

DIE ANWENDUNG VON PERLIT FÜR BAUPLATTEN

Von

T. CSERMÁK

Die massenhafte Wohnbautätigkeit begann in Ungarn in 1949—50. Die Mehrzahl der bei den Wohnbauten gebräuchlichen Ausführungen war — mit Ausnahme der in wachsendem Umfange angewendeten vorfabrizierten Deckenkonstruktionen (Deckenelemente) — konventioneller Konstruktion.

Heutzutage kann die in der ganzen Welt in großem Umfange angewendete Bauweise mit Bauplatten als die zeitgemäßeste betrachtet werden. Dieser Umstand und die günstigen Ergebnisse, die im Auslande erzielt wurden, erweisen die Notwendigkeit dessen, daß diese Bauweise auch in Ungarn die Richtung der Entwicklung bestimmen muß. Auf Grund dieser Erkenntnis wurden in den vergangenen Jahren Versuche zur Herstellung und zum Einbauen verschiedener Großbauplatten vorgenommen, jedoch kam es noch nicht zu deren Anwendung in großem Ausmaße.

Die allgemein bekannten Nachteile der konventionellen Deckenbauplatten machten die Anwendung von Bauplatten von Zimmergröße zu einer Notwendigkeit. Solche Bauplatten beanspruchen jedoch ein leichtes Auffüllmaterial, dessen entsprechende Eigenschaften im expandierten Perlit erkannt wurden.

Perlit ist ein in Ungarn in mächtigen Lagerstätten vorkommendes vulkanisches Gestein, das auf entsprechende Feinheit gemahlen, nach Expandieren bei etwa 1200 °C das Mehrfache seines ursprünglichen Volumens einnimmt.

Der expandierte Perlit ist weiß, seine Korngröße liegt zwischen 0 und 3 mm, sein Raumgewicht zwischen 90 und 150 kg/m³. Seine

Wärmeleitzahl in losem Zustande beträgt bei einer Mitteltemperatur von 20 °C 0,04 kcal/mxStx°C, seine Schmelztemperatur liegt bei etwa 1250 °C. Perlit ist chemisch neutral, besitzt ein gutes elektrisches Isoliervermögen. Als anorganisches Material ist Perlit keiner Fäulnis, keiner Verwesung oder Verschimmelung unterworfen, bildet keinen Nährboden für Gewürm.

Als Bindemittel kann für expandierten Perlit Zement, Gips und Kalk angewendet werden.

Es wurden Versuche mit Perlitbeton von verschiedenem Zementgehalte durchgeführt. Die Ergebnisse der wichtigsten Prüfungen sind in folgender Tabelle angegeben:

Zementgehalt,				
kg/m ³	120	250	300	350
Perlitgehalt, kg/m ³ .	140	140	140	140
Raumgewicht in				
lufttrockenem				
Zustande, kg/m ³	290	440	500	570
Druckfestigkeit,				
kg/cm ²	7	17	25	38
Wärmeleitzahl,				
kcal/m. St. °C . . .	0,06	0,075	0,09	0,116

Als Zement wurde ausschließlich Portlandzement, Sorte 500, angewendet. (Die Bezeichnung »Sorte 500« bedeutet, daß die 28tägige Druckfestigkeit laut der ungarischen Norm mindestens 500 kg/cm² beträgt.)

Bei Anwendung von 250 kg/m³ Gips ergab sich ein Raumgewicht von 430 kg/m³, wobei die Druckfestigkeit sich auf 19 kg/cm² und

die Wärmeleitzahl auf 0,07 kcal/m. St. °C belief.

Man begann sich am Ende des Jahres 1957 mit der bauindustriellen Anwendung des expandierten Perlits zu befassen. Ziel der ersten Versuche war die Entwicklung von wärmeisolierenden Unterlagen, sowie Putze aus Perlit.

Anhand der erfolgreichen Versuche wurde bei mehreren Bauten an Stelle von expandiertem Kork, sowie Steinschwamm, Perlitbeton mit bestem Erfolge angewendet. Die Zementzugabe zum Perlitbeton belief sich auf 200 kg/m³.

