

die letzteren beschafft man bei Grundmauern durch die Wandungen der im Erdboden gezogenen Gräben, bei frei stehendem Mauerwerk durch natürliche oder künstliche Steine.

Das in Frage kommende künstliche Dichten der Massen wird durch Stampfen erreicht, weshalb diese Mauerwerke nach dem Französischen oft Pisé-Bauten²⁰⁷⁾ genannt werden, während wir sie hier im Allgemeinen als Stampfmauerwerke bezeichnen. Die Anwendung des Stampfens setzt eine genügende Widerstandsfähigkeit der Formen gegen die durch dasselbe erzeugten Seitendrucke voraus, was bei den durch bloßes Einfüllen oder Eingießen hergestellten Gussmauerwerken nicht in demselben Grade nothwendig ist. Von einem eigentlichen Gießen kann hierbei aber nur bei Gyps und Asphalt die Rede sein, während die übrigen für solche Mauern verwendeten Mörtel-Materialien in einem ziemlich trockenen Zustande eingefüllt werden müssen.

Stampfmauerwerke sind bei Weitem häufiger, als Gussmauerwerke. Im Allgemeinen sind aber jetzt beide Verfahren von einer mehr untergeordneten Bedeutung für den Hochbau, während sie bei den Völkern des Alterthums zum Theile eine hervorragende Rolle spielten. Am wichtigsten ist heutigen Tages der Beton, obgleich er für die Herstellung von aufgehendem Mauerwerk in Deutschland trotz vielfeitiger Bestrebungen auch noch nicht recht festen Fuß hat fassen können, was ihm in England und Frankreich mehr gelungen zu sein scheint.

Aus den für Guss- und Stampfmassen verwendeten Stoffen werden auch künstliche Steine in regelmäßigen Formen hergestellt, welche schon früher (siehe Art. 30 bis 35, S. 47 bis 49) eine zumeist kurze Besprechung fanden.

a) Erd- und Lehm-Stampfbau.

Zur Herstellung der Mauern aus Erd- oder Lehm-Stampfmasse ist jede nicht zu magere oder zu fette, von Pflanzentheilen freie Erde oder entsprechender Lehm verwendbar; doch zieht man den letzteren vor, insbesondere, wenn er mit etwas Kies gemengt ist. Zu magere Masse bindet nicht genügend, eine zu fette bekommt Risse und erschwert die Arbeit. Als Proben für die genügende Bindekraft der Erde erachtet man, daß sie die ihr durch Zusammendrücken in der Hand gegebene Form behält, daß sie in nahezu lothrechten Wänden sich abgraben läßt und nur durch Zerhacken mit dem Spaten oder der Hacke zertheilt werden kann. Eine noch zuverlässigere Probe ist jedenfalls die von *Chabat*²⁰⁸⁾ mitgetheilte, nach welcher man die zu untersuchende Erde in eine parallelepipedische Form von etwa 50 cm Breite und etwas größerer Höhe in der bei Herstellung der Wände üblichen Weise stampft, dann diese zudeckt und an einen geschützten Ort stellt. Nach einer Woche ist die Erde so weit geschwunden, daß die Form sich abheben läßt, und nach einigen Monaten kann man dann untersuchen, ob der Zusammenhang des Erdkörpers sich vermehrt oder verringert hat, wonach die Brauch- und Nichtbrauchbarkeit zu beurtheilen ist.

Das Beimengen von Steinen, auch von Kalksteinen, ist durchaus nicht schädlich, wenn sie nicht die Nußgröße überschreiten; auch die im Lehm sonst vorkommenden Gemengtheile schaden nichts, wenn sie nicht leicht verwitterbar sind; die

²⁰⁷⁾ Das französische Zeitwort *pisier* ist vom lateinischen *pisare* oder *pisere* abgeleitet, welches zerstampfen oder zerstoßen bedeutet.

²⁰⁸⁾ Siehe: *Dictionnaire des termes employés dans la construction etc.* Paris 1881. (Artikel: *Pisé*.)

Erde darf jedoch keinen Humus enthalten, weshalb Acker- oder Gartenerde nicht brauchbar ist.

Vor der Verwendung bedarf die gegrabene Masse einer Vorbereitung, die in einem tüchtigen Durcharbeiten mit dem Spaten, wobei große Steine und Wurzeln ausgelesen werden, so wie mitunter im Durchwerfen durch ein grobes, oft aus Flechtwerk hergestelltes Sieb besteht, welches die Steine, die größer als eine weiche Nuss sind, zurückhält. Diese Arbeit wird am besten unter einem leichten Schuttdache vorgenommen, damit der Boden den für den Stampfbau günstigsten Grad der Feuchtigkeit, den natürlichen, den er beim Graben in ca. 1^m Tiefe hatte, nicht verliert. Deshalb ist es zweckmäßig, an jedem Tage nur so viel Erde vorzubereiten, als an demselben Tage verbaut werden kann. An jedem Tage auch nur so viel zu graben, geht meist nicht an, da der für die Grundmauern und Keller ausgehobene Boden sehr häufig das Material zum Pisé bietet. Zu trockene Masse erhält keinen genügenden Zusammenhang; eine zu nasse läßt sich nicht stampfen, trocknet zu langsam und setzt sich zu stark. Zu trockene Erde muß mit der Gießkanne etwas angefeuchtet werden; zu nasse muß man an der Luft abtrocknen lassen. Den richtigen Grad der Feuchtigkeit erkennt man daran, daß die Erde sich in der Hand zusammendrücken läßt, ohne dabei eine eigentliche Spur von Nässe zu zeigen.

