

2. Abschnitt.

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und Rampen-
Anlagen.

1. Kapitel.

S t ü t z m a u e r n .

Von E. SPILLNER.

Unter der Bezeichnung »Stützmauern« umfasst man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche bestimmt sind, Terrain vor dem Abrutschen zu bewahren. Häufig unterscheidet man einzelne Kategorien von Stützmauern, je nachdem diese bestimmt sind, gewachsenen oder aufgeschütteten Boden abzustützen. Die Benennung derselben ist keine ganz fest stehende; indessen ist doch folgende Unterscheidung die am meisten verbreitete, welche im Nachstehenden fest gehalten werden soll.

124.
Verschiedenheit
der
Anlage.

1) Stützmauern sind Mauern, welche den Druck von aufgeschüttetem Materiale auszuhalten haben,

2) Futtermauern solche, welche den gewachsenen Boden stützen, und

3) Verkleidungsmauern solche, welche nur den Zweck haben, sonst festes Gestein vor Verwitterung zu schützen.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir noch hinzuziehen:

4) Steinbekleidungen, d. h. solche Abpflasterungen, welche bestimmt sind, die Böschung von künstlichen Erdschüttungen (Dämmen etc.) zu befestigen.

Der Architekt wird sich mit sämtlichen vier Anlagen da zu beschäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Terrain in ein horizontales zu verwandeln.

Ist ab die Neigung eines gegebenen Grundstückes, so lässt sich die Horizontalebene auf verschiedene Weise herstellen:

1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöstem Boden herstellt (Fig. 122),

Fig. 122.

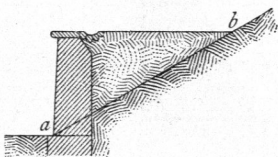


Fig. 123.

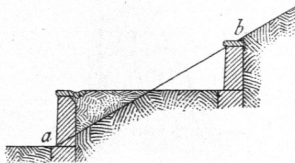


Fig. 124.

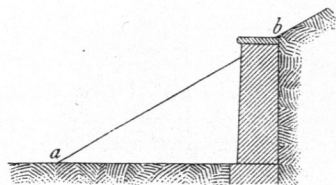
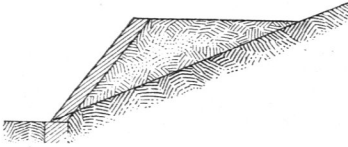


Fig. 125.



2) indem man Auftrag und Abtrag auszugleichen fucht (Fig. 123) und

3) indem man die Horizontale nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 124).

In Fig. 122 hat man bei a eine Stützmauer, in Fig. 123 bei a eine Stützmauer, bei b eine Futtermauer, in Fig. 124 bei b eine Futtermauer.

Ist das Terrain ab ein felfiges, so genügt in Fig. 123 u. 124 bei b eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 122

nach vorn eine flachere Böschung (Fig. 125), die jedoch noch immer so steil ist, daß der aufgeschüttete Boden ohne Schutz rutschen würde, so hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die horizontale Terrainfläche in Fig. 122 bis 125 nennt man eine »Terrasse«. Wird eine Berglehne so umgestaltet, daß anstatt der früheren Steigung sich mehrere derartige Horizontalebene ergeben, so nennt man sie eine »terrassirte«. Die Terrassen werden im folgenden Kapitel besprochen werden.

Die Aufgabe, solche Mauern zweckmäßig zu construiren, ist eine keineswegs leichte, da hierbei die verschiedenartigsten Factoren zu beachten sind. Ja, wir dürfen behaupten, daß bei keiner Art von Bauwerken so viele Einstürze vorkommen, als gerade bei den vorliegenden. Namentlich ist dies bei den Futtermauern der Fall. Hat man bei trockener Jahreszeit die Abgrabung gemacht, und sieht, wie die Bergwand lothrecht da steht, so läßt man sich leicht dazu verführen, die Futtermauer recht schwach anzunehmen oder gar nur eine Verkleidung anzubringen. Kommt aber der Winter und füllen sich die Wasseradern des Berges, so setzen sich die scheinbar so festen Schichtungen in Bewegung; die Mauer hat den vollen Erd- druck auszuhalten, auf den sie nicht berechnet war, und stürzt ein.

Zunächst hat man sich also die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Methoden der Berechnung derartiger Mauern sind zahlreiche und zum Theil sich widersprechende. Da aber Stützmauern von bedeutender Höhe nicht in das Gebiet des Architekten, sondern das des Ingenieurs fallen, so werden dem ersteren empirische Formeln Resultate von ausreichender Genauigkeit geben.

a) Mauerstärke.

1) Stärke der Stützmauern. Ist h die gegebene Höhe einer Stützmauer und b die gesuchte mittlere Stärke derselben, so nehme man in einfachen Fällen:

α) für gut construirt und sorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, horizontal gelagerter Hinterfüllung

$$b = \frac{2}{7} h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Construction und nicht zu nasser Hinterfüllung

$$b = \frac{1}{3} h;$$

Fig. 126.

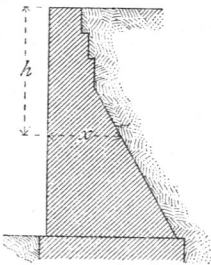


Fig. 127.

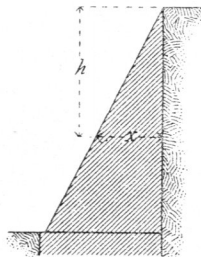
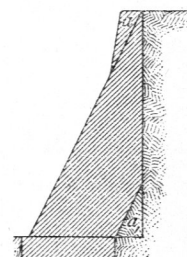


Fig. 128.



γ) bei einem thonigen oder lehmigen Hinterfüllungsmaterial, das in Folge von Nässe oder Quellenbildung dem Abrutschen ausgesetzt ist,

$$b = \frac{3}{7} h.$$

Etwas genauere Resultate für im Trockenem und am Waffer stehende Stützmauern bis zu 10 m Höhe geben *Intze's* Formeln¹⁵³⁾. Für eine an der Rückseite abgetreppte oder abgeböchte, an der Vorderseite vertical oder mit geringer Neigung ($\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$) ausgeführte Mauer (Fig. 126) ergibt sich die Mauerstärke x in der beliebigen Tiefe h unter der Kronenhöhe:

α) bei nassem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,4 h + 0,016 h^2;$$

β) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,32 h + 0,011 h^2.$$

Für eine Mauer mit lothrechter hinterer Begrenzung (Fig. 127) ergibt sich:

γ) bei nassem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,38 h + 0,006 h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,301 h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterschneidung (Fig. 128) können als bloße Modificationen des vorigen Profiles angesehen werden, welche sich ergibt, wenn für das aus praktischen Rücksichten an der Vorderseite erforderliche Profilstück a ein nahezu eben so großes Stück a_1 an der Hinterseite weggeschnitten wird.

