

Anwendung auf die Widerlager alter Bauwerke.

Wenn es sich um die Herstellung oder den Umbau alter nicht mehr verlässlicher Bauwerke handelt, so ist es ganz besonders angezeigt, die Gewichte und Schübe, soweit es möglich ist, zu berechnen und danach eine Druckausmittlung vorzunehmen. Dabei erfordern die Widerlager weit mehr Aufmerksamkeit als die Gewölbe. Denn ein unbelastetes Gewölbe, das beim Ausrüsten Stand gehalten, pflegt nach seiner Erhärtung, selbst wenn es starke Risse aufweist, selten gefährdet zu sein, solange „die Widerlager unbeweglich“ bleiben. Nachträglich entstandene Risse in solchen Gewölben sind wohl immer durch Weichen und Senken der Widerlager hervorgerufen oder durch eine gar zu grosse Beweglichkeit derselben gegenüber den Windschwankungen.

Hat das Gewölbe vielfache Putz- oder Farblagen übereinander, so können diese gewöhnlich einen willkommenen Anhalt darüber geben, ob das Weichen der Widerlager bei einem besonderen Anlass oder fortgesetzt stattgefunden hat. Im letzteren Falle ist ein weiteres Fortschreiten der Bewegung zu fürchten. Beim Ausbessern der Gewölbe bedürfen meist nur die Hauptbogen, die Anfänge und die Zwickelausmauerung einer näheren Beachtung, Risse in den Kappen, besonders in gebusten sind weniger gefährlich.

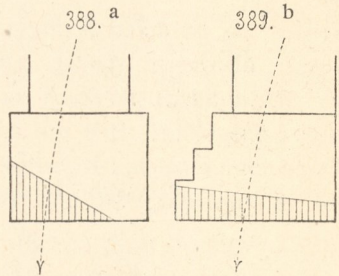
Ist die Beanspruchung des Widerlagers bedenklich, wobei man bei sonst gutem Zustande des Mauerwerkes viel grössere Werte zulassen kann als bei Neuausführungen, so kommen gewöhnlich Verankerungen, Verklammerungen, Verbreiterungen in den Fundamenten oder Vorsetzen von Stützkörpern (Strebpfeilern) in Frage. Treten mehrere Gewölbe zusammen, so kann auch ein Ausgleich der Schübe von Nutzen sein (S. 130), jedoch erheischen Last und Schubveränderungen an alten Werken immer besondere Vorsicht.

Die Aufhebung des Schubes durch Zuganker ist meist das wohlfeilste, wegen der Beweglichkeit und Vergänglichkeit des Eisens aber nur ein bedingt zuverlässiges Mittel. Die Stärke der Anker berechnet sich nach der Grösse des Gewölbeschubes, der nach den Angaben des vorigen Kapitels, geeigneten Falls auch nach der Tabelle 1 (S. 139) angenähert gefunden wird. Jedem qcm Eisenquerschnitt darf man einen Zug von 700 bis 1000 kg zumuten.

Wenn die Kraftausmittlung erweist, dass die Standfähigkeit nur durch die Zugfestigkeit des Mörtels bewahrt ist, so muss bei Erneuerungen oder Umbauten mit besonderer Vorsicht verfahren werden. Kann man nicht durch Beseitigung oder Ausgleich des schädlichen Schubes gründlich Abhilfe schaffen, so wird an den fraglichen Stellen eine behutsam eingefügte Eisenverklammerung am Platze sein, welche bei einem Loslassen des Mörtels die Zugkräfte übernehmen kann. Die Stärke der Verklammerung lässt sich nach dem Vorhergehenden aus der Grösse der auftretenden Zugkräfte ermitteln. Man kann auch hierbei dem Eisen unbedenklich 700 bis 1000 kg auf das qcm zumuten, Bronze etwa halb so viel.

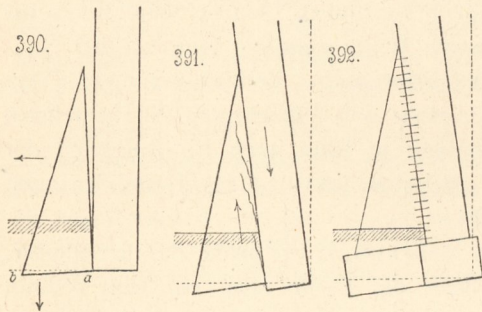
In den meisten Fällen ist das Weichen der Widerlager auf das Verhalten des Erdbodens zurückzuführen, es sei daher die Aufmerksamkeit ganz besonders auf die Sohle der Fundamente gelenkt. Nicht selten sind neben einer Gebäude-

Sicherung
gewichener
Widerlager.