Die richtige Feuchtigkeit der Erde soll man besser, als vorhin angegeben, durch Mengen der zu feuchten mit trockener und der zu trockenen mit feuchter erzielen können. Jedenfalls erfordert dies aber beträchtlich mehr Arbeit und daher mehr Kosten, und es wird dadurch der Hauptvorteil des Stampfbaues, die Billigkeit, verringert. Dasselbe gilt, wenn man zu mageren oder zu fetten Boden durch geeignete Zumengungen verbessern muß, was übrigens trotz sorgfältigen Durcharbeitens nicht immer gute Erfolge liefert; dagegen kann einigermaßen helfen, indem man zu magere Masse etwas nasser, zu fette etwas trockener verbaut. Ein Mengen muß jedenfalls sehr gleichmäßig und innig erfolgen.

Die bisher gemachten Mittheilungen über Pisé entsprechen im Allgemeinen den Ansichten von *Cointeraux* und *Rondelet*²⁰⁹⁾, von welchen Beiden man namentlich dem ersteren die Wiederbekanntmachung und weitere Ausbildung dieser alten Bauweise verdankt, obgleich man seine umständlichen Einrichtungen durch einfachere ersetzt hat. Zu abweichenden Meinungen in Bezug auf das Vorbereiten der Erde oder des Lehmes ist man zum Theile in Deutschland nach den Mittheilungen *Gilly's*²¹⁰⁾ gelangt. Nach demselben ist es allein zweckmäßig, die Erde oder den Lehm durch Annäßen und Treten mit den Füßen in einen Teig zu kneten, dem man dabei kurz gehacktes Stroh zumengt und ihn dann 8 bis 12 Stunden an der Luft abtrocknen läßt. Man soll auf diese Weise auch fette Bodenarten verwerthen können und beim Herstellen der Mauern kein Stampfen in die Formen, sondern nur ein Treten mit nackten Füßen nöthig haben.

Auch in Frankreich scheint man jetzt theilweise zu einer nassen Behandlung der Erde übergegangen zu sein²¹¹⁾, aber dieselbe mindestens 48 Stunden abtrocknen

²⁰⁹⁾ Siehe: Kunst zu bauen. Band I. Aus dem Französischen von C. H. DISTELBARTH. Leipzig und Darmstadt 1833. S. 148 u. ff.

²¹⁰⁾ Siehe: Handbuch der Land-Bau-Kunst. 5. Aufl. bearbeitet von F. TRIEST. Band I. Braunschweig 1831. S. 62 u. ff.

²¹¹⁾ Siehe: NARJOUX, F. *Architecture communale*. Paris 1870. S. 32. (Beschreibung und Abbildung eines auf diese Weise hergestellten Schulhauses.)

zu lassen. Eben so findet sich zur Vermeidung von Rissen das Beimengen von Stroh oder Heu empfohlen²¹²⁾; dagegen hält man am Stampfen mit dem *pisoir*, einem besonders geformten Stöfser, fest. Im südlichen Frankreich, besonders in den Departements de l'Ain, du Rhône, de l'Isère etc. und namentlich in der Gegend von Lyon ist der Pisé-Bau auf diese Weise noch heute stark in Anwendung und geschätzt. Auch uns scheint das stärkere Dichten einer trockenen Masse durch Stöfser ein vorzüglicheres Verfahren, als das des Zusammentretens einer nassen Erde zu sein, eben so das Weglassen des Strohes.

Es möge hier noch die Bemerkung Platz finden, daß *Rondelet*²¹³⁾ durch Anfeuchten einer trockenen Erde von mittelmäßiger Beschaffenheit mit Kalkwasser statt mit reinem Wasser dauerhaftere und festere Mauern erhielt, als mit bester Erde.

118.
Herstellung
der
Wände.

Behufs Ausführung von Wänden wird die richtig vorbereitete Erde in die später zu beschreibenden Formkasten, in Schichten von etwa 10^{cm} Dicke, eingefüllt und so stark mit dem schon erwähnten Stöfser gestampft, daß diese Dicke auf ungefähr 5^{cm} verringert wird. Den richtigen Grad der Zusammenpressung erkennt man daran, daß auf der Oberfläche durch das Stoßen keine Eindrücke mehr hervorgebracht werden können. Nach vollständigem Füllen des Formkastens wird derselbe im Anschluß an das vollendete Stück, dieses am Ende, welches unter 60 Grad oder auch 45 Grad abgeböcht wird, umfassend, neu aufgestellt. Ist das Mauerwerk des ganzen Baues in dieselbe Gleiche gebracht, so beginnt man mit einem neuen Höhenabschnitt. Die Höhe des letzteren ist von der des Formkastens und der Construction desselben abhängig, aber immer mindestens um 8 bis 10^{cm} geringer, um welches Maß man den unteren Mauertheil umfassen läßt. Die Höhe der Seitenwände der Formen wird von den verschiedenen Schriftstellern von 0,31 bis 1,6^m angegeben. Durch eine größere Höhe kann man die Arbeit schneller fördern, da die Gerüste weniger oft aufgestellt zu werden brauchen; es ist dabei aber sehr gute Stampfarbeit unbedingt nöthig. Die Verwendung niedriger Formen ist sicherer, weil vor der Belastung durch neue Schichten die unteren Zeit zum Festwerden durch Austrocknen gehabt haben. Vor dem Beginn eines neuen Höhenabschnittes ist der darunter befindliche der Verbindung wegen vorsichtig anzufeuchten.

