

# AUS DER INDUSTRIE

---

## ANWENDUNG VON PERLIT BEIM BAUEN MIT GUSSBETONBAUPLATTEN

Von

T. CSERMÁK

Die Lösung der ständig wachsenden Aufgaben des Baugewerbes wirft allenthalben in der Welt Probleme auf. Die Entwicklung schneller wirtschaftlicher und wirksamer Baumethoden steht denn auch ganz im Zeichen der Bemühungen, den gewaltigen Baubedarf zu befriedigen. Darüber, daß nur Baumethoden angewendet werden können, die sich in ausgedehntem Maße vorgefertigter Großbauelemente bedienen und dementsprechend an der Baustelle verhältnismäßig geringe Arbeit beanspruchen, sind sich die Meinungen der Fachwelt einig.

Die Lösung der Wohnbauaufgaben stellt auch Ungarn von Jahr zu Jahr vor neue und stets größere Probleme, deren Bewältigung die eheste Einführung der Montage- und vornehmlich der Großplattenbauweise zu einer unabdingbaren Notwendigkeit macht.

Obgleich gleichfalls nur ein Industriezweig viele andere, zeichnet sich die Bauindustrie vor anderen durch eine Reihe von Eigenheiten aus, die einen Vergleich mit anderen Zweigen der Industrie ausschließen. Vor allem muß sich der Architekt bei der Verwirklichung seiner Ideen an die häufig bloß gewohnheitsbedingten, jedenfalls aber vorhandenen kulturellen Ansprüche einer gegebenen Gesellschaft halten, d. h. er muß mit den besonderen Mitteln der Baukunst die Eigenart, die Tradition und die materiellen Möglichkeiten dieser Gesellschaft berücksichtigen. Als Besonderheiten, denen das Bauwesen Rechnung zu tragen hat, erscheinen außerdem die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse, die Rohstoffvorkommen eines Landes, die Aspekte der Wirtschaftlichkeit u. v. a. m. Die Unterschiede, die sich aus diesen mannigfaltigen Gegebenheiten und Anforderungen ergeben, können selbst innerhalb der Grenzen eines und desselben Landes zu Verschiedenheiten in der Lösung von Bauaufgaben führen.

Unter solchen Umständen wäre es durchaus verfehlt, anzunehmen, daß eine bestimmte, irgendwo entwickelte Großplattenbauweise

— unter Mißachtung der lokalen Eigentümlichkeiten — umgeändert in ein anderes Land verpflanzt werden könnte. Selbst wenn die Traditionen bezüglich des Grundrisses und der Abmessungen außer acht gelassen werden könnten, würden sich im Grad der Mechanisierung, im Entwicklungsstand der Vorfertigung sowie der Transport- und Hebe- bzw. Montagegeräte, in den verfügbaren Rohstoffen, in der qualitätsmäßigen Verschiedenheit der Grundstoffe, aber auch in den Anforderungen an die Haltbarkeit, in den Fachkenntnissen der leitenden Kräfte und der Arbeiter von Land zu Land wesentliche Unterschiede ergeben. Von einem irgendwo entwickelten System kann also nur das übernommen und angewendet werden, was hier von allgemeingültig überall anwendbar, grundsätzlich vertretbar ist.

Die Einführung der Plattenbauweise bedingt zwangsläufig die Anwendung von Baustoffen niedrigen Raumgewichtes und hohen Wärmeisoliervermögens.

Im Jahre 1957 richtete sich die Aufmerksamkeit eines Teiles der Fachleute auf den expandierten Perlit, der sich vor allem durch sein hervorragendes Wärmeisoliervermögen auszeichnet.

Meines Erachtens ist dies jene grundlegende Eigenschaft des Perlits, die sein Anwendungsgebiet und das des Perlitbetons primär bestimmt. Sein geringes Raumgewicht und seine verhältnismäßig hohe Festigkeit sind lediglich zusätzliche günstige Eigenschaften, die sein Wärmeisoliervermögen ergänzen und dessen Wert erhöhen. Es wäre also unrichtig, für den Perlit ein Anwendungsgebiet etwa auf der Grundlage zu suchen, daß er ein niedriges Raumgewicht hat, oder daß er eine Druckfestigkeit von 25–35 kg/cm<sup>2</sup> zu erzielen gestattet. Noch unrichtiger wäre es, den Perlit als einen universalen, für jeden Zweck und an jeder Stelle geeigneten Baustoff anzusehen. Dies würde nur zu Enttäuschungen führen und das Vertrauen zum Perlit erschüttern.

Wo kann also Perlit zur Anwendung kommen?

Dort, wo die Wärmeisolierung das primäre Erfordernis darstellt, wo der Nachteil des Perlitbetons, nämlich sein geringes Wärmespeichungsvermögen durch einen anderen Baustoff ausgeglichen wird oder wo keine Wärmespeicherung erforderlich ist.

Der projektierende Architekt muß nebst anderen Gesichtspunkten unbedingt darauf bedacht sein, jeden gegebenen Baustoff an der bestentsprechenden Stelle zu verwenden. Ein Bauwerk ist um so besser und wirtschaft-

Die wichtigeren Konstruktionsmerkmale des umgearbeiteten Entwurfs sind:

1. bis zur Kellerdecke konventionell ausgeführt (bewehrtes Streifenfundament, Ziegelmauerung, monolithische Stahlbetondecke).

2. Lotrechte, belastete Bauteile:

a) innere Scheidewände, 15—20 cm stark, in Gußbeton B 140 ausgeführt,

b) Außenwände: Großbauplatten.

3. Decken: Großbauplatten.

Unter diesen Bauelementen wurde Perlitbeton für die Bauplatten der Außenwände und der Deckenkonstruktionen angewendet.

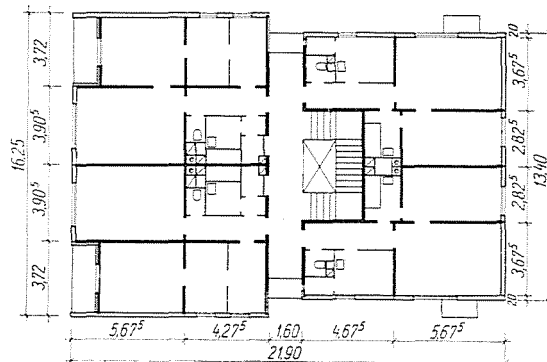


Abb. 1. Stahlbeton

licher, je mehr der Projektierende die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe berücksichtigt hat.

Die heute als zeitgemäß angesehenen Baumethoden können ihrem Wesen nach in drei große »Gruppen« eingeteilt werden:

1. Bauplattenbauweise,

2. Gußwandbauweise,

3. kombinierte Bauplatten- und Gußwandbauweise. Sowohl das Bauplatten- wie auch das Gußwandssystem sind mit Vor- und Nachteilen behaftet.

Meines Erachtens ist es die kombinierte Baumethode, die auf Grund einer Analyse der beiden reinen Systeme im Rahmen der Möglichkeiten die besten und wirtschaftlichsten Eigenschaften der beiden Bauweisen in sich vereinigt und bei richtiger Anwendung weniger Nachteile aufweist als die »reinen« Systeme.

Solche Überlegungen und die Erfolge der Versuche mit Perlitbeton, die bis dahin erzielt wurden, veranlaßten uns Anfang 1960 die Entwürfe für viergeschossige, unterkellerte, frei stehende Stahlbeton-Skelettbauwerke — unter Beibehaltung der Grundrißform und der Fassade — umzuarbeiten. Der Grundriß ist in *Abbildung 1* dargestellt.