Für ein Profil, welches an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ geböcht, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

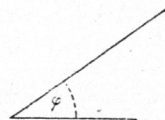
Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberfüllung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44
Meter.	Meter.								

Bei eingehenderen Untersuchungen hat man den natürlichen Böschungswinkel φ (Fig. 129) in Rechnung zu ziehen. Es ist dies derjenige Winkel, unter welchem sich die lose aufgeschüttete Hinterfüllungs-erde abböcht. Mittelwerthe dieses Winkels sind für

trockenen Thon oder Lehm	nassem Thon oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Wasser	
$\varphi = 45$	17	26	30	0 Grad.	Fig. 129.

Auf Grundlage des Art. 318 bis 322 (S. 274 bis 277) in Theil I, Band 1 dieses »Handbuches« läßt sich eben so, wie bei einem Tonnengewölbe (siehe ebendaf. Art. 471, S. 439 u. Art. 479, S. 447), im Profil einer Stütz-, bzw. Futtermauer die



¹⁵³⁾ In: Deutsche Bauz. 1875, S. 232.

Stützlinie ermitteln; auch hier ist dieselbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Resultierende aus allen auf einen Mauerquerschnitt wirkenden äußeren Kräfte diesen Querschnitt schneidet.

Mauern von gleichem Widerstande (d. h. solche, deren Stärke an jedem Punkte dem Erddrucke entspricht) erhält man bei nahezu horizontal abgeglicherer Hinterfüllung nach Zimmermann¹⁵⁴⁾, wenn man die Construction so wählt, daß sämtliche horizontale Lagerfugen von der Stützlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels geschnitten werden. Das Profil solcher Mauern ermittelt man am einfachsten auf graphischem Wege, wobei *a priori* betreffs der Wirkungsweise des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden: α) daß der Erddruck in $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe angreife und β) daß der Erddruck mit der Hinterfläche der Mauer den Winkel $\lambda = 90^\circ - \varphi$ bilde. Bezeichnet man die Basisbreite der Mauer mit x , mit h wieder deren Höhe, so gilt hierfür die Formel

Fig. 130.

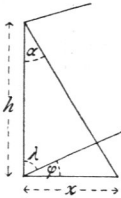
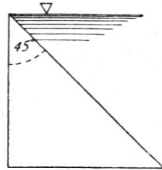


Fig. 131.



$$x = h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \text{ oder } x = h \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2}.$$

Bezeichnet man außerdem den Winkel, welchen die hintere Mauerfläche mit der Verticalen bildet, mit α , so ist

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält also die Basisbreite zu einer beliebigen Höhe h , indem man an h den Winkel $\alpha = \frac{\lambda}{2}$ anträgt (Fig 130 u. 131).

In Fig. 130 ist für die Hinterfüllung $< \varphi = 26$ Grad angenommen; man hat also $\alpha = 32$ Grad anzutragen. In Fig. 131 ist Wasser die Hinterfüllung, mithin $\alpha = 45$ Grad.

Wird außer der im Profile überall gleichmäßigen Stabilität auch eine gleichmäßige Vertheilung des Lagerdruckes verlangt, was bei comprimierbarem Untergrunde der Fall sein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützlinie möglichst in die Mitte fällt. Dies wird nach Zimmermann¹⁵⁴⁾ beim

Fig. 132.

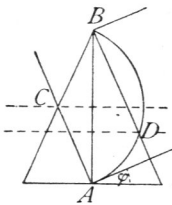


Fig. 133.

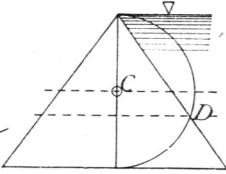
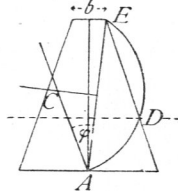


Fig. 134.



Profil des gleichschenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte A (Fig. 132 u. 133) der Mauerbasis die Senkrechte zur natürlichen Böschung bis zum Schnittpunkte C mit einer Horizontalen in halber Mauerhöhe und beschreibe aus C einen Kreis durch die Spitze B der Mauer (derselbe geht natürlich zugleich durch A); dieser schneidet die in $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe gezogene Horizontale in einem Punkte D der Hinterfläche. D ist zugleich Angriffspunkt

des Erddruckes. Hiermit ist die Neigung der Hinterfläche und, da die Vorderfläche dieselbe Neigung gegen die Verticale hat, das ganze Mauerprofil bestimmt.

Wie aus Fig. 132 u. 133 ersichtlich, wird in diesem Falle der Querschnitt wesentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Stabilität verlangt wird.

Will man das Princip der durchweg gleichen Widerstandsfähigkeit verlassen und nur einen auf die horizontale Mauerbasis gleichmäßig vertheilten Druck erreichen, so muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 134) die obere Breite b beliebig an, vielleicht nach der Breite der Deckplatten oder bei höheren Mauern $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ der Höhe. Dann verbinde man A mit E und trage in A an AE den Winkel φ an; errichte in der Hälfte von AE die Senkrechte und schlage um C als Mittelpunkt einen Kreis durch E und A . Eine Horizontale in der Höhe $\frac{h}{3}$ wird von diesem in D geschnitten. Verbindet man E mit D , so erhält man die Hinterfläche der Mauer und symmetrisch dazu auch die Vorderfläche.

Den Trockenmauern giebt man (nach *v. Kaven*¹⁵⁵⁾ $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ der Stärke von Mörtelmauern.

¹⁵⁴⁾ In: Deutsche Bauz. 1881, S. 430.

¹⁵⁵⁾ Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven*¹⁵⁵⁾ ihre obere Stärke d , wenn h ihre sichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

127.
Stärke
der
Futtermauern.

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,17 h.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung H (d. h. wenn das natürliche Terrain ansteigt) gilt die Formel

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,27 h - 0,1 h \left(1 - \frac{H}{3h} \right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ geböschet, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberhöhung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,68	0,78	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99

Meter.

