

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 639 679 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94113085.8**

(51) Int. Cl.⁶: **E04B 2/14**

(22) Anmeldetag: **22.08.94**

(30) Priorität: **20.08.93 DE 4328113**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.95 Patentblatt 95/08

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL

(71) Anmelder: **UNIPOR-ZIEGEL MARKETING GmbH**
Aidenbachstrasse 234
D-81479 München (DE)

(72) Erfinder: **Schlötzer, Bernhard**
Hoerschelmannstrasse 16
D-81477 München (DE)

(74) Vertreter: **KUHLEN, WACKER & PARTNER**
Alois-Steinecker-Strasse 22
D-85354 Freising (DE)

(54) **Mauerwerk aus porosierten Hochlochziegeln, sowie Ziegel und Mörtel hierfür.**

(57) Ein Mauerwerk aus porosierten Hochlochziegeln und in den Lagerfugen zwischen den Steinen angeordnetem Mörtel, wobei die Steine im Mauerwerk in einem vertikalen Rastermaß angeordnet sind, welches 125 mm oder ein Vielfaches hiervon beträgt und sich dadurch auszeichnet, daß die Höhe der Steine im Bereich von 242 bis 248 mm für Großformate bzw. von 116 bis 124 mm für Kleinformate liegt, daß die Korngröße des Größtkorns der Sieblinie im Bereich von 1,5 bis 3 mm liegt, und daß der Mörtel zur Verbesserung der Biegesteifigkeit im Frischzustand ein faseriges Zusatzmittel enthält.

EP 0 639 679 A2

Die Erfindung betrifft ein Mauerwerk aus porosierten Hochlochziegeln, nach dem Oberbegriff des Anspruch 1, einen hierfür geeigneten Ziegel nach dem Oberbegriff des Anspruch 12 und einen hierfür geeigneten Mörtel nach dem Oberbegriff des Anspruch 14.

Die Deutsche Industrienorm DIN 1053 offenbart Grundlagen zur Berechnung und Ausführung von Mauerwerken. Die Baustoffe, nämlich Mauersteine und Mörtel werden definiert, wobei für den Mörtel eine Klassifizierung in Normalmörtel, Leichtmörtel und Dünnbettmörtel erfolgt.

Mauerwerke, die mit Lagerfugenmörtel, der den Klassen des Normal- oder Leichtmörtel zuzuordnen ist, ausgeführt werden, weisen gemäß DIN 1053 eine 12 mm dicke, mit Mörtel ausgefüllte Lagerfuge auf.

Die Ausführung von Mauerwerken mit Leicht- oder Normalmörtel und der damit verbundenen Lagerfuge von 12 mm erfordert die Verwendung von Steinen mit einer Höhe von 238 mm, damit das auf dem Bau übliche metrische Maß, d.h. vier Lagen Steine und Mörtel entsprechen einem Meter Mauerwerkshöhe, eingehalten werden kann. Die Lagerfugendicke von 12 mm beim Ausführen von Mauerwerken mit Leicht- oder Normalbettmörtel resultiert aus der Tatsache, daß die Herstellung von Steinen üblicherweise eine relativ hohe Maßtoleranz von bis zu ± 5 mm in der Steinhöhe mit sich bringt. Diese Maßtoleranz muß beim Ausführen des Mauerwerks durch die Dicke der Lagerfuge ausgeglichen werden. Nachteil einer solch dicken Lagerfuge ist der grundsätzlich höhere Mörtelbedarf, der höhere Stundenlohn für die Mörtelaufbringung, da diese von Hand mit der Kelle erfolgen muß, die zwangsläufig schlechtere Wärmedämmung einer solch dicken Lagerfuge im Hinblick auf die grundsätzlich schlechtere Wärmedämmung des Mörtels im Vergleich zum Stein, der grundsätzlich höhere Primärenergiebedarf für die Aufbereitung der größeren Mörtelmenge, und die erzielbaren, relativ geringen Wanddruckspannungen von weniger als $0,9 \text{ MN/m}^2$.

Es sind weiter Mauerwerke bekannt, die mit Dünnbettmörtel errichtet werden, die ebenso Eingang in die DIN 1053 gefunden haben. Um ein Mauerwerk mit Dünnbettmörtel ausführen zu können, welches sich dadurch auszeichnet, daß die Lagerfugenhöhe nur noch etwa 1 mm beträgt, müssen Steine von möglichst exakt 249 mm Höhe mit einer Toleranz von $\pm 0,1$ mm verwendet werden.