### 3a. Gußbauwände

Sie bilden tragende Elemente des Bauwerks und werden in Zimmergröße mit einer Stärke von 15—20 mm zwischen hölzernen, mit 3 mm starkem Stahlblech verkleideten Schalttafeln hergestellt. Die Stahlblechhaut läßt eine vollkommen ebene, glatte Oberfläche erzielen, die keinen Verputz benötigt. Die Tafeln werden durch die Eckelemente bzw. dadurch versteift, daß sie paarweise verbunden werden. Nach Aufstellen der einen Tafel wird die senkrecht auf diese stehende Tafel eingestellt und durch das Eckelement verbunden. Danach werden die elektrischen Leitungen verlegt und die Schaltungen für die Durchbrüche, Nuten und Öffnungen eingestellt. Nach erfolgter Überprüfung der Montage gelangt die gegenüber liegende Tafel zum Einbau. Die beiden Tafeln einer Wand werden in Höhen von ca. 15 bzw. 130 cm über der Fußbodenebene in Abständen von 120 bis 150 cm mit Schließseisen zusammengefaßt, die durch Keile befestigt werden. Die Schließseisen werden durch konisch sich verjüngende Rohre geführt, die zwischen den Tafeln eingesetzt sind, und können demnach beim Ausschalen zurückgewonnen werden.

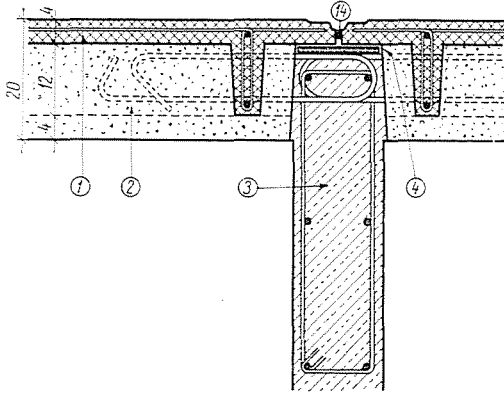


Abb. 2. Perlitbeton

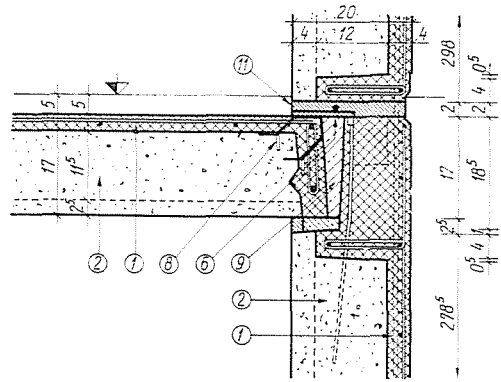


Abb. 4. Wärmeisolierendes Material

Das konische Rohr dient auch als Distanzstück zwischen den Schaltafeln und wird nach erfolgtem Ausschalen mit einem zu diesem Zweck hergestellten Werkzeug aus der Wand herausgestoßen. Die Tafeln müssen außerdem auch am oberen Teil zusammengehalten werden, wozu die am oberen Rand hinausragenden Versteifungsbalken mit Bügeln zusammengeklammert werden.

Die Schaltafeln sind so ausgebildet, daß sie das zum Betonieren benötigte Gerüst tragen können. Das Betonieren erfolgt aus Gründen der Bauorganisation im allgemeinen während der zweiten Schicht. Es wird hierzu sehr plastischer Beton mit 240 kg/m<sup>3</sup> Zement der Güteklasse 500 verwendet. Die maximale Korngröße des Kieszuschlages beträgt 25 mm. Die Betonmischung wird durch einen Turmkran in Behältern an die Anwendungsstelle hochgehoben, die durch einen Gießtrichter, der zwischen die beiden Schalungen ein-

gestellt ist, entleert werden. Die Gesamtwandhöhe wird in vier Schichten verarbeitet. Der Beton darf nicht eingerüttelt werden, lediglich an heikleren Stellen wird mit einem Stabeisen von 18 mm Durchmesser gestochert. Die Wand kann im Sommer nach zwei Tagen ausgeschalt werden, jedoch nur dann, wenn man sich

- a) von der hinreichenden Festigkeit des Betons überzeugt hat und wenn
- b) die Schaltafeln unmittelbar — ohne Zwischenlagerung — verlegt werden können.

2b. Außenwandbauplatten

Die Dimensionen dieser Elemente werden durch die Geschoßhöhe (3,00 m) und die Abmessungen des zu umschließenden Raumes bestimmt. Sie schwanken zwischen 3,20 und 5,60 m. Die Stärke beträgt einheitlich 20 cm, von denen 3 cm auf die Stahlbeton-

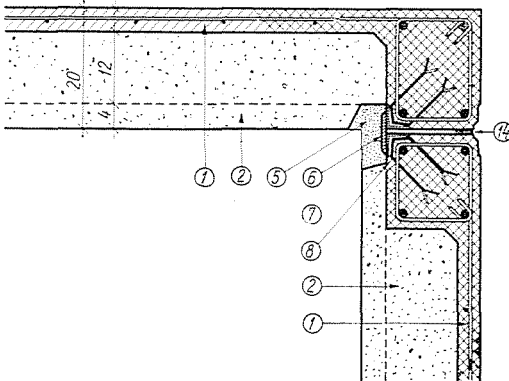


Abb. 3. Stahlbetonverstärkung

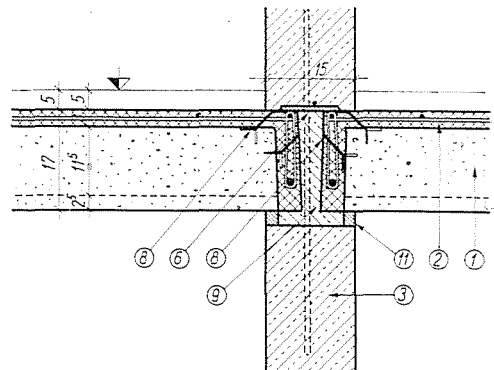


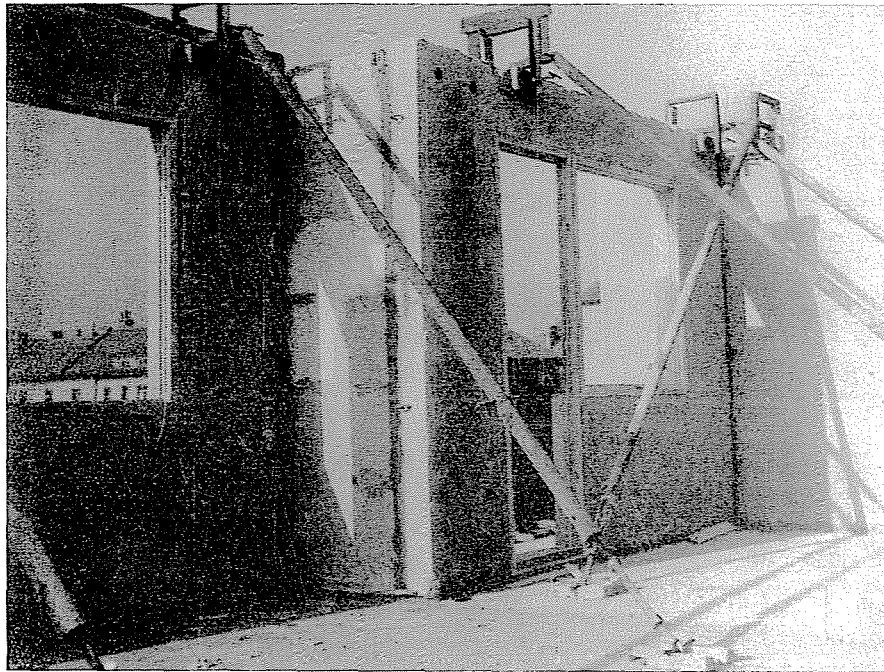
Abb. 5. Nachträglich aufgetragener Perlitmörtel

platte und 17 cm auf den Perlitbeton entfallen.

Die Bauplatte ist in Kassettenform ausgeführt. Die Gesamthöhe der Rippen (samt Platte) beträgt 15 cm, die ganze innere, dem Zimmer zugewandte Plattenoberfläche ist also mit einer durchgehenden, 5 cm starken Perlitbetonschicht überzogen. Da jedoch

Die an die querstehenden Gußbetonwände sich anschließenden Randflächen der Wandbauplatten sind mit einem Profil ausgebildet, welches — wie dies aus *Abbildung 2* hervorgeht — die Bildung einer Wärmebrücke verhindert.