Durch Anwendung von Perlitbeton wurde nicht nur Arbeit erspart, sondern auch die Zahl der Arbeitsprozesse vermindert, zumal sich die Anfertigung der 2—3 cm starken, geglätteten Zementmörtelschicht erübrigt.

Nach den Leichtbetonputzversuchen wurde Perlitmörtel auch bei Eisenbeton-Skelettgebäuden angewendet. Der Versatz für 1 m³ Mörtel bestand aus 100 kg Zement Sorte 300, 100 kg gelöschter Kalkbrei, 120 kg Perlit mit einem Raumgewicht von 130 kg/m³. (Die Bezeichnung »Sorte 300« bedeutet, daß die 28tägige Druckfestigkeit gemäß der ungarischen Norm mindestens 300 kg/cm² beträgt.) Der Wasser-Bindemittelfaktor belief sich auf 2,8—3. Es soll hierbei bemerkt werden, daß die benötigte Wassermenge von der Korngrößenverteilung des Perlitzuschlages abhängig ist.

Im Laufe der Herstellung der Betonmischung wurde zunächst Kalkmilch hergestellt und das Gemenge von Zement und Perlit wurde derselben zugesetzt.

Die Erfahrung zeigte, daß es am günstigsten ist den Perlitmörtel dünnflüssig, in mehreren Schichten zu gießen. Die gleichmäßige Mörtelstruktur ist während des Verlegens durch ständiges Umrühren zu sichern, zumal der Perlit geringen Raumgewichtes zur Entmischung neigt. Der auf diese Weise hergestellte und angebrachte Mörtel besitzt ein Raumgewicht von 450 kg/m³, eine Wärmeleitzahl von 0,08 kcal/m. St. °C. Die Wärmedurchgangszahl einer 25 cm starken Ziegelwand mit 3 cm starkem Perlitputz ergibt sich demgemäß zu 0,1 kcal/m². St. °C.

Im Jahre 1958 wurden Deckenbauplatten von Zimmergröße hergestellt. Die Konstruktionsstärke der Bauplatte betrug 15 cm, die Oberfläche cca. 18 m². Dieselbe wurde als in beiden Richtungen belastbare, dichte, unten gerippte Eisenbetonplatte dimensioniert und bei einer maßgebenden Belastung von 550 kg/m² ergab sich ein Betonstahlbedarf von 5 kg/m². Das Eigengewicht der Bauplatte belief sich auf 240 kg/m².

Im Laufe der Herstellung wurden zunächst 12 cm hohe Perlitbetonkörper mit einer Grundfläche von 60×70 cm hergestellt, welche mit einem solchen Seitenprofil ausgebildet waren, daß zwei Elemente nebeneinander gelegt sich bis auf 2 cm Höhe dicht anschlossen und in einer weiteren Höhe von 10 cm die Schalung der Rippen der Eisenbetonkonstruktion bildeten. Nach dem Einlegen der Stahleinsätze in die aus diesen Kasetten gebildeten Hohlräume wurde Beton Qualität B 200 eingearbeitet.

Auf diese Weise entstand eine Bauplatte mit beiderseitig ebenen Flächen, deren untere Schicht aus gleichmäßigem Perlitbeton bestand, wogegen die obere Schicht als Eisenbeton ausgeführt war.

Die Perlitbetonkörper wurden in einem Alter von 28 Tagen oder noch später eingebaut. Auf diese Weise wurde erreicht, daß vor dem endgültigen Einbau, während der Verfestigung des Perlitbetons auch der geringfügige Schwindungsprozeß zum Abschluß kam.

Zur Herstellung des Perlitbetons wurde Portlandzement Sorte 500 angewendet.

Die Bauplatten wurden durch das Zentrale Institut für die Forschung der Materialien der Bauindustrie begutachtet. Die Bauplatte entspricht laut des Attestes vom 5. Mai 1958 den Erfordernissen sowohl in bezug auf Belastbarkeit, als auch auf Durchbiegung.