Meter.

Handelt es sich um Futtermauern vor Abgrabungen, in denen erhebliche Bewegungen bereits angefangen haben, so sind die Stärken nach obigen Formeln nicht genügend. Wie dieselben alsdann zu bemessen sind, dafür läßt sich eine allgemeine Regel nicht geben. In folchem Falle bleibt nichts übrig, als zu probiren und eine etwa zu schwach ausgefallene Futtermauer durch Strebepfeiler abzustützen.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieselben folgende Maße:

128.
Stärke
der
Verkleidungs-
mauern.

bis 2 m Höhe: 0,4 m, gleiche Stärke,

von 2 bis 6 m Höhe: 0,6 m, gleiche Stärke,

über 6 m Höhe: obere Stärke 0,7 m, untere Stärke $0,7 \text{ m} + \frac{h}{10}$.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdauffschüttungen. Dieselbe ist abhängig von der stärkeren oder geringeren Neigung der Böschung und von dem Schüttungsmateriale des Erdkörpers, so daß sich auch hier allgemeine Regeln nicht geben lassen.

129.
Stärke
der Stein-
bekleidungen.

Bei vorsichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Materiale kann man $1\frac{1}{2}$ -malige, selbst $1\frac{1}{4}$ -malige Böschungen¹⁵⁶⁾ ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1-maligen

¹⁵⁶⁾ Die schrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böschungen. Ist ein Punkt einer Erdböschung vom Böschungsfuß vertical gemessen 1 m, horizontal gemessen 1 m, $1\frac{1}{4}$ m, $1\frac{1}{2}$ m... entfernt, so sagt man, der Erdkörper habe 1-, $1\frac{1}{4}$ -, $1\frac{1}{2}$ -... malige Böschung. (Vor Einführung des Metermaßes war die Bezeichnung 1-, $1\frac{1}{4}$ -, $1\frac{1}{2}$ -... füßige Böschung üblich, die man auch jetzt noch vorfindet.)

Böschung wird in der Regel sofortige Rafenbekleidung genügen. Bei noch steilerer Böschung ist die letztere durch Steinbekleidung zu schützen, welche man bei $\frac{1}{2}$ -maliger Böschung bereits vollständig als Stützmauer zu behandeln und zu berechnen hat.

b) Construction und Ausführung.

130.
Wahl
des
Materials.

Bei der Wahl des Materials hat man in erster Linie darauf zu sehen, daß dasselbe, besonders zu der äußeren Ansicht, wetterbeständig sei. Hygrokopisches Material ist möglichst zu vermeiden, da sich die Feuchtigkeit des Berges oder der Schüttung in dasselbe hineinzieht und starker Frost nach und nach eine Zerstörung herbeiführt. Besonders gefährlich ist dies bei Bekleidung mit Marmor. Backsteinmauern, wenn sie nicht durch und durch von sehr hart gebrannten Steinen angeführt sind, bekommen bald ein scheckiges, häßliches Aussehen. Bei werthvollem und empfindlichem Materiale wird man gut thun, nicht allein die obere Fläche mit Asphalt abzudecken, sondern auch die ganze Hinterseite in Cement zu fugen und mit einem Gemisch von Goudron und Theer zu streichen. Will man noch weiter gehen, so legt man eine Luftschicht ein, wie dies z. B. bei der Stützmauer des Curgartens in Burtcheid (Fig. 144 u. 145) geschehen ist, wo außerdem auch Asphaltabdeckung angewendet wurde.

131.
Fugenschnitt.

Ist die Mauer nach außen geböschet, so wird der Fugenschnitt normal zur Böschungsfäche gestellt. Dies ist auch in statischer Beziehung dann zu empfehlen, wenn, wie bei den meist üblichen Profilen mit lothrechter Hinterwand, die Stützzlinie annähernd parallel zur Böschungsfäche geht. Ist bei derartigen Profilen die Ansichtsfäche stark geneigt, so daß an der Hinterfäche ein zu starker Verhau des Materials stattfinden müßte, so wird der Fugenschnitt in der vorderen Hälfte der Mauer senkrecht zur Vorderfront, in der hinteren Hälfte senkrecht zur Hinterfront gestellt, so daß sich also in der Mitte der Mauer ein Knick in der Lagerfuge bildet. Eine stärkere Neigung als $\frac{1}{5}$ giebt man nicht gern, da bei horizontaler Fuge die Ansichtsfäche zu spitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewassers zu sehr begünstigt wird.

132.
Befestigung
des
Fusses.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Kategorien ist zunächst auf Sicherung des Fusses zu achten. Stets muß die Mauer etwas in den gewachsenen Boden vertieft werden, selbst wenn dieser aus festem Felsen besteht, da sonst leicht ein Abgleiten stattfindet. Bei Lehmboden und anderen Erdarten, eben so bei Feuchtigkeit aufnehmendem Gestein, ist für die Fundamentstärke die frostoffreie Tiefe maßgebend.

133.
Entwässerung.

Vor Errichtung von Futtermauern ist zu untersuchen, ob die Bergwand etwa quellig ist. In diesem Falle ist eine Trockenmauer, in Moos gefertigt, praktischer, als eine in Mörtel ausgeführte, da erstere das Bergwasser ungehindert hindurchtreten läßt. Oft kann man durch Drainiren eine genügende Abtrocknung des Terrains herbeiführen, wobei man dann die Hauptdrains durch die Futtermauer zu führen hat.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abständen schmale Schlitz, deren Sohle in Cement oder Hausstein abgewässert wird.

Um ein Verschlammen derselben zu vermeiden, werden die Oeffnungen an der Hinterseite bei der Aufmauerung zuerst mit grobem Geröll, dann mit Kies umpackt (siehe Fig. 149, S. 130).

Hat man auf die Schönheit Rücksicht zu nehmen, so ist die Anwendung von Schlitzten weniger zu empfehlen, da sich unterhalb derselben schmutzige Stellen, im Winter auch Eisablagerungen bilden. Alsdann muß man die Hauptdrains durch das Fundament führen und vor der Mauer einen gedeckten Canal in frostfreier Tiefe anlegen, welcher die Drains aufnimmt.