Un-
genügende
Fundamente.

mauer oder an einer Ecke Abgrabungen des Bodens gemacht, welche den Frost unter die Fundamente gelangen lassen. Das führt natürlich zu Senkungen und Rissen. Aber auch stark exzentrischer Druck ist bei nachgiebigem Boden leicht bedenklich. Zugkräfte zwischen Erde und Mauerwerk sind ganz ausgeschlossen. Rückt die Druckkraft nahe an die Aussenkante (Fig. 388), so entstehen an dieser ganz bedeutende Druckpressungen. Das ist hier aber noch viel bedenklicher als bei einer Mauerfuge, bei welcher nach Erhärtung des Mörtels kein Zusammendrücken mehr stattfindet. Ein nachgiebiger Boden kommt oft erst spät oder auch gar nicht zur Ruhe, die stärker gepresste Kante wird bei wechselnder Erweichung des Bodens, ebenso bei jeder Laständerung oder Erschütterung der Mauer (z. B. durch Wind) sich tiefer hinabdrücken, was ein fortgesetztes einseitiges Nachsinken der ganzen Mauer zur Folge hat, bis sie wohl gar ihrem Untergange entgegen geführt wird. Durch zweckmässige Verteilung der Fundamentabsätze kann man bei Neuausführungen oft ohne Mehraufwand von Mauerwerk dieser Gefahr vorbeugen, wie ein Gegenüberstellen der Fig. 389a und 389b zeigt, die nach den vorhergehenden Ausführungen über Verteilung des Druckes keiner weiteren Erläuterung bedürfen. Bei



alten Werken kann eine nachträgliche Erbreiterung der Fundamente in dem angegebenen Sinne geboten sein, sie muss aber immer als eine sehr heikle Arbeit angesehen werden, bei der dieselben Rücksichten zu nehmen sind wie bei dem nunmehr zu besprechenden Vorsetzen grösserer Mauerkörper.

Sollen umsinkende Mauern durch vorgelegte Strebepfeiler gestützt werden, so ist deren Anfügung besondere Beachtung zuzuwenden, wenn sie ihren Zweck überhaupt richtig erfüllen sollen. Sowohl im Mittelalter (besonders im XV. Jahrhundert) als auch in neuerer Zeit sind zahlreiche nachträgliche Abstützungen ausgeführt, teils mit sehr gutem, teils mit recht zweifelhaftem Erfolge. Bei Beobachtung solcher Konstruktionen erkennt man, dass sich gewöhnlich einer der drei in Fig. 390, 391 und 392 veranschaulichten Vorgänge vollzogen hat.

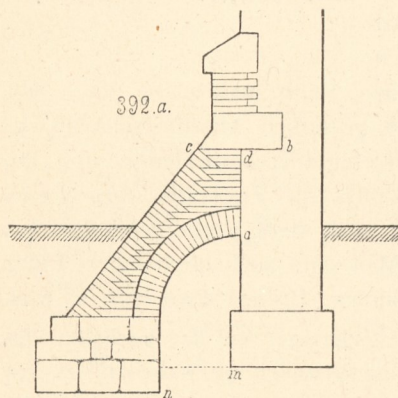


Fig. 390. Der Pfeiler hat sich durch Setzen des Mörtels und durch Eindringen in den Boden gesenkt und oben völlig von der Mauer abgelöst. Der Pfeiler ist ohne Nutzen, die Mauer steht infolge ihrer eigenen Standfähigkeit und würde ohne die Vorlage vielleicht noch besser stehen.

Fig. 391. Der Pfeiler hat sich wie der vorige gesetzt unter gleichzeitigem Nachdrängen der Mauer. Jeder der beiden Körper hat für sich eine Drehung ausgeführt, wobei die einbindenden Steine an ihrer Berührungsfläche ab-

geschert sind. Nach Erhärten des neuen Mauerwerkes und Zusammenpressen des Bodens an der Vorderkante kann die Bewegung ganz oder nahezu aufhören und die Mauer ein gewisses Gegenlager an dem Stützkörper finden.