Das Herstellen solcher Planziegel ist sehr energieaufwendig. Wesentlich höhere Rohziegel mit einem Bruttohöhenmaß von 255 mm bis 260 mm müssen zunächst gepreßt, getrocknet, gebrannt und anschließend auf die Sollhöhe von $249 \text{ mm} \pm 0,1$ mm Toleranz geschliffen werden. Beim Schleifvorgang selbst ist insbesondere auf die Planparallelität der Ebenen zu achten.

Vorteil einer im Dünnbettmörtelverfahren ausgeführten Wand ist die Einsetzbarkeit des Tauchverfahrens oder alternativ des Mörtelschlittens, und damit eine Einsparung von Stundenlohnanteilen erfahrungsgemäß in der Größenordnung von bis zu 40%.

Diesem wirtschaftlichen Vorteil stehen eine Reihe von Nachteilen gegenüber. Zunächst sind dies die hohen Investitionen im Anlagenbau, um durchschnittlich wenigstens zwei Schleifanlagen zum Einsatz zu bringen, damit die normale Durchsatzrate eines Ziegelwerkes nicht wesentlich sinkt, wenn Planziegel hergestellt werden sollen. Zudem sind neue Räumlichkeiten und natürlich Baugenehmigungen notwendig, die sehr zeitaufwendig sind. Ein weiterer Nachteil ist der Umstand, daß sich die Wärmedämmung von Mauerwerken in Dünnbettmörtelausführung zu wünschen übrig läßt. Dies liegt im wesentlichen an dem schlechten Wärmeleitwert des Dünnbettmörtels von ca. $\lambda = 0,87 \text{ W/mK}$.

Nachteilig wirkt sich die relativ hohe Brennmasse und der hohe Primärenergiebedarf beim zugeschliffenen Planziegel aus. Ein weiterer Nachteil ist die sehr enge Maßtoleranz mit $\pm 0,1$ mm, welche äußerst hohe Anforderungen an die Qualitätssicherung bei der Herstellung von Planziegeln stellt. Die eingesetzten Schleifanlagen als auch die darin verwendeten Schleifköpfe unterliegen einem starken Verschleiß, es sind Schleifrückstände zu entsorgen, da diese nicht mehr in den Herstellungsprozeß integriert werden können.

In der praktischen Anwendung weisen Mauerwerke, die in Dünnbettmörtel aufgemauert sind, noch weitere Nachteile auf. Hier ist zu nennen, das sogenannte Verbrennen oder Verdunsten des Mörtels, worunter man einen Vorgang versteht, bei dem der Ziegel der Mörtelschicht das Wasser entzieht und somit nicht mehr genügend Flüssigkeit zur Hydratation des Bindemittels zur Verfügung steht, so daß der Mörtel keine Festigkeit entwickeln kann bzw. ein normales Aushärten nicht mehr gewährleistet ist. Daneben ist ein Eindrücken, Einreiben oder Einklopfen der Ziegel bei der Verwendung von Dünnbettmörtel praktisch nicht möglich. Zudem ist ein Aufmauern mit Dünnbettmörtel wegen der extrem dünnen Lagerschichtdicke problematisch, da die dünne Mörtelschicht durch das Lochbild der Ziegel gleichsam zerschnitten und in die Lochung der Ziegel gedrückt wird, was zu einer erheblichen Verschlechterung der Festigkeit der Wand führen kann.

Was die Schalldämmung anbelangt, so hat die Praxis gezeigt, das Wände, welche mit Dünnbettmörtel ausgeführt worden sind, weit hinter den Schalldämmwerten von Wänden mit Normalfugen- oder Leichtfugenmörtel zurück bleiben. Dies könnte seinen Grund in dem schalltechnisch mangelhaften Abschluß der horizontalen Flächen der Hochlochziegel durch die zu dünne Lagerfuge haben. Im Gegensatz zu einer beispielsweise 12 mm dicken Lagerfuge, welche einen ausreichenden Abschluß der Steine nach Art einer