Ueber die Bildung der Ecken wird bei Besprechung der Formkasten die Rede sein; hier sei jedoch schon so viel bemerkt, daß dabei auf Herstellung eines Verbandes Rücksicht genommen werden muß und daß mitunter zur besseren Verbindung Holzstücke nach beiden Richtungen, am besten krumme Aeste von etwa 1,5^m Länge, eingestampft werden. Zuweilen werden beim Stampfen an die Ecken gebrannte Steine gelegt oder dieselben ganz aus solchen oder Betonsteinen hergestellt; nöthig ist dies aber nicht, da sich auch ganz aus Stampfmasse hergestellte Ecken, namentlich wenn sie abgerundet sind, bewährt haben. *Schüler*²¹⁴⁾ empfiehlt, zuerst die Ecken aufzustampfen und dann die Lücken zwischen denselben.

Auch bei Herstellung der Scheidewände ist ein Verband einzuführen, der am besten durch gleichzeitiges Einstampfen der Frontwand und eines Theiles der Scheidewand erzielt wird. Doch kann derselbe auch durch Aushauen einer dreieckigen Nuth von der Breite der Scheidewand in der Umfassungsmauer bewirkt werden oder indem man abwechselnd die Wände in einer Richtung durchlaufen,

²¹²⁾ Siehe: LABOULAYE, M. CH. *Dictionnaire des arts et manufactures* etc. 4. Aufl. Paris 1877. (Artikel: Pisé.)

²¹³⁾ In der in Fußnote 209 angegebenen Quelle, S. 156.

²¹⁴⁾ In: Ueber Pisébau oder Erdstampfbau. Salzenun 1866.

in der anderen stumpf anstoßen läßt. Beides erfordert mehr Aufmerksamkeit, weil durch das Stampfen des anschließenden Theiles der fertige aus feiner Ebene herausgetrieben werden kann; doch ist dem leicht durch Abspreizen zu begegnen. Jedenfalls ist die Verbindung mit Hilfe einer Nuth das bequemste Verfahren. Bei Anwendung derselben werden die Scheidewände erst nach Fertigstellung der Außenmauern aufgestampft.

Bei eintretendem Regenwetter hat man die Mauern während der Nacht durch ein leichtes, nach beiden Seiten etwas überragendes Bretterdach zu schützen.

Hat man die beabsichtigte Stockwerkshöhe erreicht, so wird die Balkengleiche hergestellt und ein Falz für die nur für das Dachgebälk unbedingt erforderliche Mauerlatte eingehauen. Der Platz für die Balkenköpfe von Zwischengebälken kann auch unmittelbar durch Einhauen in die Mauern beschafft und über denselben das Stampfen fortgesetzt werden.

In Folge von nicht genau lothrecht gestellten oder aus dem Loth gewichenen Formgerüsten, so wie von nicht genügend fest gestampften unteren Schichten ergeben sich in den Wandflächen mitunter Ausbauchungen. Diese können durch Abhauen mit einem Beile beseitigt werden.

Die gewöhnliche Art, Fenster- und Thüröffnungen in den Wänden anzubringen, besteht in der Aufstellung von hölzernen Zargen, gegen welche und über welche die Erde gestampft wird. Doch kommen auch aus Backsteinen oder Haufsteinen aufgemauerte, bezw. überwölbte Einfassungen in Anwendung, welche aber die Ausführung wesentlich vertheuern und eben so, wie die hölzernen Zargen, noch andere Unannehmlichkeiten an sich haben. Das empfehlenswerthe, auch das Aufführen der Wände sehr erleichternde und vereinfachende Verfahren ist daher wohl das von *Schüler*²¹⁵⁾ angewendete, nach welchem man die Mauern ganz ohne Rücksicht auf die Oeffnungen in einem Stücke aufstampft, auf denselben die Umgrenzungen der Oeffnungen aufzeichnet und dann diese aushaut. Die Kanten sollen bei einiger Vorsicht stehen bleiben; auch ist die gestampfte Masse fest genug, um sich über den Oeffnungen selbst zu tragen. Etwaige Unregelmäßigkeiten können durch Verstreichen der Lücken an den später im Ganzen einzufetzenden Thür- und Fensterfuttern, die aber auch nicht unbedingt nöthig sind, beseitigt werden. Diese am besten aus Eichenholz herzustellenden Futter werden mit langen, spitzen Nägeln an die Stampfwand genagelt.

Das immerhin schwierige Aushauen der Oeffnungen dürfte mit Vortheil durch das von *Berndt*²¹⁶⁾ empfohlene Ausfügen ersetzt werden.

Die Formengerüste zur Herstellung der Erd-Stampfbauten sind nach zwei Hauptanordnungen zur Ausführung gelangt. Nach der ersten, die zuerst in Frankreich angewendet wurde und etwas umständlich ist, werden in Abständen von 0,9 bis 1,5 m Joche aufgestellt, welche aus einem quer zur Wand gelegten Riegel mit zwei Schlitzten bestehen, in welchem zwei mit Zapfen versehene lothrechte Ständer durch vorgeschlagene Keile befestigt werden.

Gegen diese Ständer lehnen sich die aus 5 bis 6 cm starken Bohlen hergestellten Formbretter oder Formtafeln von 30 bis 90 cm Höhe, zwischen welche die Erde gestampft wird und die daher in der der beabsichtigten Mauerdicke entsprechenden Entfernung aufgestellt werden müssen. Die Ständer sind oben durch den unteren

119.
Herstellung
der
Oeffnungen.

120.
Formengerüste.

²¹⁵⁾ Ebendaf.