Fig. 392. Der Verband zwischen Pfeiler und Mauer ist so zuverlässig, dass weder ein Loslösen noch ein Abscheren möglich ist, sie wirken dauernd als gemeinsamer Körper. Die beiden vorhergehenden Vorgänge sind verhindert, dagegen kann der Strebpfeiler beim Setzen einem vorgehängten Gewichte gleich die Mauer ein Stück mit herumziehen, bis schliesslich nach genügendem Zusammenpressen des Bodens ein Ruhezustand eintritt und nun dieser Strebpfeiler weit zuverlässiger wirkt als beide vorgenannten.

Ein gewisses Nachrücken der Mauer, wie es zuletzt beschrieben ist, wird sich überhaupt schwer verhindern lassen. War die Wand wirklich in Bewegung, so wird sich letztere nach Vorlegen der Verstrebung noch um ein geringes fortsetzen, bis ein Ruhezustand eintritt. Darin liegt weiter kein Bedenken, es ist aber von Wichtigkeit, dass die nachträgliche Bewegung ein zulässiges Mass nicht überschreitet. Zu diesem Behufe ist dafür zu sorgen, dass der Boden unter dem Fundamente nicht unnötig aufgelockert wird, dass die Sohle des letzteren möglichst breit ist, und dass ein wenig oder gar nicht schwindendes Mauerwerk zur Verwendung kommt. Die meiste Beachtung wird gewöhnlich der Boden verlangen, der sich unter den alten Teilen zusammengepresst hat, unter den neueren aber erst diese Verdichtung erfahren muss. Unter Umständen ist es angängig, den Boden vorher durch Belastung, seltener durch vorsichtiges Stampfen etwas zu festigen. Dass gefährdete Wände vor Ausheben der Erde abzusteifen sind, bedarf kaum der Erwähnung.

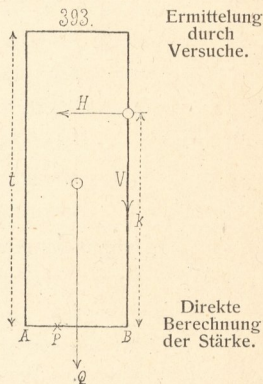
Für besondere Fälle können Konstruktionen nach Art der Fig. 392a empfehlenswert sein. Der Erdboden vor dem alten Mauerwerke kann unberührt bleiben, das neue Fundament lässt sich unabhängig mit Sorgfalt herstellen und selbst etwas tiefer legen, der Boden unter ihm kann vorher oder nach Fertigstellung der Fundamente durch Belastung zusammengepresst werden. Der Stützkörper übt einen zuverlässigen Gegendruck aus, er kann in seinem unteren Teile zunächst ohne Verband in Fuge a d gegengemauert werden, nach seinem Setzen wird der obere Teil mit festschliessender Fuge cb aufgebracht. Der obere Teil ist besonders gegen Abscheren zu sichern, am besten durch Einbinden von Werkstücken aus zähem Granit oder Kalkstein.

4. Die Stärke der Wände und Strebpfeiler.

Das vorige Kapitel giebt die Mittel an die Hand, für ein nach Form und Stärke „gegebenes Widerlager“ den Grad seiner Sicherheit oder Beanspruchung zu ermitteln. Handelt es sich darum, ein Widerlager für ein bestimmtes Gewölbe erst zu projektieren, derart, dass die Widerlagsstärke von den statischen Untersuchungen abhängig gemacht werden soll, so wird man versuchsweise ein Widerlager annehmen können und für dieses die Kraftausmittlung vornehmen. Je nachdem es sich dabei als schwach oder überflüssig stark erweist, wird man andere Abmessungen versuchen, bis man zu einer zweckdienlichen Stärke gelangt.

Statt dieser Versuche kann man unter Umständen durch Rechnung direkt zum Ziel gelangen, wie nachstehendes Beispiel zeigen soll.

Beispiel: Von einem Gewölbe kennt man die Widerlagskräfte



H und V, welche in einer Höhe k über dem Boden angreifen (Fig. 393). Das Gewölbe soll durch einen t Meter hohen prismatischen Strebepfeiler gestützt werden, dessen Grundlänge doppelt so gross als die Breite ist. Diese Grundrissseiten x bzw. $\frac{1}{2}x$ sollen berechnet werden bei der Annahme, dass die Drucklinie genau durch die Kerngrenze geht, also: $AP = \frac{1}{3}x$ ist.