Das Durchschnittsgewicht der Wandbauplatten beträgt  $230 \text{ kg/m}^2$ , ihr Stahlbedarf



*Abb. 6.* Geschweißter Befestigungsgurt

die Rippen weit voneinander entfernt sind, beträgt die maßgebende Stärke der Perlitbetonschicht 17 cm.

Die Achsabstände der Kassetten — und somit auch die der Rippen — betragen  $130 \times 100 \text{ cm}$ , d. h. die Bauplatte ist von Stahlbetonrippen umfaßt, u. zw. horizontal in 1,30 m und vertikal in 1,00 m Abstände geteilt. Dieses System wird durch die Balkontüre und das Fenster selbstverständlich unterbrochen, da diese eigene Umrahmungen erhalten.

Die freigelassenen Öffnungen werden mit Seiteinflächen ausgebildet, die einen doppelten Stoß ermöglichen. In Sturz und Leibung werden die vorgesehenen Fenster System Tischauer mittels Holzschrauben befestigt. Beim Herstellen der Bauplatte werden nämlich die hölzernen Fensterrahmen sogleich einbetoniert.

$4 \text{ kg/m}^2$ , ihre Wärmeübergangszahl hingegen  $0,67 \text{ kcal/m}^2 \text{ St. } ^\circ\text{C}$ .

Das leichte Gewicht und die günstige Wärmeübergangszahl verdankt die Bauplatte dem Perlitbeton, ihre statische Festigkeit dem Stahlbeton. Der Anschluß der Bauplattenecken ist in *Abbildung 3* angedeutet.

### 3. Deckenbauplatten

Die Deckenbauplatte ist eine in zwei Richtungen aufliegende, an der unteren Seite gerippte (mit Kassetten versehene), oben und unten ebene Platte von Raumgröße mit einer Konstruktionsstärke von 17 cm. Die Kassetten werden mit Perlitbeton ausgefüllt. Die Stärke der Stahlbetonplatte beträgt 3 cm, die Höhe der Rippen 15 cm, demzufolge ist die untere Fläche auch über den Rippen mit einer 2 cm starken Perlitbetonschicht bedeckt.

Die Aufliegeknotenpunkte der Deckenbauplatten an den Seitenwandbauplatten bzw. an der Gußbetonwand sind aus den *Abbildung 4* bzw. *5* ersichtlich.

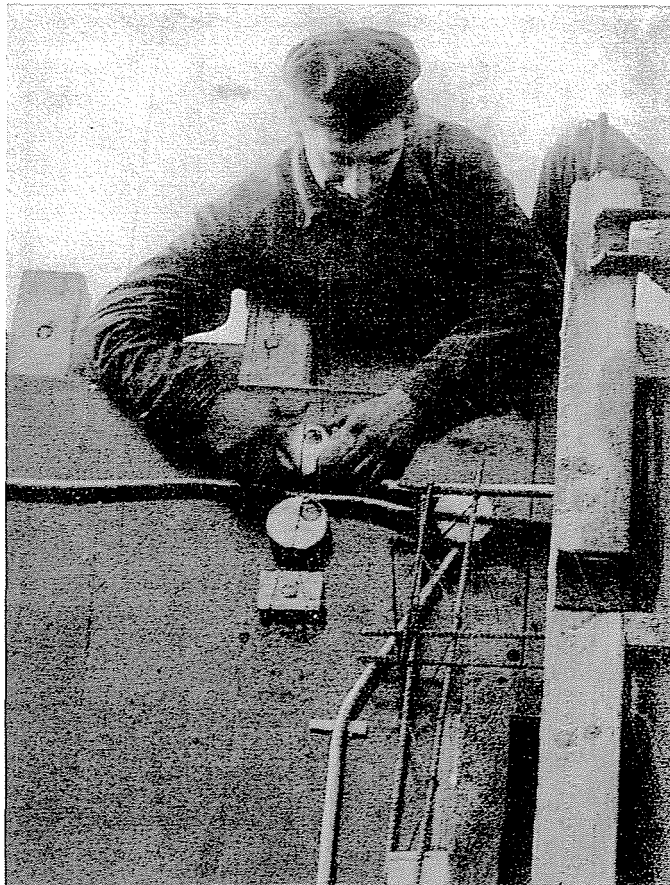
Das Gewicht der Deckenbauplatte beträgt  $190 \text{ kg/m}^2$ , der Stahlbedarf  $3,7-4,7 \text{ kg/m}^2$ . Die Deckenbauplatten besitzen eine Grundfläche von  $14-22 \text{ m}^2$ .

4. Ausgießen der inneren Wände mit Beton.

5. Aufstellen der vorgefertigten Scheidewände (*Abb. 8*).

6. Verlegen der Decke, Betonieren des Kranzes.

7. Vorbereitung zum Aufstellen der Wandbauplatten.



*Abb. 7.* Eingebautes Winkeleisen

#### *Die technologische Reihenfolge der Montage*

1. Einstellen der Außenwandplatten (*Abb. 6*).

2. An den Anschlußfugen Verlegen von Wärmeisolerplatten, Ausführen der Schweibungen und der Stahlmontage.

3. Herstellen der Schalung nebst verlegen der elektrischen Leitungen und Ausbilden der Öffnungen (*Abb. 7*).

#### *Herstellung der Bauplatten*

Die Decken- und Seitenwand-Bauplatten werden im wesentlichen nach ein und demselben Verfahren hergestellt.

Die Bauplatten werden in liegende Schablonen geschüttet, die eine hochgradige Genauigkeit der Abmessungen gewährleisten. Sowohl bei den Decken- wie auch bei den Wandbauplatten kommen die nach innen, dem

Wohnraum zugekehrten Seiten in der Schalblone nach unten zu liegen, d. h. in jedem Falle lag der Perlitbeton auf der Schalhaut der Schalblone auf. Als solche diente eine sorgfältig geschliffene und zur Verhütung des Anhaftens an ihrer Oberfläche mit Öl durchtränkte Kunststeinplatte. Vor dem Einbringen des Perlitbetons wurde diese Schalhautfläche mit »Betasol«, einem aus der Tschechoslowakei importierten Mittel, bestrichen.

7. Einlegen der Bewehrung bei Deckenbauplatten 12—14 Stunden nach dem Einbringen des Perlitbetons.

8. Einbringen des Schwerbetons in die Rippen.

9. Ausschalen der Bauplatten 5—8 Tage nach dem Einbringen des Schwerbetons je nach der Witterung und Abtransport zum Stapelplatz bzw. im gegebenen Fall endgültiges Einheben an der Baustelle.

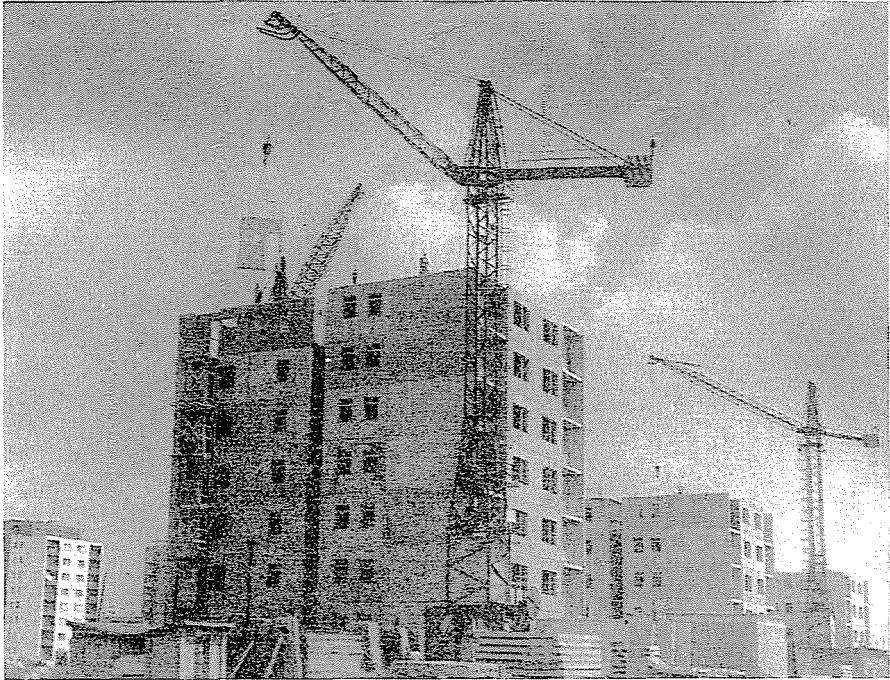


Abb. 8. Eingebauter Stahlmuff

Die auf diese Weise vorbereitete Schablonenfläche ermöglichte die Herstellung von Bauplatten mit gleichmäßig ebener Innenseite, so daß sich ein Verputzen dieser Fläche erübrigte. Die technologische Reihenfolge der Bauplattenherstellung war die folgende:

1. Genaues Einstellen der Seitenschalung.
2. Bestreichen der Schablonschalhaut zwischen den Seitenschalungen mit »Betasol«.
3. Verlegen der elektrischen Leitungen und der Holzeinlagen.
4. Einbau der dem Profil des Stahlbeton-Rippensystems entsprechenden Holzrippen.
5. Einbringen des Perlitbetons in das Rippensystem bzw. in die Schalung.
6. Entfernen der Holzrippen 6—8 Stunden nach dem Einbringen des Perlitbetons,

Um einen guten Perlitbeton zu erhalten, bedarf es einer gleichmäßigen Verdichtung, da ein gleichmäßiges Raumgewicht nur auf diese Weise zu erreichen ist. Es ist ratsam, das Material vor dem Verdichten mit einer Latte abzustreifen. Das Verdichten kann durch Stampfen von Hand, durch Walzen, eventuell mit einem Plattenvibrator erfolgen, doch ergibt das Rütteln mit dem Plattenvibrator erfahrungsgemäß im allgemeinen eine zu starke Verdichtung.

Die Nachbehandlung des Perlitbetons ist von großer Bedeutung. Ein unmittelbares Begießen ist unzulässig, da das lose Gefüge dadurch ausgespült und der Erhärtungsprozeß verzögert wird. Deswegen muß der Perlitbeton auch vor Starkregen geschützt werden.

Am zweckmäßigsten bedeckt man den fertigen Perlitbeton mit einer Kunstharzfolie, wodurch das Austrocknen verhindert wird und der Beton in entsprechend feuchtem Zustande erhärten kann.

Um praktische Erfahrungen zu sammeln, wurde der Perlitbeton 28 Tage nach der Herstellung aus einer Bauplatte herausgemeißelt, da Bedenken laut geworden waren, daß der Stahlbeton mit dem Perlitbeton nicht befriedigend zusammenwirke. Die Praxis hat diese Befürchtung widerlegt.

Die Berührungsfläche zwischen Schwerbeton und Stahlbeton ist weder in horizontalem noch in vertikalem Sinne glatt, sondern »verzahnt«. Dies ist auch durchaus begreiflich, da der Schwerbeton mit seinem vier- bis fünffachen Raumgewicht auf den Perlitbeton aufgestampft wird und unter der Stampfwirkung in den relativ wenig widerstandsfähigen Perlitbeton unschwer eindringt, d. h. sich an diesem sozusagen »festklammert«. Die Verbindung wurde auch dadurch gefestigt, daß aus dem plastischen Schwerbeton mit dem sickern den Wasser auch Zement in den unter ihm gelegenen Perlitbeton gelangte und die Festigkeit desselben bis in eine Tiefe von 1–2 cm von der Berührungsfläche erhöhte. Das Ausmeißeln des Perlitbetons wurde um so schwieriger, je mehr man sich der Berührungsfläche näherte.

Auf Grund dieser praktischen Erfahrung kann ruhig behauptet werden, daß ein Zusammenwirken des Schwerbetons und des Perlitbetons — bei Einhaltung der beschriebenen Technologie — gewährleistet ist.

Der Perlitbeton hatte folgende Zusammensetzung: zur Herstellung von 1 m<sup>3</sup> verdichteten Betons wurden 1,4 m<sup>3</sup> loser Perlit, 200 kg Zement (Güteklasse 500) und 220–220 Liter Wasser gemischt. Das Mischen erfolgte in einem Zwangsmischer. Die Erfahrung hatte nämlich gezeigt, daß der Freifallmischer einen Perlitbeton von sehr schwankender Qualität ergibt. Es kann jedoch auch im Freifallmischer ein Perlitbeton entsprechender Qualität hergestellt werden, sofern die Trommel nur bis 30–40% ihres Fassungsvermögens gefüllt und wenn mit waagrecht eingestellter Drehachse gemischt wird.

Die Versuche ergaben, daß sich der beste und gleichmäßigste Perlitbeton — abweichend von den technischen Vorschriften — derart herstellen läßt, daß der Perlit mit dem Zement trocken gründlich gemischt und erst danach Wasser zugegeben wird. Auf solche Weise kann die Bildung von Zusammenballungen am besten verhindert werden. Das Mischen soll nicht länger als 1 1/2–2 Minuten dauern. Bei zu langem Mischen kann es nämlich vorkommen, daß sich die Konsistenz des Perlitbetons plötzlich ändert und die anfangs erdfeuchte Mischung in plastisch-

flüssigen Zustand übergeht, wobei sich ihr Volumen vermindert und ihr Raumgewicht erhöht. Der Perlit muß mit großer Sorgfalt gelagert und besonders vor Regen geschützt werden, da er sich in feuchtem Zustand schlecht mischen läßt und die Mischung ungleichmäßig ausfällt. Ein mehrmaliges Umlagern ist zu vermeiden, zumal der Perlit mit seiner schwachen Eigenfestigkeit leicht zerbröckelt, was eine Erhöhung des Raumgewichtes mit sich bringt.

Es muß bemerkt werden, daß der Perlit zufolge seiner feinen Struktur beim Verarbeiten verhältnismäßig viel Wasser aufnimmt, weshalb bei Herstellung von dichtem und relativ festem Perlitbeton — im Gegensatz zu anderen Betonarten — mit einem hohen Wasser/Bindemittel-Faktor gerechnet werden muß. Mit sinkendem Anmachwasser bei gleichbleibendem Zementgehalt nimmt der Verdichtungskoeffizient und mit ihm auch die Festigkeit schnell ab. Bei Zugabe größerer Anmachwassermengen wächst zwar die Festigkeit, doch benötigt auch das Trocknen längere Zeit.

Nach den jüngsten Versuchen ist die günstigste Wasserzugabe eine Funktion des Schüttgewichtes des Perlits. Ein Perlit mit geringerem Schüttgewicht beansprucht nämlich weniger Wasser als ein schwererer. Die Anmachwassermenge muß daher in Abhängigkeit vom Wasserbedarf des Zementes und des Perlits bestimmt werden.

Für den Zement können 20 Gewichtprozent Wasser gerechnet werden; zu diesen sind in Abhängigkeit vom Schüttgewicht des Perlits noch folgenden Wassermengen hinzuzurechnen:

Schüttgewicht (g/Liter)	Anmachwasser (Gew. %)
60	ca. 250
100	„ 200
130	„ 150

Die Baukosten eines Gebäudes mit Gußbetonwand und Bauplatten betragen 89% derjenigen eines Gebäudes in konventioneller Ausführung (Stahlbetonskelett). Selbstverständlich ergibt sich dieselbe Einsparung für eine Wohnung bzw. für 1 m<sup>3</sup> umbauten Luft-raumes.

An Baustoffen lassen sich folgende Einsparungen erzielen:

Wandsteinmaterial	51,7%
Gebannter Kalk	58%
Betonstahl	45%

Es liegt im Wesen einer solchen Konstruktion, daß an Zement um 20% mehr benötigt werden.

