



## Wände und Wand-Oeffnungen

**Marx, Erwin**

**Darmstadt, 1891**

b) Wandverstärkungen.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78833](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78833)

spricht werden, zu Gunsten einer Verringerung der Mauerdicke ein gegenseitiges Aufheben dieser Schübe anzunehmen; denn der Erddruck kann veränderlich sein oder durch Abgraben des Bodens wohl ganz aufgehoben werden.

### b) Wandverstärkungen.

Ersparnisse bezüglich des Materialaufwandes lassen sich bei der Herstellung von Bauwerken dadurch erzielen, daß man den Mauern nicht auf ihre ganze Länge und Höhe eine ihrer Beanspruchung angemessene gleiche Dicke giebt und sie nicht immer nur in dem gleichen Material aufführt, sondern sie an geeigneten Stellen verstärkt.

336.  
Vorbemerkung.

Diese Verstärkungen können entweder in einer Vergrößerung der Standficherheit durch geschickte Anordnung des Grundrisses oder des Querschnittes der Mauer oder durch geeignete Verbindung mit anderen Constructionstheilen bestehen, oder sie können auf Erhöhung der Festigkeit der ganzen Mauer durch passende Vertheilung von festerem und weniger festem Material abzielen. Beide Verstärkungsweisen können auch gleichzeitig in Anwendung kommen.

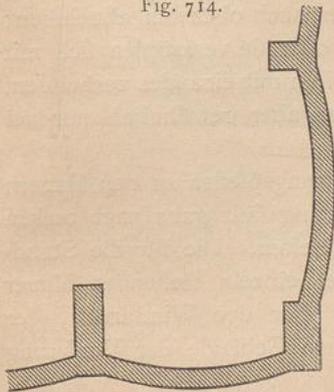
#### 1) Verstärkung der Standficherheit.

Die Standficherheit eines Mauerkörpers kann erhöht werden, indem man, gleiche Querschnittsgröße vorausgesetzt, von der gewöhnlichen rechteckigen Querschnittsform abgeht und ihn nach oben hin verjüngt. Es wird damit nicht nur der Schwerpunkt desselben tiefer gerückt, sondern auch die Aufstandsfläche verbreitert und damit das Kippen um eine Kante erschwert. Zu den Mitteln, eine Verjüngung des Querschnittes herbeizuführen, gehören die Anordnungen von Sockelvorsprüngen, Böschungen, Abtreppungen und die Abschwächung der Mauern in den oberen Gefchoffen. Diese Mittel sind im Vorhergehenden schon mehrfach besprochen worden und bedürfen daher hier keiner weiteren Erörterungen.

337.  
Uebersicht.

Die Gestaltung des Grundrisses einer Mauer ist in so fern auf die Standficherheit von Einfluß, als durch Anordnung von Vorsprüngen in passenden Abständen, den Pfeilervorlagen und Strebepfeilern, dieselbe erhöht wird, indem unter Verringerung der Masse der Abstand der Schwerlinie des ganzen Mauerkörpers von der Drehkante eine Vergrößerung gegenüber dem bei einer gleich dicken Mauer ohne Strebepfeiler erfährt. Damit ist in der Regel auch eine Raumerparnis, jedoch andererseits auch eine verhältnismäßig theurere Ausführung verbunden.

Fig. 714.



Auch die zwischen den Pfeilern befindlichen Mauerfelder, die Mauerfelder, können durch ihre Grundrißbildung zur Vergrößerung der Standficherheit herangezogen werden, indem man sie gekrümmt herstellt und ihre gewölbte Seite der Richtung der angreifenden Kraft zukehrt. Die Wirkung der letzteren wird dadurch auf die Seiten der Pfeiler übertragen und hebt sich in diesen gegenseitig auf, sobald es sich um Zwischenpfeiler handelt. Bei den Endpfeilern der Mauer ist dies nicht der Fall; dieselben müssen daher entsprechend stärker gemacht werden.

Eine Anordnung dieser Art zeigen die Umfassungsmauern des Kellergeschosses der *St. James's Electric Light Central Station* zu London (Fig. 714 <sup>728</sup>).

Einen ähnlichen Erfolg kann man dadurch erzielen, daß man die der angreifenden Kraft abgekehrte Seite der Mauerschilder im Bogen in die Pfeilervorsprünge überführt. Die Schilder verstärken sich hierbei allmählig nach den Pfeilern zu.

Erhöhte Standficherheit der Mauern kann auch durch geeignete Verbindung mit anderen Constructionstheilen erzielt werden, und zwar indem die letzteren entweder dadurch zum Widerstand gegen Beanspruchungen mit herangezogen werden oder indem sie diese ganz aufnehmen. Im ersten Falle findet die Ueberleitung des Druckes — hier kommen nur der Winddruck und die Beanspruchung durch Erschütterungen oder ungleichmäßige Bodenfenkungen in Betracht — von einer Mauer auf die andere, und damit die Vertheilung desselben, durch Balkenlagen oder Gurtbogen oder Strebebogen oder Verankerungen statt. Im zweiten Falle wird eine Entlastung der Mauer von lothrechten Drücken oder Seitenschüben durch vor- oder eingelegte Stützen aus Holz oder Eisen herbeigeführt, welche dieselben aufzunehmen haben.