Es wird für den Durchgangspunkt P die Momentengleichung aufgestellt, welche in diesem Falle lautet:

$$V \cdot \frac{2}{3}x + Q \cdot \frac{1}{6}x = H \cdot k.$$

Das Gewicht Q ist Inhalt des Pfeilers mal sein Einheitsgewicht g für 1 cbm, also:

$$Q = x \cdot \frac{x}{2} \cdot t \cdot q.$$

Dieser Wert wird in die obige Gleichung eingesetzt, dabei ergibt sich:

$$V \cdot \frac{2}{3}x + \frac{1}{12}t \cdot q \cdot x^3 = H \cdot k \text{ oder: } x^3 + \frac{8 \cdot V}{t \cdot q} \cdot x = \frac{3 \cdot H \cdot k}{t \cdot q}.$$

Man hat damit eine Gleichung dritten Grades, die man nach der Cardanischen Formel oder meist einfacher durch wiederholtes probeweises Einsetzen eines Wertes für x löst.

Ganz entsprechend verfährt man bei anderen Widerlagsformen.

Soll der Druck nicht gerade durch die Kerngrenze gehen, so kann man über seine Lage irgend eine andere Bestimmung treffen, z. B. den Durchgangspunkt P in $\frac{1}{12}x$ Abstand von der Mitte oder in einem bestimmten Abstände von vielleicht 0,30 m von der Aussenkante voraussetzen. Die Momentengleichung für P ergibt dann wieder eine Gleichung dritten oder zweiten Grades, die nach der gesuchten Grundrisslänge aufzulösen ist.

In dieser Weise sind die Widerlagsstärken in den nachfolgenden Tabellen 2, 3, 4 berechnet.

Erläuterungen zu den Tabellen 2, 3, 4 über die Stärke der Widerlager.
(Vergl. auch Tabelle 1, S. 139.)

Die Tabellen enthalten die Widerlagsstärke in Metern für fortlaufende Wände sowie für gerade aufsteigende und nach oben verjüngte Strebepfeiler bestimmter Grundrissform und Höhe. Sie sollen die ohnedies genügend einfache Ermittlung der Widerlagsstärke für besondere Fälle mit Hilfe der Stützlinie usw. (siehe vorn S. 144 u. f.) nicht gänzlich überflüssig machen, sie sollen nur dem Entwerfenden einen Anhalt gewähren und sollen noch mehr dazu dienen, ein anschauliches Bild von dem starken Wechsel der Stärken nach Pfeilhöhe, Wölbart, Spannweite und Widerlagshöhe der Gewölbe zu geben.

Die Zahlen sind auf Grund der Gewichte und Schübe von Tabelle 1 auf rechnerischem Wege ermittelt. Sie geben nur die vom Gewölbe bedingten Stärken an. Besondere Verhältnisse müssen noch berücksichtigt werden, so kann der etwa vorhandene Winddruck gegen hohe Wände und Dächer für die Widerlagsstärken einen Zuschlag wünschenswert machen (siehe weiter hinten).

Art der Gewölbe. In der ersten Spalte sind die verschiedenen Gewölbe nach Pfeilhöhe und Kappenstärke aufgezählt, das Vorhandensein vortretender, mässig starker Rippen und einer Hintermauerung in den üblichen Stärken ist vorausgesetzt. (Im übrigen gilt das bei Tabelle 1

Gesagte.) Die Berechnung ist durchgeführt für ein quadratisches Gewölbe von $4 \cdot 4 = 16$ qm und ein solches von $8 \cdot 8 = 64$ qm Grundrissfläche, für andere Grössen sind die Werte einzuschalten.

Rechteckige Gewölbe. Weicht das Rechteck nicht zu sehr vom Quadrat ab, so ist seine Widerlagsstärke gleich derjenigen eines quadratischen Feldes von gleicher Grundfläche und gleichem Pfeilverhältnisse. Beim Rechtecke ist das Pfeilverhältnis (Pfeilhöhe durch Spannweite) in der in Frage kommenden Schubrichtung zu messen, es ist in der langen Richtung kleiner (flacher) als in der kurzen, demgemäss giebt die Tabelle für die lange Richtung des Rechteckes ein entsprechend stärkeres Widerlager als für die kurze.