## VIII

Eine weitere Einsparung ergab sich auch an Arbeitslohn, und zwar konnte beim Facharbeiterlohn eine Verminderung um 17,5% nachgewiesen werden.

Die Zahl der Arbeitsstunden zur Ausführung des Gebäudes betrug nur 82,4% jener, die für ein konventionelles, mit Stahlbetonskelett ausgeführtes Gebäude benötigt werden.

Mit steigender Zahl der vorgefertigten Elemente stieg naturgemäß auch der Bedarf an Maschinenstunden an, der im Vergleich zur

nachträglichen Fassadenputz benötigten. Dies wurde erreicht, indem die Ausschalungsösen nicht an der Oberfläche angebracht, sondern gemäß *Abbildung 9* in der Oberkante der Bauplatte verborgen, d. h. also indem die Einbebehen mit den Ausschalungsösen vereinigt wurden. Auf diese Weise konnte also die äußere Betonfläche endgültig bearbeitet werden, indem die frische Betonoberfläche 30–60 Minuten nach ihrer ebenen Ausbildung mit einer Wurzelbürste abgebür-

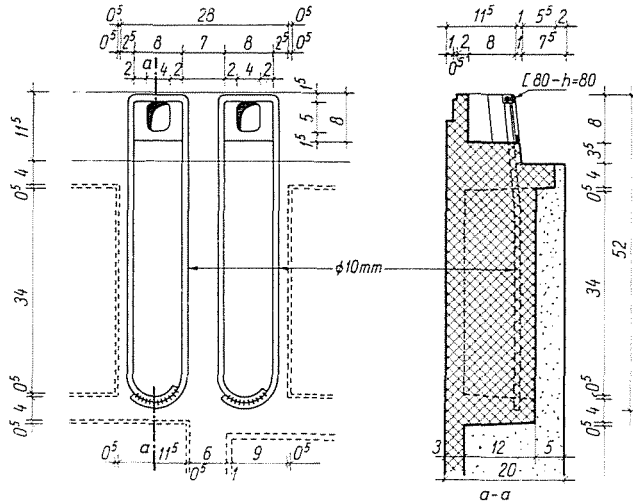


Abb. 9. Ausbetonieren nach der Verlegung der Geschoßdecke

konventionellen Bauausführung um 51% höher lag.

Wenn auch indirekt, bedeutet die Verminderung des Bauwerksgewichtes ein weiteres bedeutendes wirtschaftliches Ergebnis. Das Gewicht eines Gebäudes mit Guß-Wandbauplatten-Konstruktion beträgt insgesamt bloß 67,3% desjenigen eines Stahlbetonskelett-Gebäudes. Entsprechend den angewandten Leichtbaustoffen erreicht die Verminderung des Gewichtes der Bauwerkteile über OK Gelände 38,2%.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden durch das Bautechnische und Bauwirtschaftliche Institut durchgeführt.

Auf Grund der günstigen Ergebnisse wurde uns ein Auftrag auf Ausführung weiterer sechs, den vorherigen völlig gleicher Gebäude erteilt. Die Bauarbeiten begannen im Juli 1961 und wurden im Sommer 1962 beendet. Die Erfahrungen an den im vorigen Jahre errichteten Gebäuden ermöglichten es uns, einige Konstruktionsprobleme zu lösen.

Die Außenwandbauplatten wurden so hergestellt, daß sie nach der Montage keinen

stet wurde. Auf diese Weise blieb nach dem Einbau der Wandbauplatten lediglich das Dichten der Fugen und das Bemalen der Fassade vom Gerüst aus.

Das Ausschalen der Bauplatten wurde auch insofern geändert, als sie nicht senkrecht von der Schablonebene abgehoben, sondern zunächst parallel zu dieser um 1–3 cm verschoben wurden. Hernach erfolgte das Aufheben in der bereits gewohnten Weise, da ja das Anhaften ausgeschaltet war.

Ein großer Fortschritt war es, daß die »Teschauer«-Fenster bereits bei der Vorfertigung der Bauplatten verlegt und eingebaut wurden. Dadurch wurde viel Arbeit an der Baustelle eingespart. Trotzdem war die Befestigung der Fenster viel beruhigender, und auch die Fugenabdichtung verursachte keine Probleme. Überdies bildet sich bei den Fenstern keine Wärmebrücke. Die Einbauweise ist in *Abbildung 10* veranschaulicht, während *Abbildung 11* den Entwurf einer wandbauplatte darstellt. Die lediglich mit Grundanstrich versehene Fensterkonstruktion erlitt — trotzdem sie gleichzeitig mit dem





X

Reihen nebeneinander auf einer mit einem Portalkran (Ausladung 11 m) bedienten Fläche. Die Vorfertigung erfolgt auf je einer auf Beton verlegten Kunststeinplatte. Die Arbeitsplätze sind voneinander durch 60 cm hohe, auf Fundamenten errichtete Stahlbetonwände getrennt, deren obere Kante rinnenförmig ausgebildet ist. Innerhalb des Portalkranleises an den äußeren Seiten der parallel angeordneten Vorfertigungsplatten liegt je ein Gleis, auf welchem die beim

Der Flußkies für das Herstellen des Stahlbetons wird in sortiertem Zustande angeliefert.

Der Zement gelangt lose verladen in den Vorfertigungsbetrieb.

Die Reihenfolge der Arbeitsphasen im Wandbauplattenvorfertigungsbetriebe ist folgende:

- a) Einstellen der Seitenschalung.
- b) Bestreichen der Vorfertigungsplatte mit »Betasol«.

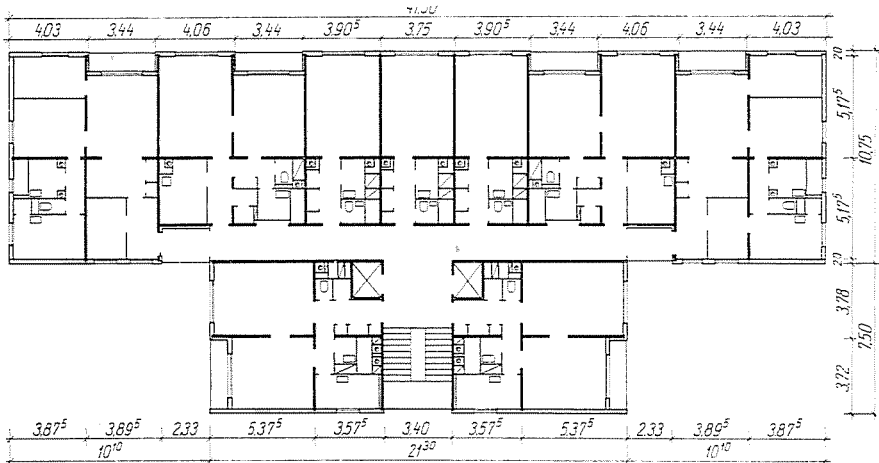


Abb. 12

Dampfen eingesetzte Haube gerollt werden kann (Abbildung 13).

An den acht Arbeitsplätzen sind vier fahrbare Dampfgestelle angeordnet, so daß gleichzeitig vier Elemente mit Dampf behandelt werden können. Die Dampfswagen sind so ausgebildet, daß von ihnen seitliche Verschlussplatten in die parallel zum Gleis gelegenen, mit Wasser gefüllten Rinnen hineinragen, wodurch der Dampf in einem geschlossenen Raum verbleibt. Diese Rinnen dienen gleichzeitig zum Ableiten des Kondenswassers. Die Maschinenausrüstung des Vorfertigungsbetriebes besteht aus folgenden Einheiten:

- 2 St. Zwangsmischer, 500 Liter.
- 2 St. Portalkrane, Ausladung 11 m.
- 2 St. Zementsilos, Fassungsvermögen 15 Tonnen.
- 1 St. Dampfkessel mit Kohlenfeuerung und einer Heizfläche von 16 m<sup>2</sup>.