Von einer Besprechung der Gurt- und Strebebogen kann hier abgesehen werden, da diese besser an die der Gewölbe-Constructionen (siehe Theil III, Band 2, Heft 3 dieses »Handbuches«) sich anschließt. Das Gleiche gilt in der Hauptsache von den Pfeilervorlagen und Strebepfeilern. Auch die Verankerungen mit anderen Constructionstheilen finden naturgemäß ihre Behandlung bei den Balkendecken, Gewölben (siehe im gleichen Hefte) und Sicherungen gegen Erdererschütterungen und Bodenfenkungen (siehe Theil III, Band 6 dieses »Handbuches«, Abth. V, Abschn. 1, Kap. 3). Ebenso verhält es sich mit den Mauern zur Entlastung von lothrechten Drücken oder Seitenschüben ein- oder vorgelegten Constructionstheilen von Eisen und Holz, welche zu den Stützen der Balkendecken und Gewölbe gehören.

Es bleiben daher für die Besprechung an diesem Orte nur die mit Rücksicht auf den Winddruck angeordneten Mauerpfeiler übrig.

338.  
Pfeilervorlagen  
und  
Strebepfeiler.

Pfeilervorlagen und Strebepfeiler sind nicht wesentlich von einander verschiedene, lothrecht aufsteigende Mauervorsprünge. Die Pfeilervorlagen (Wandpfeiler, Lifenen) behalten gewöhnlich ihre Breite und Dicke auf ihre ganze Höhe bei und sind häufig unter dem oberen Mauerabschluss unter einander durch eben so weit vorspringende Rollschichten oder Bogenfriese oder Bogen verbunden. Im letzteren Falle bilden sich in den Mauern Nischen oder Blenden. Die Strebepfeiler läßt man häufig in der Breite, namentlich aber in der Größe des Vorsprunges nach oben hin abnehmen; sie endigen entweder unter dem oberen Mauerabschluss, oder sie verkröpfen sich mit demselben oder durchschneiden ihn; selten sind sie unter ihm mit einander verbunden, obgleich auch solche Verbindungen vorkommen, die dann aber gewöhnlich nur auf einen Theil des Vorsprunges ausgeführt werden.

In Bezug auf die Lage des Vorsprunges der Verstärkungspfeiler zu den Mauern des Gebäudes sind drei Fälle zu unterscheiden: der Vorsprung fällt ganz nach aussen oder ganz nach innen, oder er vertheilt sich auf beide Seiten. Die für die Standficherheit vortheilhafteste Lage des Vorsprunges bei einer einzeln stehenden Mauer muß die der Krafrichtung abgekehrte sein (Fig. 716). Für den Winddruck, der hier allein in das Auge zu fassen ist, wäre diese bei einem Gebäude der Vorsprung

<sup>728</sup>) Nach: *Engineer*, Bd. 70, S. 188.

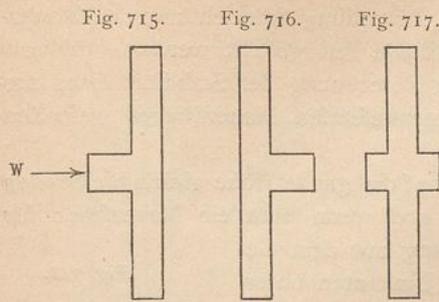


Fig. 715.

Fig. 716.

Fig. 717.

nach innen. Da aber der Wind von verschiedenen Seiten kommen und von der getroffenen Mauer auf die gegenüber stehende übertragen werden kann, auf welche auch je nach der Steilheit des Daches mehr oder weniger vom Wind Schub des letzteren abgegeben wird, so ist bei geschlossenen Gebäuden dem Vorsprung des Pfeilers nach ausen (Fig. 715) der Vorzug zu geben. Hierbei ist eine solche Verbindung von Mauerfeldern

und Pfeilern vorausgesetzt, daß beide zusammen den erforderlichen Widerstand leisten können und die ersteren an den letzteren die genügende Unterstützung finden. Dafür ist aber die Anordnung eines Vorsprungs nach beiden Seiten der Mauer (Fig. 717) am geeignetsten und daher den beiden anderen Bildungen vorzuziehen.

Die Entfernung der Pfeiler-Verstärkungen von einander wird in der Regel von der räumlichen Eintheilung und der formalen Ausbildung des Gebäudes abhängig sein; eben so wird die Mauerdicke des Schildes mit Rücksicht auf die gegebenen Verhältnisse und die zulässigen Mindestdicken bestimmt werden können.

Immerhin wird es manchmal wünschenswerth sein, zu prüfen, ob für die gegebene Strebepfeilerentfernung die gewählte Mauerdicke ausreichend ist. Ein Weg dazu ist der, das Mauerfeld als eine auf zwei Seiten aufruhende, durch den Wind gleichmäßig auf Durchbiegung beanspruchte Platte anzusehen. Je inniger der Zusammenhang des Mauerkörpers ist, um so zulässiger wird diese Berechnungsweise sein. Es ist bekanntlich

$$\frac{M}{k} = \frac{\mathcal{F}}{a},$$

worin  $M$  das größte Biegemoment,  $k$  die zulässige Beanspruchung für die Flächeneinheit und  $\frac{\mathcal{F}}{a}$  das Widerstandsmoment bedeuten. Im vorliegenden Falle ist

$$M = \frac{p l^2}{8},$$

worin  $l$  die Entfernung der Stützpunkte und  $p$  die Belastung für die Längeneinheit, hier den Winddruck für 1qm getroffener Wandfläche (= 120 kg), bezeichnen. Ferner ist

$$\frac{\mathcal{F}}{a} = \frac{d^2}{6},$$

wenn man  $d$  als Mauerdicke annimmt und einen Streifen von 1 m Höhe in Rechnung zieht.