Gewölbereihen, Einzelgewölbe, Ecken. Die Widerlagsstärken sind für eine Gewölbereihe berechnet, so dass an jedem Widerlagspunkte zwei benachbarte Gewölbe zusammenstossen (vergl. C und C₁ in Fig. 366). Bei einem einzelnen, von Widerlagern umschlossenen Gewölbe (z. B. Turmgewölbe) kann die Stärke verringert werden, ebenso an den Ecken der Gewölbereihen (D in Fig. 366). Diese Abnahme kann bei Widerlagswänden bis gut $\frac{1}{4}$ der Stärke betragen, wenn die Wände hoch und die Gewölbe leicht sind; sind die Gewölbe schwer und die Widerlager niedrig, so behalte man auch für Einzelgewölbe die Tabellenwerte bei. Die gleiche Ersparnis bis $\frac{1}{4}$ ist statthaft für Strebepfeiler, wenn nur ihre Grundrisslänge abnimmt, soll aber Länge und Breite zugleich abnehmen, so darf diese Einschränkung nur ein bis zwei Zehntel der Länge und Breite betragen. Wird an der Ecke statt zweier Strebepfeiler ein einziger diagonal gestellter angewandt, so macht man ihn meist so stark, wie die Tabellen es für Strebepfeiler an der fortlaufenden Wand angeben.

Widerlagshöhe. Es ist eine Höhe der Widerlagswände bzw. Strebepfeiler bis Oberkante Schlussstein angenommen. Sind die Strebepfeiler niedriger, so wird das Fehlende reichlich durch das Gewicht der Verbindungswand ersetzt. — Es sind die Stärken für eine niedere Wandhöhe (von Fundamentabsatz bis Oberkante Schlussstein $\frac{5}{4}$ Spannweiten), für eine mittlere ($2\frac{1}{2}$ Spannweiten) und eine beliebig oder unendlich grosse Höhe berechnet. Bei unendlicher Widerlagshöhe wächst die Stärke nicht ins Unendliche, sondern sie nähert sich einem gar nicht übermässig grossen Grenzwerte. Derselbe ist zur Einschaltung der Werte für hochliegende Gewölbe (Türme u. dergl.) aufgenommen; dass der Widerlagshöhe infolge des Zerdrückens des Materials durch sein Eigengewicht eine engere Grenze gezogen wird, ist selbstverständlich.

Lage des Druckes in der Kante. Die in der Tabelle unter dieser Bezeichnung aufgeführten Zahlen sind untere Grenzwerte, denen man sich nicht nähern darf, da Widerlager dieser Stärke (ohne Zugfestigkeit) umstürzen würden.

Lage des Druckes in der Kerngrenze. Die unter dieser Bezeichnung aufgeführten Werte geben genügende Widerlagsstärken an, falls die Kantenpressung nicht etwa zu gross ist (vergl. etwas weiter unten). Bei zu grosser Kantenpressung ist eine kleine Verstärkung des Widerlagers am Platze, ist dagegen die Pressung sehr klein, so kann die Stärke allenfalls noch etwas eingeschränkt werden, doch muss sie sich der Umsturzgrenze genügend fern halten.

Lage des Druckes in der Mitte kommt nur bei Tabelle 4 für nach oben verjüngte Strebepfeiler in Frage. Wird die dieser Drucklage zugehörige Stärke verwendet, so ist in günstigster Weise eine gleichmässige Druckverteilung über den Querschnitt erreicht.

Grösse der stärksten Druckpressungen. Wenn der Druck durch die Kerngrenze geht, so ist der Druck an der Innenkante gleich Null, an der Aussenkante entsteht die grösste Pressung, zu deren ungefährender Angabe die kleinen Zahlen beigedruckt sind, es bedeutet:

- | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1) grösste Pressung auf 1 qcm = 0 bis 4 kg | 4) grösste Pressung auf 1 qcm = 11 bis 14 kg |
| 2) „ „ „ „ „ = 4 „ 7 „ | 5) „ „ „ „ „ = 14 „ 21 „ |
| 3) „ „ „ „ „ = 7 „ 11 „ | 6) „ „ „ „ „ = 21 „ 28 „ |

Bei der Drucklage in der Mitte (Tabelle 4) herrscht der angegebene Druck gleichmässig im ganzen Querschnitte. Ergiebt sich der Druck zu gross für das geplante Material, so muss man die Widerlager etwas stärker machen.

Wenn die Fensteröffnungen nicht von Strebepfeiler zu Strebepfeiler reichen, sondern zu jeder Seite ein volles Wandstück verbleibt, so dürfen die Pfeilerlängen der Tabellen 3 und 4 um 10 bis 20* Prozent verkleinert werden.