Bei Stützmauern ist, falls die Schüttung auf abhändigem Terrain ausgeführt werden soll, dieselbe Vorsicht zu beobachten.

Wir geben hierfür als concretes Beispiel die Entwässerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Heffen.

ab ist die Neigung des natürlichen Terrains. In dasselbe sind Sickerfchlitze eingeschnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche sich unter 45 Grad an Hauptfchlitze anschließen. Letztere führen das gefammelte Wasser unter der Stützmauer durch in einen Abzugscanal.

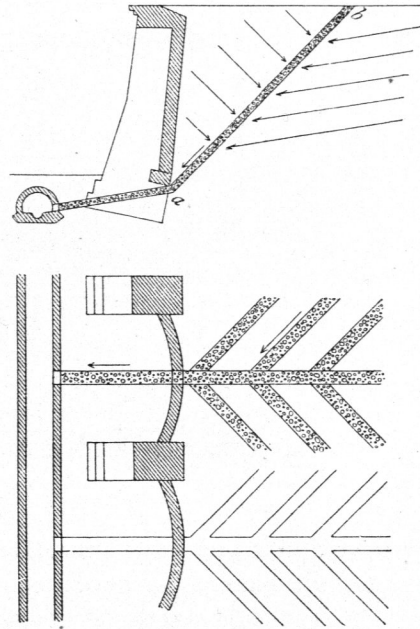
Wir kommen nunmehr zur Gestaltung der Stütz- und Futtermauern in constructiver und architektonischer Beziehung.

Für Stützmauern ist in Deutschland am meisten verbreitet das sog. französische Profil mit lothrechter oder besser unter $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$ geneigter Vorderfläche (Fig. 136). Die Stärke wird in der Mitte zu $\frac{1}{3}$ der sichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abfätze von 1m Höhe eingetheilt. Letztere dürfen nicht zu stark einfpringen, am besten 15 bis 20 cm, da sich sonst die Schüttung beim Setzen an den Abfätzen aufhängt und so permanent Erdrisse und Verfackungen im Plateau sich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäfsig nach hinten abgewässert.

Die architektonische Ausbildung derartiger Mauern ist eine sehr beschränkte. Allenfalls kann man, um die großen Flächen zu beleben, einige Pfeiler hervorziehen, die in so fern auch constructiv begründet sind, als dadurch die Standfähigkeit der Mauer erhöht wird (siehe Fig. 138); den Hauptschmuck wird stets eine reichere Brüstung bilden.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß das französische Profil rationeller und sparsamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke

Fig. 135.



Stützmauer am Bahnhof Malsfeld¹⁶¹⁾. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

134.
Stützmauern
mit
französischem
Profil.

Fig. 136.

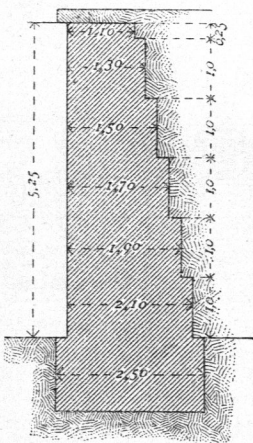


Fig. 137.

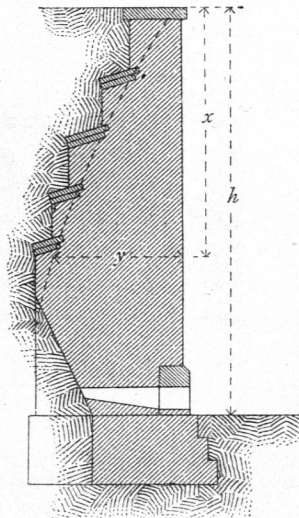
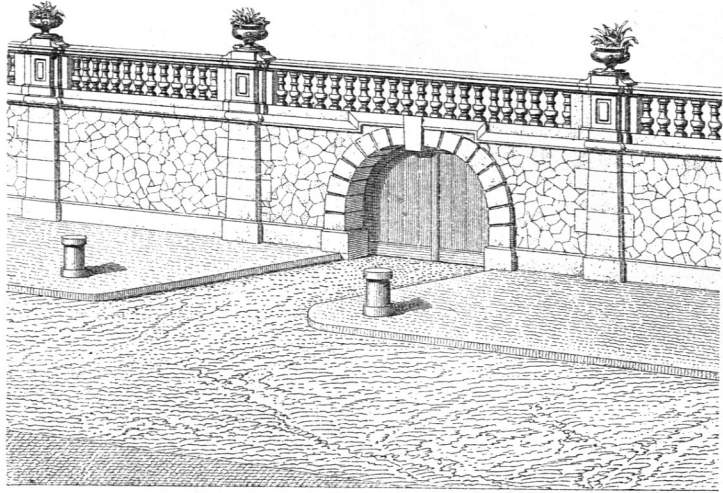


Fig. 138.



Von einer Villa in Palavas¹⁵⁷⁾.

derartiger Stützmauern mit lothrechter Vorderfläche, nach der sich eine Begrenzungcurve für die hintere Fläche derselben ergibt, hat *J. W. Schwedler*¹⁵⁸⁾ aufgestellt.

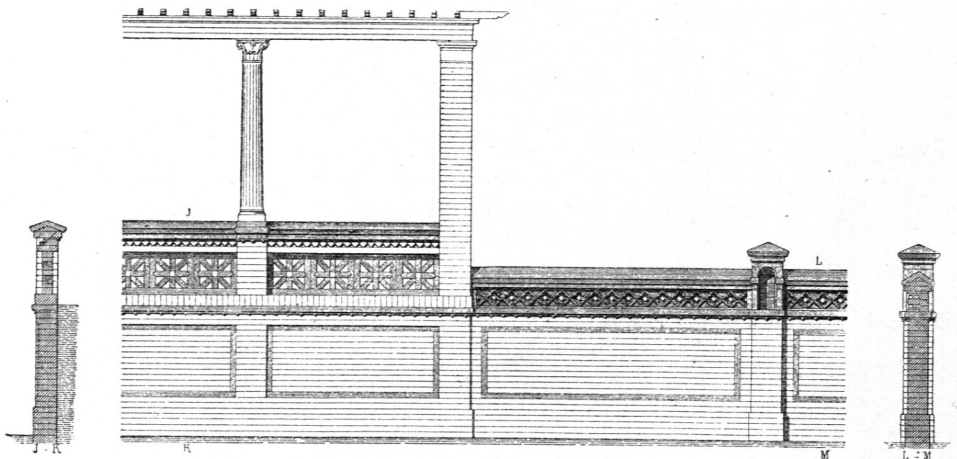
Die Formel giebt eine variable Stärke der Futtermauer (Fig. 137)

$$y = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{3h - 2x}{h + x}},$$

worin h die frei stehende Höhe der Mauer und x den Abstand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derselben bedeutet. Nahezu das Maximum der Stärke liegt auf $\frac{1}{3}h$ von unten, und zwar wird hier $y = \text{rot. } \frac{1}{3}h$. Die Abätze an der Hinterseite sollen so angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungcurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Eine reizvolle Fortsetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedung der Villa

Fig. 139.



