

fach geplant werden, dafs für die Herstellung der Formgerüste möglichst wenig Umständlichkeiten sich ergeben, wie dies auch für den Erd-Stampfbau (siehe Art. 122, S. 121) hervorgehoben werden mußte. Vor dem letzteren hat er jedenfalls voraus, dafs er weniger empfindlich gegen die Einwirkungen der Witterung ist und daher nicht so ausgedehnter Schutzmafsregeln wie jener bedarf, dafs auch namentlich die Baustelle nicht so vorsichtig in Bezug auf Trockenheit gewählt zu werden braucht und dafs die Schwierigkeiten für das Aufbringen eines schützenden und dauerhaften Putzüberzuges wegfallen, ja ein solcher häufig entbehrlich ist. Beide Bauweisen haben den Vortheil, dafs unter der Leitung nur eines fachverständigen Mannes (Maurerpalier) gewöhnliche Arbeiter, wenn sie nur gleichmäfsig stampfen, zur Herstellung der Mauern genügen, auch in dieser Beziehung also besonders für ländliche Bauten geeignet sind.

Beim Kalksand-Stampfbau fällt die Gefahr weg, von Mäusen durchwühlt zu werden, welcher die Erd-Stampfbauten oft unterliegen sollen. Jedenfalls liefert der erstere dauerhaftere und festere Gebäude, als der letztere, ist dafür aber auch entsprechend theurer.

Da die Kalksandmasse magerer Luftmörtel ist und dieser eine grofse Luftdurchlässigkeit besitzt<sup>237)</sup>, also die zufällige Lüftung der Räume begünstigt, da auch die Mauern nicht viel stärker als von Backsteinen gemacht zu werden brauchen, so ist zu schliessen, dafs die Kalksand-Stampfbauten gesunde Wohnungen liefern. Da der Luftmörtel bei Durchfeuchtung aber zum grössten Theile seine Luftdurchlässigkeit verliert und sie nur langsam wieder erhält, so erscheint es auch für die Außenmauern von Kalksand-Stampfbauten sehr wünschenswerth, sie gegen Wasseraufnahme durch geeignete Mafsregeln zu schützen.

<sup>130.</sup> Die Einführung der Kalksandmasse zur Herstellung ganzer Gebäude scheint man dem Gutsbesitzer *J. G. Prochnow* zu Bahn in Hinterpommern zuschreiben zu müssen, der 1842 sein Verfahren bekannt machte. Den Anlafs dazu mag die Veröffentlichung des Schweden *Rydin* (1834) gegeben haben, welcher die durch Feuer verwüstete Stadt Borås nach seiner eigenen Bauweise wieder aufbaute. Bei derselben handelte es sich aber um das Aus- und Umgiessen eines aus Ständern und Rahmen gebildeten Holzgerüstes mit einem mageren Mörtel und Zupacken von Steinstücken. Uebrigens ist auch dieses Verfahren<sup>238)</sup> nicht neu; denn es giebt alte englische Fachwerkbauten, bei denen die Wandfächer mit Concret, das ja im Grunde von Kalksandmasse sich nicht unterscheidet, ausgefüllt sind<sup>239)</sup>.

Aus dem Kalksand-Stampfbau hat sich der Bau mit Kalksandziegeln entwickelt (siehe Art. 32, S. 48).

### c) Betonbau.

<sup>131.</sup> Unter Beton, Grobmörtel oder Concret ist im Allgemeinen jede Mischung von Mörtel mit anderen mineralischen Stoffen zu verstehen, die zur Herstellung ganzer Baukörper und nicht nur zur Verbindung von Steinen benutzt wird. Danach ist die in diesem Kapitel (unter b) behandelte Kalksand-Stampfmasse auch ein Beton. Sie wurde aber getrennt betrachtet, wie dies auch noch mit einigen anderen Baustoffen geschehen wird, weil das, was man im Bauwesen schlechtweg mit Beton bezeichnet, stets mit hydraulischen, beim Erhärten nicht oder doch nur wenig schwindenden Mörteln hergestellt wird. (Vergl. hierüber, so wie über die verschiedenen Betonarten und deren Bereitung Theil I, Band 1, erste Hälfte dieses »Handbuches«, Abth. I, Abschn. 3, Kap. 4.)

<sup>237)</sup> Siehe: LANG, C. Ueber natürliche Ventilation etc. Stuttgart 1877. S. 82.

<sup>238)</sup> Beschreibung desselben in: ENGEL, F. Der Kalk-Sand-Pisébau. 3. Aufl. Berlin 1864. S. 6.

<sup>239)</sup> So in Moreton Hall, Cheshire (vergl. *Building news*, Bd. 44, S. 628).

Am meisten kommt hierbei als Bindemittel der Portland-Cement in Betracht.

Die mitunter angewendeten Bezeichnungen »Kies-Beton, Sand-Beton, Schlacken-Beton« sind von der Art der Füllstoffe abgeleitet, eben so wie die Benennung »Cement-Beton« von der Gattung des Bindemittels; dagegen nehmen »Stampf-Beton« und »Gufs-Beton« auf die Herstellungsweise Bezug.

Die Bezeichnung »Gufs-Beton« sollte nur da zur Anwendung gebracht werden, wo ein wirkliches Giefsen in Formen stattfindet, was aber nur mit wenigstens breiartigem Mörtel möglich ist. Für Herstellung von Mauern als monolithen Körpern würde dies aber unzweckmäfsig sein, wie man auch zur Bereitung von Betonsteinen den Stampf-Beton vorzieht. Die häufig nicht am richtigen Platze verwendeten Benennungen »Gufs-Beton«, »Gufsmauerwerk«, »Cement-Gufsmauerwerk« u. f. w. geben daher leicht zu Mißverständnissen Veranlassung.

Das schnelle Bauen, worin einer der Hauptvortheile des Betonbaues bestehen soll, ist nur mit einem rasch erhärtenden Bindemittel möglich, weshalb für Herstellung von Betonwänden vorzugsweise Cement benutzt wird. Besonders eignet sich langsam bindender Portland-Cement; weniger empfehlenswerth ist Roman-Cement<sup>240)</sup>; dagegen sind Zuschläge von Kalkhydrat geeignet, die Festigkeit von magerem Beton zu erhöhen<sup>241)</sup>.

Als Füllstoffe dienen Sand, Kies, geschlagene Steine, Steinkohlenschlacken, Hochofenschlacken, Abfälle von Bruchsteinen, Ziegelbruch. Dieselben müssen rein gewaschen zur Verwendung kommen, da hiervon die Gröfse der Adhäsion des Cementes abhängt. Auch eckige Gestalt ist der Vermehrung der Festigkeit günstig.

Den festesten Beton erzielt man mit grob- und scharfkörnigem, von blättrig-schiefrigen Theilchen freiem Grubensand und geschlagenem Kies in allen Gröfsen von 2 bis 3 cm Durchmesser<sup>242)</sup> in einer Zusammenetzung, bei welcher die Hohlräume des Sandes durch Bindestoff, die des Kiefes durch Mörtel gefüllt sind. So fatter und fester Beton ist nun zur Bildung von Wänden im Allgemeinen nicht nothwendig, ja sogar gewöhnlich nicht zweckmäfsig. Wenn es auch unvortheilhaft sein würde, den Sand aus der Betonmischung wegzulassen, so kann man doch recht wohl den geschlagenen Kies durch andere Füllstoffe ersetzen, wobei es indess zweckmäfsig bleibt, richtige Mischungsverhältnisse<sup>243)</sup> in Anwendung zu bringen. Je dichter der Beton ist, um so mehr Wärmeleitungsfähigkeit wird er besitzen und um so weniger wird er die zufällige Lüftung der Räume fördern; um so weniger wird er also zur Bildung der Wände bewohnter, nicht künstlich gelüfteter Gebäude geeignet sein.

Die Dichtigkeit des Betons hängt nicht blofs von der Art der Mischung, sondern auch von der Beschaffenheit der Füllstoffe ab. Steinkohlenschlacken und Backsteine werden, da sie selbst porig sind, einen luftdurchlässigeren und weniger wärmeleitenden Beton liefern können, als Kies oder manche andere natürliche Steine; sie erscheinen also für den eben erwähnten Zweck recht wohl brauchbar; die Backsteine sollen hierfür aber scharf gebrannt sein, da schwach gebrannte Stücke untauglich sind, was bei der Schwierigkeit, solche in gröfserer Zahl auszufcheiden, die Anwendung von klein geschlagenen Backsteinen mißlich erscheinen läfst. Die geringere Festigkeit solchen Betons macht gröfsere Mauerdicken, die geringere Wasserdichtigkeit geeignete Schutzmafsregeln nöthig. Für die Herstellung von Grund- und Keller-

132.  
Beton-  
Bereitung.

<sup>240)</sup> Siehe: Allg. Bauz. 1870, S. 265.

<sup>241)</sup> Siehe: Die Baumaterialien der Schweiz. 4. Aufl. Zürich 1884. S. 157, 177, 180.

<sup>242)</sup> Siehe ebendaf., S. 174. — Vergl. jedoch die Untersuchungen über die Zugfestigkeit von Beton in Ymuiden, nach welchen mit geschlagenem Granit, so wie mit Klinkerstückchen Beton von gröfserer Zugfestigkeit, als mit Kies erzielt wurde, in: Wochchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 131.

<sup>243)</sup> Siehe Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 102, S. 154) dieses »Handbuches«.

mauern ist jedoch ein Beton mit porigen Füllstoffen wegen des großen Wasseraufnahmungsvermögens der letzteren und ihrer Wasserdurchlässigkeit nicht zu empfehlen.

Das Mischen des Betons kann auf zweierlei Art erfolgen. Entweder werden sämtliche Betonstoffe gleichzeitig unter allmählichem Wasserzuzug durchgearbeitet, oder es wird erst ein Mörtel aus dem Bindstoff und dem Sand unter allmählicher Wasserzugabe bereitet, welcher das Ansehen recht feuchter Gartenerde hat, und diesem werden dann die genügend angefeuchteten anderen Füllstoffe zugesetzt, worauf man die ganze Masse so lange durcharbeitet, bis sie ganz gleichmäßig ausieht. Versuche haben ergeben, daß die letztere Bereitungsart festeren Beton liefert<sup>244)</sup>.