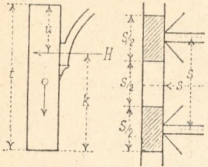


Tabelle 2.
Widerlagsstärke einer geraden Wand,
 deren Länge zur Hälfte durch Öffnungen unterbrochen ist.

Die Wand ist bis Schlusssteinhöhe hinaufgeführt. Die Zahlen bezeichnen die Stärke der Wand in Metern.

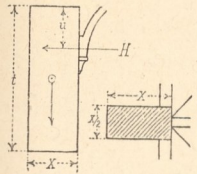
	Geringe Wandhöhe				Mittlere Wandhöhe				Beliebige Wandhöhe			
	Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.		Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.		Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.	
A. Gewölbe 4.4 = 16 qm.												
	Wandhöhe t = 5,00 m				Wandhöhe t = 10,00 m				Wandhöhe t = ∞			
I. Pfeil 1:8 (u = 0,60 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	1,00	¹ 1,75	1,25	¹ 2,10	1,10	² 1,90	1,35	¹ 2,30	1,15	2,00	1,45	2,45
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	1,55	¹ 2,65	1,85	¹ 3,15	1,70	² 2,90	2,05	¹ 3,50	1,85	3,15	2,25	3,90
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,80	¹ 3,10	2,15	¹ 3,60	1,95	² 3,35	2,35	¹ 4,05	2,15	3,70	2,65	4,55
II. Pfeil 1:3 (u = 1,25 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,60	¹ 1,02	0,70	¹ 1,20	0,70	² 1,20	0,83	¹ 1,40	0,78	1,35	0,95	1,65
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,89	¹ 1,50	1,05	¹ 1,75	1,05	² 1,80	1,25	¹ 2,15	1,25	2,15	1,50	2,60
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,00	¹ 1,70	1,15	¹ 1,95	1,25	² 2,10	1,50	¹ 2,50	1,50	2,55	1,80	3,15
III. Pfeil 1:2 (u = 1,60 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,44	¹ 0,74	0,53	¹ 0,88	0,53	² 0,92	0,65	¹ 1,10	0,63	1,10	0,78	1,35
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,65	¹ 1,05	0,75	¹ 1,25	0,86	² 1,45	1,00	¹ 1,70	1,05	1,80	1,30	2,20
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,76	¹ 1,25	0,87	¹ 1,45	1,00	² 1,70	1,20	¹ 2,00	1,25	2,20	1,55	2,65
IV. Pfeil 2:3 (u = 2,20 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,35	¹ 0,59	0,40	¹ 0,67	0,46	² 0,79	0,55	¹ 0,91	0,58	1,00	0,71	1,25
fest Z. 1/2 St. od. poröse 3/4 St.	0,38	¹ 0,64	0,44	¹ 0,72	0,51	² 0,89	0,62	¹ 1,05	0,66	1,15	0,81	1,40
fest Z. 3/4 St. od. poröse 1 St.	0,43	¹ 0,71	0,49	¹ 0,81	0,60	² 1,05	0,71	¹ 1,20	0,78	1,35	0,95	1,65
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,48	¹ 0,79	0,54	¹ 0,88	0,70	² 1,20	0,83	¹ 1,40	0,92	1,60	1,10	1,95
Bruchstein 30 cm	0,55	¹ 0,91	0,62	¹ 1,00	0,86	² 1,45	1,00	¹ 1,70	1,20	2,05	1,45	2,55
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,57	¹ 0,92	0,63	¹ 1,01	0,87	² 1,55	1,05	¹ 1,75	1,20	2,10	1,50	2,60
V. Pfeil 5:6 (u = 2,80 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,26	¹ 0,44	0,31	¹ 0,51	0,40	² 0,70	0,50	¹ 0,83	0,55	0,95	0,68	1,20
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,36	¹ 0,57	0,40	¹ 0,63	0,62	² 1,05	0,71	¹ 1,20	0,88	1,55	1,10	1,85
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,36	² 0,59	0,41	¹ 0,64	0,71	² 1,20	0,84	² 1,50	1,10	1,95	1,40	2,40
B. Gewölbe 8.8 = 64 qm.												
	Wandhöhe t = 10,00 m				Wandhöhe t = 20,00 m				Wandhöhe t = ∞			
III. Pfeil 1:2 (u = 3,30 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,63	² 1,05	0,73	¹ 1,25	0,75	³ 1,30	0,90	² 1,55	0,85	1,50	1,05	1,80
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,91	² 1,55	1,10	¹ 1,80	1,15	³ 1,95	1,35	² 2,30	1,35	2,35	1,70	2,90
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,20	² 2,00	1,40	² 2,30	1,55	³ 2,65	1,85	³ 3,10	1,90	3,30	2,35	4,05
IV. Pfeil 2:3 (u = 4,50 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,45	² 0,80	0,58	¹ 0,95	0,65	³ 1,10	0,78	² 1,30	0,80	1,35	0,95	1,65
fest Z. 1/2 St. od. poröse 3/4 St.	0,48	² 0,90	0,60	¹ 1,00	0,70	³ 1,20	0,83	² 1,40	0,85	1,50	1,05	1,80
fest Z. 3/4 St. od. poröse 1 St.	0,60	² 1,00	0,70	¹ 1,20	0,83	³ 1,40	1,00	² 1,75	1,05	1,80	1,25	2,20
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,68	² 1,15	0,78	² 1,30	0,95	³ 1,60	1,15	³ 2,50	1,20	2,10	1,50	2,55
Bruchstein 30 cm	0,85	² 1,40	0,98	² 1,60	1,25	³ 2,10	1,45	³ 1,90	1,65	2,85	2,00	3,45
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,95	² 1,55	1,05	² 1,70	1,40	³ 2,40	1,65	³ 2,80	1,90	3,30	2,35	4,05
V. Pfeil 5:6 (u = 5,70 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,38	² 0,64	0,45	² 0,75	0,57	³ 0,98	0,68	² 1,15	0,73	1,30	0,90	1,55
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,53	² 0,86	0,60	² 0,98	0,86	³ 1,45	1,05	³ 1,70	1,20	2,05	1,45	2,50
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,70	³ 1,10	0,72	² 1,20	1,25	⁴ 2,10	1,45	³ 2,45	1,90	3,35	2,35	4,10