²¹⁶⁾ In: Der Afche- und Erd-Stampfbau. 2. Aufl. Leipzig 1875. S. 35.

gleich gebildete Querriegel verbunden oder durch zusammenzudrehende Seile, durch welche ein Knebelstock gesteckt wird, der sich gegen einen der Ständer legt, während der Abstand der Formbretter durch zwischengespannte Querhölzer gewahrt wird (Fig. 135²¹⁷). Die Formen werden 3 bis 6 m lang gemacht und gewöhnlich mit 4 Jochen oder Gattern aufgestellt. Diese werden mitunter bis zu 1,6 m lichter Höhe ausgeführt, und nahe bis zu dieser Höhe werden die Formbretter über einander gestellt, so daß durch eine bloß zweimalige Aufstellung der Gerüste eine Wandhöhe bis zu 2,9 m zu erreichen ist.

Für die unteren Querriegel müssen im Sockel Löcher ausgepart und in schon fertigen Wandstücken eingehauen werden. Diese Löcher werden nach Fertigstellung des Gebäudes ausgemauert.

An Stelle der hölzernen Querriegel benutzt man mitunter eiserne Spindeln.

Für die Ecken kommen entweder diagonal gestellte Böcke in Anwendung, oder es werden die gewöhnlichen Formen durch ein Kopfbrett geschlossen und abwechselnd die eine oder die andere Wand bis zur äußeren Flucht durchgeführt.

Die zweite Art der Formengerüste ist einfacher, leichter zu handhaben und deshalb den eben beschriebenen vorzuziehen, von denen sie sich durch den Mangel der einzeln aufzustellenden Querjoche unterscheiden.

Die einfachste Art dieser Gerüste besteht aus Formbrettern von etwa 30 bis 36 cm Höhe, die auf der Außenseite durch aufgenagelte Leisten gegen das Werfen

geschützt sind und nur durch einen durch die Leisten gesteckten Querriegel oder eiserne Spindeln verbunden sind. Diese Querstücke haben an der einen Seite einen Kopf, an der anderen einen Schlitz für einen durchzusteckenden Keil (Fig. 136).

Mit einer solchen Form kann man nur einen Mauerabsatz von etwa 18 bis 24 cm erzielen und muß dieselbe daher sehr oft aufstellen, was zeitraubend ist. Deshalb ist die Anwendung von Formtafeln von etwa 60 bis 80 cm Höhe, die oben und unten durchgesteckte Querverbindungen haben, bequemer (Fig. 137 u. 138²¹⁸).

Noch mehr fördern jedenfalls die von Schüler²¹⁹) benutzten Gerüste (Fig. 139),

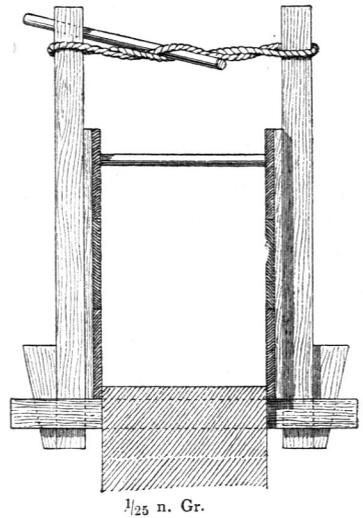
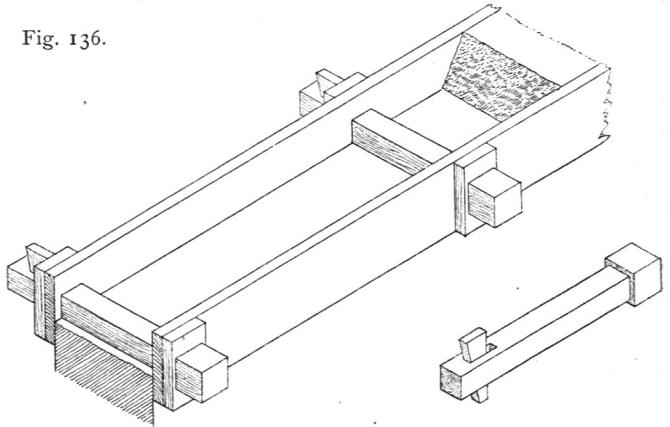
Fig. 135²¹⁷).

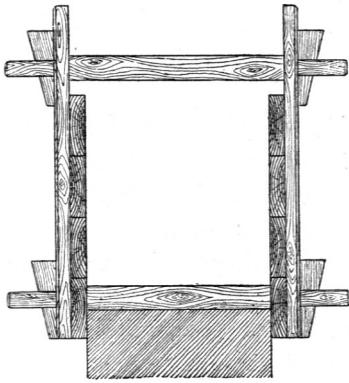
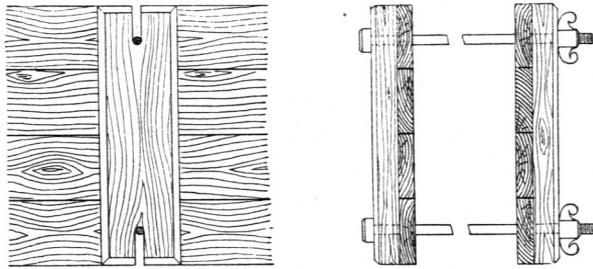
Fig. 136.



²¹⁷) Nach *Rondelet's* Angaben, nach denen Fig. 135 angefertigt ist, waren die Formtafeln nur aus 1 Zoll (= 27 mm) starken Brettern hergestellt, aber an den Stellen, wo sie sich an die Ständer der Joche lehnen, durch lothrechte Brettstreifen verstärkt.