Nach den Untersuchungen *Tetmajer's* üben innerhalb gewisser Grenzen die bei der Bereitung zuzusetzenden Wassermengen keine so bedeutenden Einflüsse auf die Festigkeit des Portland-Cement-Betons aus, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Wird der Mörtel ziemlich trocken, feuchter Gartenerde entsprechend, angemacht, so ist eine im Großen nicht durchführbare, sehr starke Stampfarbeit notwendig, bis eine Wasserabsonderung eintritt und die Masse gleichmäßig elastisch wird. Es erscheint daher zweckmäßig, dem Mörtel eher etwas mehr, als zu wenig Wasser zuzusetzen, etwa so viel, daß er das Ansehen stark feuchter Gartenerde hat. Niemals aber darf die Masse eine breiartige Beschaffenheit bekommen, da sie sich dann nicht stampfen läßt und zu lange Zeit zum Erhärten und Trocknen braucht<sup>245)</sup>.

Es darf nie mehr Beton auf einmal zubereitet werden, als sich vor Beginn der Erhärtung in die Formen bringen läßt. Durch reichlicheren Wasserzuzug und ununterbrochenes Mischen läßt sich bei rasch bindenden Cementen der Erhärtungsbeginn hinauschieben. In der Erhärtung begriffener hydraulischer Mörtel kann durch Wasserzuzug und erneutes Durcharbeiten nicht aufgefrischt werden<sup>246)</sup>.

133.  
Herstellungswiese  
der Wände.

Betonwände werden entweder in monolithen Massen hergestellt oder aus Steinen von Beton, die wie regelmäßig geformte natürliche Steine vermauert werden. Die zur Herstellung der ersteren erforderlichen Formen bleiben entweder mit denselben verbunden und bilden eine dauernde Verkleidung der Betonmasse, oder sie werden nach der Fertigstellung entfernt. Der Beton wird hierbei auf zweierlei Art benutzt. Er wird entweder fertig gemischt in die Formen gebracht — es ist dies der eigentliche Beton; oder es wird in denselben lagenweise ein Cement-Mörtel ausgebreitet und in diesen werden dann Steine, Schlacken oder andere geeignete Stoffe eingedrückt (die Packung oder Füllung) — es ist dies verwandt mit der römischen Ausführungsweise von Mauerkernen, welche eine Verkleidung aus regelmäßigen Steinen haben (vergl. Art. 7, S. 10 u. Art. 62, S. 79). Auf die erstere Art kann jedenfalls eine viel gleichmäßigere und festere Masse erzielt werden, da die Mischung des Betons sowohl, als auch die Ausführung der Mauern leichter zu beaufsichtigen ist und der Beton in Lagen von etwa 10 cm bis höchstens 30 cm<sup>247)</sup> in die Formen gestampft wird, während bei der zweiten Art die Formkästen in ihrer ganzen Höhe von 45 bis 65 cm mit Mörtel und Packung gefüllt werden und dann erst leichtes Rammen stattfindet. Man kann in dieser Weise allerdings rascher und billiger bauen; aber die Güte der Arbeit, welche sorgfältiges Eindringen der Packung voraussetzt, ist

244) Siehe: Die Baumaterialien der Schweiz. 4. Aufl. Zürich 1884. S. 174.

245) Siehe ebendaf., S. 176.

246) Ueber die Bereitung und die Mischungsverhältnisse des Betons vergl. auch: DYCKERHOFF, E. Ueber Betonbauten. Deutsche Bauz. 1888, S. 242.

247) *Dyckerhoff* verwendet 18 bis 20 cm hohe Lagen.

hierbei ganz besonders von der Zuverlässigkeit und Erfahrung der Arbeiter abhängig. Eine gleichförmige Masse ist aber schon deshalb nicht erzielbar, weil der Arbeiter die Packung mehr im Inneren der Mauern zusammendrängen muß, um ebene Außenflächen zu erhalten. Der geringeren Kosten wegen wird jedoch diese Art der Ausführung bevorzugt.

Anzuführen wäre hier noch, daß bei der ersten Art, dem eigentlichen Beton, ein zu starkes Stampfen in so fern mit Nachtheilen verknüpft sein kann, als die unteren, im Erhärten begriffenen Schichten durch die mit demselben verbundenen Erschütterungen in diesem Vorgange gestört werden; besonders wird dies zu berücksichtigen sein, wenn der Beton in dünnen Schichten eingebracht wird.

Nach unten genannter Quelle<sup>248)</sup> ist bei der ersten Herstellungsweise das gewöhnliche Mischungsverhältniß der verschiedenen Bestandtheile etwa 1 Theil Cement,  $1\frac{1}{2}$  Theile Sand und  $7\frac{1}{2}$  Theile Steine, also 1 Theil Cement zu 9 Theilen Beimengungen, dagegen bei der zweiten, der Mörtelersparniß wegen, in einzelnen Fällen das Verhältniß des Cementes zu den übrigen Bestandtheilen wie 1 : 16 bis 1 : 17 angenommen worden. *Liebold*<sup>249)</sup> benutzte zu feinen früheren, als bewährt anerkannten Ausführungen ein Mischungsverhältniß von 1 Raumtheil Cement zu 3 Raumtheilen Sand und 6 Raumtheilen Bruchsteinstücken von Hühnereigröße, welche als Packung dienten und nur eine Mörtelersparniß bezweckten, während das Verhältniß zwischen Cement und Sand so bemessen war, daß sich ein guter, schnell erhärtender Mörtel ergab. Bei feinen neueren Bauten benutzt *Liebold* jedoch viel magerere Mischungen, wohl mit Rücksicht auf den zur Verwendung kommenden, feinst gemahlten Cement. So wurden die Mauern eines Böttcherei-Gebäudes und eines Lagerhauses der Vorwohler Portland-Cement-Fabrik von *Prüßing, Plank & Co.*<sup>250)</sup> aus einer Mischung von 1 Cement, 2 Sand und 8 Schlacken hergestellt, welchem Mörtel auf 1 cbm Mauerwerk noch 0,60 cbm Kalkbruchsteine als Packung einverleibt wurden, was einem Steinzusatz von  $7\frac{1}{2}$  Theilen entspricht, so daß auf 1 Theil Cement hier  $17\frac{1}{2}$  Theile andere Stoffe kommen<sup>251)</sup>.

134-  
Mischungs-  
verhältnisse.

Bei einem russischen Betonbau<sup>252)</sup> wurde für das Grundmauerwerk eine Mischung von 1 Theil Cement auf 7 Theile kiesigen Sand, 10 Theile groben Kies und 12 Theile feinen Kies verwendet, also ein Verhältniß von 1 Theil Cement auf 30 Theile Zuschlag. Beim Stockmauerwerk kam dann das Verhältniß 1 : 15 zur Anwendung.

*Dyckerhoff*<sup>253)</sup> benutzt folgende Mischungsverhältnisse: 1) für die Fundamente, Widerlager und Sohlen von Wasser- etc. Behältern 1 Theil Portland-Cement, 6 bis 8 Theile Kiesand und 6 bis 8 Theile Kiessteine, oder 8 bis 10 Theile harter Stein- schlag; 2) für Wände, Pfeiler, Gewölbe und sonstige Tragkörper 1 Theil Portland-Cement, 5 bis 6 Theile Kiesand und 5 bis 6 Theile Kiessteine, oder 7 bis 8 Theile harter Stein- schlag. Unter Kiesand ist dabei ein Material verstanden, welches etwa zur Hälfte aus Sand bis 5 mm Korngröße, zur Hälfte aus Kiessteinen zusammengesetzt ist. Die Kiessteine sollen zwischen Haselnuß- und Hühnereigröße haben, der Stein- schlag in feinen größten Abmessungen nicht größer als 4 bis 6 cm fein.

Je weniger Cement im Verhältniß zu den übrigen Bestandtheilen im Beton

248) Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 522.

249) LIEBOLD, B. Der Zement in seiner Verwendung im Hochbau etc. Halle a. S. 1875. S. 77.

250) Siehe: Baugwksztg. 1880, S. 94 u. ff.

251) Auf 1 cbm Mauerwerk sind 1,4 cbm Gemengtheile außer dem Cement gerechnet.

252) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 181.

253) Nach der in Fußnote 246 (S. 130) angegebenen Quelle.

enthalten ist, um so weniger fest und um so poriger wird derselbe werden, was bei der Bemessung der Wandfärken in Betracht kommt.

Dafs die Anforderungen an das Mischungsverhältnifs in dieser Beziehung hohe sein können, beweist der Beschluß des Oberbauamtes von London, wo die Ausführung von Betonwänden in Gebäuden bisher nicht geduldet wurde (in England, wo der Beton auch zu Hochbauten an anderen Orten so viel Anwendung fand!), beim Ministerium des Inneren eine Ergänzung der Bauordnung bezüglich der Betonwände zu beantragen <sup>254</sup>). Nach dieser soll der Beton aus Portland-Cement, reinem Sande und reinem Kies oder zerkleinerten Steinen, die durch einen 5 cm weiten Ring fallen, im Verhältnifs von 1 Theil Cement, 2 Theilen Sand und 3 Theilen Steinmaterial bestehen.

Ueber die richtigen Mischungsverhältniffe des Betons ist das in Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 102, S. 154 u. Art. 105, S. 155) dieses »Handbuches« Mitgetheilte nachzusehen.

135.  
Betonwände  
ohne  
Verkleidung.

Für die in Beton aufzuführenden Grundmauern eines Gebäudes werden die Gräben in einer der Mauerdicke entsprechenden Breite ausgehoben und Verschalungen nur dann angewendet, wenn dies die Bodenbeschaffenheit erforderlich macht. Die Grabenwände dienen als Formen für die in üblicher Weise herzustellenden Betonmauern. Nach der Fertigstellung dieser werden erst die Kellerräume ausgegraben.

Zum Zweck der ohne eine bleibende Verkleidung aufzuführenden Stockwerkwände stellt man nun für alle gleichzeitig die nachher näher zu beschreibenden Formengerüste auf, welche im Allgemeinen aus Leitständern und an ihnen befestigten Formtafeln von 45 bis 65 cm Höhe bestehen. In die so gebildeten Formen wird der Beton auf eine der beschriebenen Weisen eingebracht und so eine rings zusammenhängende Schicht von der angegebenen Höhe erzielt, so weit sie nicht durch die im Plane vorgegebenen Oeffnungen unterbrochen wird. Die Formtafeln werden nun gehoben und von Neuem an den Leitständern befestigt und so weiter fortgefahren, bis entweder die Höhe des Stockwerkes oder der Leitständer erreicht ist, worauf, wenn erforderlich, die Höheraufstellung der letzteren stattfindet. Man richtet sich gern so ein, dafs in ein oder zwei Arbeitstagen eine solche Schicht von Formtafelhöhe fertig gestellt wird. Nach dem Umfange derselben lassen sich dann die erforderlichen Arbeitskräfte und die für einen Tag nöthigen Materialmengen berechnen <sup>255</sup>).