Die Biegefestigkeit von Mauerwerk ist unbekannt; man wird sich daher damit begnügen müssen, für  $k$  die zulässige Beanspruchung des Mörtels auf Zugfestigkeit zu setzen.

Es ergibt sich dann

$$d = \sqrt{\frac{6 M}{k}}.$$

Diese Berechnungsweise ist nur zulässig, wenn das Mauerfeld in den Strebepfeilern eine genügende Unterstützung findet, wenn diese also einen Vorsprung nach der dem Winde abgekehrten Seite haben. Die Sicherheit, welche der Aufstand des Mauerfeldes auf der Grundmauer und die Belastung durch die Balkenlage bieten, ist nicht mit in Rechnung gezogen; dagegen ist auch keine Rücksicht auf die Höhe genommen.

Beispiel. Die Länge des Mauerfeldes sei 4,5 m und die Stützweite  $l = 5,0$  m; als zulässige Beanspruchung des Luftkalkmörtels werde  $k = 1$  kg für 1 qcm oder  $k = 10\,000$  kg für 1 qm angenommen. Es ist dann

$$M = \frac{120 \cdot 5^2}{8} = 375 \text{ mkg}$$

und

$$d = \sqrt{\frac{6 \cdot 375}{10\,000}} = 0,474 \text{ m.}$$

Die Breite des Strebepfeilers, d. h. seine Abmessung in Richtung der Mauerlänge kann ebenfalls nach Maßgabe der Umstände fest gestellt werden, während die Abmessung senkrecht zur Mauerlänge durch Berechnung der Stabilität eines aus einem Schild und einem Strebepfeiler zusammengesetzten Mauerstückes gefunden werden müßte.

Diese Berechnung ist unter Annahme eines auf die ganze Höhe gleich bleibenden rechteckigen Querschnittes des Strebepfeilers, und wenn man ein Mauerstück für sich allein, ohne Rücksicht auf den Zusammenhang mit dem Gebäude, betrachtet und nur die Stabilität gegen Umkanten untersucht, nicht schwierig.

I. Fall: Der Strebepfeiler sei der Windrichtung zugekehrt (Fig. 718).

Es sei  $W$  der Winddruck,  $G$  das Gewicht,  $F$  die Grundfläche und  $h$  die Höhe der Mauer,  $l_1$  die Länge des Mauerstückes,  $d_1$  die Dicke desselben,  $l_2$  die Breite des Strebepfeilers,  $d_2$  die Dicke desselben,  $\gamma$  das Gewicht der Raumeinheit des Mauerwerkes und  $a_1$  der Abstand des Lothes durch den Schwerpunkt der Mauer von der Drehkante  $DD$ . Bei  $m$ -facher Sicherheit muß dann sein:

$$m W \frac{h}{2} = G a_1,$$

worin  $G = F h \gamma = (l_1 d_1 + l_2 d_2) h \gamma$  und

$$a_1 = \frac{l_1 d_1^2 + l_2 d_2^2}{2(l_1 d_1 + l_2 d_2)},$$

woraus

$$d_2 = \sqrt{\frac{1}{l_2} \left( \frac{m W}{\gamma} - l_1 d_1^2 \right)}.$$

Beispiel. Für  $l_1 = 4,5$  m,  $l_2 = 0,5$  m,  $d_1 = 0,5$  m,  $h = 8,0$  m,  $\gamma = 1600$  kg für 1 cbm Backfeinmauerwerk und  $m = 1,5$  berechnet sich  $W = 5 \cdot 8 \cdot 120 = 4800$  kg, und dann

$$d_2 = 2,6 \text{ m}.$$

II. Fall. Der Strebepfeiler sei der Windrichtung abgekehrt (Fig. 719).

Es berechnet sich hierfür

$$a_1 = \frac{l_2 d_2^2 - l_1 d_1^2 + 2 l_1 d_1 d_2}{2(l_1 d_1 + l_2 d_2)}$$

und dann

$$d_2 = -\frac{l_1 d_1}{l_2} \pm \sqrt{\frac{1}{l_2} \left( \frac{m W}{\gamma} + l_1 d_1^2 \right) + \frac{l_1 d_1^2}{l_2^2}}.$$

Beispiel. Unter denselben Annahmen, wie oben, ergibt sich

$$d_2 = 1,1 \text{ m}.$$

III. Fall. Der Strebepfeiler springe zu beiden Seiten der Mauer gleich viel vor (Fig. 720).

Dann ist

$$a_1 = a_2 = \frac{1}{2} d_2$$

und

$$d_2 = -\frac{l_1 d_1}{2 l_2} \pm \sqrt{\frac{m W}{\gamma l_2} + \frac{l_1^2 d_1^2}{4 l_2^2}}.$$

Beispiel. Für die obigen Annahmen wird

$$d_2 = 1,5 \text{ m}.$$

Wenn die Dicke einer Mauer ohne Strebepfeiler bekannt ist, so läßt sich dann leicht die Strebepfeilerdicke einer mit Strebepfeilern versehenen Mauer von gleicher Stabilität berechnen.

