

(10) **DE 10 2012 020 841 A1** 2013.06.06

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 020 841.3**

(22) Anmeldetag: **24.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2013**

(51) Int Cl.: **C04B 14/00** (2013.01)

(66) Innere Priorität:

**20 2011 108 616.3**    **05.12.2011**

(74) Vertreter:

**Küchler, Stefan T., Dipl.-Ing. (Univ.), 90402,  
Nürnberg, DE**

(71) Anmelder:

**Franken Maxit Mauermörtel GmbH & Co., 95359,  
Kasendorf, DE**

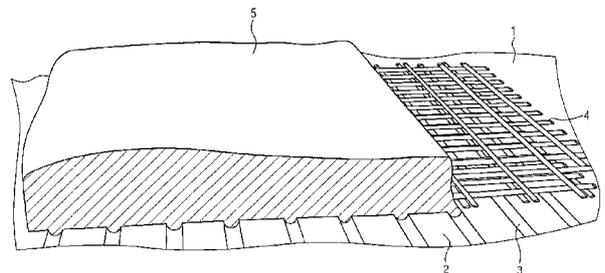
(72) Erfinder:

**Erfinder wird später genannt werden**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Mineralschaum und Verfahren zur Herstellung desselben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung richtet sich auf ein überwiegend anorganisches, insbesondere mineralisches Material zur Wärmedämmung im Bauwesen, insbesondere zur Beschichtung von tragenden Strukturen und/oder zum Füllen von Hohlräumen oder als selbsttragendes Bauteil, enthaltend wenigstens ein Bindemittel sowie wenigstens ein wärmedämmendes Additiv, wobei das Material im abgebundenen Zustand eine feste Konsistenz aufweist sowie eine geschäumte Struktur, insbesondere eine mechanisch geschäumte Struktur, mit einer dreidimensionalen Matrix und einem Porenvolumen von 60 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise von 70 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 80 Vol.-% oder mehr, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Materials.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung richtet sich auf ein überwiegend anorganisches, insbesondere mineralisches Material zur Wärmedämmung im Bauwesen, insbesondere zur Beschichtung von tragenden Strukturen und/oder zum Füllen von Hohlräumen oder als selbsttragendes Bauteil, enthaltend wenigstens ein Bindemittel sowie wenigstens ein wärmedämmendes Additiv, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Materials.

**[0002]** Für die Wärmedämmung von Gebäuden werden derzeit Wärmedämm-Verbundsysteme angeboten, umfassend wenigstens eine Dämmplattenschicht aus Mineralwolle und eine Schicht aus einem mineralischen Putz. Ein Vorteil hiervon ist, dass derartige Substanzen im Gegensatz zu anderen Isolationen nicht brennbar sind. Solche Wärmedämm-Verbundsysteme können auf Beton oder Mauerwerk befestigt werden. Ein Nachteil ist jedoch, dass derartige Verbundsysteme aufgrund der Mehrzahl von Schichten eine vergleichsweise große Gesamtdicke aufweisen. Auch stellt sich das Problem, zwischen den verschiedenen Schichten eine ausreichende, mechanische Festigkeit zu gewährleisten.

**[0003]** Aus den Nachteilen des beschriebenen Standes der Technik resultiert das die Erfindung initiierte Problem, ein gattungsgemäßes Wärmedämmsystem derart weiterzubilden, dass die oben beschriebenen Nachteile überwunden werden. Insbesondere sollen die folgenden Parameter gleichzeitig möglichst vollständig erfüllt sein: Unbrennbarkeit, hohe Wärmedämmung sowie geringe Gesamtdicke.

**[0004]** Die Lösung dieses Problems gelingt dadurch, dass das Material im abgebundenen Zustand eine feste Konsistenz aufweist sowie eine geschäumte Struktur, insbesondere eine mechanisch geschäumte Struktur, mit einer dreidimensionalen Matrix und einem Porenvolumen von 60 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise von 70 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 80 Vol.-% oder mehr.