Von der Villa v. d. Heydt bei Berlin¹⁵⁹⁾.
ca. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

¹⁵⁷⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 150.

¹⁵⁸⁾ Vergl.: *Zeitchr. f. Bauw.* 1871, S. 280.

¹⁵⁹⁾ Nach: *Zeitchr. f. Bauw.* 1863, Bl. 9.

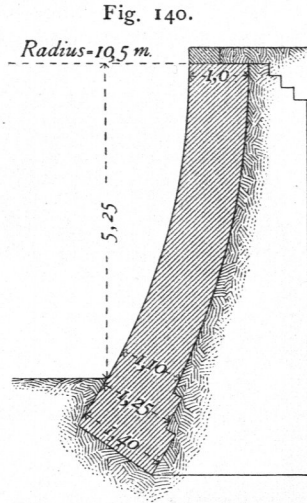
v. d. Heydt bei Berlin in Fig. 139; die geringe Stärke der Stützmauer ist so zu erklären, daß die Schüttung nur auf eine kurze Strecke die angedeutete Höhe von 1,65 m hat.

Fig. 140 zeigt ein in England gebräuchliches, gekrümmtes Profil, dessen Stärke gewöhnlich gleich $\frac{1}{5}$ der Höhe genommen wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens befindet sich meistens in der durch die obere Mauerkante gezogenen Horizontalen, und der Radius ist etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abständen von 3 bis 5 m sind Strebepfeiler angeordnet.

Neuerdings sind Profile mit hinterer Unterschneidung sehr beliebt (Fig. 137). Indessen ist die hierdurch erzielte Material-Ersparnis im aufgehenden Mauerwerk keine bedeutende, dafür die Herstellung schwieriger; auch hat man in einigen Fällen ungünstige Erfahrungen hiermit gemacht. Oekonomischen Werth haben die Unterschneidungen nur bei kostspieligen Fundirungen, da die Material-Ersparnis hauptsächlich die Fundamente betrifft und die Basisbreite erheblich reducirt wird ¹⁶⁰⁾.

Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwischen gespannten stehenden Gewölben sind mehrfach ausgeführt, stellen sich bei theurerer Fundamentirung billiger,

135.
Stützmauern
mit engl.
Profil.

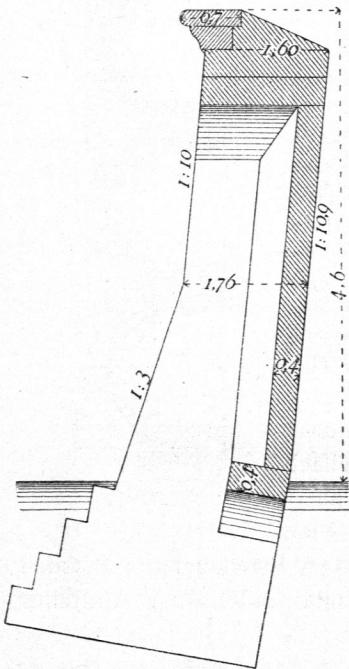


136.
Stützmauern
mit Unter-
schneidung.

137.
Stützmauern
mit Pfeiler-
Construction.

Fig. 141.

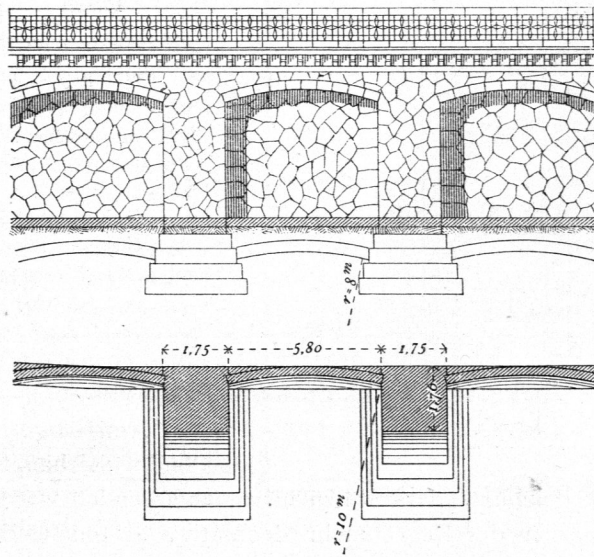
Querschnitt.



$\frac{1}{15}$ n. Gr.

Fig. 142.

Ansicht und Grundrifs.



$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld ¹⁶¹⁾.

¹⁶⁰⁾ Vergl.: Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.

¹⁶¹⁾ Nach.: Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 447. — Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

als massive, und haben sich gut bewährt, z. B. bei der unterirdischen Eisenbahn in London. Wir geben in Fig. 141 u. 142 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

Der äußerst ungünstige Baugrund bedingte eine Construction von großer Stabilität mit möglichst geringen Mauermaffen. Das stehende Gewölbe soll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen; das untere dient dem stehenden zur Stütze.

Eine ähnliche Construction zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 146 bis 148); nur ist hier eine schwache Abschlußwand vor den Nischen vorgesehen.

Es ist klar, daß sich derartige gegliederte Mauern in architektonischer Hinsicht am meisten empfehlen, weil sie eine lebendige Schattenwirkung geben.

Eine der interessantesten Stützmauern ist in dieser Beziehung die des Curgartens in Burtfeld bei Aachen, 1876 von *Middeldorf* erbaut.