Ist  $f_1$  die Grundfläche des Mauerstückes,  $f_2$  die des Strebepfeilers und  $F$  die der Mauer ohne Strebepfeiler, deren Dicke mit  $d$  und deren Länge mit  $l$  bezeichnet werden soll, während sonst die früheren Bezeichnungen beibehalten

Fig. 718.

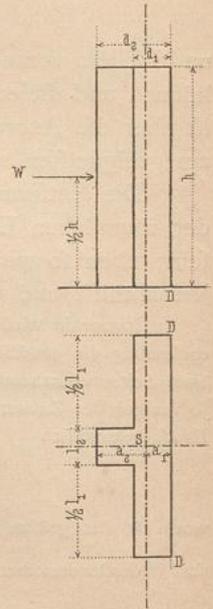


Fig. 719.

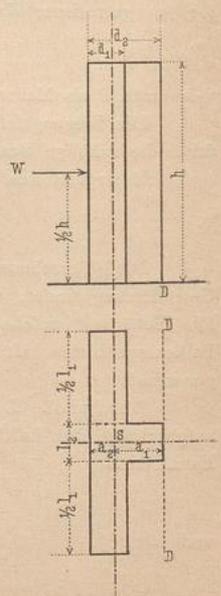
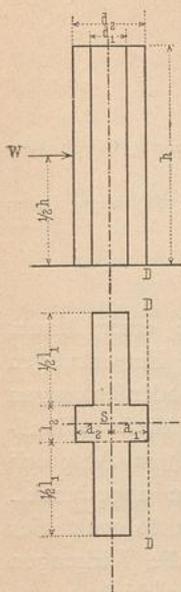


Fig. 720.



werden, so berechnet sich für den Fall I der Abstand  $a_1$  des Schwerpunktes der Mauer mit Strebepeilern von der Drehkante aus der Gleichung

$$(f_1 + f_2) a_1 = f_1 \frac{1}{2} d_1 + f_2 \frac{1}{2} d_2.$$

Sollen beide Mauern gleiche Stabilität haben, so muß

$$(f_1 + f_2) a_1 = F \frac{1}{2} d$$

fein, oder

$$l d^2 = l_1 d_1^2 + l_2 d_2^2,$$

woraus

$$d_2 = \sqrt{\frac{l d^2 - l_1 d_1^2}{l_2}}.$$

Die Dicke  $d$  der Mauer ohne Strebepeiler findet sich aus der Momentengleichung

$$m W \frac{1}{2} h = G \frac{1}{2} d.$$

Da  $G = d h \gamma$ , so ist

$$d = \sqrt{\frac{m W}{\gamma}}.$$

Beispiel. Es sei wie früher  $l = 5,0$  m,  $l_1 = 4,5$  m,  $l_2 = 0,5$  m,  $h = 8,0$  m,  $d_1 = 0,5$  m,  $\gamma = 1600$  kg und  $m = 1,5$ . Es ist dann  $W = 8 \cdot 120 = 960$  kg für 1 m Länge und

$$d = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 960}{1600}} = 0,95 \text{ m};$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{5 \cdot 0,95^2 - 4,5 \cdot 0,5^2}{0,5}} = 2,6 \text{ m},$$

was mit dem früheren Ergebnis übereinstimmt (vergl. S. 404).

Schwieriger und umständlicher wird die Berechnung, wenn Rücksicht auf die in der Aufstandsfläche sich ergebenden Spannungen genommen werden soll.

Nur Druckspannungen sind vorhanden, wenn die Mittelkraft der auf Umsturz wirkenden Kräfte zwischen die in der mit der Krafrichtung zusammenfallenden Schweraxe der Aufstandsfläche der Mauer liegenden Kernpunkte fällt. Es ist daher wenigstens die Lage des dem Winddruck abgekehrten Kernpunktes zu bestimmen, durch den äußersten Falles die Mittelkraft gehen darf. Der Abstand dieses Punktes vom Schwerpunkte des Grundrisses ist in die Stabilitätsgleichung einzusetzen, aus der dann die Mauerdicke berechnet werden kann.

Es soll hier nur der Fall III der Strebepeileranordnung (Fig. 721) untersucht werden. Neben Beibehaltung der früher angewendeten Bezeichnungen sei  $e_2$  der Abstand des fraglichen Kernpunktes ( $K_2$ ) von dem hier mit dem Mittelpunkt des Grundrisses zusammenfallenden Schwerpunkte  $S$  desselben. Man hat nun

$$l_2 = \frac{\mathcal{J}}{F a_2} \quad (729),$$

worin  $\mathcal{J}$  das Trägheitsmoment des Grundrisses für die Schweraxe  $YY$  des Grundrisses,  $F$  die Fläche des letzteren und  $a_2$  den Abstand des Schwerpunktes von der Drehkante  $DD$  bedeuten.

Es ist ferner

$$\mathcal{J} = \frac{1}{12} (l_1 d_1^3 + l_2 d_2^3), \quad F = l_1 d_1 + l_2 d_2 \quad \text{und} \quad a_2 = \frac{1}{2} d_2, \quad \text{also}$$

$$e_2 = \frac{l_1 d_1^3 + l_2 d_2^3}{6 d_2 (l_1 d_1 + l_2 d_2)}.$$

Die Stabilitätsgleichung ist

729) Vergl. Theil I, Band 1, zweite Hälfte, 2. Aufl. (S. 89) dieses »Handbuches«.

$$W \frac{1}{2} h = G e_2,$$

woraus sich die cubische Gleichung

$$d_2^3 - \frac{3}{4} \frac{W}{l_2} d_2 + \frac{l_1 d_1^3}{l_2} = 0$$

ergibt, aus welcher  $d_2$  berechnet werden kann.