Einspannung oben und unten garantiert, und damit einen geschlossenen Schallkörper mit Eigenfrequenzen oberhalb der noch als störend empfundenen 1 kHz Grenze erzeugt, ist dieser flächige Abschluß des Steines beim Dünnbettmörtel nicht garantiert.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Mauerwerk zu schaffen, welches befriedigende Wärmedämmung mit befriedigender Schalldämmung verbindet und wirtschaftlich aufgebaut werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäß gewählte Steinhöhe von 242 mm bis 248 mm beim Großformat führt infolge des am Bau zu verwendenden metrischen Maßes zu einer Lagerfugendicke von 2 mm bis 8 mm, im Mittel also von 5 mm. Diese Lagerfugendicke ermöglicht die Verwendung von gut wärmedämmendem Leichtbaumörtel mit porösen Zuschlagstoffen, deren Korngröße eine Verwendung bei Dünnbettmörteln, die kleberähnlich ausgebildet sind, ausschließt. Dabei wird durch die erfindungsgemäße Wahl der Korngröße eine zusätzliche, die Druckfestigkeit erhöhende Abstützung der Steine über die Lagerfuge erzielt. Gegenüber üblichen Mauerwerken mit 12 mm Lagerfugendicke ergibt sich eine verbesserte Wärmedämmung des erfindungsgemäßen Mauerwerks dadurch, daß der schlechter wärmedämmende Mörtelanteil gegenüber dem besser wärmedämmenden Steinanteil geringer ist.

Zugleich ergibt sich gegenüber einem Mauerwerk in Dünnbettmörtelausführung eine verbesserte Schalldämmung, dadurch, daß die einzelnen Steine durch die geschlossene, ausgehärtete Mörtelschicht an ihren Ober- und Unterseiten schalltechnisch abgeschlossen sind, und gemäß einem Deutungsversuch so etwas wie eine Kassettenwand bilden, in deren Kastenelemente die Schallwellen reflektiert und dabei gedämpft werden. Hierdurch wird insbesondere die Längsausbreitung des Schalls behindert. Schalltechnisch bleiben somit alle Vorteile des Normalmauerwerks mit 12 mm Lagerfugendicke erhalten.

Mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit der Aufmauerung ergeben sich ähnliche Wirtschaftlichkeitsvorteile wie im Falle eines Mauerwerks mit Dünnbettmörtel, da bei Bedarf ebenfalls im Tauchverfahren oder mit Mörtelschlitten gearbeitet werden kann und die Notwendigkeit eines arbeitsintensiven Auftragens des Mörtels mit der Kelle vermieden werden kann. Die erforderliche Biegesteifigkeit im Frischzustand des Mörtels, der den Frischmörtel auch größere Stegabstände überdecken läßt, wird durch den Faserzusatz gewährleistet. Die in jedem Falle etliche Millimeter betragende Schichthöhe des Mörtels ermöglicht im Gegensatz zu einer Dünnbettmörtelschicht ein bequemes Einreiben und Einklopfen jedes Steins in seine gewünschte Endposition. Gegenüber einem Mauerwerk mit Dünnbettmörtel ergibt sich zudem eine erhöhte Scherfestigkeit des Mauerwerks durch die sauber kraftübertragende Mörtelverbindung der Steine über die Lagerfuge hinweg.

Die hier erforderliche Maßgenauigkeit der Höhe des Hochlochziegels kann ohne Nachbearbeitung beherrscht werden. Das bedeutet konkret für die Praxis, daß zur Herstellung im wesentlichen die bereits vorhandenen Anlagen eingesetzt werden können und Investitionen für Neuanschaffungen entfallen.

Die Wahl einer geeigneten Bandbreite für das Maß des Größtkornes einer Sieblinie garantiert vorteilhaft eine Beabstandung der aufeinander geschichteten Steinlagen entsprechend der Lagerfugendicke von ca. 3 mm bis 6 mm infolge gegenseitiger mechanischer Abstützung der übereinander lagernden Körner im Mörtel in der Lagerfuge in einem Mauerwerk.

Die Zugabe eines faserigen Zusatzmittels erhöht den inneren Zusammenhalt und die Biegesteifigkeit im Frischzustand des Mörtels, wodurch sichergestellt ist, daß der Mörtel in Kombination mit einer geeigneten Ziegeloberfläche einerseits problemlos mit dem Tauchverfahren oder mit dem Mörtelschlitten aufgebracht werden kann und andererseits nicht in die Greifhilfen, Mörteltaschen oder Lochbilder fällt, was zu einem unerwünschten Mörtelverlust und einer Verschlechterung der Wärmedämmeigenschaften der Wand führen würde.