Wie Fig. 143 bis 145 zeigen, sind die zwischen den Pfeilern gespannten Gewölbe zur Formirung von offenen Nischen benutzt, welche den Curgäften bei schlechtem Wetter eine Zuflucht bieten. Die Höhe der ganzen Mauer beträgt 5 m; die Gewölbe der Nischen sind außer der 12 cm starken Verblendung und 5 cm starken Luftschicht 38 cm dick.

Apsisartige Nischen sind überhaupt vielfach

zur Belebung der Stützmauern angewendet worden, allerdings in der Regel mehr decorativ, als constructiv. Eine große Auswahl derartiger Mauern findet man im Park von Sanssouci bei Potsdam; dort dient meistens die in der Mitte der Mauer angebrachte Nische zur Aufstellung einer Figur oder einer Fontaine.

Andere architektonische Ausbildungen werden noch in den folgenden Kapiteln bei Besprechung der Terrassen und der Freitreppen vorzuführen sein.

Zu Futtermauern eignen sich von den vorstehend aufgeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Terrain wesentlich unterchnitten werden

Stützmauer im Curgarten zu Burtfeld. — 1/30 n. Gr.

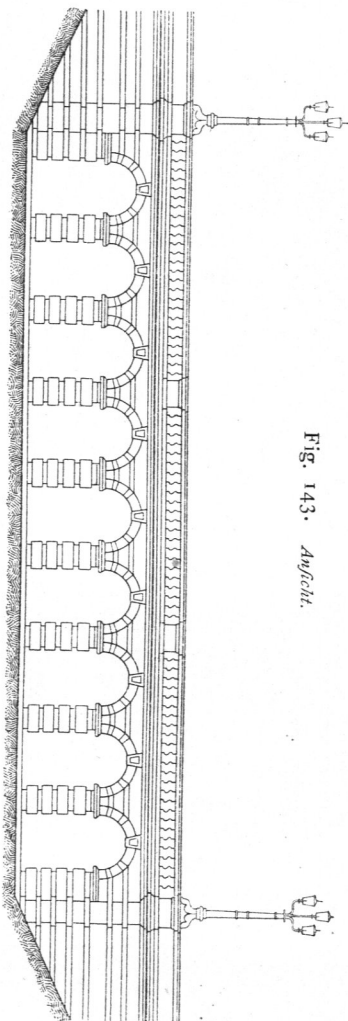


Fig. 143. Aufsicht.

Fig. 144. Querschnitt.

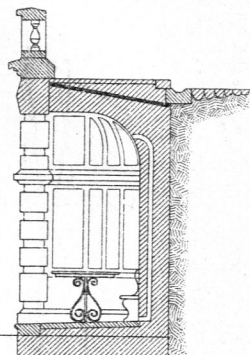
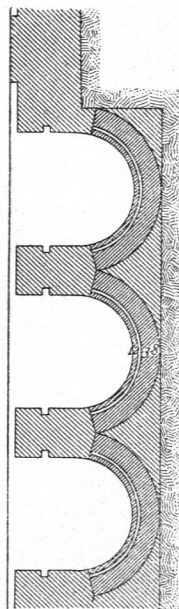


Fig. 145. Grundriss.



1/15 n. Gr.

Fig. 146.
Ansicht.

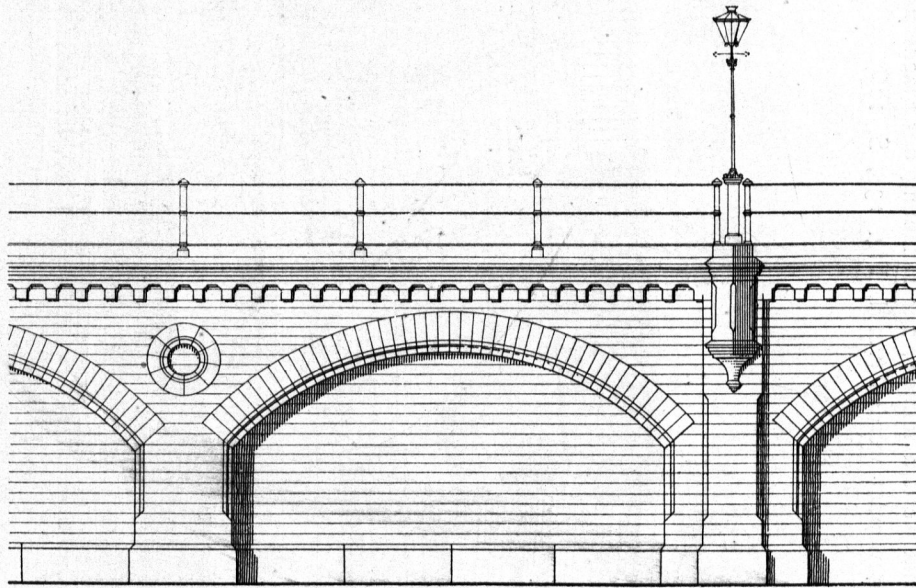


Fig. 147.
Querschnitt.

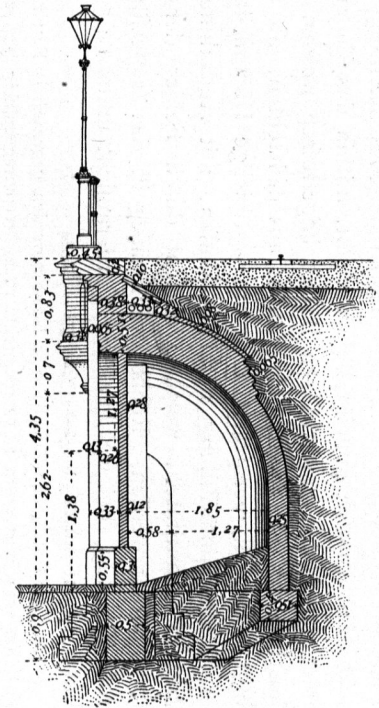
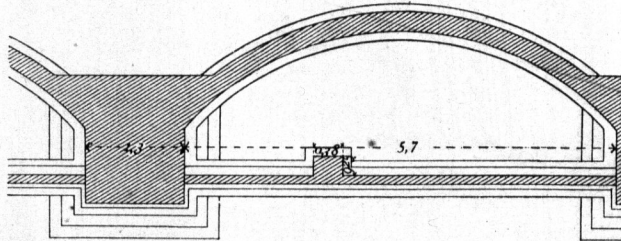


Fig. 148.
Grundriss.