Die beiden anderen Fälle der Strebepfeileranordnung ergeben für die Berechnung von  $d_2$  Gleichungen noch höherer Grade.

Die Druckspannung in der Drehkante kann auf dem früher (in Art. 304, S. 381) angegebenen Wege ermittelt werden.

## 2) Verstärkung der Festigkeit.

339.  
Allgemeines.

Regelrechter Verband und gute Mörtelverbindung der Steine einer Mauer reichen oft nicht aus, um derselben genügende Sicherheit gegen die Einwirkungen von Erschütterungen und ungleichmäßigem Setzen in Folge von Bodensenkungen zu verleihen. Wie schon im vorhergehenden Bande (Art. 105, S. 83) dieses »Handbuches« erörtert wurde, werden zur Erhöhung der hierbei namentlich in Anspruch genommenen Zugfestigkeit die Verklammerungen und Verankerungen angewendet. Bezüglich der letzteren sind hier einige Ergänzungen zu machen, in so weit dies nicht in Theil III, Band 6 (bei Besprechung der Sicherungen gegen die Wirkungen von Bodensenkungen und Erdererschütterungen) dieses »Handbuches« geschieht.

Die Verankerungen bezwecken die Herstellung von in sich möglichst zusammenhängenden Mauerkörpern und Mauerystemen, damit bei Eintritt der erwähnten Beanspruchungen die ganze Mauer oder das ganze Mauerystem am Widerstand gegen dieselben theilnimmt. Man sucht dies durch Einlagen von zugfesten Stoffen, wie Eisen und Holz, zu erreichen. Man hat dabei allerdings mit der Vergänglichkeit dieser Stoffe zu rechnen. Bei Mitverwendung der Mörtelverbindung erfüllen sie ihren Zweck aber jedenfalls, bis der Mörtel selbst seine größte Zugfestigkeit erlangt hat und damit jene Hilfs-Constructionen mehr entbehrlich macht. Man hat auch Beispiele, daß das Eisen bei genügendem Schutze gegen die dauernde Einwirkung der Feuchtigkeit sehr lange seine Festigkeit bewahrt. Andererseits ist auf die Gefahren aufmerksam zu machen, welche die mit Ausdehnung verbundene Oxydation des Eisens für Quader, in welche es eingelassen ist, mit sich bringt, und welche die nach Vermoderung des Holzes in den Mauern entstehenden großen Höhlungen herbeiführen.

Erwähnung mag hier noch finden, daß Verankerungen häufig auch zur Wiederherstellung von Gebäuden angewendet werden, welche in ihrem Bestande schon Noth gelitten haben.

Zu gleichem Zwecke, wie Klammern und Anker, kommen auch, wie ebenfalls schon im vorhergehenden Bande (Art. 95 bis 103, S. 77 bis 82) dieses »Handbuches« besprochen wurde, besondere Formungen der Fugenflächen in Anwendung. Abgesehen von den größeren Kosten, die diese Mittel veranlassen, sind sie im Allgemeinen wegen der verhältnißmäßig geringen Zug- und Scherfestigkeit der meisten Steinarten nicht besonders zweckmäßig.

340.  
Verankerungen  
aus Holz.

Einlagen von Holz in den Mauern zur Erhöhung der Festigkeit derselben sind eine mehr der Geschichte angehörige Construction und werden heutigen Tages bei den Hochbauten der cultivirteren Länder kaum mehr benutzt.

Im Alterthum und im Mittelalter war Holz dagegen ein beliebtes Mittel zur Verstärkung der Mauern. Nach *Schliemann* fanden sich die Spuren desselben in den Lehmziegelmauern von Troja und Tiryns; die

Römer benutzten die in die Mauern eingelegten Riegel ihrer leichten Baugerüste zu gleichem Zwecke (vergl. Art. 142, S. 144); die Gallier und Dacier legten Holzroste, bezw. Schichten von Rundhölzern, die von Langhölzern eingefasst werden, in ihre Festungsmauern ein, und auch bei den germanischen Ringwällen scheint Ähnliches vorgekommen zu sein (siehe Art. 65, S. 82). Im Mittelalter verwendete man die Rüsthölzer nach dem Vorbilde der Römer (ein Beispiel hierfür bietet der Thurm des Schlosses zu Erbach i. O.), oder man legte besondere Hölzer in vielen Fällen zur Verankerung ein, die jetzt zumeist ihr früheres Vorhandensein durch Höhlungen und Canäle errathen lassen und nur in wenigen Fällen erhalten geblieben sind (ein Beispiel für Letzteres liefert der Kirchthurm von Dittelsheim in Rheinheffen<sup>730</sup>). Die Byzantiner<sup>731</sup> und nach ihnen die Mohammedaner<sup>732</sup> haben von Holzeinlagen in Mauern ausgiebigen Gebrauch gemacht, wie sich diese Bauweise bis heutigen Tages im Orient erhalten hat und trotz ihrer Mängel wegen des Schutzes, den sie gegen Erdbeben bietet, dort geschätzt wird<sup>733</sup>).