Ein Mauerwerk der in den Ansprüchen 1 bis 11 wiedergegebenen Art birgt mehrere Vorteile in sich. Zum einen entfällt infolge der Verwendung von Hochlochziegeln mit einer vorteilhaften Höhe von 245 mm das aufwendige Planschleifen der Ziegel, welches bei der Verwendung von Dünnbettmörtel unabdingbar ist und damit auch die Entsorgungsprobleme von Schleifstäuben und verbrauchten Schleifköpfen, zum zweiten ist der Primärenergiebedarf bei der Herstellung von Hochlochziegeln kaum größer als der bei der Herstellung von gewöhnlichen Ziegeln für die Verwendung bei Mauerwerken mit Lagerfugenmörtel und wesentlich geringer als der bei der Herstellung von Ziegeln für die Verwendung von Dünnbettmörtel.

Die Kombination von Hochlochziegeln und speziell entwickeltem Mörtel gewährleistet eine sehr gute Schalldämmung sowohl in Richtung durch die Wand als schalltrennendes Element zwischen zwei Räumen, als auch in horizontaler sowie vertikaler Richtung in der Wand zur Unterdrückung von unerwünschter Körperschallübertragung durch das gesamte Gebäude.

Die Herstellung und Verwendung eines Ziegels gemäß der Ansprüche 12 und 13 hat ebenfalls mehrere Vorteile. Der beanspruchte Ziegel zeichnet sich durch seine geringe Brennmasse bei der Herstellung aus. Durch die Zugabe von porosierenden Zuschlagstoffen liegt eine gute Wärmedämmfähigkeit des Ziegels

vor. Damit einher geht eine Reduzierung der Rohdichte, die durch entsprechende Auswahl der Zuschlagstoffe vorteilhaft nicht zu Lasten der ebenfalls verbesserten Festigkeitswerte des Ziegels geht. Durch die geringe Rohdichte ist zudem sichergestellt, daß die Ziegel problemlos auf dem Bau verarbeitet werden können, ohne daß der Arbeiter gesundheitliche Risiken wegen zu hoher Ziegelgewichte eingehen müßte.

- 5 Die sehr guten Wärmedämmeigenschaften des Ziegels ergeben in Kombination mit den guten Wärmedämmeigenschaften des Mörtels für die ausgeführte Wand eine hervorragend niedrige Wärmeleitfähigkeit unter 0,14 W/mK.

Die Verwendung eines Mörtels gemäß Ansprüche 14 und 15 hat zum Vorteil, daß im Vergleich zum Normal- oder Leichtfugenmörtel ein wesentlich geringerer Mörtelbedarf vorliegt, wodurch der Primärenergiebedarf und die primäre Rohstoffmenge ebenfalls wesentlich reduziert werden können. Die erzielbare Haftscherfestigkeit, also der innige Verbund zwischen Stein und Mörtel, liegt über dem geforderten Grenzwert von $\beta_{HS} = 1,50 \text{ N/mm}^2$ was ebenfalls für die erreichbare Druckfestigkeit des Mörtels gilt, welche über 9 N/mm² liegt. Die Rohdichte des erfindungsgemäßen "Mittelbettmörtels" beträgt vorteilhaft weniger als 0,85 kg/dm³ was einem Wert entspricht, der mit Dünnbettmörtel oder normalem Lagerfugenmörtel nicht erreicht werden kann. Darüber hinaus erfolgt ein normales Aushärten bei der Hydratation des Bindemittels und damit eine gute Festigkeitsentwicklung, da ein Verbrennen oder Verdunsten wie beim Dünnbettmörtel vorteilhaft nicht auftritt.

Die vorangehend ausgeführten Angaben und Aussagen zu einem Mauerwerk aus porierten Hochlochziegeln sind durch Versuche überprüft und bestätigt worden.

- 20 In den Versuchen fand der Unipor-Zahnziegel nach Zulassung Nr. Z-17.1-347 mit einer Steinrohichte von 0,8 kg/dm³ und der Festigkeitsklasse 6 Anwendung. Dabei wurden folgende drei Fälle untersucht:

	a)	b)	c)
25 Mörtelart	Leichtmörtel LM 21	Dünnbettmörtel DM	Mittelbettmörtel MB
Meßwert λ_{10tr} Rechenwert λ_R	~ 0,145 0,16	0,16 0,18	0,12 - 0,13 0,14
Lagerfugendicke	max. 12 mm	1 - 2 mm	ca. 6 mm
30 Mörtelrohichte	$\leq 0,70$	$\leq 1,80$	$\leq 0,85$