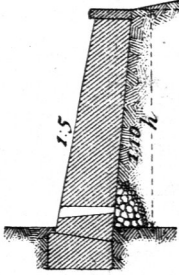


1/100 n. Gr.

Stützmauer am Centralbahnhof Hannover.

müßte, wie z. B. Fig. 126, 130 u. 132. Hier empfehlen sich die Profile mit lothrechter, bzw. geböschter Hinterwand, wie Fig. 127, 128, 137 u. 140 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart so beschaffen ist, daß sie bei der Ausschachtung lothrecht oder schwach geneigt stehen bleibt, mithin das Mauerwerk direct gegen den gewachsenen Boden angestossen werden kann. Man braucht also nicht mehr Boden auszufachten, als unbedingt nöthig ist, vermeidet auch die kostspielige Hinauffschaffung der für die Hinterfüllung nöthigen Massen, mit Ausnahme von geringen Quantitäten, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nöthig werden. Recht zweckmäÙig ist das trapezförmige Profil Fig. 149, bei welchem die Vorderansicht unter 1 : 5, die Hinteransicht unter 1 : 10 geneigt ist.

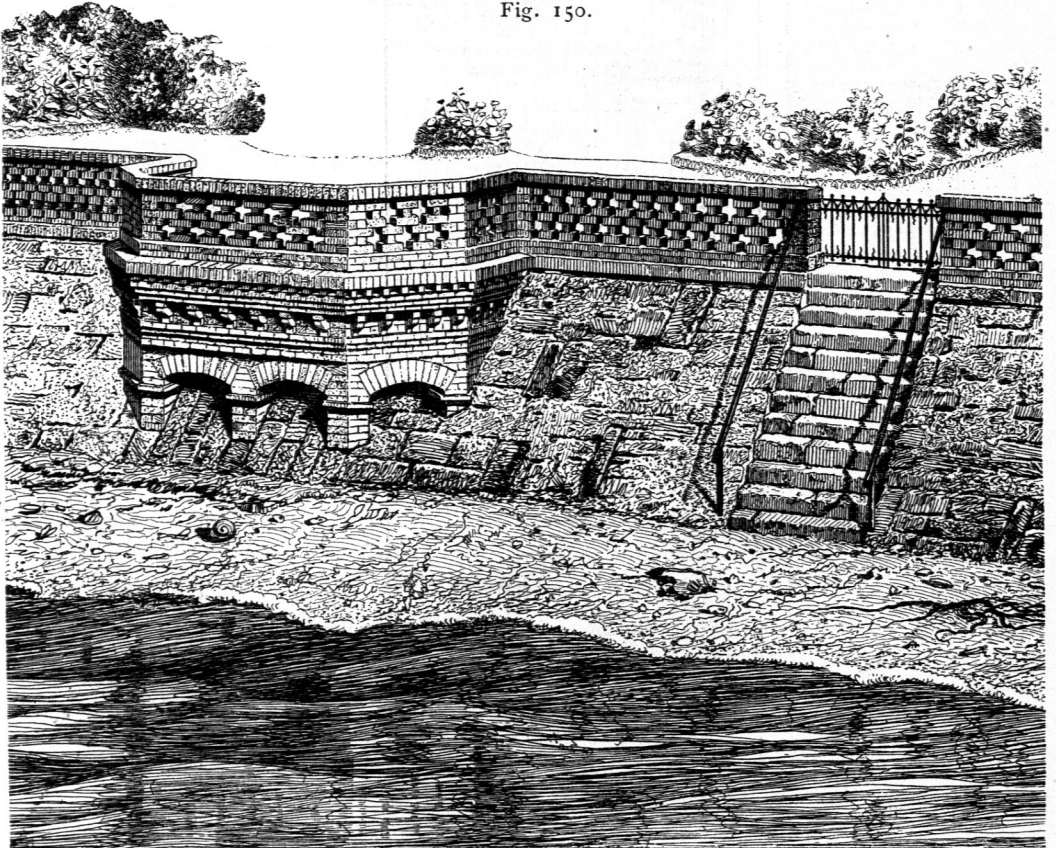
Fig. 149.



Auf der Untergrund-Eisenbahn in London werden gegenwärtig Futtermauern von Béton ausgeführt, vorn 1 : 12 geböschet, rückwärts unregelmäßig begrenzt und dem Terrain genau sich anschließend. Hierbei wird der Vortheil erreicht, daß hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Terrains, des Straßenspflasters etc. Anlaß geben könnten, verbleiben.

Die architektonische Ausbildung wird bei dieser Gattung von Mauern auf die des Brüstungsgeländers beschränkt werden müssen; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorsprünge angewendet werden (vergl. Fig. 138, S. 126).

Fig. 150.



Von einer Villa in Houlgate.

(Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 51.)

Die Verkleidungsmauern unterscheiden sich von den Stützmauern nur durch die geringere Stärke; im Uebrigen sind Construction und Gestaltung die gleichen.

139.
Verkleidungen.

Ueber Steinbekleidungen ist dem in Art. 129 (S. 123) Gefagten nichts weiter hinzuzufügen. Architektonisch belebt man dieselben, wie Fig. 150 zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Erkern etc.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu fagen. Die sicherste Construction kann gefährdet werden, wenn, wie sehr häufig, die Hinterfüllung leichtfinnig betrieben wird. Hier ist die Schüttung in einzelnen Lagen durchaus erforderlich, von denen jede bereits eine gewisse Consistenz erlangt haben muß, ehe die folgende darauf gebracht wird. Je fester und je lagerhafter die Hinterfüllung ausgeführt wird, desto weniger Schub wird sie ausüben und um so weniger Nacharbeiten werden später durch Zusammenfinken derselben erforderlich werden. Soll das Plateau oberhalb der Mauer mit Pflaster oder Plattenbelag versehen werden, so wird man gut thun, das vollständige Setzen des Erdbodens abzuwarten. Ist dies nicht zulässig, so ist durch Stampfen der einzelnen Auftragschichten für möglichste Comprimirung zu sorgen.

140.
Hinterfüllung.

Literatur

über »Stützmauern«.

