

$$W \frac{1}{2} h = G \ell_2,$$

woraus sich die cubische Gleichung

$$d_2^3 - \frac{3}{4} \frac{W}{\ell_2} d_2 + \frac{l_1^* d_1^3}{\ell_2} = 0$$

ergibt, aus welcher d_2 berechnet werden kann.

Die beiden anderen Fälle der Strebeiteileranordnung 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 Erderschütterungen) dieses »Handbuches« geschieht.

Die Verankerungen bezwecken die Herstellung von in sich möglichst zusammenhängenden Mauerkörpern und Mauer-systemen, damit bei Eintritt der erwähnten Beanspruchungen die ganze Mauer oder das ganze Mauer-system 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 Kirchturm von Dittelsheim in Rheinheffen⁷³⁰). Die Byzantiner⁷³¹ und nach ihnen die Mohammedaner⁷³² 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 wird⁷³³.

Bei Ingenieurbauten, so zum Schutze von Flusssufern 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 Zersprengtwerdens des letzteren durch das erstere stark vermehrt wird.

341.
Verankerungen
aus Eisen.

*Viollet-le-Duc*⁷³⁴) theilt ein einschlägiges Beispiel von der Kathedrale zu Paris mit, bei welchem sämtliche Quader der drei Schichten des Chorgewölbes 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 Anker 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 Quelle⁷³⁵) mitgetheilt.

Oder es werden die Anker aus Quadrat- oder besser Flacheisenstangen hergestellt, an deren Enden lothrecht stehende Splinte oder Gufseisenstücke 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 Balkenankern⁷³⁶) 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-

⁷³⁰) 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.

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

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

⁷³³) Vergl.: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 410.

⁷³⁴) A. a. O., Bd. 2, S. 400.

⁷³⁵) ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1858, S. 349.

⁷³⁶) 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 Umfaffungen 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 angewendet⁷³⁷⁾. 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 Höhenabftänden 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 dickeré Mörtelfugen und anders bemeffene Backsteine, als die Frontmauern enthielten, nicht mit diesen in Verband gebracht, fondern in Nuthen derselben eingesetzt 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 Stofsuge, so wurde der Anker gegabelt und mit zwei Prätzen versehen. Diefe wurden mit Schwefel vergoffen 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 gefteckt 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 angeebenen Art verbunden wurden. Damit die Schienen alle in eine Ebene fielen, wurden die Enden des Mittelstückes um die Schiendicke aufgekropft. Endigte der Anker in Ziegelmauerwerk, so wurden die gewöhnlichen Dorne oder auch Splinte (Fig. 722 rechts) angebracht.

Der Einlage diefer 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 Umfaffungen 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 Eifenschienen auch solche von gewalzten Formeisen vorgeschlagen worden.

So besteht der fog. Eifenbandbau von *Daalen fen.*⁷³⁸⁾ in der Einlage von etwa 65 mm hohen, flach

⁷³⁷⁾ Siehe: Allg. Bauz. 1837, S. 67 u. Taf. CI.

⁷³⁸⁾ Mitgetheilt in: Wochschr. d. Ver. deutscher Ing. 1878, S. 389.

Fig. 722.

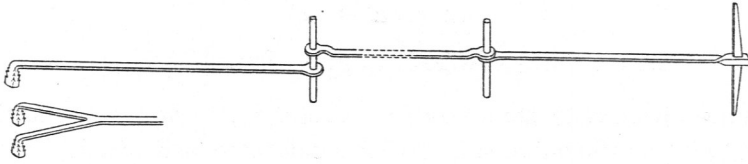


Fig. 723.

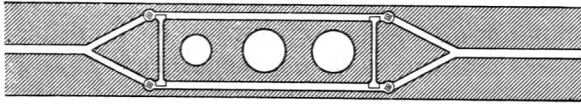


Fig. 724.

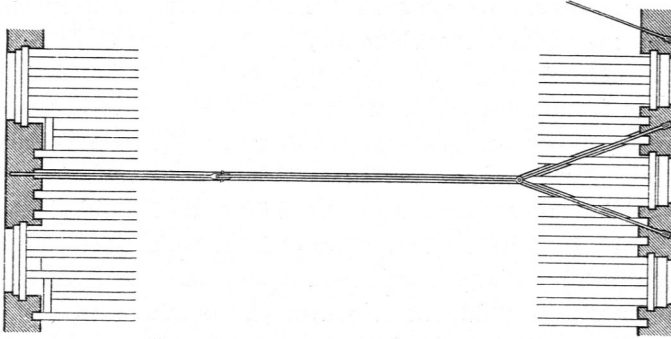


Fig. 725.

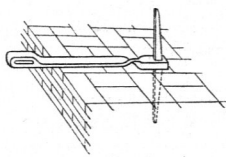
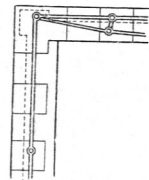


Fig. 726.



Verankerungen am Königsbau zu München ⁷³⁹⁾.

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 ⁷³⁹⁾ ist die Verankerung eines baufällig gewordenen Kirchthurmes mitgetheilt.

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