Die Erzeugung von expandiertem Perlit war in 1958 bedauerlicherweise lediglich experimentellen Charakters, demzufolge konnten die beschriebenen Bauplatten wegen Mangel an Perlitmaterial nicht zur industriellen Anwendung gelangen. Es wurde jedoch durch Weiterentwickeln dieser Bauplatte ein weiterer Typ geschaffen, welcher heute

Eisenbetonplatte und 16 cm auf den Perlitbeton entfallen.

Die Bauplatte ist im wesentlichen kasettenartig. Die Gesamthöhe der Rippen ist 15 cm (die Plattenstärke miteinberechnet), so daß die innere Oberfläche durch eine 5 cm starke, einheitliche Perlitbetonschicht be-

zumal dieselben ebenfalls eine Umrahmung erhalten.

Die Öffnungen für Türen und Fenster sind mit solchem — doppelten Anstoß gewährleistendem — Seitenprofil ausgebildet, an welchem an den im Laufe der Herstellung eingelegten Holzpaketen die vorgesehenen

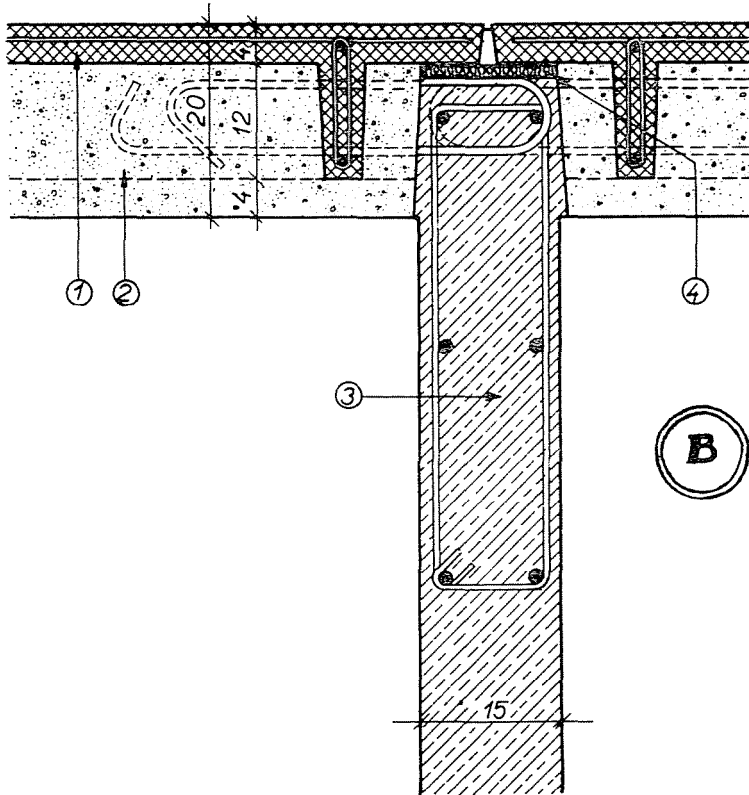


Abb. 2

deckt ist. Da jedoch die Rippen entfernt voneinander ausgebildet sind, ist die kennzeichnende Perlitbetonschicht 16 cm stark.

Die kennzeichnende Abmessung der Achsenentfernung der Kassetten und demzufolge auch der Rippen ist 135×100 , d. h. das Eisenbetongerippe umfaßt die Bauplatte und unterteilt dieselbe in horizontaler Richtung, ist in vertikaler Richtung auf je 1,00 m ausgebildet. Dieses System wird durch die Balkontüren und Fenster unterbrochen,

Teschauerschen Fenster mit Hilfe von Holzschrauben befestigt werden.