Anmerkung: Bei Druck durch die Kante erfolgt Umsturz! Bei Druck durch die Kerngrenze ist das Widerlager gesichert, falls die Kantenpressung nicht zu gross ist. Letztere wird durch die kleinen Zahlen angegeben, und zwar bedeutet:
¹ grösste Pressung auf 1 qm: bis 4 kg. ² grösste Pressung auf 1 qm: 4 bis 7 kg. ³ grösste Pressung auf 1 qm: 7 bis 11 kg.
⁴ " " " " 11 " 14 " ⁵ " " " " 1 " 14 " 21 " ⁶ " " " " 1 " 21 " 28 "

Tabelle 3.

Widerlagsstärke eines ungegliederten Strebe Pfeilers.

Die Tabelle enthält die Länge X des Grundrisses in Metern. Die Grundrissbreite ist halb so gross wie die Länge. Der Pfeiler steigt im Aufrisse ohne Absatz bis zur Höhe des Gewölbeschlusssteines auf.



	Geringe Höhe				Mittlere Höhe				Beliebige Höhe			
	Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.		Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.		Werkstein Druck durch Kante Kerngr.		Ziegelstein Druck durch Kante Kerngr.	
A. Gewölbe von 4.4 = 16 qm Grundfläche.												
	Pfeilerhöhe t = 5,00 m				Pfeilerhöhe t = 10,00 m				Pfeilerhöhe t = ∞			
Pfeil 1:2 (u = 1,60 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,81	¹ 1,20	0,89	¹ 1,30	1,00	² 1,45	1,15	¹ 1,65	1,20	1,70	1,35	1,95
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	1,00	¹ 1,50	1,15	¹ 1,60	1,35	² 1,95	1,50	¹ 2,20	1,65	2,35	1,85	2,70
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,10	¹ 1,65	1,20	¹ 1,75	1,50	² 2,20	1,70	¹ 2,45	1,85	2,70	2,15	3,05
Pfeil 2:3 (u = 2,20 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,64	¹ 0,94	0,69	¹ 1,00	0,89	² 1,30	1,00	¹ 1,45	1,10	1,60	1,25	1,80
feste Z. 1/2 St. od. poröse 3/4 St.	0,67	¹ 0,98	0,72	¹ 1,05	0,96	² 1,40	1,10	¹ 1,55	1,20	1,75	1,40	2,00
feste Z. 3/4 St. od. poröse 1 St.	0,71	¹ 1,05	0,75	¹ 1,10	1,05	² 1,50	1,20	¹ 1,70	1,35	1,95	1,55	2,20
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,74	² 1,10	0,78	¹ 1,15	1,15	² 1,65	1,30	¹ 1,85	1,50	2,15	1,70	2,45
Bruchstein 30 cm	0,79	² 1,15	0,82	² 1,20	1,30	² 1,90	1,45	² 2,10	1,80	2,60	2,05	2,95
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,80	² 1,20	0,83	² 1,25	1,30	² 1,95	1,45	² 2,15	1,80	2,60	2,05	3,00
Pfeil 5:6 (u = 2,80 m)												
poröse Ziegel 1/2 Stein stark	0,47	² 0,70	0,50	¹ 0,73	0,80	² 1,15	0,90	¹ 1,30	1,05	1,55	1,20	1,75
