, Gefängnissen bei Gebäuden etc. abzugeben. Bilden hingegen lange Mauern die Umfassung bei Gebäuden, so ist ihre Aufgabe eine doppelte, erstens die Innenräume gegen den Witterungswchsel 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.

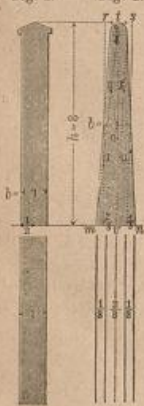
Diese Momente sind es, welche die Stärke der Mauern bei Hochbauten bedingen. Nicht allein von der zu tragenden Belastung und der Widerstandskraft des Materials woraus sie zusammengesetzt sind, kann die Mauerstärke abhängig sein, sondern mehr noch von dem Verhältnisse der Grundfläche zur Höhe und Länge, 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.

Fig. 1. Fig. 2.



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.

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:

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

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

$$W_1 = b h \cdot \frac{2b}{3} = \frac{2}{3} (b^2 h) = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3}.$$

Ferner ist bekannt, dass eine Mauer vom einfachsten Grundriss und geringer Dicke, verstärkt und aufrecht ge-

halten wird, durch in Abständen angebrachte Verdickungen oder Strebpfeiler und es verhält sich angestellten Untersuchungen zufolge, der Widerstand einer Mauer von der Form des Holzchnittes Nr. 3., zu der Mauer des Holzchnittes 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:

$$W_2 = b h \cdot 4 \cdot \frac{b}{2} = 2 b^2 h;$$

für den zweiten Fall der Mauer mit Strebpfeilern, ist:

$$W_3 = 3 \cdot \frac{3}{4} b h \cdot \frac{3}{2} b + 1\frac{1}{4} b h \cdot \frac{7}{8} b,$$

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

also um $\frac{3}{8}$ grösser als im ersten Falle, oder auf 1 reducirt wie:

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

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

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

Bei einer Maueranlage wie die des Holzchnittes 3., bilden ferner die Pfeilervorsprünge gegen das Innere offene Nischen und wird dadurch Raum gewonnen. Dem Einflüsse 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 Strebpfeiler nach Aussen verlegt und denselben entweder eine pyramidale oder nach Oben zurückgesetzte Form gibt; wie dies die Holzchnitte 4. und 5. veranschaulichen. — Unter den gleichen Bedingungen des körperlichen Inhalts auf je 4 Längeneinheiten des Holzchnittes 1., erhalten wir bei der Strebpfeiler-Anlage Holzschnitt 5., für das Widerstandsmoment:

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

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

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

$$= 2,61 b^2 h$$

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 Strebpfeileransätze ersetzt. — Bei runder oder polygoner Grundrissform brauchen die Strebpfeiler



Fig. 4. Fig. 5.



*) 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 II' durch eine Gerade II II', 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 $t = a = 8$; $mn = s = 1\frac{1}{2}$; r $s = s = \frac{2}{3}$ 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.



Die Grundrisse der Holzsnitte 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 B , $c d$ 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 Anschlusseiten an den Halbkreis gezogen werden indem, wegen der innern Perspective, $a b$ stets grösser als wie $a c$ und $b f$ sein soll.



Bei den Holzsnitten 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 vorgotischen (romanischen) wie gotischen Stils, der Choreschluss insehmannigfachen Modifikationen beider Grundformen (Holzschnitt 9. und 8.) Anwendung fand. So findet sich bei gotischen 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.



Bei sehr einfachen kirchlichen Bauten, wie Dorfkirchen, zieht man es aber vor, den Choreschluss rechteckig anzulegen, indem man die Breite gleich $\frac{2}{3}$ 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 $\frac{1}{3}$ der lichten Schiffweite zur Tiefe und $\frac{2}{3}$ zur Breite.

Nach einer alten Mauerregel gibt man der Mauer- und Strebepfeiler-Stärke des Chores $\frac{1}{10}$ 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 ($= \frac{1}{5}$ 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 verteilte 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 Hilfsconstruktionen (Verankerungen) vorthellhaft 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 Scheidewänden, 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 Kollstreben 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.

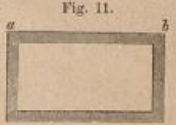
Ferner soll keine Mauer, am allerwenigsten eine Brand- oder Feuermauer

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 verbohrt oder verlatet 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; deshalb 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 unnütigen Widerstand zu schaffen. Es folgen deshalb 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 deshalb macht man auch die Dicke der Mauern weniger von der Tragfähigkeit 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 Standhaftigkeit 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 runden Steinen (Gerölle oder Findlingen etc.) gibt man die 6 bis $7\frac{1}{2}$ 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

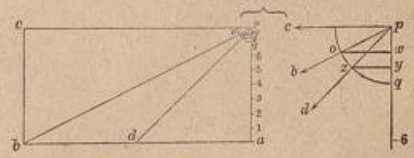


$$\left(\frac{1}{8} \frac{1}{10} \frac{1}{12} \right) \text{ bedeutet; wir erhalten dann:}$$

$$D = \frac{a \cdot H \cdot L}{\sqrt{L^2 + H^2}} \text{ oder } D = \frac{H}{8} \times \frac{L}{\sqrt{L^2 + H^2}}$$

Ist z. B. L im Verhältnis H sehr gross, wie dies bei Garten-, Gefängnis- 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 Ueber-schuss 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 Durchschnittspunktes o mit der Diagonale $p b$ von der Linie $p a$ des Rechtecks, ist dann die gesuchte grössere Mauerdicke über $\frac{h}{8} \frac{h}{10} \frac{h}{12}$. 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 Grundriss, wie Fig. 1. Tafel I., dient ein Arm dem anderen zur Stütze und es