Die sich den quergerichteten Gußbetonwänden anschließenden Kanten der Wandbauplatten wurden mit solchem Profil ausgebildet, welches — wie dies aus der Detailzeichnung B zu ersehen ist — die Entstehung einer jeglichen Wärmebrücke unterbindet. Die Wandbauplatten sind in statischer Hinsicht gänzlich neuartiger Lösung. Jede einzelne Bauplatte trägt nämlich das Gewicht

der sich auf sie stützenden Deckenbauplatte, sowie den auf sie entfallenden Anteil der Deckenbelastung. Diese Belastung wird jedoch nicht auf die nächstuntere Wandbauplatte übertragen (folglich wird durch die Wandbauplatte keine Last höherer Lagen getragen), sondern auf die Gußbetonwand. Auf diese Weise entsteht eine Wandbauplatte, welche zwar lasttragend ist, welche jedoch im wesentlichen doch eine Vorhangwand darstellt. Das Durchschnittsgewicht der Wandbauplatten beträgt 230 kg/m^2 , ihr Eisenbedarf 4 kg/m^2 , ihre Wärmedurchgangszahl $0,6 \text{ kcal/m. St. } ^\circ\text{C}$.

Das geringe Gewicht der Bauplatte, ihre günstige Wärmedurchgangszahl wird durch den Perlitbeton gewährleistet, ihre statische Festigkeit durch den Eisenbeton gesichert.

Deckenbauplatten

Dieselben stellen in zwei Richtungen aufliegende, unten gerippte (kassettenartige), auf beiden Seiten lache Bauplatten von Zimmergröße, mit einer Konstruktionsstärke von 17 cm , dar. Zum Ausfüllen der Kassetten dient

Perlitbeton. Die Stärke der Eisenbetonplatte beträgt 3 cm , die Höhe der Rippen beträgt 15 cm , demzufolge sind die Rippen ausgehend von der unteren Oberfläche mit 2 cm starker Perlitbetonschicht bedeckt.

Der Knotenpunkt der Seitenwandbauplatten resp. der inneren Gußbetonwände, auf welche sich die Bauplatten stützen, sind aus Schnitt 1 resp. 3 zu ersehen.

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

Um das Zusammenwirken zwischen dem Eisenbeton und dem Perlitbeton sicherzustellen (d. h. angenommen den Fall, daß zwischen den beiden Materialien keinerlei Haften zustandekommt), werden auf den Eisenbetonrippen in einer Richtung kleine Konsolen ausgebildet. Auf diese Weise kann sich der die Kassetten ausfüllende Perlitbeton auch dann nicht von dem Eisenbeton abtrennen, wenn die obige Annahme zutreffend ist.

Um diesbezüglich praktische Erfahrungen zu gewinnen, wurde der Perlitbetoneinsatz

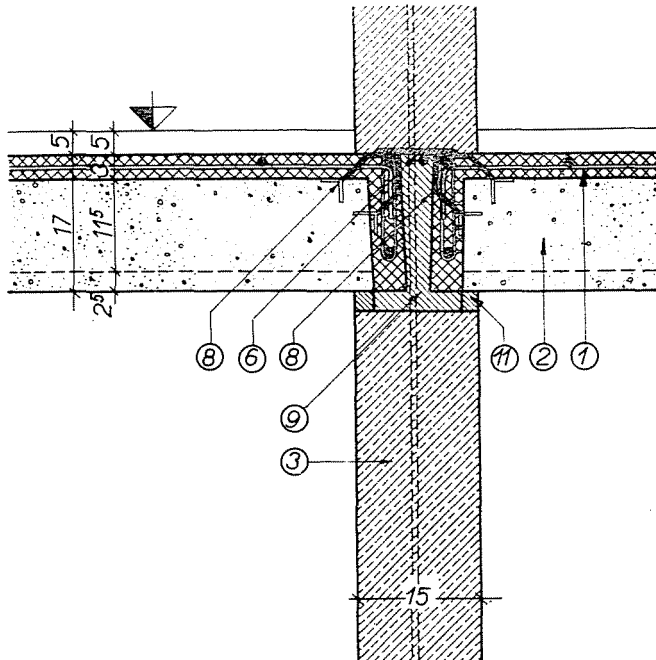


Abb. 3

aus einer Deckenbauplatte 28 Tage nach der Herstellung ausgemeißelt. Es wurde nämlich befürchtet, daß

1. das Zusammenwirken des Eisenbetons und des Perlitbetons nicht ausreichend ist;

2. bei dem Einarbeiten des Eisenbetons in die schmalen Rippen, die erwähnten kleinen Konsole nicht vollkommen mit Beton ausgefüllt werden, so daß an die Stelle des Eisenbetons beim Einarbeiten, Einvibrieren des Perlitbetons letzteres eindringt.