Der Perlit wird in Papiersäcken mit je etwa 80 Liter Inhalt angeliefert. Je 20 Säcke sind übereinander gestapelt, u. zw. zum Schutz gegen Regen unter einer scheunenartigen Dachkonstruktion.

c) Verlegen der Öffnungsrahmen, der elektrischen Leitung und der Holzeinlagen.

d) Einbau der den Profilen der Stahlbetonformen entsprechenden Einsatzrippen (Abb. 14).

e) Einbringen des Perlitbetons, der in der Maschine gemischt und durch den Portalkran in einem Behälter über den Arbeitsplatz verbracht wird.

f) Einstündiges Dampfen des Perlitbetons, hernach einstündige Lagerung.

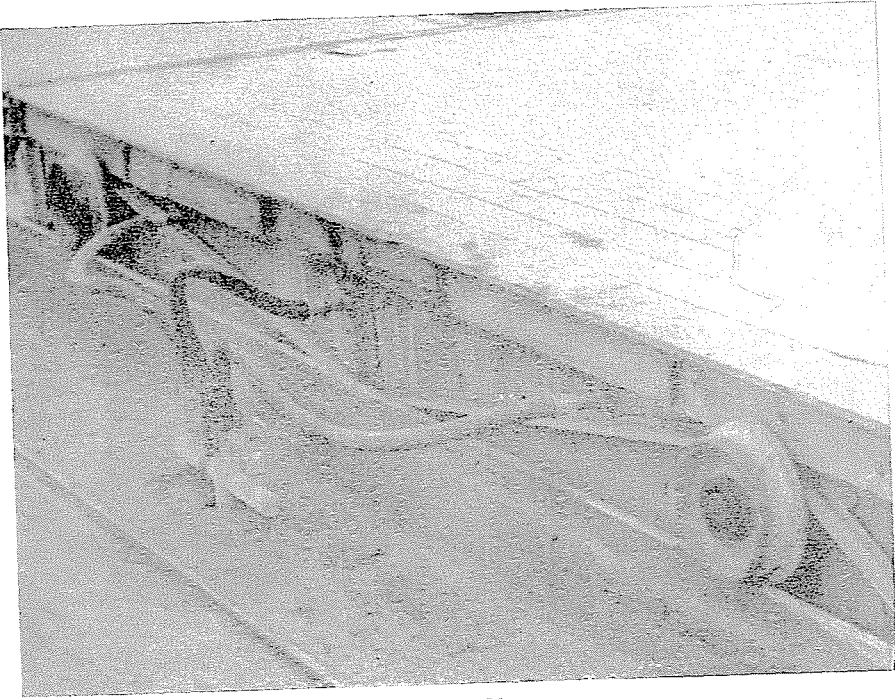
g) Entfernen der Holzeinsätze.

h) Einlegen der Bewehrung (Abb. 15).

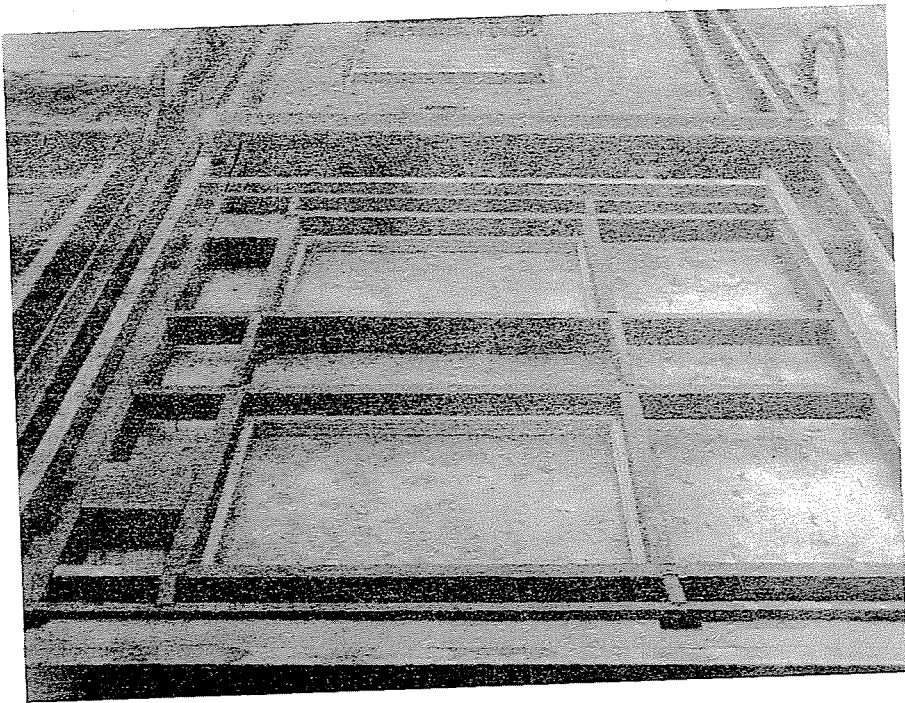
i) Begießen der Oberfläche des Perlitbetons mit Zementmilch mit einer Gießkannenbräuse; hernach Einbringen des Kiesbetons (Abb. 16).

j) Beginn der Dampfbehandlung. Nach etwa 30 Minuten wird der Dampfswagen weitergerollt und die bereits angetrocknete Oberfläche mit einer Wurzelbürste gebürstet. Zugleich werden die Kanten mit einem Profilziehwerkzeug bearbeitet. Diese Arbeit beansprucht etwa 6–8 Minuten.

k) Hernach erfolgt die eigentliche Dampfbehandlung des Betons, und zwar so, daß in der ersten Stunde auf 80–85° C angeheizt