Während dieser Zeit ist der Beton genügend erhärtet, um die Last einer folgenden Schicht aufzunehmen. Vor dem Beginne dieser ist aber die Oberfläche aufzukratzen oder aufzuhacken und mit Wasser abzuspülen, damit eine Verbindung eintreten kann und keine offenen Fugen bleiben. Um dies wirklich zu erreichen, erscheint es zweckmäfsig, eine Lage Cement-Mörtel aufzutragen.

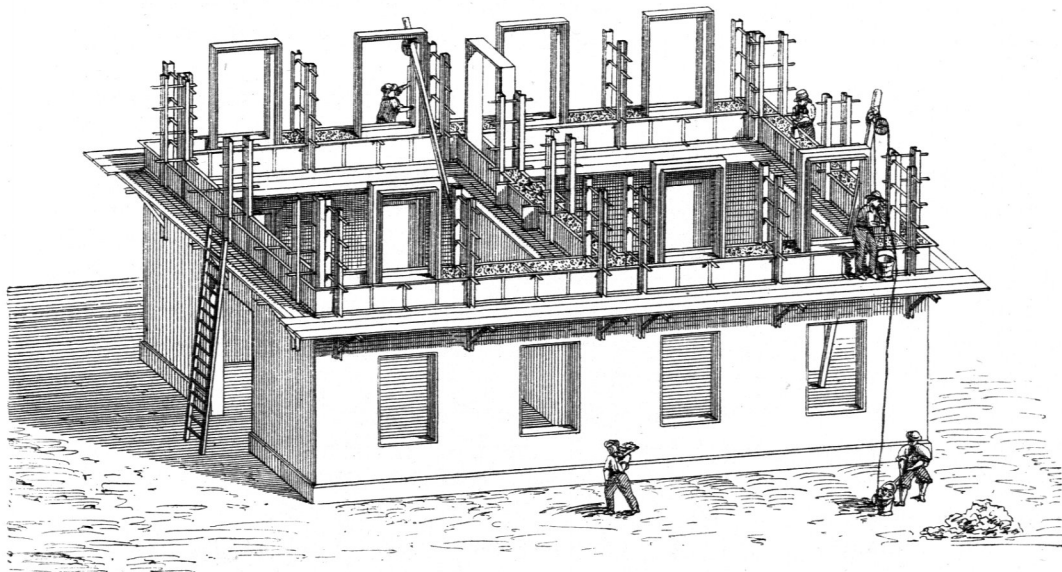
Ebene und lothrechte Mauern sind nur zu erzielen, wenn auf die Aufftellung der Formen die grösste Sorgfalt verwendet wird; namentlich gilt dies für die erstmalige Aufftellung, da Fehler hierbei in der ganzen Gebäudehöhe sich fortsetzen und mit zunehmender Höhe immer mehr zur Geltung gelangen.

Für Oeffnungen in den Mauern werden entweder besondere, später wieder zu beseitigende Brettformen aufgestellt, welche mit den Formkasten verbunden werden und gegen welche der Beton angestampft wird; oder es werden die Umfassungen derselben aus Ziegeln  $\frac{1}{2}$  oder 1 Stein stark aufgemauert, bezw. gewölbt, oder sie werden aus Betonquadern hergestellt. Zu diesen, so wie zu den Stürzen im ersten Falle wird eine fettere Kies-Betonmischung (1:3) verwendet. Die Thür- und Fenster-nischen werden häufig mit Ueberlagshölzern (Deckhölzern) überdeckt, um Vorhänge,

<sup>254</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 96.

<sup>255</sup>) Siehe: Baugwksztg. 1880, S. 96; 1872, S. 263.

Rouleaus und dergl. bequem befestigen zu können. Da der Beton rasch so fest wird, daß er nur mit dem Meißel bearbeitet werden kann, so stampft man bei der Ausführung der Mauern wohl auch Holzdübel zur Befestigung von Thür- und Fensterfuttern, so wie von Vertäfelungen ein. Aus dem gleichen Grunde müssen für die Balkenköpfe der Gebälke Löcher in den Wänden ausgespart werden, eben so Nuthen für weit ausladende Gefimse, welche einer Vormauerung aus Backsteinen bedürfen. Die Nuthen erhält man durch Einlegen von wieder zu beseitigenden Holzstücken. Schwach ausladende Gefimse zieht man aus Cement-Mörtel.

Fig. 148<sup>256</sup>).

Ein im Bau begriffenes Betonhaus zeigt Fig. 148<sup>256</sup>).

Schornsteinrohre kann man leicht durch Einfetzen von Blechcylindern aussparen. Diese sind gewöhnlich gespalten und können durch Bewegung eines Doppelhebels verengert werden, um sie leicht aus der Mauermaße herausziehen und höher aufstellen zu können. Zu demselben Zwecke können diese Cylinder auch nach *Drake's* Erfindung aus zwei keilförmigen Stücken zusammengesetzt werden.

Aufsteigende Hohlräume können auch mit Hilfe von Holzformen ausgespart werden. Eine Anwendung von solchen in großer Ausdehnung ist in unten stehender Quelle angegeben<sup>257</sup>).

Ein äußerer Putz der Umfassungsmauern mit Portland-Cement-Mörtel erscheint mit Rücksicht auf das Durchschlagen der Feuchtigkeit bei der gewöhnlich geringen Mauerdicke und der Porigkeit des mageren Betons zweckmäßig; dagegen werden die inneren Wandflächen, wenn sie tapeziert werden sollen, häufig nicht geputzt.

Zur Ausführung der Betonwände kann man sich derselben Formengerüste bedienen, wie sie beim Erd- und Kalksand-Stampfbau Anwendung finden und in Art. 120 (S. 117) u. 127 (S. 125) beschrieben worden sind.

136.  
Formengerüste.

<sup>256</sup>) Die Unterlage zu Fig. 148 ist der Güte des Herrn Architekten *B. Liebold* zu verdanken.

<sup>257</sup>) Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 181.


So ist man auch früher verfahren, und ähnliche Einrichtungen benutzt man wohl auch noch in manchen Gegenden, so z. B. in Nordamerika<sup>258)</sup>. Das geringe Schwinden und das rasche Erhärten des Cement-Betons gestatten jedoch ein schnelleres Bauen, als dies mit Erde und Kalksandmasse möglich ist, so daß die Anwendung von Formengerüsten, die diesen Eigenschaften Rechnung tragen, erwünscht sein muß. Es sind solche auch in großer Zahl in England erfunden und patentirt worden<sup>259)</sup>, entsprechend der ziemlich ausgedehnten Anwendung, die dort der Betonbau gefunden hat. Von denselben sollen sich jedoch nur wenige bewährt haben. In Deutschland scheinen namentlich die Einrichtungen von *Drake* und von *Tall* benutzt zu werden.

Man kann die Formengerüste in eiserne und hölzerne unterscheiden. Die ersteren haben sich jedoch als widerstandsfähiger erwiesen und erfordern weniger Ausbesserungen<sup>260)</sup>.

Beide Arten bestehen, wie oben schon angedeutet wurde, aus lothrecht aufzustellenden Leitständern, an denen die als Tafeln gebildeten Wandungen der Formkisten befestigt und höher gerückt werden. Die Leitständer können in der Längsrichtung der Mauern und seitwärts verstrebt werden, um ihren Stand zu sichern, wenn dies für nothwendig gehalten wird. Sie werden eben so, wie die Formtafeln, durch geeignete Querstücke verbunden, die zugleich zur Feststellung der Mauerdicke dienen. Diese Querstücke sind in der Regel entweder durchlochte Flachschienen oder Bolzen, die durch Rohre gesteckt sind. Letztere haben als Länge die Mauerdicke. Alle Verbindungen müssen leicht lösbar sein.

Da alle Mauern gleichzeitig eingerüstet werden, so ergibt sich daraus ein höherer Kostenaufwand für die Formengerüste, als bei denen für Erd- und Kalksand-Stampfbauten, der überdies schon in der größeren Constructionshöhe begründet ist und sich noch vermehrt, wenn Eisen für dieselben gewählt wird.

Die Leitständer werden 3 bis 4 m hoch gemacht, zweckmäßiger Weise aber etwa 10 cm höher als das höchste Stockwerk des betreffenden Hauses (Rummelsburg). An denselben werden mitunter eiserne Consoles zur Unterstützung von Gerüstböden für die Arbeiter befestigt.

Die eisernen Leitständer kommen in verschiedenen Querschnittsformen in Anwendung:  welche die Verschiedenheit der Querverbindungen und der Verbindungen mit den Formtafeln u. a. mit bedingen. Die letzteren werden entweder durch Schraubenbolzen oder Durchsteckbolzen oder Haken oder Klammern etc. hergestellt. Die Tafeln des Formengerüstes von *Henley*<sup>261)</sup> sind zu diesem Zwecke seitlich oben und unten mit Zapfen versehen, um welche sie zur Bildung des Formkastens einer neuen Schicht gedreht werden können, während sie bei den anderen Einrichtungen emporgehoben werden müssen. Zum Zwecke der Höheraufstellung der Leitständer läßt man in der Regel die obersten Querverbindungsstücke in der Mauer stecken und befestigt an ihnen die Ständer mit ihren unteren Enden.

Verschiedenheiten der Formgerüste sind auch bezüglich der Bildung der Ecken

<sup>258)</sup> Siehe: *Scient. American*, Bd. 54, S. 329. — Ueber einen russischen Betonbau siehe: *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 181.

<sup>259)</sup> Einige englische Patente seien hier verzeichnet: *Ch. Drake*, 1868, Nr. 1364; *J. Tall*, 1868, Nr. 2612; *Osborn*, 1869, Nr. 1003; *Ch. Drake*, 1870, Nr. 9; *W. Murphy*, 1873, Nr. 1941; *J. M. Tall*, 1873, Nr. 2733; *Ch. W. Corpe*, 1874, Nr. 141; *T. Broughton*, 1874, Nr. 819; *T. Potter*, 1874, Nr. 3945; *M. Macleod*, 1874, Nr. 3994.

<sup>260)</sup> Nach einer Mittheilung des Herrn *B. Liebold* an den Verfasser.