Die Praxis hat diese Befürchtungen widerlegt. Die Rippen und die kleinen Konsole waren vollkommen mit Eisenbeton gefüllt, die Berührungsfäche vom Beton und Perlitbeton war sowohl in vertikaler, wie auch in horizontaler Richtung nicht eben, sondern gezahnt. Dies ist leicht begreiflich, da ja der Beton, welcher ein vier- bis fünffaches Raumgewicht besitzt, auf den Perlitbeton aufgetragen wurde, und bei dem Einstampfen (in der Wirklichkeit bei dem Vibrieren) in kleinerem oder größerem Maße in den verhältnismäßig weniger festen Perlitbeton eingedrungen ist und sich da sozusagen festklammerte. Die Verbindung wurde noch dadurch erhöht, daß im Laufe des Einarbeitens aus dem plastischen Beton Zement mit Wasser in den angrenzenden Perlitbeton gelangte, und dadurch die Festigkeit des letzteren in einer Tiefe von 1—2 cm von der Grenzfläche erhöht wurde. Das Ausmeißeln des Perlitbetons wurde demzufolge umso schwieriger, je mehr man sich der Berührungsfäche mit dem Eisenbeton näherte.

Auf Grund dieser praktischen Erfahrung konnte ruhig behauptet werden, daß das Zusammenwirken des Betons und des Perlitbetons, im Falle der im weiteren zu beschreibenden Herstellungstechnologie, in vollem Maße gesichert ist.

Das Herstellen der Bauplatten

Da das Herstellen der Decken- und Seitenwandbauplatten technologisch im wesentlichen auf die gleiche Weise durchgeführt wird, erscheint es als zweckmäßig ihre

Herstellungsmethode auf einmal zu behandeln.

Die Bauplatten wurden liegend mit einer Schablonenausbildung hergestellt, die die Maßhaltigkeit weitgehend sicherstellte.

Sowohl die Decken-, wie auch die Seitenwandbauplatten wurden mit ihrer inneren, dem Wohnraum zugewendeten Oberfläche nach unten hergestellt, d. h. der Perlitbeton war in jedem Falle mit der Herstellungsfäche in Berührung. Die Herstellungsfäche selbst war eine sorgfältig geschliffene, zum Verhindern des Anhaftens mit Öl durchtränkte Kunststeinfläche. Ferner wurde diese Fläche vor dem Einarbeiten des Perlitbetons mit Ton bestrichen. An Stelle von Ton wurde erfolgreich das aus der Tschechoslowakei importierte, »Betasol« genannte Material angewendet.

Die im obigen beschriebene Herstellungsfäche ermöglichte es, daß die Innenseite der Bauplatten gleichmäßig eben war, so daß sich ein Verputzen dieser Oberfläche erübrigte. Die technologische Reihenfolge der Bauplattenverfertigung war, wie folgt:

1. Genaues Einstellen der Seitenschalung.
2. Behandlung der Herstellungsfäche mit »Betasol«.
3. Anordnen der elektrischen Leitungen und der Holzpakette.
4. Anordnen der dem Profil der Eisenbetonrippen entsprechenden Holzrippen.
5. Einarbeiten des Perlitbetons in das Gerippe, resp. zwischen die Schalung.
6. Entfernen des Holzgerippes binnen 8—10 Stunden nach dem Einarbeiten.
7. 12—14 Stunden später Montage des Eiseneinsatzes der Deckenbauplatte.
8. Einarbeiten des Eisenbetons.
9. Witterungsbedingtes Ausbauen der Bauplatten 5—8 Tage nach dem Einarbeiten vom Eisenbeton, Transport auf den Stapelplatz, resp. in einzelnen Fällen Einbau an endgültiger Stelle.