Bei Ingenieurbauten, so zum Schutze von Flußufern und gegen Murgänge, wird in den österreichischen Alpenländern von Holzeinlagen in wagrechter und lothrechter Lage in Trockenmauern noch vielfach Gebrauch gemacht.

Werden alle Steine eines Quadermauerwerkes durch Eisenklammern ein- oder mehrfach verbunden, so entsteht eine sehr wirksame Verankerung desselben, die aber dadurch gefährdet wird, daß in Folge der vielen Eingriffe des Eisens in den Stein die Möglichkeit des Zerfprengtwerdens des letzteren durch das erstere stark vermehrt wird.

*Viollet-le-Duc*<sup>734</sup> theilt ein einschlägiges Beispiel von der Kathedrale zu Paris mit, bei welchem sämmtliche Quader der drei Schichten des Chorgefäßes durch je zwei Klammern mit einander verbunden sind. Fast alle Quader sind aber der Länge nach durch das oxydirte Eisen gesprengt worden, so daß dieser Mauertheil in drei getrennte Ringe zerfiel. Einen ähnlichen Erfolg hatte die an sich weniger gefährliche, im vorhergehenden Bande (in Fig. 440, S. 162) dieses »Handbuches« dargestellte und an der *Sainte-Chapelle* zu Paris angewendete Klammerverbindung.

Besser sind daher diejenigen Verankerungen, bei welchen das Eisen in der Hauptfuge in die Fugen des Mauerwerkes, bezw. zum Theile vor dasselbe gelegt wird.

Es sind hierbei zwei Arten von Ankern zu unterscheiden. Sie bestehen entweder in schwachen Bandeisen, welche zu mehreren neben einander in die Fugen eingelegt und an den Enden um die letzten Steine herumgebogen werden. Es ist dies der schon im vorhergehenden Bande (Art. 105, S. 84) dieses »Handbuches« besprochene Reifeisenverband, der zwar hauptsächlich bei Backsteinmauerwerk mit großem Erfolg verwendet wird, in England aber auch für Betonmauern benutzt worden ist.

Eine Verwendung von Bandeisenankern zur Verbindung von Bruchstein-Umfassungen mit Lehmstein-Scheidewänden ist in unten stehender Quelle<sup>735</sup> mitgetheilt.

Oder es werden die Anker aus Quadrat- oder besser Flacheisenstangen hergestellt, an deren Enden lothrecht stehende Splinte oder Gusseisenstücke befestigt sind, welche die Verspannung der Mauerkörper bewirken sollen. Die letzteren werden immer vor die Mauern, die ersteren entweder vor oder in die Mauern gelegt. Diese Constructionstheile entsprechen im Allgemeinen den bei den Balkenankern<sup>736</sup> zu gleichem Zwecke angewendeten. Bei Quadermauern kommen auch die den Klammernfüßen entsprechenden umgebogenen und aufgehauenen Enden in Anwendung. Bei großer Länge der Mauern müssen die Eisenstangen aus mehreren Stücken zusammen-

341.  
Verankerungen  
aus Eisen.

<sup>730</sup> Geschichtliche Angaben über die Verwendung des Holzes zu Mauerankern finden sich in: *Zeitschr. f. Bauw.* 1887, S. 239 — *VIOLLET-LE-DUC. Dictionnaire raisonné etc.* Bd. 2 (Paris 1859), S. 396 — und Bd. 4 (Paris 1861), S. 12.

<sup>731</sup> Siehe: *CHOISY, A. L'art de bâtir chez les Byzantins.* Paris 1882. S. 116.

<sup>732</sup> Vergl. Theil II, Band 3, zweite Hälfte (Art. 30, S. 35) dieses »Handbuches«.

<sup>733</sup> Vergl.: *Centralbl. d. Bauverw.* 1890, S. 410.

<sup>734</sup> *A. a. O.*, Bd. 2, S. 400.

<sup>735</sup> *ROMBERG'S Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1858, S. 349.

<sup>736</sup> Besprochen im vorhergehenden Bande (Art. 273, S. 179) dieses »Handbuches«.

gefetzt werden. Die Verbindung erfolgt nach einer der im vorhergehenden Bande (Art. 233, S. 162) dieses »Handbuches« angegebenen Weifen.

Je nach der Höhe der Gefchoffe werden diefe Mauerverankerungen entweder ein- oder mehrere Male ausgeführt und mit denen der Umfassungen diejenigen für die Scheidewände in Verbindung gebracht.

Befonders wichtig find diefe Verankerungen bei den Glockenthürmen und manchen Fabrikgebäuden, wegen der andauernden und häufig wiederkehrenden Erschütterungen.

Nicht in die Mauern eingelegte, fondern im größeren Theile ihrer Länge fichtbar bleibende Anker werden häufig Schlaudern genannt.

Sehr ausgedehnte Verankerungen wurden am Königsbau in München angewendet<sup>737)</sup>. So wurden dort alle Scheidemauern mit den aus Quadern mit Backsteinhintermauerung hergestellten Frontmauern durch Schienen von 2,9 m bis 4,4 m Länge einmal auf die Höhe eines Gefchoffes verankert, in den Fußbodenhöhen jedoch durch in die Mitte der Scheidemauern gelegte Anker beide gegenüber stehende Frontmauern mit einander verbunden. Die Ankerungen wiederholten sich danach in Höhenabständen von etwa 4,4 m. Die Zwischenankerungsschienen erhielten 49 mm Breite und 12 mm Dicke, die Hauptanker dieselbe Breite und 18 mm Dicke. Diefe Verankerungen waren für nöthig gehalten worden, weil man, um die fchädlichen Wirkungen ungleichmäßigen Setzens zu verhüten, die Scheidemauern, welche mehr und dickere Mörtelfugen und anders bemessene Backsteine, als die Frontmauern enthielten, nicht mit diesen in Verband gebracht, fondern in Nuthen derselben eingefetzt hatte.