<sup>261)</sup> Siehe: *REID, H. A practical treatise on natural and artificial concrete.* London 1879. S. 320.

vorhanden. Mitunter werden an den äußeren Ecken Leitfänder aufgestellt und mit denen am inneren Winkel diagonal verbunden. Gewöhnlich stellt man aber solche nur mehr oder weniger nahe dem inneren Winkel auf, denen an den Außenseiten andere gegenüber stehen, und benutzt besondere Eckformen. Besondere Vorkehrungen sind auch erforderlich, wenn an den Mauern Vorsprünge angeordnet sind.

Einige der bekannteren Einrichtungen sollen in Nachfolgendem besprochen werden.

Fig. 149.

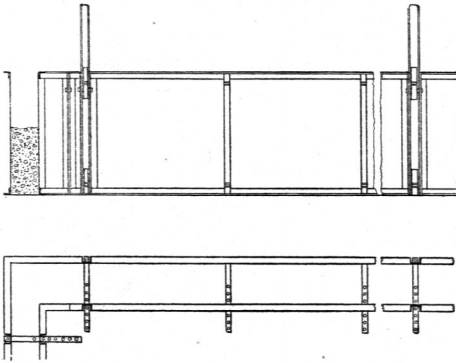


Fig. 150.

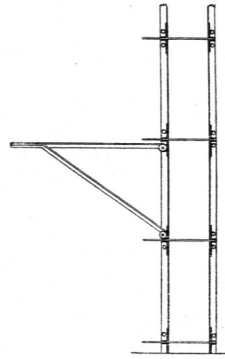
 $\frac{1}{40}$  n. Gr.

Fig. 151.

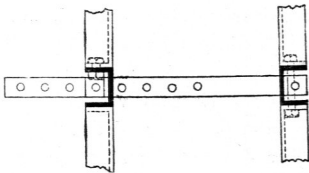


Fig. 152.

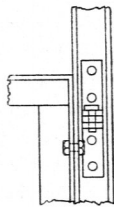


Fig. 153.

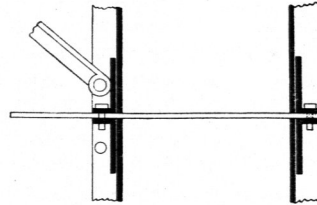
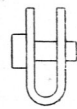


Fig. 154.

 $\frac{1}{10}$  n. Gr.

Das eiserne Formengerüste von *Charles Drake*<sup>262)</sup> hat Leitfänder von  $\Gamma$ -förmigem Querschnitt und von ungefähr 3 m Länge. Die Formtafeln sind aus Blech mit einem Rahmen von Winkeleisen hergestellt; sie sind 0,66 m hoch und 2,4 bis 3,0 m lang (Fig. 149 u. 150). Sie sind zwei- bis dreimal auf ihre Länge mit den gegenüber stehenden durch Flachschienen verbunden, eben so wie die Leitfänder, auf deren Höhe 5 bis 6 solcher kommen. Um für verschiedene Mauerdicken benutzt werden zu können, haben die Flachschienen eine Anzahl von Löchern, durch welche zum Zweck der Befestigung Bolzen gesteckt werden. Die Art der Verbindung zeigt Fig. 151 bis 153. Die Verbindung der Formtafeln mit den Leitfändern erfolgt durch Schraubenbolzen (Fig. 151 u. 152) oder durch Klammern und Bolzen (Fig. 154).

Für verschiedene Mauerstärken sind verschieden große Eckformen oder schmale Tafeln von entsprechender Breite zum Einschalten (Fig. 149) erforderlich. *Drake* verwendet zum Anpassen an verschiedenartige Mauerlängen auch Tafeln mit einer beweglichen Platte, deren wagrechte Winkeleisen sich über denen des festen Theiles verschieben lassen.

Die Formtafeln sind an der Wandseite glasiert oder emaillirt; doch hält *Drake* einen guten Oelfarbenanstrich für ausreichend.

Zur Ausführung der von der Berliner Cementbau-Actien-Gesellschaft in Rummelsburg bei Berlin hergestellten Häuser wurde das in Fig. 155 mitgetheilte Formengerüste benutzt<sup>263)</sup>. Die Leitfänder von

<sup>262)</sup> Letters Patent to Charles Drake, 1868, Nr. 1364.

<sup>263)</sup> Nach: Baugwksztg. 1872, S. 262.



Fig. 155.

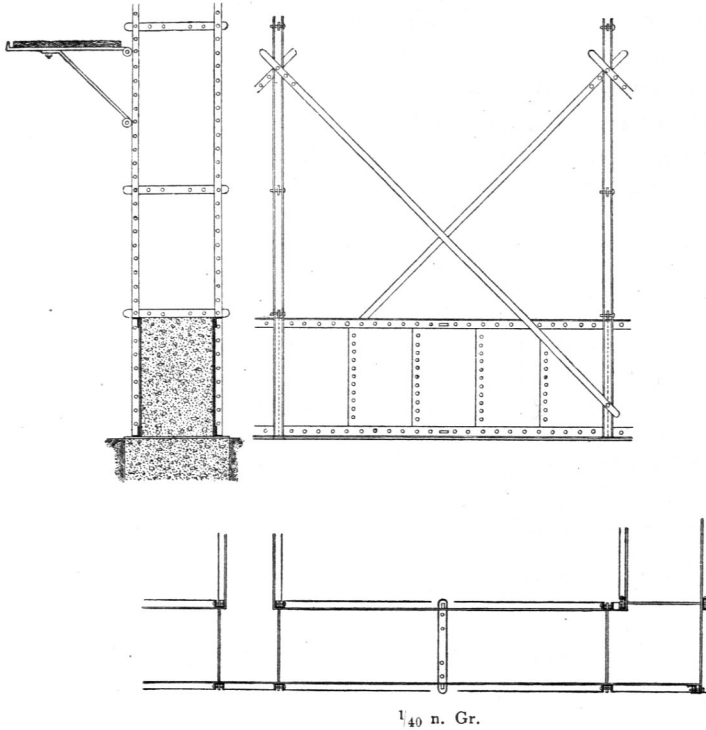
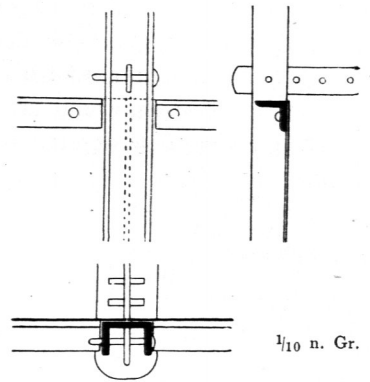


Fig. 156.



□-Querschnitt (5 cm breit, mit 3,5 cm breiten Flanschen und im Eisen 7 mm dick) werden auf Querschienen (6 cm breit und 1 cm stark) einander gegenüber aufgestellt (Fig. 156), wobei die ersteren mit Zapfen in Schlitz der letzteren eingreifen. Diese Schlitz sind, um die Formkasten für verschiedene Wand-

stärken einrichten zu können, in Abständen von 2 cm angebracht. Zur Querverbindung der Leitfländer dienen, ähnlich wie bei dem *Drake'schen* Gerüste, Flachschieben, die hier aber hochkantig gelegt sind und, wie die Grundschienen, in Abständen von 2 cm durchlocht sind. Diesen Löchern entsprechen andere in den Flanschen der Leitfländer, so daß die Befestigung durch einen durchgesteckten Bolzen erfolgen kann. Durch gleiche Querschienen, aber flach liegend, werden die Formtafeln unten und oben mit einander verbunden. Die Formtafeln sind 0,65 m hoch, aus 2 mm starken Blechplatten zusammengenetet und an den wagrechten Rändern durch Winkeleisen von 2,5 cm Breite versteift. Die Bleche greifen bis auf die Mitte der Breite der Leitfländer über, so daß sie allein die Wandung der Formkasten bilden. Die Leitfländer werden im Allgemeinen in Entfernungen von 1,75 m aufgestellt; doch kommen auch solche zu beiden Seiten des inneren Winkels und neben den Scheidewandanschlüssen zu stehen (siehe den Grundriß in Fig. 155). Sie werden durch Schienen mit einander in Richtung der Mauerflucht verkreuzt und nach den Seiten hin verstrebt. Auch können Träger für 80 cm breite Gerüstböden, wie beim *Drake'schen* Gerüst, angebracht werden. Diese leichte Construction soll genügen, weil die Böden nicht zur Lagerung von Materialien dienen, sondern dieselben nur die Arbeiter zu tragen haben.

Die ganze Einrichtung erscheint zweckmäßig und besitzt vor der *Drake'schen* einige Vorzüge; doch ist nicht klar, wie die Formtafeln in gehobener Lage an den Leitfländern befestigt, bezw. wo dieselben getragen werden.

Wahrscheinlich werden zu diesem Zwecke an den lothrechten Rändern der Formtafeln Winkeleisen unentbehrlich sein, welche mit den Flanschen der Leitfländer verschraubt oder in einer anderen Weise verbunden werden. Es dürften dann aber die gewiß die Arbeit störenden Längsverkreuzungen entbehrt werden können.

*Liebold*<sup>264</sup>) gibt die in Fig. 157 u. 158 dargestellte

<sup>264</sup>) In: LIEBOLD, B. Der Zement etc. Halle a. S. 1875. S. 63.

Fig. 157.

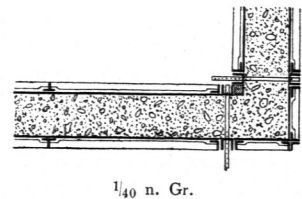


Fig. 158.

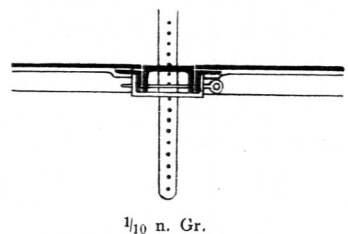
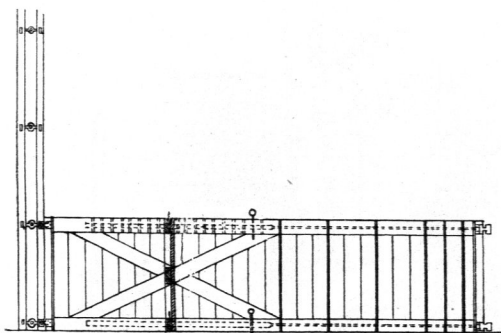
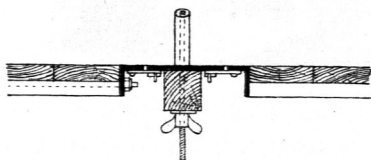
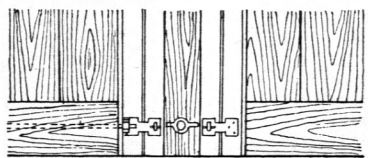


Fig. 159.



ca. 1/40 n. Gr.