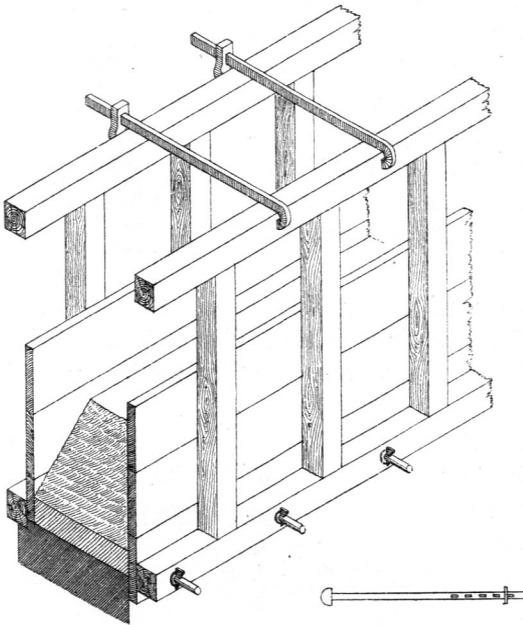
²¹⁸) Nach: ENGEL, F. Der Kalk-Sand-Pisébau. Berlin 1864. S. 52.

²¹⁹) A. a. O., S. 10.

Fig. 137²¹⁸⁾. $\frac{1}{25}$ n. Gr.Fig. 138²¹⁸⁾. $\frac{1}{25}$ n. Gr.

mit welchen man durch zweimaliges Aufstellen, wie bei den beschriebenen französischen Gerüsten, die übliche Wandhöhe erzielen kann. Je ein solches Gerüst besteht

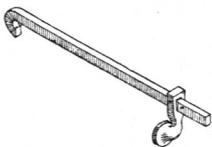
Fig. 139.



aus zwei in der Längsrichtung der Mauer aufgestellten Rahmwerken, welche aus Unter- und Oberschwelle von der üblichen Bohlenlänge und aus einer Anzahl lothrechter Pfosten zusammengesetzt sind. Die letzteren sind 60 bis 80 cm von einander entfernt, etwa 1,6 m hoch und mit den Schwellen durch Zapfen verbunden. Gegen diese Rahmen lehnen sich die Formbohlen, welche nach und nach über einander gestellt werden. Die untere Querverbindung erfolgt durch eiserne Spindeln, die durch die Unterswellen gesteckt sind, an einem Ende einen Kopf, am anderen Schlitz zum Eintreiben von Keilen haben. Eine Mehrzahl von solchen Schlitzern ist erwünscht, um dieselben Spindeln für verschiedene Mauerstärken benutzen zu können. Zur oberen Querverbindung benutzte *Schüler* Klemmzwingen (Fig. 140), die zu diesem Zwecke jedenfalls sehr geeignet sind, da sie sich sehr leicht festmachen und loslösen lassen.

Diese Formgerüste stellt man an den Ecken nach beiden Richtungen hin auf, so daß letztere aus dem Ganzen aufgestampft werden und daher nur zwischen denselben auf Verband der einzelnen Abschnitte zu achten ist.

Fig. 140.



Bei allen Arten der Formen müssen die Mauerseiten der Formbretter glatt gehobelt fein, damit beim Wegnehmen nicht Theile der Wandflächen an denselben hängen bleiben.

Der Hauptfehler der Erd-Piséwände ist der, daß sie die Feuchtigkeit nicht vertragen und sich auch nicht dauerhaft ausbessern lassen. Gebäude dieser Art dürfen daher zunächst nur in Orten errichtet werden, die Ueberschwemmungen nicht ausgesetzt sind; dann muß man sie aber noch sorgfältig gegen die Einwirkungen von Grundfeuchtigkeit, Tagwassern und Schlagregen sichern. Grund- und Sockelmauern, letztere auf mindestens 0,5 m Höhe mit etwas Vorsprung nach außen, müssen daher aus beständigem Material aufgeführt und wo möglich mit einer Isolir-Schicht oben abgedeckt werden; eben so sind große Dachvorsprünge und Walmdächer empfehlenswerth. Als Schutz ist ein dauerhafter Putzüberzug unerläßlich. Die Schwierigkeiten der Herstellung und die verschiedenen Arten eines solchen sind schon in Art. 84 (S. 92) behandelt worden; hier wären nur noch solche beim Stampfen anzuwendende Mafsregeln zu besprechen, welche das Anbringen eines haltbaren Kalkputzes zu befördern geeignet sind.

Zu diesen gehört das Einstampfen von schmalen Mörtelfreifen an den äußeren Rändern jeder Schicht, mit welchen sich der Kalkputz fest verbindet.

Zu weit gehend, weil die Kosten ohne wesentlichen Nutzen vermehrend, ist die von *Narjoux*²²⁰⁾ angewendete Bauweise, zwischen jede Stampfschicht eine Mörtellage einzufalten. Dagegen scheint dieses Verfahren vorzügliche Ergebnisse in Algerien geliefert zu haben, weil dort beiderseitige Verkleidungen der Mauer von Mörtel gleichzeitig mit der Erde in die Formen gestampft und diese durch die zwischen den Schichten befindlichen Mörtellagen zusammengehalten werden (Fig. 141).

Nach dem Wegnehmen der Formen wird der Mörtel nur mit der in etwas dicke Kalkmilch getauchten Mauerkelle gerieben und geglättet. Dieses beachtenswerthe Verfahren übernahmen die Franzosen von den Eingeborenen für ihre Casernen-Bauten²²¹⁾.