Die Anker endeten an den Frontmauern, da sie dort stets auf Quader trafen, in Prätzen (Fig. 722). Lag die Verbindungsstelle in der Nähe einer Stosfuge, so wurde der Anker gegabelt und mit zwei Prätzen versehen. Diefe wurden mit Schwefel vergossen oder mit Blei, wenn die Ankerung nicht fogleich gegen zufällige Beunruhigungen gefchützt werden konnte.

Das andere, verbreiterte Ende der Zwischenanker erhielt ein rundes Loch, durch welches ein 0,73 m langer, 43 mm dicker cylindrischer Dorn gesteckt und dann vermauert wurde.

Die durch die ganze Tiefe des Gebäudes reichenden Hauptankerungen bestanden gewöhnlich aus drei Stücken (Fig. 722), welche mit ihren durchlochenden Enden über einander gelegt und mit Dornen der angegebenen Art verbunden wurden. Damit die Schienen alle in eine Ebene fielen, wurden die Enden des Mittelstückes um die Schienendicke aufgekröpft. Endigte der Anker in Ziegelmauerwerk, so wurden die gewöhnlichen Dorne oder auch Splinte (Fig. 722 rechts) angebracht.

Der Einlage dieser Ankerungen traten oft Hindernisse in Schornsteinen oder Heiz-Canälen entgegen. Man gabelte dann an den betreffenden Stellen die Schienen und führte sie zu beiden Seiten der Rohre hin (Fig. 723). Die betreffenden Schienen an diesen Stellen wurden vor den Gabelungen durch Spreizen aus einander gehalten.

Außer den in die Scheidemauern eingelegten Ankern kamen über den Balkenlagen an verschiedenen Stellen auch noch frei liegende, durch die Gebäudetiefe hindurchreichende Schlaudern zur Verbindung der gegenüber stehenden Fensterpfeiler in Anwendung. Standen die Fensterpfeiler nicht in einer Axe, so nahm man zu langen Gabelstücken feine Zuflucht (Fig. 724). Solche fichtbare Anker wurden in die Balken eingelassen, mit kleinen Klammern befestigt und zum Schutz gegen Beschädigungen einstweilen überdeckt.

An solchen Stellen, wo die eben erwähnten Verankerungen nicht fogleich mit den Mauerarbeiten fertig gestellt werden konnten, wurden die in Fig. 725 dargestellten kurzen Ankerenden eingemauert, in deren Oefen man später die fehlenden Stücke einhängte.

Ueber den weit ausladenden Architraven des mittleren Aufbaues wurden Anker besonderer Art auch in den Umfassungen angewendet, über welche in der angegebenen Quelle nachgesehen werden möge. An den Ecken wurden dieselben in der beschriebenen Weise durch Dorne verbunden (Fig. 726).

Zur Erhöhung der Festigkeit von Backsteinmauern sind an Stelle der Einlage von Bandeisen oder Eisenschienen auch solche von gewalzten Formeisen vorgeschlagen worden.

So besteht der fog. Eisenbandbau von *Daslen fen.*<sup>738)</sup> in der Einlage von etwa 65 mm hohen, flach

<sup>737)</sup> Siehe: Allg. Bauz. 1837, S. 67 u. Taf. CI.

<sup>738)</sup> Mitgetheilt in: Wochschr. d. Ver. deutscher Ing. 1878, S. 389.

Fig. 722.

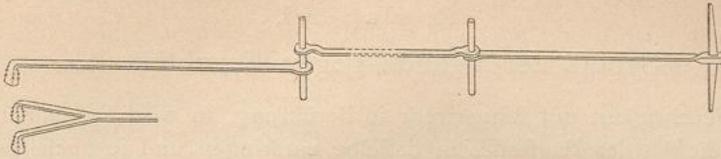


Fig. 723.

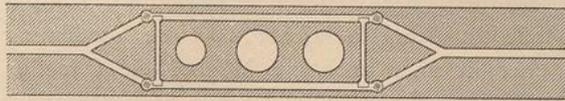


Fig. 724.

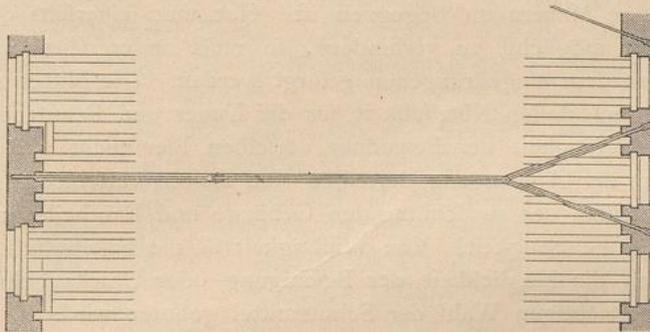


Fig. 725.