Fig. 160.



Verbindungsweise zu dem eben erwähnten Zwecke an. Zur Erzielung größerer Steifigkeit wird mit den an den Winkeln der Mauerecke zusammen-tretenden beiden Leitfländern ein Holz von 5 cm Stärke verbolzt. Zu demselben Zwecke sind die bis zu 3 m langen Formtafeln in Abständen von etwa 1 m mit **I**- oder **L**-Eisen vernietet.

*Liebold*<sup>265)</sup> theilt auch die in Fig. 159 u. 160 dargestellte Construction eines hölzernen Formengerüstes mit. Bei demselben bestehen die Leitfländer aus 10 cm breiten Flacheisen, auf welche 5 cm starke Holzstücke aufgeschraubt sind. Dieselben sind durch die Querverbindungen in vier Abtheilungen von je 50 cm Höhe, den Formtafeln entsprechend, zerlegt. Die Formtafeln werden aus Stücken von 1 m Länge und solchen von 25 cm, 10 cm und 5 cm Länge zusammengesetzt, so dass man dieselben, dem Bedürfnis entsprechend, bequem kürzer oder länger machen kann. Zu diesem Zwecke sind sie auf Rundeisenstäben aufgereiht, welche in den am oberen und unteren Rande der Bretter angenagelten Bohlen liegen und sich in die 1 m langen Tafeln nach Bedarf hineinschieben lassen. An dem einen Ende wird der Stab durch einen Stift fest gemacht, am anderen mit einer Schraubenmutter angezogen. An den Enden der Formtafeln sind lothrechte Winkeleisen angebracht, welche Lafchen tragen, durch die sie an den Leitfländern befestigt werden.

Bei *Rittel's* patentirtem Formengerüste<sup>266)</sup>

sind die 45 cm hohen Formkasten aus Tafeln von 1 m Länge zusammengesetzt, welche aus leichtem Holzrahmenwerk bestehen, dessen Wand durch Eisenblech geschlossen ist. Diese Formtafeln werden mit über Rollen geführten Leinen an den an den Enden aufgestellten Leitfländern aufgezogen, sind an diesen aber nicht befestigt. Die letzteren sind 5,5 bis 7,5 m hoch und haben drei durch Scharnier mit ihnen verbundene Beine, durch welche sie fest gestellt werden. Diese Formengerüste scheinen sich nur für einfache, eintöckige Gebäude zu eignen.

Die besprochenen Formengerüste sind mit Rücksicht auf eine öftere Anwendung derselben gestaltet; sie setzen auch eine verhältnismäßig einfache Bildung der Gebäude voraus. Bei Bauwerken von verwickelterer Grundform und in außergewöhnlichen Fällen wird man daher sich Formen herstellen müssen, die den besonderen Verhältnissen angepasst sind, und wird mit Rücksicht auf die nur einmalige Verwendung für dieselben das Holz wählen. Beschreibung und Abbildung einer derartigen Ausführung finden sich in der unten angegebenen Quelle<sup>267)</sup>.

Die dauernde und zugleich den Ersatz für ein Formengerüste bildende Verkleidung einer Betonmauer kann aus den verschiedenen natürlichen und künstlichen Steinmaterialien hergestellt werden. Ueber die Verkleidung mit Quadern ist schon in Art. 7 (S. 10), über die mit regelmässigen kleinen Steinen in Art. 62 (S. 79) gesprochen worden, und zwar besonders über die von den Römern angewendeten Ausführungsweisen. Zwar ist bei diesen der Mauerkern als Bruchsteinmauerwerk aus kleinen Stücken zu bezeichnen; doch ist dasselbe so verwandt mit unserem Beton mit Packung, dass für diesen dieselben Regeln, wie für jenes gelten müssen. Ein

137.  
Betonwände  
mit  
Verkleidung.

<sup>265)</sup> A. a. O., S. 65.

<sup>266)</sup> Näheres in: Deutsche Bauz. 1879, S. 345 — und: Zeitschr. f. Bauhdw. 1880, S. 76.

<sup>267)</sup> GROSCH, G. Ueber die Verwendung von in Holzmodellen geformtem Cementbeton zu Turbinenwasserbauten u. f. w. Civiling. 1885, S. 65.

Rammen des Betons ist daher nur bei Verkleidungen aus schweren Quadern ausführbar, in allen anderen Fällen aber zu unterlassen; im Uebrigen müssen die Grundsätze zur Anwendung gelangen, die für Mauern aus gemischtem Mauerwerk (siehe den vorhergehenden Band dieses »Handbuches«, Art. 81 bis 85, S. 65 bis 70) aufgestellt wurden. Als Verkleidungs-Material kommen für den Hochbau namentlich Backsteine und andere geeignete künstliche Steine in Betracht<sup>265</sup>); doch verdienen einige für diesen Zweck gemachte Erfindungen der Erwähnung.

Von der *Broomhall Tile & Brick Co.* werden winkelförmige, langkantige Steine hergestellt, deren Anwendung Fig. 161 zeigt. Der eine Schenkel bildet die Wandverkleidung, so dass diese das Ansehen einer im Läuferverband aufgeführten Backsteinmauer liefert; der andere Schenkel wird durch den Beton fest gehalten.

Gefimse und andere Ziertheile werden aus Formstücken eingefügt<sup>269</sup>).

*F. & J. P. Weß* verwenden zur Verkleidung der Mauern Betonplatten von rechteckiger oder polygoner Form mit einer Vertiefung auf der Innenseite (Fig. 162). Dieselben haben in den Lagerflächen Höhlungen und ringsum Nuthen, die mit einem schnell bindenden Cement ausgegossen werden<sup>270</sup>). Die rechteckigen Platten sind ungefähr 45 cm lang, 30 cm hoch und 37 mm dick. Kleinere Gefimse werden mit den Platten hergestellt; grössere werden aus besonderen Stücken gebildet. Die Platten können an ihrer Ausenfläche beliebig verziert werden.

Fig. 161.

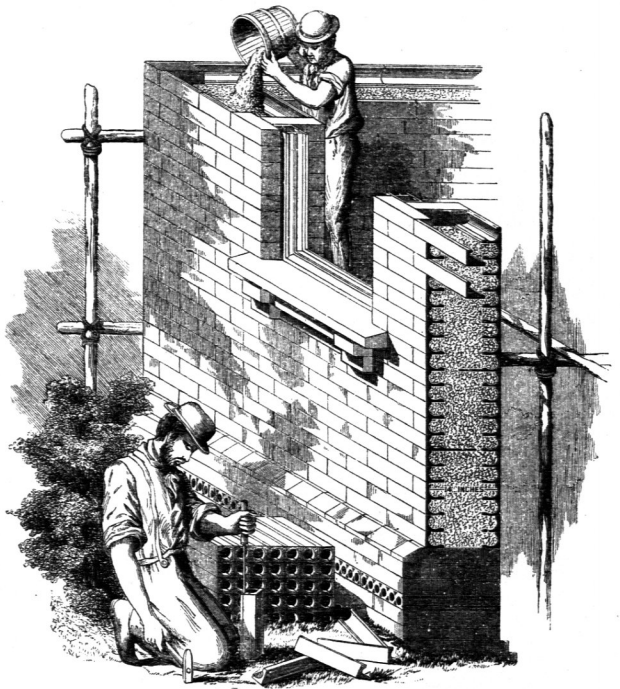
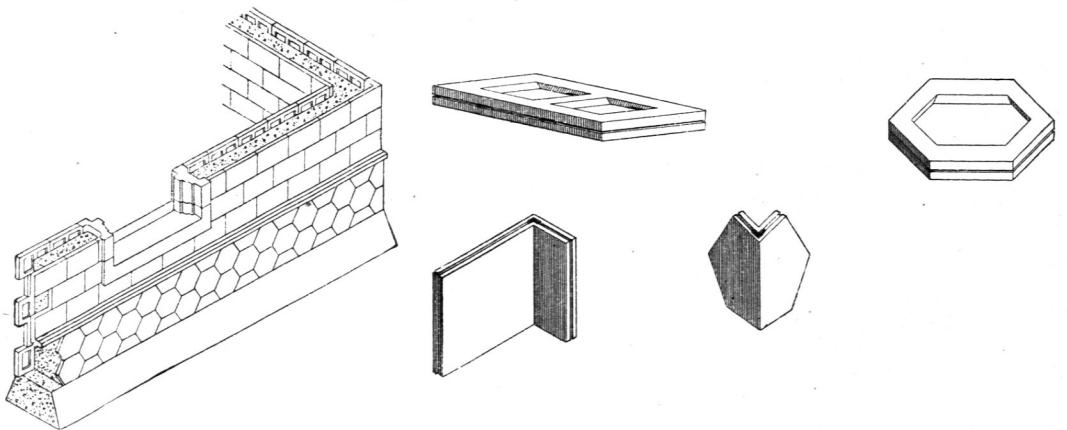


Fig. 162.



<sup>265</sup>) Ueber Verblendungen der Betonmauern, allerdings nur von Futtermauern, Schleifenmauern u. dergl., siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 433, 453.

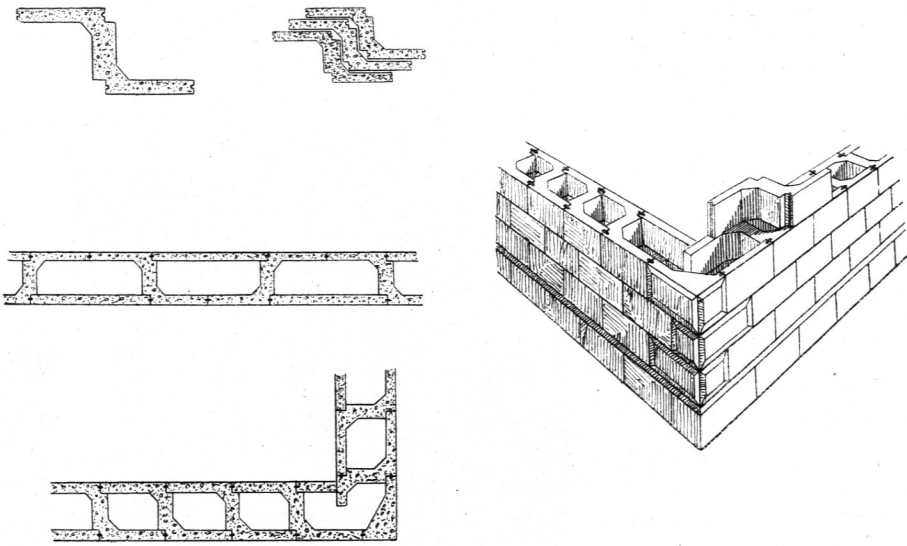
<sup>269</sup>) Siehe: *Builder*, Bd. 26, S. 658 — und: Deutsche Bauz. 1871, S. 322.