Mit großem Vortheile will *Hinträger* auf den *v. Horsky'schen* Gütern bei Kolin²²²⁾ nach dem Einstampfen je einer Schicht von 13 bis 16 cm Höhe an den Rändern Stein splitter von etwa 8 bis 13 cm Länge und 13 mm Dicke oder entsprechend große Dachziegelstücke aufgelegt und mit eingestampft haben (Fig. 142). Nach dem Wegnehmen der Formkisten wurde die Erde zwischen den Steinlagen auf 13 bis 19 mm Tiefe ausgeschnitten, um dadurch Raum für den durch die erwähnten Steinlagen fest zu haltenden Kalkputz zu gewinnen. Wegen des lang-

Fig. 141.

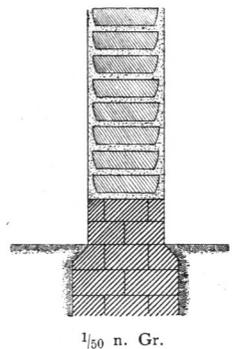
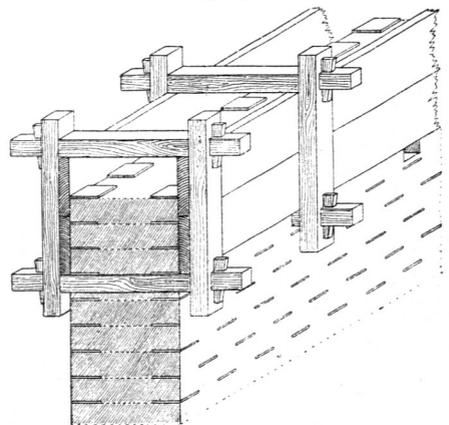


Fig. 142.



²²⁰⁾ Nach der in Fußnote 211 angezogenen Quelle.

²²¹⁾ Siehe: CRELLE's Journ. f. Bauk., Bd. 21, S. 90.

²²²⁾ Siehe: Allg. Bauz. 1871, S. 380 u. ff.

famen Austrocknens und Setzens der Mauern ist dieser Putz erst ein Jahr später auszuführen.

Zu den Schutzmaßregeln von der Witterung ausgefetzten Erd-Stampfwänden ist auch das beiderseitige Verkleiden derselben mit Backsteinen zu rechnen, wobei die etwa 5 Schichten hoch aus Läufern aufgemauerten Wangen als Ersatz für die wegfallenden Formgerüste benutzt werden. Das Letztere veranlaßt allerdings eine Erfparnis, die aber bei Weitem durch die Mehrkosten der Backsteinmauerung übertröffen wird. Binder wird man nur dann einzulegen vermögen, wenn man die Stampfchichten nicht dicker, als die Steine macht.

Ungleichmäßiges Setzen wird man nicht vermeiden können und die Erde, um die Backsteine nicht feitlich herauszudrücken, nicht so stark zusammenstampfen dürfen, als dies eigentlich wünschenswerth ist. Hiernach ist diese Ausführungsweise wenig empfehlenswerth. Dasselbe gilt auch, wenn man anstatt der Backsteine, der größeren Billigkeit wegen, Lehmsteine verwendet, die nicht einmal einen wirkfamen Schutz bieten, da sich auf ihnen selbst nicht viel weniger schwer ein dauerhafter Putz anbringen läßt, als auf Lehm-Stampfwerk (vergl. Art. 83, S. 91). Die Lehmsteine haben den einzigen Vortheil, daß sich mit ihnen, wenn man sie nicht ganz ausgetrocknet verwendet, eine geringere Verschiedenheit des Setzens von Verkleidung und Füllmasse erzielen läßt.

In manchen Fällen mag der Behang der Wände mit Dachpappe, welche auf hölzernen Dübeln zu befestigen ist, ein zweckmäßiger Ersatz für Putzüberzug sein. Die Dübel sind mit durchgesteckten Holzstiften in der Mauer zu verankern.

Die von *Schüler* dem Erd-Stampfbau zugeschriebenen Vortheile: Feuerfestigkeit, Dauerhaftigkeit, Holzersparris, Einfachheit und dadurch rasche Förderung des Baues, so wie Wohlfeilheit, wird man demselben in der Hauptsache gern zugestehen können, wenn die Ausführung innerhalb der dem Material von der Natur gesteckten Grenzen erfolgt und alle erforderlichen Vorsichtsmaßregeln getroffen werden. Man wird mit Nutzen in dieser Bauweise einfache ländliche Wirthschafts- und Wohngebäude (aber nicht Stallungen), so wie Gebäude für mancherlei gewerbliche Zwecke errichten können, wenn man sich mit schmucklosen, kahlen Wänden begnügt. Einfachheit des Planes ist erste Grundbedingung für das Entwerfen solcher Gebäude; Grundrisse mit geradlinigen, nicht durch Vor- und Rücksprünge unterbrochenen Mauerzügen sind allein zulässig; die mitunter zur Ausführung gelangten Gesimse und Ornamente aus Erd-Stampfmasse sind als dem Material nicht entsprechende Künsteleien zu bezeichnen.

122.
Werthschätzung.

Die von *Schüler* den Erd-Stampfbauten ebenfalls zugeschriebenen Vortheile der Wärme und Zuträglichkeit (gesundes Wohnen) sind dagegen nicht unbedingt zugeben. Die Wände bestehen aus einem schlecht wärmeleitenden Stoffe und werden daher wohl im Winter, wenn einmal erwärmt, gut warmhaltende Räume liefern; wegen der großen Dicke aber, die sie erhalten müssen, werden dieselben Räume im Sommer nur einen kellerartigen Aufenthalt bieten können.