Fall c) repräsentiert eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mauerwerks aus porierten Hochlochziegeln. Es ist offensichtlich, daß Mauerwerke in Dünnbettmörtelausführung gemäß Fall b) trotz der wesentlich kleineren Wärmebrücken über die Lagerfugen hinweg nicht den geringeren Wärmeverlust aufweisen können. Vielmehr kommt hier der schwere Mörtel zum tragen, so daß die Wärmedämmeigenschaften eines Mauerwerks in Dünnbettmörtelausführung schlechter sind als die des Mauerwerks in Mittelbettmörtelausführung. Dasselbe gilt für ein Mauerwerk in Leichtmörtelausführung nach Fall a), da in diesem Fall zwar die Mörtelrohichten schon nahe beieinander liegen, die Lagerfugendicke aber wenigstens doppelt so groß ist wie beim Mauerwerk in Mittelbettmörtelausführung.

Patentansprüche

- 45 1. Mauerwerk aus porierten Hochlochziegeln und in den Lagerfugen zwischen den Steinen angeordnetem Mörtel, wobei die Steine im Mauerwerk in einem vertikalen Rastermaß angeordnet sind, welches 125 mm oder ein Vielfaches hiervon beträgt, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Höhe der Steine im Bereich von 242 bis 248 mm für Großformate bzw. von 116 bis 124 mm für Kleinformate liegt,
 - 50 - daß die Korngröße des Größtkorns der Sieblinie im Bereich von 1,5 bis 3 mm liegt, und
 - daß der Mörtel zur Verbesserung der Biegesteifigkeit im Frischzustand ein faseriges Zusatzmittel enthält.
- 55 2. Mauerwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Steine für Großformate im Bereich von 244 bis 246 mm liegt, insbesondere 245 mm beträgt, und für Kleinformate im Bereich von 118 bis 122 mm liegt, insbesondere 120 mm beträgt.

3. Mauerwerk nach dem Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Steinoberfläche zur Aufbringung eines Mörtels die Anwendung des Tauchverfahrens oder den Einsatz des Mörtelschlittens erlaubt.
- 5 4. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohdichte des Hochlochziegels zwischen $0,6 \text{ kg/dm}^3$ und $1,0 \text{ kg/dm}^3$ beträgt, insbesondere zwischen $0,71 \text{ kg/dm}^3$ und $0,90 \text{ kg/dm}^3$ liegt.
- 10 5. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochlochziegel eine Wärmeleitfähigkeit kleiner gleich $\lambda_R = 0,16 \text{ W/mK}$ aufweist.
6. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mörtel ein Werktrockenmörtel der Leichtmörtelgruppe LM 36 nach DIN 1053 ist.
- 15 7. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngröße des Größtkorns der Sieblinie im Bereich von 2,5 bis 3 mm liegt, insbesondere 2,5 mm beträgt.
8. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Mörtel eine Wärmeleitfähigkeit kleiner als $\lambda = 0,25 \text{ W/mK}$ aufweist.
- 20 9. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Mörtel eine Druckfestigkeit von wenigstens 7 N/mm^2 , insbesondere von wenigstens 9 N/mm^2 hat.
10. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohdichte des Mörtels kleiner gleich $0,85 \text{ kg/dm}^3$ ist.
- 25 11. Mauerwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftscherfestigkeit des Mörtels über $\beta_{HS} = 1,3 \text{ N/mm}^2$ und insbesondere über $\beta_{HS} = 1,50 \text{ N/mm}^2$ liegt.
- 30 12. Ziegel zur Herstellung eines Mauerwerkes nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, mit durchgehenden parallelen Löchern und die Löcher definierenden Stegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Steine im Bereich von 242 bis 248 mm für Großformate bzw. von 116 bis 124 mm für Kleinformate liegt.
- 35 13. Ziegel nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch wenigstens eines der kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 2 bis 5.
14. Mörtel zur Herstellung eines Mauerwerkes nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Sand, Bindemittel und Wasser, sowie Zuschlagstoff und Zusatzmittel, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngröße des Größtkorns der Sieblinie im Bereich von 1,5 bis 3 mm liegt, und daß der Mörtel zur Verbesserung der Biegesteifigkeit im Frischzustand ein faseriges Zusatzmittel enthält.
- 40 15. Mörtel nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch wenigstens eines der kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 6 bis 11.

45

50

55