<sup>270</sup>) Siehe ebendaf., Bd. 48, S. 826, 884.

Die Betonsteine und Betonquader gehören zu den Kunststeinen, welche schon kurz in Art. 33 (S. 48) und in Theil I, Band 1, erste Hälfte dieses »Handbuches« behandelt wurden. Sie werden entweder hergestellt, indem man die fertig bereitete Betonmasse in Formen stampft, oder nach Art des Betons mit Packung, oder als kunstgerechte Mauerwerksblöcke mit viel Mörtelzusatz. Auf die erste Weise wird man die innerlich gleichförmigsten und festesten Betonsteine erzielen können. Es haben sich dieselben auch zumeist bewährt; doch erscheint es auch bei ihnen zweckmäßiger, zu ihrer Herstellung den mit langsam bindendem Portland-Cement bereiteten Beton ziemlich trocken in die Formen zu stampfen und fettere Mischungen für die Außenflächen zu vermeiden. Ueberzüge von fettem Cement-Mörtel oder reinem Cement geben zu Schwindungsrisfen Veranlassung. Glatte Flächen kann man auch

138.  
Wände  
aus  
Betonsteinen

Fig. 163.

ca.  $\frac{1}{80}$  n. Gr.

durch Verwendung von feinem Sand erzielen. Aus flüßigem Cement-Mörtel oder Beton gegoffene Steine werden so porig, daß sie keine Witterungsbeständigkeit in ausgesetzten Lagen erwarten lassen. Vor der Verwendung sollten die Betonsteine vollständig abgebunden haben<sup>271)</sup>.

Das Vermauern der in Quader- oder Backsteinform hergestellten Betonsteine bedarf keiner besonderen Erörterung. Dagegen mag eine besondere Form von Betonsteinen hier Erwähnung finden.

Es sind dies die von *J. J. Lish* erfundenen Z-förmigen Betonsteine<sup>272)</sup>, welche sich gut zur Herstellung hohler Mauern eignen (Fig. 163). Der Verband in solchen Mauern ist ein guter; auch lassen sich die Steine für den Transport leicht in einander packen, wenngleich sich dabei viel Bruch ergeben dürfte. Durch Einschaltung von

<sup>271)</sup> Eine lehrreiche Erörterung über die Ausführung von Turmhelmen in Cement-Beton findet sich in: Deutsche Bauz. 1884, S. 351, 362, 384, 399, 419, 508, 627; 1886, S. 84, 524, 547. — Ueber Ausführungen in Betonsteinen vergl. auch: Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 522.

<sup>272)</sup> Siehe: *Building news*, Bd. 37, S. 411.

gewöhnlichen Betonplatten, welche die doppelte Länge der Flügel der Z-förmigen Steine haben, können Mauern mit größeren Hohlräumen erzielt werden. Volle Mauern sind selbstverständlich leicht durch Ausfüllung der Hohlräume mit Beton herzustellen.

<sup>139.</sup>  
Formale  
Behandlung.

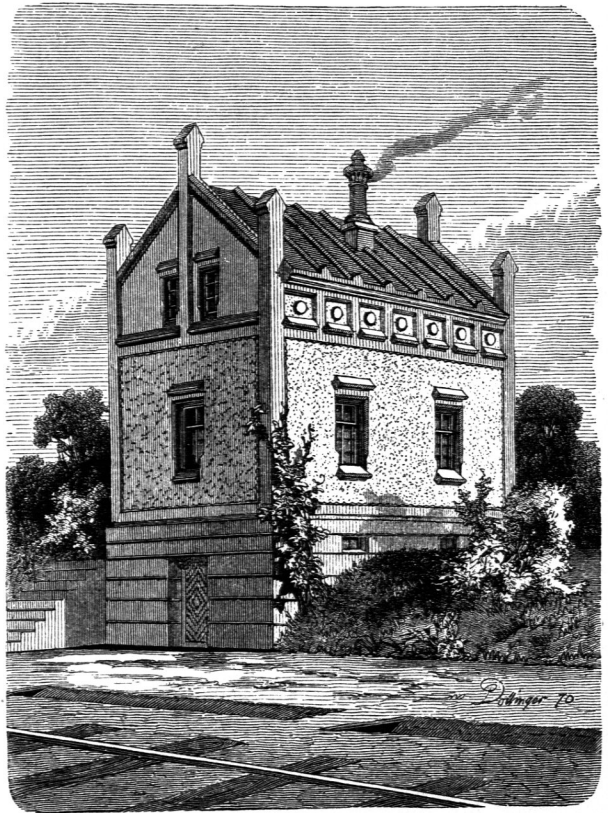
Die formale Ausbildung der Betonwände bietet keine besonderen Schwierigkeiten, wenn dieselben mit einer Verkleidung oder aus Betonsteinen hergestellt werden; sie wird sich an die der Wände aus natürlichen oder künstlichen Steinen anschließen; dagegen ist sie eine beschränktere, wenn die Wände ganz aus Beton aufgestampft werden. Sie wird in diesem Falle erleichtert, wenn die Wände einen Putzüberzug erhalten und sich dann innerhalb der Grenzen bewegen müssen, welche für den Putzbau gelten (vergl. Art. 108, S. 108). Für etwas reicher auszustattende Gebäude wird man hierbei in der Regel Gesimse und Umrahmungen der Oeffnungen aus Kunststein bilden oder aus Backsteinen vormauern und in Cement-Mörtel ziehen (vergl. Art. 135, S. 132).

Dafs bei geeigneter Behandlung des äufseren Putzes und angemessenen einfachen Gliederungen auch ansprechende Wirkungen von Betongebäuden sich erzielen lassen, zeigt das nach den Plänen *Dollinger's* errichtete, in Fig. 164<sup>273)</sup> dargestellte Wärterhaus der oberschwäbischen Eisenbahn.

Die plastische Flächenbehandlung ist schwierig, wenn die Wände keinen Putz erhalten sollen, und wohl nur bei hölzernen Formkasten ausführbar. Bei solchen lassen sich für Bildung von Füllungen oder Nuthen an den Formtafeln entsprechend gestaltete Brettstücke, bezw. Leisten von rechteckigem oder dreieckigem Querschnitt befestigen.

Aber auch dies setzt eine fettere und feinsandigere Beschaffenheit des Betons voraus, als in der Regel angewendet wird. Nur bei stärkeren Mauern wird man zu diesem Zwecke eine bessere Mischung als äufsere Verblendung in die Formen mit einstampfen können.

Fig. 164<sup>273)</sup>.



<sup>273)</sup> Facf.-Repr. nach: Deutsche Bauz. 1870, S. 45.

Auf letztere Weise wurde der Leuchthurm auf La Corbière bei Jersey aufgeführt. Während die Mauer in der Hauptmasse aus Beton von 1 Theil Cement auf 6 Theile Kies bestand, wurden für die 5 bis 8 cm starke Verblendung auf 1 Theil Cement 3 Theile Kies genommen und auf die Formen Keilleisten zur Bildung eines Fugennetzes genagelt. Dieses Verfahren liefert jedenfalls ein dauerhafteres Ergebniss, als das nachträgliche Auftragen eines Cement-Putzes. Um das Anhaften des Betons an die Form zu verhindern, ward dieselbe bei jeder neuen Verwendung mit Bürste und Wasser gereinigt und dann mit einer aus Seife und Wasser dickflüssig gekochten Mischung angestrichen. Als Holzart für die Form hat sich die fette Harzanne bewährt <sup>274</sup>).

Für die Ausführung der Betonbauten eignen sich die Jahreszeiten mit mittlerer Wärme, also Frühjahr und Herbst. Große Hitze und Kälte wirken im Beginn der Erhärtungszeit des Betons schädigend, während sie dem erhärteten Beton nicht nachtheilig sind. Frischer Beton wird durch große Wärme zu rasch feines zur Erhärtung nothwendigen Wassers beraubt, durch Frost aber in derselben verlangsam oder ganz gestört. Die Gefahr für den Beton durch außergewöhnliche Temperaturen hört etwa 7 Tage nach seiner Anfertigung auf. Es empfiehlt sich daher, bei Betonausführungen im Sommer und Winter entsprechende Schutzvorkehrungen zu treffen: starke Befuchtung bei Hitze, Abdecken mit Sand und Bereitung mit warmem Wasser bei Kälte <sup>275</sup>).

Von den Vertretern des Betonbaues werden demselben neben anderen namentlich die folgenden Vortheile zugeschrieben <sup>276</sup>): Schnelligkeit der Ausführung; leichte und erfolgreiche Verwendung von gewöhnlichen Arbeitern zur Bereitung und Verwendung der Betonmasse; verhältnismäßig geringer Verbrauch von Baumaterial und Verwerthung aller sonst nicht allein unbrauchbaren, sondern auch oft lästigen feinen und schlackenartigen Abfälle jeder Art; überaus leichte und billige Anlage von Rauch- und Lüftungsrohren; große Sicherheit der Mauern gegen Schlagregen und Feuchtigkeit überhaupt und die hierdurch bedingte größere Wärme der Wohnungen während der feuchtkalten Jahreszeiten; große Sicherheit gegen Gewürm und anderes Ungeziefer, welches sich in anderen Mauern hinter dem Putz dauernd einnistet oder die Mauern, namentlich solche von Bruchstein, mit den vielen und oft offenen Fugen durchbricht; auch bei feuchter Witterung vorhandene ausreichende Lüftung und schnelle Bewohnbarkeit der aus Beton hergestellten Gebäude. Außerdem wird vielfach die größere Billigkeit des Betonbaues gegenüber dem Ziegelbau gerühmt.