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,51	³ 0,75	0,53	² 0,78	1,00	² 1,45	1,10	² 1,60	1,45	2,10	1,65	2,40
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,49	⁴ 0,72	0,50	³ 0,75	1,10	² 1,60	1,20	² 1,75	1,70	2,50	1,95	2,85
B. Gewölbe von 8.8 = 64 qm Grundfläche.												
	Pfeilerhöhe t = 10,00				Pfeilerhöhe t = 20,00 m				Pfeilerhöhe t = ∞			
Pfeil 1:2 (u = 3,30 m)												
poröse Ziegel 1/3 Stein stark	1,30	² 1,90	1,45	¹ 2,10	1,55	³ 2,25	1,75	² 2,55	1,80	2,60	2,05	3,00
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	1,60	² 2,35	1,75	² 2,55	2,05	³ 3,00	2,30	² 3,35	2,50	3,55	2,85	4,10
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,90	² 2,75	2,05	² 3,00	2,50	³ 3,65	2,80	³ 4,10	3,10	4,45	3,55	5,10
Pfeil 2:3 (u = 4,50 m)												
poröse Ziegel 1/3 Stein stark	1,00	² 1,50	1,10	² 1,65	1,40	³ 2,00	1,55	³ 2,25	1,70	2,45	1,95	2,80
feste Z. 1/3 St. od. poröse 3/4 St.	1,05	² 1,55	1,15	² 1,65	1,45	³ 2,10	1,65	³ 2,35	1,80	2,60	2,05	3,00
feste Z. 3/4 St. od. poröse 1 St.	1,15	³ 1,70	1,25	² 1,80	1,65	³ 2,40	1,85	³ 2,65	2,05	2,95	2,35	3,40
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	1,20	³ 1,75	1,30	² 1,90	1,80	⁴ 2,60	2,00	³ 2,85	2,30	3,30	2,60	3,75
Bruchstein 30 cm	1,35	³ 2,00	1,40	² 2,10	2,10	⁴ 3,05	2,30	³ 3,40	2,80	4,00	3,20	4,60
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	1,40	³ 2,05	1,45	³ 2,15	2,25	⁴ 3,30	2,50	³ 3,65	3,10	4,45	3,55	5,10
Pfeil 5:6 (u = 5,70 m)												
poröse Ziegel 1/3 Stein stark	0,78	³ 1,15	0,83	² 1,20	1,10	⁴ 1,60	1,20	³ 1,75	1,65	2,35	1,90	2,70
Ziegel 1 St. od. Sandst. 20 cm	0,87	⁴ 1,30	0,90	³ 1,35	1,60	⁴ 2,35	1,80	³ 2,65	2,25	3,25	2,55	3,70
Ziegel m. Füllung u. Fussbd.	0,91	⁶ 1,35	0,94	⁵ 1,40	2,00	⁴ 2,90	2,20	³ 3,20	3,10	4,45	3,55	5,10

Anmerkung: Bei Druck durch die Kante erfolgt Umsturz! Bei Druck durch die Kerngrenze ist das Widerlager gesichert, falls die Kantenpressung nicht zu gross ist. Letztere wird durch die kleinen Zahlen angegeben, und zwar bedeutet:

¹ grösste Pressung auf 1 qm: bis 4 kg. ² grösste Pressung auf 1 qm: 4 bis 7 kg. ³ grösste Pressung auf 1 qm: 7 bis 11 kg.
⁴ " " " 1 " 14 " ⁵ " " " 1 " 14, 21 " ⁶ " " " 1 " 21 " 28 "