Der Versatz des angewendeten Perlitbetons war wie folgt:

Zu 1 m³ eingearbeitetem Beton wurden 1,4 m³ Perlit, 200 kg Zement, Sorte 500, und 200—220 Liter Wasser angewendet. Das

Mischen erfolgte in einer tschechoslowakischen Zwangsmischmaschine. Die Erfahrung lehrte uns nämlich, daß die Qualität des in einer Mischmaschine mit freiem Fall hergestellten Perlitbetons stark streute. Es kann jedoch auch in letzteren Maschinen ein Perlitbeton hinreichender Qualität hergestellt werden, sofern die Trommel des Mixers bis zu 50% des Trommelinhaltes gefüllt wird und mit horizontal liegender Drehachse gemischt wird.

Auf Grund der Versuche kann eine Perlitbetonmischung bester und gleichmäßigster Qualität erhalten werden, wenn dem Mischer zunächst der Perlit und das Wasser zusammen zugeführt wird und das Zement nach einem Mischen von etwa einer $\frac{1}{2}$ Minute zugesetzt wird. Die Gesamtmischperiode beträgt 3 Minuten. Es wurde auch eine andere Mischmethode angewendet, nämlich: etwa 50% des Wassers wurde vor dem Heben des Kübels der Trommel zugeführt. Zement und Perlit wurde zusammen in die Trommel eingeführt, das restliche etwa 50% Wasser während des Mischens laufend dem Material zugegeben. Die große Mehrzahl unserer Betons wurde auf diese Weise aufbereitet, es erwies sich nämlich, daß die Staubbildung dadurch beschränkt wurde. Wenn jedoch mit geschlossenem Mischer gearbeitet wird — in welchem Falle es zu keiner Staubbildung kommt — ist die Anwendung der ersten Mischmethode natürlich günstiger. Es soll bemerkt werden, daß der Perlit zufolge seiner feinen Kornstruktur zum Einarbeiten verhältnismäßig viel Wasser beansprucht, demzufolge muß bei der Herstellung von dichtem, verhältnismäßig festem Perlitbeton — im Gegensatz zu anderen gerechnet werden. Bei gleichbleibendem

Zementgehalt nimmt der Einarbeitungsfaktor und damit die Festigkeit bei abnehmendem Wassergehalt schnell ab. Im Falle erhöhten Wasserzusatzes verbessert sich die Festigkeit, jedoch erhöht sich die Zeit der Erhärtung, sowie des Austrocknens.

Da für unsere Zwecke die Erhöhung der Festigkeit nicht benötigt wurde, war die Konsistenz unserer Perlitbetonmischung erdfeucht. Das Einarbeiten der Perlitbetonmischung erfolgte in einer Schicht, die Verdichtung wurde mit einem Plattenvibrator durchgeführt. Das Raumgewicht des auf diese Weise eingearbeiteten Betons belief sich — in trockenem Zustande — auf 580 kg/m³, die Wärmeleitzahl auf 0,12 kcal/m. St. °C.

Dielen

Perlitbeton wurde auch bei der Herstellung von Dielen angewendet. Es wurde eine Perlitschicht von 2,5 cm Stärke auf die Eisenbetonbauplatte aufgefüllt. Hierauf wurde Ölpapier, dann in Querrichtung Wellpapier gelegt, hernach wurde ein Estrich aus Dolomitzement in einer Stärke von 1,5 cm verfertigt, auf welchem anschließend der Fußbodenbelag hergestellt wird. (Letzterer aus PVC, Gummi, Mosaikplatten etc.) Die auf diese Weise hergestellte Deckenkonstruktion ergibt hinreichende Wärme- und Schallisolierung.

Das Anwendungsgebiet des Perlits und des Perlitbetons ist viel ausgedehnter, als beschrieben wurde. Mit Hinsicht auf die zahlreichen günstigen und guten Eigenschaften des expandierten Perlits, ist es mit Sicherheit anzunehmen, daß derselbe in kurzer Zeit eines der wichtigsten Grundmaterialien der Bauindustrie sein wird.

Printed in Hungary