Einzelne der angeführten Vortheile werden auch von den Gegnern des Betonbaues zugestanden werden können; andere werden jedoch nur bedingungsweise gegeben, bezw. beanstandet und auch Nachtheile desselben, die seiner ausgedehnteren Anwendung entgegenstehen, werden angeführt. Solche sollen sein: Unbequemlichkeit der Ausführung in Formen, die bei engen und beschränkten Baustellen, wie sie in Städten die Regel bilden, sich geltend macht; Starrheit der Beton-Constructionen, welche einer durch veränderte Bedürfnisse so häufig nothwendig werdenden Veränderung der Anlage sich widersetzt und dieselben gegen Ziegelbau entschieden zurückstehen läßt; mangelhafte äußere Erscheinung <sup>277</sup>).

<sup>274</sup>) Nach: Deutsche Bauz. 1881, S. 440.

<sup>275</sup>) Nach den Erfahrungen amerikanischer Ingenieure hat sich bei Bauausführungen in Frostwetter im Allgemeinen der Portland-Cement besser bewährt, als der natürliche amerikanische Cement (Rosendale-Cement); auch haben dieselben gefunden, daß der Zusatz von Salz bei der Mörtelbereitung alle Cemente widerstandsfähiger gegen Kälte macht. (Vergl.: *Novv. annales de la constr.* 1887, S. 159.) — Diese Wirkung des Kochsalzzufatzes ist auch durch deutsche Versuche bestätigt. (Vergl.: Deutsche Bauz. 1887, S. 148.)

<sup>276</sup>) Siehe: LIEBOLD, B. Gutachten über Betonbauten im Hochbau. *Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1880, S. 106.

<sup>277</sup>) Siehe: Deutsche Bauz. 1877, S. 160.

140.  
Zeit der  
Ausführung.

141.  
Werthschätzung.

Bei der Verschiedenheit der Beurtheilung, die der Betonbau demnach erfährt, erscheinen einige Erörterungen geboten.

Die Möglichkeit sehr schneller Ausführung ist durch glaubwürdige Angaben nachgewiesen. Dieselbe scheint jedoch nur gesichert, wenn die Leitung des Baues einem Specialisten übergeben ist und die Ausführung durch geübte Arbeiter erfolgt; denn es liegen auch Mittheilungen über eine gegentheilige Erfahrung vor<sup>278)</sup>. Die Verwendung von geübten und in ihrer Zuverlässigkeit erprobten Arbeitern, also nicht bloß von gewöhnlichen Arbeitern, ist aber auch noch deshalb nothwendig, weil davon die Güte der Arbeit und die Vermeidung von nachtheiligen Erscheinungen abhängt. Insbesondere ist hiervon auch die geringste für einen gegebenen Fall in Bezug auf Festigkeit zulässige Wandstärke und damit auch der Materialverbrauch abhängig. Da nun aus anderen, nachher und in Kap. II zu besprechenden Gründen die geringsten Stärken von Beton-Umfassungswänden, wenigstens in Wohngebäuden, nicht unter denen von Ziegelmauern in gleicher Lage gehalten werden sollten, so ergibt sich eine Ersparnis an Material häufig nur aus dem, was sich etwa durch geringere Vermehrung an Wanddicke in unteren Stockwerken gegenüber den  $\frac{1}{2}$  Stein starken Abätzen bei Ziegelmauern erzielen läßt. Eine Kostenersparnis gegenüber dem Ziegelbau kann daher in der Hauptsache nur dann erreicht werden, wenn die Betonfüllstoffe wesentlich billiger als die Mauerziegel zu haben sind; denn dem gewöhnlich für letztere verwendeten Luft-Kalkmörtel steht der theurere Cement-Mörtel beim Betonbau, dem bei diesem etwa geringeren Arbeitslohn die Bereithaltung der kostspieligen Formengerüste gegenüber.

Die Feuchtigkeit und Kälte von Wohnräumen in Betongebäuden, welche in einzelnen Fällen beobachtet wurden<sup>279)</sup>, scheint von der zu geringen Dicke der betreffenden Umfassungswände herzurühren. Die Ursache der unangenehmen Erscheinung kann dabei zweierlei Art sein. Entweder der Beton besitzt eine zu gute Wärmeleitungsfähigkeit, so daß sich bei Abkühlung der Außenluft die Feuchtigkeit der Innenluft an den Wänden nieder schlägt, da diese rasch dem Wärmewechsel folgen; oder der Beton ist zu wenig dicht und wird vom Schlagregen ganz durchfeuchtet. In beiden Fällen verhält sich eine dickere Wand günstiger, als eine dünnere. Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß die erwähnten Uebelstände bei Betonwänden nicht auftreten, welche die Stärke erhalten, die man Ziegelmauern geben würde. Da bei einer größeren Mauerdicke die Festigkeit des Betons eine verhältnißmäßig geringere sein kann, so erscheint auch deshalb die Anwendung eines porigen Betons für Wände gut zulässig, wobei es nur wünschenswerth bleibt, daß die Außenflächen vor der Durchfeuchtung durch Schlagregen durch einen Putz oder einen Behang geschützt werden, was übrigens für Wände aus porigen Backsteinen eben so gilt<sup>280)</sup>. Wenn man bei dünnen Wänden aus dichtem Beton geeignete Verkleidungen anwendet, um die Wärmeleitungsfähigkeit zu verringern, was allerdings mit einer Erhöhung des Kostenaufwandes verbunden ist, und dabei für genügende Lüftung der Räume sorgt, bzw. Anordnungen für künstliche Lüftung trifft, so werden sich mit Sicherheit auch mit solchen Wänden behagliche Wohnungen herstellen lassen. Zu beachten ist, daß Beton bei längerer Durchfeuchtung dauernd luftundurchlässig

<sup>278)</sup> Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 139.

<sup>279)</sup> Siehe: Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 546. — Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 157.

<sup>280)</sup> Ueber eine eigenthümliche Art von Beton-Hohlmauern, welche in Rußland mit Rücksicht auf möglichstes Warmhalten von Räumen errichtet werden, siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 181.

wird<sup>281)</sup>. Andererseits trocknen Betonmauern rasch aus, liefern also rasch bewohnbare Räume, da zur Bereitung des Betons nur wenig mehr Wasser, als unbedingt erforderlich, zu verwenden ist. Ein Vorzug des dichten Betons in gesundheitlicher Beziehung möchte hier noch anzuführen sein. Derselbe besteht darin, daß der Beton für die Auffpeicherung von Krankheitsstoffen wenig Gelegenheit bietet, ein Vorzug, den man in manchen Fällen bei anderen Mauerwerksgattungen durch möglichst dichte Ueberzüge oder Verkleidungen zu erreichen sucht.

Die Forderung der Trockenheit, welche man aus Rücksicht auf die Gesundheit der Bewohner an alle Mauern von Wohngebäuden, also auch an Betonmauern stellen muß, steht einigermaßen mit dem Umfande in Widerspruch, daß die hydraulischen Bindemittel, auch der Portland-Cement, dauernder Feuchtigkeit für sicheren Bestand bedürfen. Es ergibt sich hieraus ein Bedenken gegen die Anwendung des Häuferbaues aus Beton, zum mindesten für Länder mit trockenem Klima, während er für feuchte Himmelsstriche sich deshalb besser eignet.

Einer Beschränkung unterliegt der Betonbau, wie der Erd- und Kalksand-Stampfbau, in der Rücksichtnahme auf möglichst einfache Planbildung. Vor- und Rücksprünge in den Mauerzügen veranlassen immer umständliche und kostspielige Anordnungen an den Formengerüsten. Dagegen nehmen die letzteren nicht mehr Raum, als andere Baugerüste in Anspruch.

Veränderungen lassen sich an Betonwänden nur mit mehr Arbeit ausführen, als bei anderen Mauerwerksarten; auch ist das gewonnene Material nur in geringem Maße weiter verwendbar. Sichere Angaben über die Unterhaltungskosten von Betonbauten liegen noch nicht vor; doch können dieselben für Mauern aus gutem Beton und von sorgfältiger Ausführung nur unerheblich sein; auch läßt bei Verwendung von gutem Cement eine lange Dauer sich erwarten.

Cement-Beton hat sich als sehr feuerbeständig erwiesen und überragt in dieser Beziehung die meisten natürlichen Steine<sup>282)</sup>. Es mag dies den Werth des Betons auch für den Mauerbau erhöhen.

Wenn nun auch Beton den eben erwähnten Vorzug besitzt, so ist doch auch sicher, daß wegen der allgemeinen Eigenschaften der Cement-Beton in seiner Erhärtung durch höhere Wärmegrade gestört wird und derselben Trockenheit der Luft nicht förderlich ist, daß daher auch das erwähnte gute Verhalten von Beton gegen Erhitzung nur nach vollständiger Erhärtung zu erwarten ist. Bei Erhitzung über 200 Grad nimmt übrigens auch die Festigkeit eines gut erhärteten Cement-Mörtels ab<sup>283)</sup>. Dennoch hat man bisher keine Bedenken getragen, Rauchrohre von Wohngebäuden, ja sogar große Fabrikschornsteine, aus Beton aufzuführen<sup>284)</sup>.

Den Betonmauern wird nachgerühmt, daß sie monolithische Massen in ihrer ganzen Ausdehnung bilden. Es ist die Frage, ob dies wirklich der Fall ist. Vor dem Auftragen einer neuen Schicht, bezw. dem Anschluß an ein in derselben Höhe befindliches Stück einer solchen hat die darunter oder daneben liegende Schichtenstrecke schon abgebunden. Eine Verbindung wird allerdings ermöglicht, indem man die

<sup>281)</sup> Siehe: LANG, C. Ueber natürliche Ventilation. Stuttgart 1877. S. 95.

<sup>282)</sup> Es bestätigen dies die *Bauschinger'schen* Versuche. (Siehe: Mittheilungen aus dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der kgl. tech. Hochschule in München. Heft 12. 1885. S. 29.)

<sup>283)</sup> Siehe: FEICHTINGER, G. Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien. Braunschweig 1885. S. 308.

<sup>284)</sup> Durch Brandproben wurde nachgewiesen, daß durch Hitzegrade, wie sie bei jedem größeren Brande vorzukommen pflegen, alle Mörtel-Materialien, namentlich Kalk, Gyps und Tripolith, und auch Cement, ganz mürbe gebrannt werden, so daß ihre Festigkeit zum größten Theile verloren geht. (Vergl.: Deutsches Bauwerksbl. 1889, S. 195.)