Ein großer Vorzug der Ausführung der erwähnten Gebäudearten in Erd-Stampfwerk ist der Umstand, daß sie unter Leitung nur eines fachverständigen Mannes von gewöhnlichen Tagelöhnern hergestellt werden können. Unter der Voraussetzung einer trockenen Lage und des Vorhandenseins passender Erde kann man sie überall da errichten, wo der Raum zur Aufstellung der Formgerüste vor-

handen ist, also nicht unmittelbar anstossend an schon vorhandene Bauwerke. Die Festigkeit von guter Stampfmasse wird schon dadurch bewiesen, dass man Oeffnungen aus den Mauern heraushauen kann; auch die Dauerhaftigkeit bezeugen viele Beispiele.

*Rondelet*²²³⁾ erzählt von einem von ihm im Jahre 1764 neu eingerichteten und mit Pisé vergrößerten Schlosse, welches schon mehr als 150 Jahre bestand und sich als außerordentlich fest erwies; denn die Mauern kamen an Härte und Dauer einem weichen Steine von mittlerer Güte gleich.

Auf die Nützlichkeit dieser Bauweise für den Festungsbau sei hier beiläufig aufmerksam gemacht²²⁴⁾.

Für ein feuchtes Klima scheint der Erd-Stampfbau nicht zu passen.

^{123.} Das hohe Alter des Erd-Stampfbaues bezeugt *Plinius* (*Lib. XXXV, Cap. XIII*); denn er beschreibt die Herstellung von Wänden dieser Art in Afrika und Spanien und spricht von Wirthürmen auf spanischen Berggipfeln, die *Hannibal* aus Erde errichtet habe. Danach scheint auch Afrika die Heimath dieser Bauweise zu sein, von wo uns gleichfalls Nachrichten über Anwendung derselben im Mittelalter vorliegen. So sind die aus Pisé vom Sultan *Yacoub* 1298 errichteten Mauern der Stadt Mansoura in Algerien (in der Provinz Oran, 4 km von Tlemcen) mit ihren Vertheidigungsthürmen noch jetzt in gutem Zustande, eben so wie einige Wohngebäude aus gestampfter Erde, während die aus Hauftein und Marmor errichteten Bauwerke zerstört worden sind. Der Pisé ist hier aus etwas kalkhaltiger Erde hergestellt, jedoch nicht auf die in Art. 121 (S. 120) beschriebene Weise; er verdankt seine gute Erhaltung nach fast 600-jährigem Bestehen offenbar der guten Stampfarbeit²²⁵⁾.

Auch in Kleinasien scheint diese Bauweise früh bekannt gewesen zu sein; denn die *Tumulus*-Gräber von Sardes²²⁶⁾ sollen aus einer schichtenweise zusammengestampften Mischung von Erde und Sand bestehen, welche so fest ist, dass bei den Nachgrabungen selbst der Stahl splitterte.

Obgleich der Pisé-Bau auch in Frankreich schon längere Zeit geübt wurde (vergl. den vorhergehenden Artikel), so gab der schon erwähnte *Cointeraux*²²⁷⁾ (siehe Art. 117, S. 115) denselben in seinen Schriften doch als seine Erfindung aus. War dies auch nicht richtig, so hat er doch jedenfalls das Verdienst, die Bekanntheit mit demselben weiter verbreitet zu haben, und auch in Deutschland ist derselbe erst durch ihn bekannt geworden, obgleich auch hier schon 1786 ein gewisser, aus Eisleben gebürtiger *Johann Rudolph* im Dorfe Niesczewitz in Cujavien ein Haus aus im Ganzen gestampftem Pisé erbaut hatte.

Am Ende des vorigen und Anfang unseres Jahrhunderts scheint der Erd-Stampfbau in Deutschland ziemliche Verbreitung und begeisterte Anhänger gefunden zu haben. *Gilly*²²⁸⁾ giebt viele geschichtliche Nachrichten über die Einführung desselben; in seinem Buche findet sich auch eine richtige Beurtheilung der Bemühungen des Bau-Inspectors *S. Sachs*²²⁹⁾, dieser Bauweise Eingang zu verschaffen, dessen Neuerungen derselben jedoch mehr geschadet, als genutzt zu haben scheinen. Immerhin ist ihm eine Vereinfachung der Formengerüste zu verdanken, denen er selbst aber das Aufführen der Mauern zwischen Luftsteinwangen weit vorzieht. Die von ihm erfundenen und ganz besonders als Ersatz der Luftsteine empfohlenen Mörtelsteine, ein Gemenge von Kalkmörtel und Lehm, verdienen schon ihrer Zusammenfassung wegen kein Vertrauen.

Um beim Erd-Stampfbau von der Witterung und von der Fundstelle brauchbarer Erde weniger abhängig zu sein, so wie um einigen Umländlichkeiten und Unvollkommenheiten beim Aufstampfen der Wände zu entgehen, haben *Cointeraux* und nach ihm *Gilly* den Bau mit Erdquadern, einzelnen aus Erde oder Lehm in Formen gestampften Steinen, warm empfohlen. Obgleich dieselben sehr fest sich herstellen lassen und auch hier und da Anwendung gefunden haben, sind sie, wie es scheint, ganz außer Gebrauch gekommen, wahrscheinlich, weil ihre Herstellung theurer, als die der Luftsteine und Lehmputzen war, dem Erd-Stampfbau gegenüber aber die Kosten sich um die des Vermauerns vermehren.