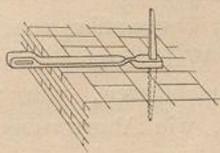
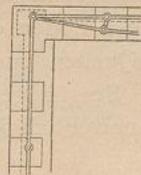


Fig. 726.

Verankerungen am Königsbau zu München<sup>737)</sup>.

gelegten I-Eisen mit sehr schmalen Flanschen in die  $\frac{1}{2}$  Stein starken Backsteinwände. Sie sollen sich alle 10 Schichten wiederholen und in Cement-Mörtel gelagert werden. Mit den wagrechten Eisen können in gemauerten Pfeilervorlagen untergebrachte lothrechte I-Eisen verbunden werden. Die Verbindung soll durch eiserne Würfel erfolgen, in welche über Kreuz die Flansche und ein Theil des Steges der I-Eisen ausgestoßen sind, oder welche entsprechend aus schmiedbarem Guß hergestellt werden. Auf diese Weise sollen sich beide I-Eisen unabhängig von einander nach beiden Richtungen bewegen können. Es steht nur zu befürchten, daß sie hieran ohne kostspielige Gegenvorkehrungen durch das Einrosten verhindert werden. An den Ecken sollen die wagrechten Eisen über einander gelegt und durch Bolzen verbunden werden.

In unten stehender Quelle<sup>739)</sup> ist die Verankerung eines baufällig gewordenen Kirchthurmes mitgetheilt.

<sup>739)</sup> Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1871, S. 33 u. Taf. 6.

## 12. Kapitel.

## Schutz der Wände gegen Feuchtigkeit.

342.  
Allgemeines.

Tritt Feuchtigkeit mit Mauerwerk in Berührung, so wird sie, zumeist in Folge der Capillarität<sup>740)</sup> der Baustoffe, in dasselbe eindringen und je nach der Eintrittsstelle in demselben sich auf- oder abwärts bewegen und bis zu einer gewissen Grenze sich ausbreiten. Das an die Oberflächen des Mauerkörpers vordringende Wasser verdunstet daselbst, wodurch der weiteren Ausbreitung Grenzen gezogen werden. Je poriger die Baustoffe sind, um so rascher wird die Fortleitung der Feuchtigkeit stattfinden; um so eher ist aber auch die Möglichkeit schneller Verdunstung geboten, die durch beständigen Luftwechsel an den Maueroberflächen sehr gefördert werden kann.

Aus dem geschilderten Vorgang erkennt man sogleich, auf welche Weise dem Entstehen feuchter Mauern zu begegnen ist. Hat man einerseits das Eindringen von Feuchtigkeit möglichst zu verhindern, so muß andererseits für rasche Verdunstung der trotzdem eingedrungenen gesorgt werden. Die Mittel zur Erreichung dieses Zweckes, auf dessen Nützlichkeit für die Dauer und Benutzbarkeit der Gebäude und die Gesundheit der Bewohner derselben hier nicht weiter einzugehen ist, und die Art der Anwendung derselben sind sowohl verschieden nach den besonderen Verhältnissen der zu schützenden Gebäude und Bautheile, als auch nach den Ursachen der Feuchtigkeit. Von Wichtigkeit ist die Erkenntniß der letzteren, da erst hierdurch die Möglichkeit der Beseitigung oder Unschädlichmachung derselben, bezw. der richtigen Wahl der Schutzmittel geboten wird.

343.  
Ursachen  
der  
Feuchtigkeit.

Die mannigfaltigen Feuchtigkeitsursachen in Gebäuden lassen sich in sechs Hauptgruppen unterbringen. Die Feuchtigkeit kann veranlaßt werden:

1) Durch den Baugrund und dessen Umgebung. Sie kann herrühren vom Grundwasser, von in den Boden eindringendem Tagewasser, von in der Nähe befindlichen Wasserläufen, Quellen und natürlichen Wasserfammelstellen, von gegen das Bauwerk abfallenden Berghängen und Bodenschichten, von undichten Canälen, Wasserleitungsröhren und Flüssigkeitsbehältern, wie Abortgruben und Regenwasser-Cisternen.

2) Durch die Witterung. Regen und Schnee treffen die Umfassungswände und sammeln sich auf Vorsprüngen und Abdeckungen derselben. Das von Dach- und Gesimsanten abtropfende Regen- und Schmelzwasser fällt vor dem Fuß der Gebäude nieder und bespritzt den unteren Theil der Wände. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf schlägt sich bei Temperaturerhöhung an den noch kalten Wänden, sowohl innen als außen, in Gestalt von Wassertropfen oder Reif nieder.

3) Durch gewisse Eigenschaften der Baustoffe. Die Bausteine enthalten sehr häufig noch die Bergfeuchtigkeit, oder sie müssen zur Erzielung einer guten Mörtelverbindung vor dem Vermauern angefeuchtet werden. Den Mörtel selbst kann man nicht ohne Wasser bereiten. Manche Steine haben hygroskopische Bestandtheile; sie ziehen daher aus der Luft Wasser an; andere wieder bestehen aus Mineralien, welche in Berührung mit stickstoffhaltigen Stoffen hygroskopische Salze bilden. Die letzteren

<sup>740)</sup> Nach *W. Hoffmann* scheint die Wasseraufnahme der Gesteine auch durch Eindringen des Wassers in die molecularen Zwischenräume zu erfolgen. (Vergl.: *Civiling*. 1890, S. 437.)