- CUNO. Die Steinpackungen und Futtermauern der Rhein-Nehe-Eisenbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1861, S: 613.
- Types des murs de soutènement du chemin de fer de Lyon à Avignon. Nouv. annales de la const.* 1869, S. 60.
- REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.
- SCHMITT, E. Der Erdkunnstbau auf Straßen und Eisenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchlässe. Leipzig 1871.
- SARRAZIN. Ueber Ausführung schiefer Gewölbe, desgl. Futtermauern mit Unterschneidungen an der hintern Seite derselben. Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.
- SCHMITT, E. Empirische Formeln zur Bestimmung der Stärke der Futtermauern. Zeitschr. d. öst. Ing.-u. Arch.-Ver. 1871, S. 336.
- NOWACK. Ein Beitrag zur Construction der Futtermauern mit lothrechter Vorderfläche. Deutsche Bauz. 1872, S. 246.
- TATE, J. S. *Surcharged and different forms of retaining walls.* London 1873.
- HÄSELER, E. Beitrag zur Construction der Futter- und Stützmauern. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1873, S. 36.
- KECK. Vergleichung einiger trapezförmiger Futtermauer-Profile. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1874, S. 395; 1875, S. 347.
- KAVEN, A. v. Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.
- ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmässigste Form einer Stützmauer. Civiling. 1875, S. 159.
- INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalsperren. Deutsche Bauz. 1875, S. 232, 243, 252.
- GRÜTTEFIEN. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutsche Bauz. 1877, S. 222.
- BAUMEISTER, R. Allgemeine Constructionslehre des Ingenieurs. Ausgearbeitet von E. v. FELDEGG. II. Theil. Theorie des Erddrucks, Stützwände gegen den Erddruck. Karlsruhe 1878.
- HOLLSTEIN's patentirte offene Stützmauern mit horizontaler Bodensfützung. Deutsche Bauz. 1878, S. 243.
- KÜLP. Ueber vortheilhafte Anlagen von Futtermauern an Gehängen. Zeitschr. f. Baukde. 1878, S. 507.
- FOEPL, A. Ueber die zweckmässigste Construction der Stützmauern. Civiling. 1878, S. 577.
- KREUTER, F. Graphische Construction eines Stützmauer-Profils. Deutsche Bauz. 1879, S. 366.
- Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutsche Bauz. 1879, S. 512.

WILCKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofe Malsfeld. Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

DUBOSQUE, J. *Etudes théorétiques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts en maçonnerie.* 2^e édit. Paris 1881.

CRUGNOLA, G. *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua.* Turin 1882.

2. Kapitel.

Terraffen und Perrons.

VON FRANZ EWERBECK.

a) Terraffen.

141.
Theile.

Terraffen sind horizontale, gewöhnlich an Abhängen oder vor Gebäuden hergestellte Plattformen, oft in mehrfacher Wiederholung stufenartig hinter einander zurücktretend, oft auch nur in einmaliger Anlage. Sie bestehen demnach aus einer horizontalen Fläche, dem Plateau, und aus einer verticalen, bezw. geneigten (geböschten oder dofirten) Fläche, welche je nach der Beschaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zweck der Terrasse aus Erde, aus gewachsenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Combination verschiedenartiger Materialien hergestellt sein kann¹⁶²⁾. Die Verbindung zweier Terraffen-Plateaus wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verschiedenartigsten Materialien bestehen können.

142.
Historisches.

Die Terrasse spielt schon seit uralten Zeiten eine hervorragende Rolle in der Baukunst, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Topes oder Stüpes der Hindus, den Teocallis der Mexicaner und Peruaner, den Opferstätten der Assyrier, Babylonier (Tempel des Belus zu Babylon) und Perfer, sondern auch bei den Palästen und Wohngebäuden der Könige und Großen letztgenannter Völker, wie die Palaß-Ruinen zu Persepolis und anderer Gegenden beweisen. Die Terrasse sollte diese Bauwerke nicht allein gegen Ueberschwemmungen sicher stellen, sondern zugleich die Bedeutsamkeit derselben, den tiefer liegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle spielen die Terraffen ferner in der Gartenbaukunst. Die berühmten schwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Substructionen getragene Terraffen-Anlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit schattigen Laubgängen, Statuen, Balustraden, Wasserkünsten etc. geschmückten Terraffen sehr häufig (Praeneste, Tivoli). Im Mittelalter sind sie selten und kommen wohl nur bei einigen Schloß-Anlagen der spätesten Zeit vor; auch haben sie hier mehr fortificatorischen Zweck, als den, zur Verschönerung des Schloffes, bezw. Gartens beizutragen oder deren Annehmlichkeiten zu vermehren. Zu ihrer vollen Geltung kommen sie dagegen in der Periode der Renaissance, besonders in Italien; beruht doch der Ruf, welchen viele Villen-Anlagen dieses Landes besitzen, zum großen Theile auf der geschickten Combination zwischen Villa, Terrasse und Garten. Derartige Terraffen, vielfach in Verbindung mit breiten Doppelrampen und Freitreppen, setzen allerdings schon eine sehr umfangreiche Anlage voraus. Berühmt sind diejenigen der Villa *d'Este* bei Tivoli, der Villa *Madama* und der *Farnesina* zu Rom und die von *Bramante* ausgeführte, jetzt leider verbaute Terrasse mit grandiofer Doppeltreppe im großen Hofe des Vatican zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terraffen-Anlagen von St. Cloud, Versailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neueste Beispiele diejenigen des *Trocadéro*-Palastes zu Paris und des *Château d'eau* zu Marseille rechnen kann; in Deutschland die Terrasse des Heidelberger Schloffes, die *Brühl'sche* Terrasse in Dresden, so wie die Cascaden-Terraffen von Sanssouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Cassel. Eine herrliche, großartige Terraffen-Anlage ist neuerdings auch in Florenz zur Ausführung gebracht,

¹⁶²⁾ In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen »Terraffen« auch jene hoch gelegenen Plattformen bezeichnet, welche über Thürmen und anderen Gebäuden durch ganz flach hergestellte Dächer gebildet werden. Für diese empfiehlt sich die Bezeichnung »Altan«, welche auch für andere mit den »Balcons« verwandte Anlagen (siehe Theil III, Bd. I, Abth. III, Abschn. 1, D, Kap. über »Balcons und Erker«) gebraucht wird. Altan und Plattform sind nicht zu verwechseln; mit ersterem Begriff ist der des Hochliegens untrennbar verbunden; eine Plattform kann auch ganz niedrig liegen.