älteren Schichtenstrecken aufkratzt und von lockeren Theilen säubert und dadurch die Adhäsionsflächen vermehrt, noch besser durch gleichzeitiges Auftragen von Cement-Mörtel. Aber ein einheitlicher Körper wird dadurch nicht erzielt, und es kann sich deshalb Betonmauerwerk in dieser Beziehung nur in so weit besser verhalten, als gutes anderes Mauerwerk, als die Schichtenabtheilungen des ersteren größer sind als die Steine des letzteren. Erfahrungen hierüber sind von deutschen Ausführungen nicht bekannt gemacht worden, vergl. jedoch die unten angegebene Quelle<sup>285)</sup>.

Der Vorwurf mangelhafter äußerer Erscheinung der Betonbauten trifft wohl für die meisten Ausführungen zu, daß dies aber nicht unbedingt nöthig ist, geht aus dem in Art. 139 (S. 140) Gefagten hervor. Es bleibt allerdings der Beton ein Steineratzstoff; doch wird man auch einem solchen bei nach anderen Richtungen hin vorhandenen guten Eigenschaften eine Berechtigung in ästhetischer Hinsicht zugehen müssen, wenn sich seine Formausbildung innerhalb verständiger und den Eigenschaften des Stoffes entsprechender Grenzen bewegt.

Seit auf Veranlassung des »Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine« eine Zusammenstellung der im Gebiete desselben über Betonbauten gemachten Erfahrungen veröffentlicht wurde<sup>286)</sup>, ist wesentlich Neues über diesen Gegenstand nicht bekannt geworden, so daß das Gesamtergebnis in der Hauptfache noch Giltigkeit haben dürfte und deshalb hier abgedruckt werden mag:

»Die Herstellung von Hochbauten aus Beton hat sich in einer Anzahl von Fällen als eine brauchbare Bauweise bewährt, durch welche unter günstigen Preisverhältnissen der dazu zu verwendenden Materialien, besonders, wenn Kies und Sand in guter Beschaffenheit in der Nähe der Baustätte gewonnen werden kann, nicht unerhebliche Ersparungen gegenüber der gewöhnlichen Bauweise herbeigeführt werden können. Immerhin sind aber die bisher gewonnenen Erfahrungen noch nicht so allgemein günstig, daß eine uneingeschränkte Empfehlung der Bauweise angezeigt wäre.

Es stellt sich nach den bisherigen Ergebnissen der Betonbau für Außenmauern von Hochbauten doch nur als ein Surrogatbau dar, welcher nur in Einzelfällen Anwendung gefunden hat und der voraussichtlich auch für die Folge nur dann umfangreichere Verwendung finden wird, wenn nach den bestehenden Preisverhältnissen von Cement und Mauersteinen Betonbauten sich erheblich billiger, als gewöhnliche Bauausführungen stellen.«

142.  
Geschichtliches.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Römer den Beton gekannt haben; denn *Vitruv* beschreibt ihn deutlich genug bei der Besprechung des Baues von Meerdämmen (*Lib. V, Cap. 12*). Aus der Untersuchung der Monumente<sup>287)</sup> geht aber hervor, daß beim Mauerbau diesem eigentlichen Beton, der vor der Verwendung fertig gestellten Mischung aller Bestandtheile, die schon in Art. 7 (S. 10) beschriebene billigere Bauweise vorgezogen wurde, bei welcher in mit der Schaufel ausgebreitete Mörtelschichten unregelmäßige Bruchsteine eingedrückt wurden, jene Bauweise, welche unserm heutigen Beton mit Packung sehr verwandt ist. Ein Rammen fand nur beim Bau von Grundmauern und von Mauern mit Verkleidungen aus schweren Quadern statt. Es mußte unterlassen werden bei den so häufig angewendeten Mauern, welche eine Verkleidung aus kleinen Steinen erhielten. Man hat angenommen, daß auch diese Mauern in Formkasten ausgeführt worden seien und dies aus den in gleichen Höhenabständen wiederkehrenden Löchern in der Verkleidung geschlossen. Nach *Choisy* dienten diese im Inneren der Mauern oft sehr unregelmäßig verlaufenden Höhlungen zur Aufnahme der in die Mauer oder quer durch dieselbe gelegten Riegel zur Bildung der Standgerüste für die Arbeiter. Diese Riegel wurden nach der Fertigstellung an den Mauerfluchten abgechnitten, das Uebrige aber in der Mauer stecken gelassen, und sie dienten

<sup>285)</sup> *Revue gén. de l'arch.* 1868, S. 171.

<sup>286)</sup> Siehe: *Zeitschr. f. Baukde.* 1881, S. 522.

<sup>287)</sup> Siehe: *CHOISY, A. L'art de bâtir chez les Romains.* Paris 1873.

fo gleichzeitig mit zur Verankerung der schwachen Verkleidungen. Das Holz ist im Laufe der Zeit vermodert und hat die erwähnten Höhlungen zurückgelassen<sup>288)</sup>.

Auch den Byzantinern war der Beton bekannt, wie dies aus Beschreibungen des Baues der *Sophien-Kirche* in Constantinopel für die Gründungen derselben hervorgeht. Die Byzantiner haben den eigentlichen Beton fogar in ausgedehnter Weise für den Mauerbau benutzt<sup>289)</sup>. Sie vermauerten die Steine ihrer Mauerwerke mit außerordentlich dicken Mörtelfugen. Die Fugen zwischen 4 cm starken Ziegeln sind oft 5 bis 6 cm stark; niemals sind sie schwächer, als der Ziegel. Mauern der Ruinen des Palaftes der Blachernen in Constantinopel bestehen z. B. zu zwei Drittel ihres Rauminhaltes aus Mörtel. Derselbe ist aber ein eigentlicher Beton; denn dem Kalk sind außer vielem Ziegelmehl Kies und Steinbrocken zugemengt.

Während des Mittelalters kommt der Betonbau nur vereinzelt zur Anwendung. In Spanien machten die Araber vielfach von einem Gemisch aus Kalk, Sand, Thonerde und kleinen Steinen Gebrauch<sup>290)</sup>; die älteren holländischen Bauwerke zeigen häufig Mauern aus Beton, welche eine äußere Ziegelverkleidung besitzen<sup>291)</sup>; auch im südlichen Frankreich hat man bis zum XII. Jahrhundert Beton zu Gründungen benutzt<sup>292)</sup> und fo wohl auch noch anderwärts. In Deutschland ist theilweise die römische Art der Mauerbildung mit Handquader-Verkleidung bis Ende des XII. Jahrhunderts in Uebung geblieben<sup>293)</sup>. Für gewöhnlich bestehen jedoch die mittelalterlichen Mauern in ihrem Inneren aus einer mehr oder weniger schlechten Fülle von Bruchsteinmauerwerk.

Dagegen findet sich im Mittelalter mehrfach die Anwendung von Beton- oder Kunststeinen. So zur Ueberdeckung von Fenster- und Thürnischen in Carcaffonne<sup>294)</sup>, fo zu Architekturtheilen im Inneren zahlreicher Kirchen des Alpengebietes<sup>295)</sup>, jedoch nie am Aeufseren, fo auch im Inneren von Kirchen an der deutschen Nordseeküste<sup>296)</sup>.

Die erste ausgedehntere Anwendung des Betons im Häuferbau in neuerer Zeit scheint *Lebrun* beim Bau seines eigenen Wohnhauses bei Alby im Jahr 1830 gemacht zu haben. Der Beton desselben bestand aus 1 Theil durch Eintauchen gelöschtem hydraulischem Kalk, 1 Theil reinem Sand und 2 Theilen Gerölle von 8 bis 10 cm Gröfse<sup>297)</sup>. Er benutzte dazu hölzerne Formen. Dieser Bau bewährte sich zunächst nicht, da er Risse bekam. Dieselben scheinen vom Schwinden der Masse wegen Verwendung zu naffen Betons hergerührt zu haben; denn sie wurden weiterhin von *Lebrun* durch starkes Stampfen von ziemlich trockenem Mörtel in schwachen Schichten vermieden. Auf diese Weise wurden von ihm auch künstliche Steine (hydroplastische Steine) hergestellt<sup>298)</sup>.

Angaben über die weitere Verbreitung des Häuferbaues in Beton finden sich in den unten stehenden Quellen<sup>299)</sup>.

#### d) Wände aus sonftigen Stampf- und Gufsmaffen.

In Frankreich und auch in Amerika sind die *bétons agglomérés* von *Coignet* zu einer gewissen Berühmtheit gelangt und zu zahlreichen Ausführungen großer Ingenieurbauwerke und auch von Hochbauten (fo zum Bau der Kirche zu Vénifnet und einer Anzahl vielstöckiger Wohnhäuser in Paris) verwendet worden. Das *Coignet*-sche Verfahren hat jedoch in Frankreich auch heftige Angriffe erfahren, die zunächst durch den erwähnten, nicht ganz geglückten Kirchenbau hervorgerufen wurden, und

143.  
Béton  
aggloméré.

<sup>288)</sup> Dieses Verfahren ist nicht nur an römischen Bauten in Italien nachgewiesen worden, sondern auch in Deutschland, fo an der sog. Heidenmauer in Wiesbaden von *v. Cohausen*. (Vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1887, S. 60.)

<sup>289)</sup> Siehe: CHOISY, A. *L'art de bâtir chez les Byzantins*. Paris 1882. S. 9.

<sup>290)</sup> Siehe Theil II, Band 3, zweite Hälfte (Art. 16, S. 30) dieses »Handbuches».

<sup>291)</sup> Siehe: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1875, S. 363.

<sup>292)</sup> Siehe: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné etc.* Bd. 2. Paris 1859. S. 206.

<sup>293)</sup> Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1887, S. 61.

<sup>294)</sup> Siehe: VIOLLET-LE-DUC, a. a. O.

<sup>295)</sup> Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 84.

<sup>296)</sup> Siehe ebendaf., S. 206.

<sup>297)</sup> Siehe: MICHAËLIS, W. Die hydraulischen Mörtel u. f. w. Leipzig 1869. S. 286. (Nach: *Bulletin de la soc. d'encourag.* 1832, S. 99.)

<sup>298)</sup> Siehe: Allg. Bauz. 1865, S. 409.

<sup>299)</sup> Allg. Bauz. 1870, S. 264. — HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1880, S. 4. — Zeitschr. f. Baukd. 1881, S. 522. — LIEBOLD, B. Der Zement u. f. w. Halle a. S. 1875. S. 38 u. ff.