Trotz vielfacher im Laufe der Zeit auf einander folgender Bemühungen — es sei hier außer den schon erwähnten Schriften noch die auf 36-jähriger eigener Erfahrung beruhende von *Wimpf*²³⁰⁾ angeführt

²²³⁾ In der in Fußnote 209 angegebenen Quelle S. 148, 155.

²²⁴⁾ Näheres hierüber in: *La semaine des constr.*, Jahrg. 10, S. 280.

²²⁵⁾ Siehe ebendaf., S. 267.

²²⁶⁾ Siehe: REBER, F. Geschichte der Baukunst im Altethum. Leipzig 1866. S. 207.

²²⁷⁾ Im Jahre 1760 nach *Gilly* in der in Fußnote 210 angegebenen Quelle, so wie im Band III desselben Werkes, nach dem Tode des Verfassers neu herausgegeben von *D. G. Friderici* (Leipzig und Halle 1836).

²²⁸⁾ In den in den Fußnoten 210 u. 227 angegebenen Quellen.

²²⁹⁾ Der verbesserte Pisé-Bau (Berlin 1822) und: Anleitung zur Erd-Bau-Kunst (Berlin 1825).

²³⁰⁾ Der Pisé-Bau. Weilburg 1837.

— den Erd-Stampfbau in Deutschland mehr einzubürgern, ihm eine feiner Brauchbarkeit für manche Zwecke entsprechende Anerkennung zu verschaffen, wie sie derselbe im südlichen Frankreich noch jetzt genießt, ist dies doch bis jetzt noch nicht recht gelungen; man hört nur sehr wenig mehr von ihm.

b) Kalksand-Stampfbau ²³¹⁾.

Das zur Herstellung der Mauern aus Kalksand-Stampfmasse verwendete Material ist nichts weiter, als ein magerer, aus Kalk und Sand bereiteter Mörtel, welcher in ähnlicher Weise, wie die Erd-Stampfmasse in Formen gestampft wird.

^{124.}
Material.

Gewöhnlich wird fetter Kalk verwendet, in feuchter Lage jedoch auch hydraulischer. Das Mengenverhältniß von Kalk zu Sand hat sich nach der Ausgiebigkeit des ersteren zu richten und kann zwischen 1:8 bis 12 schwanken. Die Materialien müssen in ihren Eigenschaften denselben Anforderungen genügen, welche man bei Bereitung eines guten Mörtels stellt; der Kalk muß möglichst gut gelöscht, der Sand rein von erdigen und anderen fremden Bestandtheilen fein; der letztere darf jedoch Steine bis zu Nufsgröße enthalten und soll ein gemischtes Korn haben.

Das Mengen der Stoffe erfolgt in einer Kalkbank mit geeigneten Werkzeugen, unter denen sich besonders eine von *Engel* empfohlene Mengeharke bewährt haben soll. Der Ersatz der Handarbeit durch Maschinen hat im Allgemeinen keine guten Ergebnisse geliefert, sowohl was Gleichmäßigkeit der Mischung, als Kosten anbelangt. Nach *Engel* sollen 4 starke und fleißige Arbeiter im Stande sein, in 2 Kalkbänken von etwa 3,8 m Länge und Breite so viel Sandkalk zu bereiten, als 16 bis 18 Arbeiter in einem Tage verstampfen können.

Das Mengen kann auf zweierlei Weise erfolgen. Entweder indem man der Kalkmilch den Sand nach und nach zusetzt, oder indem man den Kalkbrei ohne Wasserzusatz in der Kalkbank tüchtig durchknetet, mit etwa 3 Theilen Sand zu gewöhnlichem Mörtel verarbeitet und dann erst die noch fehlende Sandmenge zugebt. Bei hydraulischem Kalk wird das durch trockenes Löschen gewonnene Mehl in das Wasser geschüttet, welches in nöthiger Menge vorher in die Löschbank gethan worden war, und durch tüchtiges Umrühren in eine dünne Sahne verwandelt, der dann der Sand zugefetzt wird.

Das Vermengen muß an einem geschützten Orte vorgenommen werden; auch darf man auf einmal nicht mehr Kalksandmasse bereiten, als an demselben Tage verstampft werden kann. Etwaige Reste sind durch Ueberdecken mit feuchten Tüchern gegen Austrocknen zu schützen.

Ein Urtheil über die richtige Menge des zuzusetzenden Wassers kann nur durch Erfahrung gewonnen werden, da auf dieselbe der Feuchtigkeitsgrad der Luft und des Sandes von Einfluß sind. Zu trockener Sand muß vor dem Vermengen mit dem Kalk etwas angefeuchtet werden; doch ist dann die Kalkmilch weniger zu verdünnen. Das fertige Gemisch muß das Ansehen von frisch gegrabener, magerer Gartenerde haben. Je derber die Masse bei gleichmäßiger Durchmischung ist, um so bessere Mauern liefert sie; ist sie zu feucht, so läßt sie sich nicht fest stampfen. Im letzteren Falle soll man sich durch Einstampfen von trockenen Ziegelstücken etwas helfen können.

Für Herstellung von Grundmauern empfiehlt *Engel* den Zusatz von Portland-Cement. Er giebt folgende Mischungsverhältnisse an: 1 Theil Luftkalk, 1 Theil

²³¹⁾ Die Hauptquelle über den Kalksand-Stampfbau bilden die Schriften von *F. Engel*; sie mußten daher auch hier benutzt werden. Es sind dies: *Thaer-Bibliothek*. Bd. 34: *Der Kalk-Sand-Pisébau und die Kalkziegelfabrikation*. 3. Aufl. Berlin 1864 — und: *Die Bauausführung*. Berlin 1881. S. 245 u. ff.