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

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

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

Es stehen nun die Widerstandsmomente der beiden Mauern aber im umgekehrten Verhältnisse wie die Entfernung ihrer Schwerpunkte von der Basis; d. h.: $W:W_1 = 4 \times 3,26:5\frac{1}{2} \times 4 = 14,04:21,33 = 1:1,52$

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 $ab = 2h$ ist, und deren Querschnitt Fig. 2, Tafel I. in efg dargestellt ist: man erhält dann die Dicke der übrigen Mauerseiten, wenn man wieder den Ueberschuss der Länge $bc - ab = fh$ in Fig. 2 als winkrechtetes Dreieck gh anträgt, aus g mit dem rad. $\frac{fg}{8} = gj$ den Kreisbogen jin beschreibt, welcher die Diagonale gh in i schneidet und $fk =$ dem Mehrbetrag der Mauerstärke ergibt. Ebenso verfährt man bei dc , wo $fl = dc - ab$ ist und $fn + \frac{h}{8}$ 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 hinglänglich 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 Zwischenbalken 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 CB und trage auf derselben von B nach b den 12ten Theil der Höhe AB ab, so ist die zu suchende Mauerdicke $= bb'$ bestimmt. Es wäre diese Mauerdicke nöthig, wenn der gegen die Mauer sich stützende Seitenbau nicht vorhanden wäre. Lässt man denselben deshalb unberücksichtigt, so erhält die dadurch bestimmte Mauer eine etwas zu grosse Stärke. Es ergibt sich diese Mauerstärke auch durch Rechnung etwa wie Oben; indem $AC = L$ und $AB = H$ ist; dann wird:

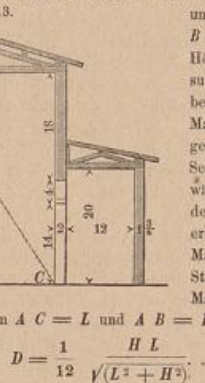


Fig. 13.

Bei den auf einer Seite freien äusseren 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 Deckenbalken, summire man nur die halbe (anstatt wie vorher die ganze) Bautiefe zur halben Höhe, nehme von der Summe ebenfalls den 24ten Theil und verfähre 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 einstockigen 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 äusseren 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 einstockigen Baues, alsdann gleich dick durchgeführt werden. — Fast allgemein gibt man der äusseren 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:

$$\begin{aligned} \text{im höchsten Stockwerke: } e_1 &= \frac{t}{40} + \frac{h_1}{25} \\ \text{im darunterliegenden: } e_2 &= \frac{t}{40} + \frac{h_1 + h_2}{25} \\ \text{„ „ } e_3 &= \frac{t}{40} + \frac{h_1 + h_2 + h_3}{25} \end{aligned}$$

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 Stockwerksöhe, 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 $300 \square$ 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 deshalb 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 $360 \square$ 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.

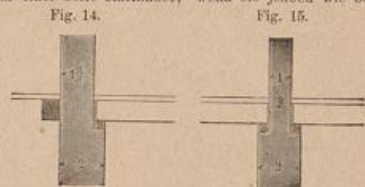


Fig. 14.

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 Mietgebäude 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 Fensterleiden 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 $(3 \cdot 4 + 8) \cdot 8 \cdot 3 = 480$ Kubikfuss Maueröffnungen ergeben. Die Stützpfiler aber enthalten $30 \cdot 8 \cdot 3 = 720$ Kubikfuss Mauerwerk, während die ganze Mauer ohne Oeffnungen auf die angegebene Höhe $50 \cdot 8 \cdot 3 = 1200$ Kubikfuss haben würde; was eine Differenz von $1200 - 720 = 480$ Kubikfuss Stützmauer ergibt und diese Differenz, auf die 30' Länge sämtlicher Fensterpfeiler etc., vertheilt, ergibt $\frac{480}{30 \cdot 8 \cdot 3} = 2/3$ 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 anzuführen, untersuchen wir die bei dem Holzschnitt 13. gefundene Mauerstärke $bb' = 2'$. 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 $= 8 \cdot 14 \cdot 2 + 2 \cdot 1/2 \cdot \pi \cdot \frac{x}{2} = 274,24$ Kubikfuss, so dass hiernach eine Verstärkung für die Pfeiler $= \frac{274,24}{3 \cdot 18 \cdot 2} = 2 1/2'$ 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 felsentartiger 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 deshalb eingegrenzt 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 deshalb, 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 comprimierter 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 Flützgebirge, 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 comprimierbar.

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 comprimierten 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 Kalkloachens, 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 beigemischt ist, welches kein gutes Anzeichen 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 comprimirete 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 comprimierten 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 Tiefer-sinken oder Setzen der letzteren zur Folge haben. Aber was hierbei besonders wichtig ist, dieses verschiedene Tiefer-sinken der einzelnen Mauern des Gebäudes, ist begründet; denn es dürfte klar sein, dass bereits comprimirete Erde durch blosseruhige 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 Mauer Massen 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 ungraben und erst dann, wenn jedes Bedenken schwindet, zum Fundamente gebraucht, im entgegengesetzten Falle aber weggeräumt, oder durch Bohrschlüsse 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 deshalb 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 anzuführen sind, die durchaus nicht nachgeben, wird eine Verbeiterung über die Grenze der reinen Maueranlage, welche gegen das Umwerfen sichert, ge-