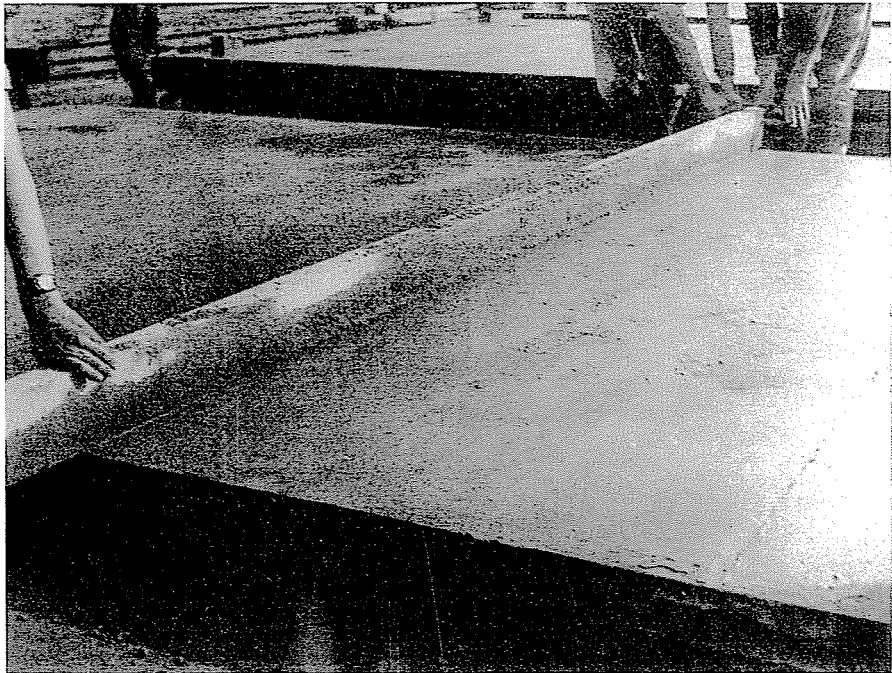
*Abb. 13*



*Abb. 14*



*Abb. 15*



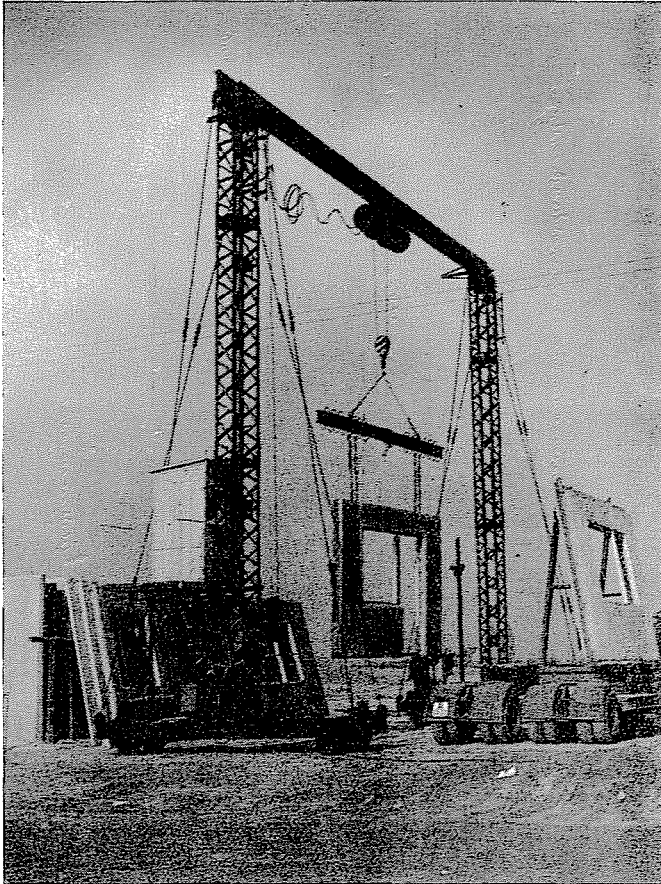
*Abb. 16*

und diese Temperatur zwei Stunden lang gehalten wird. Danach wird die Temperatur allmählich  $1\frac{1}{2}$  Stunden lang erhöht und die Wandplatte ohne weitere Dampfbehandlung auf der Vorfertigungsplatte belassen.

l) Das Ausschalen des Elements von der Vorfertigungsplatte erfolgt in horizontaler

Das Absetzen auf dem Stapelplatz besorgt der Portalkran, der die Elemente auch auf die zur Beförderung dienenden Rollwagen hebt (*Abb. 17*).

Die Ladung je eines Rollwagens beträgt im allgemeinen 6 Stück, die in der Reihenfolge des Einbaues an die Baustelle befördert wer-



*Abb. 17*

Richtung mit einer Schraubenspindel, die zwischen die die Herstellungsplatten trennende Betonwand und die Seitenschalung angesetzt wird.

m) Ausschalung,

n) Hochheben des Elementes und Verbringung auf den Stapelplatz.

Die Elemente ruhen 3–5 Tage lang und werden danach an die Baustelle befördert. Der Stapelplatz des Vorfertigungsbetriebes faßt die Produktion von 20 Tagen.

den. Die Montage der Wandbauplatten erfolgt also unmittelbar vom Rollwagen aus.

Da kein geeignetes Mittel zum Dichten der horizontalen Fugen der Wandbauplatten verfügbar war, wurden die Profile der Bauplatten oben und unten geändert, um hierdurch die Gefahr der Durchfeuchtung bei plötzlich niedergehendem Starkregen herabzusetzen. Ein Vergleich der Abbildung 4 mit *Abb. 18* veranschaulicht die Profiländerung deutlich.

*Prüfung der Innentemperaturen  
und des Feuchtigkeitsgehaltes der Bauplatten*

Die wärmetechnischen Angaben bezüglich des Perlitbetons sind fast ausschließlich Ergebnisse von Laboratoriumsprüfungen. Um das Wärmeisolierungsverhalten des inneren Perlitbetons und das wärmetechnische Verhalten der Sandwichbauplatte mit äußerer lasttragender Stahlbetonschicht zu überprüfen, wurden Messungen zur Feststellung folgender Daten unternommen.

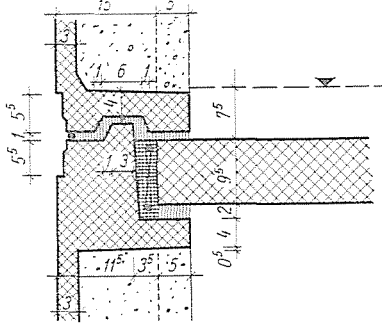


Abb. 18

1. Temperatur der Außenwandbauplatten
  - a) zimmerseitig,
  - b) in der Mitte der Perlitbetonschicht,
  - c) an der Berührungsfläche des Perlitbetons mit dem Stahlbeton.
2. Feuchtigkeitsgehalt der Außenwandbauplatten
  - a) im inneren Drittel,
  - b) im mittleren Drittel,
  - c) im äußeren Drittel.

Die Prüfkörper wurden Wohnräumen entnommen, die 7—18 Monate lang bewohnt und ständig mit Fernheizung versorgt waren.

Vor der Prüfkörperentnahme wurden folgende Angaben ermittelt:

1. Innentemperatur im Wohnraum. Diese Messung wurde mit einem auf  $0,2^\circ\text{C}$  eingeteilten Quecksilberthermometer in der Mitte des Raumes 1,2 m über dem Fußboden durchgeführt.
2. Die Außentemperatur wurde mit demselben Thermometer gemessen.
3. Die relative Feuchtigkeit des Wohnraumes wurde mit einem Abmannschen Psychrometer mit trockenem und feuchtem Thermometer ermittelt.

Die Prüfkörper waren zylindrisch und hatten einen Durchmesser von 80 mm. Sie wurden den Platten entnommen, indem ein 250 mm langes Rohr mit seinem sägezahnartig ausgebildeten Ende (Wandstärke 1,5 mm, lichter Durchmesser 85 mm) unter Drehen als Wandbohrer bis zur Berührungsfläche

mit dem Stahlbeton in den Perlitbeton getrieben wurde. Hernach wurde der im Rohr befindliche Perlitbetonprüfkörper unter Hin- und Herbewegen vom Stahlbeton abgebrochen. Der Prüfkörper wurde dann aus dem Rohr an dessen anderem, ungezahntem Ende entfernt. Nach der Entnahme wurden die Oberflächentemperaturen an den vorgesehenen Stellen des Wandkörpers bestimmt. Diese Messungen wurden mit einem als Tastthermometer ausgebildeten Eisen-Konstant-Thermoelement durchgeführt, dessen Genauigkeit  $0,1^\circ\text{C}$  betrug. Nach Bestimmung der Oberflächentemperaturen wurden die Prüfkörper in drei gleich lange Stücke zersägt und alle Stücke in einem hermetisch schließenden Kunstharzbeutel aufbewahrt. Dadurch wurde verhindert, daß die Prüfkörper vor der Bestimmung Feuchtigkeit verlieren.

Die numerierten Prüfkörper wurden auf einer Laboratoriumsbalkenwaage mit einer Genauigkeit von 0,01 g gewogen. Danach wurden die Prüfkörper aus den Beuteln genommen und in einem elektrischen Trockenschrank 24 Stunden lang bzw. bis zur Gewichtskonstanz bei  $105^\circ\text{C}$  getrocknet. In diesem Zustand wurden die Prüfkörper von neuem gewogen. Den so ermittelten Wert notierten wir als das »lufttrockene« Gewicht, während das Ergebnis der ersten Wägung nach Abzug des Beutelgewichtes als »Gewicht bei der Probenahme« aufgezeichnet wurde. Die Differenz zwischen diesen beiden Gewichten ergab den Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers.

Ferner wurde es als nötig erachtet, das Volumen der Prüfkörper zu bestimmen. Dies erfolgte auf folgende Weise. Die Prüfkörper wurden in heißes Paraffin getaucht und so mit einer dünnen Paraffinhaut überzogen. Die so vorbereiteten Prüfkörper wurden in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gelegt, welches mit einem Überlauf versehen war. Vor Beginn der Messung wurde das Gefäß bis zum Überlauf mit Wasser gefüllt. Nun wurde unter den Überlauf eine Messur gestellt und der Prüfkörper in das Gefäß gelegt, wo er mit Hilfe einer dreiarmligen Gabel unter das Wasser gedrückt wurde. Das durch den Prüfkörper verdrängte Wasser wurde in der Messur aufgefangen, an deren Teilung sein Volumen abgelesen wurde. Auf diese Weise konnte das Volumen des unregelmäßig geformten Körpers mit etwa  $1\text{ cm}^3$  Genauigkeit bestimmt werden. Damit war die Möglichkeit gegeben, das Raumgewicht der Prüfkörper sowohl bei der Probenahme als auch im »lufttrockenen« Zustand zu errechnen. Ebenso wurde der Wassergehalt in Volumenprozenten ermittelt.

Im folgenden sind die täglichen durchschnittlichen und minimalen Temperaturen in Budapest vom 25. 1. bis zum 3. 2. 1963 angegeben:

Tag	Durchschnittliche	Minimale
	Temperatur °C	
25.1.	— 7,4	— 8,9
26.1.	— 6,3	— 9,7
27.1.	— 7,4	— 9,3
28.1.	— 7,2	—10,1
29.1.	— 8,4	—11,9
30.1.	— 6,0	— 9,7
31.1.	— 7,9	— 9,3
1.1.	—10,1	—12,3
2.2.	—11,6	—14,6
3.2.	— 9,0	—14,7

Diese Zusammenstellung der Außentemperaturen soll beweisen, daß die geprüfte Wandkonstruktion zum Zeitpunkt der Probenahme und auch zuvor dauernd ziemlicher Kälte ausgesetzt war.

Die folgende Tabelle enthält die wichtigsten Prüfergebnisse von 18 Prüfkörpern. Die Buchstabenzeichen über den einzelnen Kolonnen bedeuten:

- A* Prüfkörper,
- B* Himmelsrichtung,
- C* Bestimmung des Raumes,
- D* Temperatur des Prüfkörpers,
- E* Raumgewicht bei der Probenahme,
- F* Raumgewicht im lufttrockenen Zustand,

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
			°C	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	%	°C	%
1a			22	481	437	4,4	23,5	54
1b	N	Wohnzimmer	19	471	393	7,8		
1c			14	539	398	14,1		
2a			22,5	586	556	3,6		
2b	N	Wohnzimmer	20	726	523	20,3	24,8	42
2c			15	689	438	25,1		
3a			20,5	743	698	4,5		
3b	N	Wohnzimmer	16	386	648	18,8	21	37
3c			12	889	660	22,9		
4a			25	483	427	5,6		
4b	N	Wohnzimmer	18	558	413	14,5	26,8	46
4c			14	631	446	18,5		
11a			25	450	419	31		
11b	W	Küche	20	524	390	13,4	24	52
11c			11	629	450	17,9		
12a			21	575	517	6,8		
12b	S	Wohnzimmer	17	596	475	12,1	24	59
12c			12	793	608	18,5		
13a			22	518	456	6,2		
13b	O	Wohnzimmer	15	627	467	16	25,5	43
13c			11	671	496	17,5		
18a			11	398	379	1,9		
18b	O	Lager	6	486	389	10,3	12	46
18c			1	364	475	15,9		
16a			20	618	543	7,5		
16b	N	Wohnzimmer	17,5	702	507	19,5	22	45
16c			15	702	475			

- G Feuchtigkeitsgehalt in Volumprozenten,  
 H Innentemperatur des Raumes,  
 I Relative Luftfeuchtigkeit im Raum.

Bemerkung: Die Proben Nr. 1, 2, 3, 4 wurden am 30. 1. 1963, die übrigen am 4. 2. 1963 entnommen.

Die Angaben sind sehr bedenklich, die Temperaturen der Prüfkörper hoch; vor allem sind jene, die im äußeren Drittel gemessen wurden, weit höher als die errechneten.

Die  $c$ -Werte der Prüfkörper sind hoch und um so bemerkenswerter, als sich in dieser Zone nach den theoretischen Berechnungen bedeutende Wassermengen ansammeln können, die bei länger anhaltender Kälte ein Ausfrieren befürchten lassen müssen. Der erhöhte Wassergehalt birgt allerdings eine Gefahr in sich, nach den Erfahrungen jedoch nicht vor allem die des Ausfrierens, sondern die der Verminderung des Wärmeisoliervermögens. Bei Ermittlung der Wärmeübergangszahl ergab sich jedoch auch im ungünstigsten Fall (bei einem Perlitbeton-Raumgewicht von  $900 \text{ kg/m}^3$ ) ein Wert von  $1,06 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{St. } ^\circ\text{C}$ , der noch immer weit über den maximalen Erfordernissen liegt.

Um festzustellen, wieviel Wasser der lufttrockene Perlitbeton aufzusaugen vermag, wurde der folgende Versuch durchgeführt.

Ein  $175 \text{ cm}^3$  großer und  $91,9 \text{ g}$  schwerer Prüfkörper, dessen Raumgewicht also  $522 \text{ kg/m}^3$  betrug, wurde 30 Minuten lang in

Wasser gehalten. Beim folgenden Abwiegen betrug das Gewicht  $180,1 \text{ g}$ , der Körper hatte also  $88,3 \text{ g}$  Wasser aufgesaugt, und sein Raumgewicht hatte sich auf  $1030 \text{ kg/m}^3$  erhöht. Der gegebene Prüfkörper nahm also etwa 50 Volumenprozent Wasser auf, während sich sein Raumgewicht fast verdoppelte.

Die große Streuung beim Raumgewicht im lufttrockenen Zustande ist bemerkenswert. Aus dieser Tatsache kann vor allem auf die Unzulänglichkeit der Verarbeitung des Perlitbetons geschlossen werden, da die vom Beschicken und Mischen herrührende Streuung bei gleichbleibender Verdichtung  $\pm 5\%$  nicht überschreiten dürfte.

Die große Streuung beim Raumgewicht macht es vor allem auch notwendig, bei größeren Elementen das Einhebegewicht — abweichend von der bisherigen Praxis — nicht auf Grund des Raumgewichtes des lufttrockenen Perlitbetons zu berechnen. Das Raumgewicht des Perlitbetons muß bei Berechnung des Einhebegewichtes mindestens mit  $800 \text{ kg/m}^3$  angenommen werden.

Zum Schluß sei bemerkt, daß die Versuche und deren Ergebnisse — wie sich dies auch aus den beschriebenen Prüfungsmethoden ergibt — nicht genau sind, daß sie also nicht als eindeutig angenommen werden können. Sie sind jedoch noch immer genügend genau, um die Notwendigkeit weiterer Bestimmungen und Überprüfungen zu beweisen.



# ПРОДУКТЫ ЗАВОДА РЕАНАЛ



АМИНО-КИСЛОТЫ  
И ДЕРИВАТЫ

ПЕПТИДЫ  
И ПОЛИПЕПТИДЫ

ЭНЗИМЫ

НУКЛЕОПРОТЕИНЫ

УГЛЕВОДЫ И ДЕРИВАТЫ

ПУРИНЫ  
И ПИРИМИДИНЫ

ТЕТРАЗОЛНЫЕ СОЛИ

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ  
И ОРГАНИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ

ЧИСТЫЕ ХИМИКАЛИИ  
ДЛЯ АНАЛИЗА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ  
ДЛЯ НАУЧНЫХ ЦЕЛЕЙ

РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

# reanal

ИНДИКАТОРЫ

ЗМЕИНЫЕ ЯДЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАБОРЫ  
ПРЕПАРАТОВ И РЕАКТИВОВ

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ  
И ПРЕПАРАТЫ

„СЕЛЕКТОНЫ“  
(КОМПЛЕКСОНЫ)

„РЕАНАЛ“

ЗАВОД ХИМИЧЕСКИХ  
РЕАКТИВОВ  
И ПРЕПАРАТОВ

БУДАПЕШТ 70 ПЯ 54 БЕНГРИЯ



Экспортирует МЕДИМПЕКС Будапешт 502 Пя 34