**[0005]** Ein derartiges Wärmedämm-Material vereinigt Eigenschaften einer Wärmedämmung und eines (Grund-)Putzes in einer einzigen Schicht und ist daher multifunktional, d. h., mehrere Funktionen wie thermische Isolation und mechanischer Zusammenhalt in einer einzigen Schicht, so dass eine Schicht gegenüber dem Stand der Technik eingespart werden kann und also die gesamte Dicke dieses Materials gegenüber bekannten Verbundsystemen erhöht ist. Darunter muss weder das Wärmedämmungsvermögen leiden noch die Unbrennbarkeit. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass dieses Material zwar vorgefertigt sein kann; es kann aber auch vor Ort in noch flüssigem, pastösen oder plastischen Zustand verarbeitet und also den örtlichen Gegebenheiten optimal

angepasst werden; insbesondere lässt sich dadurch eine maximal feste Verbindung mit einem Untergrund herstellen. Mit Ausnahme eventueller Funktionszusätze weist die erfindungsgemäße Zusammensetzung neben den wärmedämmenden Additiven vorzugsweise keine weiteren Zuschlagstoffe auf.

**[0006]** Es hat sich als günstig erwiesen, dass das Volumen-Verhältnis zwischen wärmedämmenden Additiven, z. B. Leichtzuschlagstoffen, und Bindemittel 1:1 beträgt oder mehr, beispielsweise 2:1 oder mehr, vorzugsweise 3:1 oder mehr, insbesondere 4:1 oder mehr, und/oder in einem Bereich zwischen 1:1 bis 4:1.

**[0007]** Da die wärmedämmenden Eigenschaften des Bindemittels im Allgemeinen schlechter sind als die der wärmedämmenden Additive, sollte das Bindemittel nur in einem derartigen Umfang eingesetzt werden, wie dies für eine grundlegende mechanische Stabilität der betreffenden Schicht unabdingbar ist. Dafür sollte ein Anteil des Bindemittels an der Trockenmischung von etwa 25 Vol.-% ausreichend sein, beispielsweise 20 Vol.-% oder weniger, vorzugsweise 15 Vol.-% oder weniger, insbesondere 10 Vol.-% oder weniger.

**[0008]** Die angegebenen Volumenanteile sind dabei jeweils als Schüttvolumen angegeben, insbesondere bei einer der Norm entsprechenden Schüttdichte. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass bei Granulaten, also bei Gemengen aus einem körnigen Feststoff, dem sog. Schüttgut, und einem kontinuierlichen Fluid, welches die Hohlräume zwischen den Partikeln füllt, bspw. Luft oder Wasser, für die Dichtenbestimmung unterschiedliche Größen gebräuchlich sind, insbesondere die Reindichte, die Rohdichte, die Stampfdichte und die Schüttdichte. Während die Reindichte die Dichte der reinen Festkörperkomponente bezeichnet, wie sich diese ohne Poren und Zwischenräume ergibt, basiert die Rohdichte auf einem Rohvolumen, welches eventuelle Poren in den Granulatpartikeln mit umfasst. Der Schüttdichte liegt das Schüttvolumen zugrunde, welches sich bei einem genormten Schüttvorgang aus einer genormten Höhe einstellt und neben den Poren in den Partikeln auch die mit dem kontinuierlichen Fluid gefüllten Zwischenräume umfasst, und die Stampfdichte wird anhand des Stampfvolumens berechnet, welches das Granulat nach einem genormten Schüttvorgang und ein oder mehreren, genormten Stampf-Vorgängen einnimmt. Die Stampfdichte und die Schüttdichte sind über den sog. Hausner-Faktor miteinander verknüpft, wobei ein Hausner-Faktor von 1 bedeutet, dass das betreffende Granulat sich beim stampfen kaum oder gar nicht kompaktiert. Wie die Rein- und Rohdichte, so sind auch die Schütt- und Stampfdichten reine Materialgrößen, welche von Partikelgröße und -form und dem daraus folgenden Schütt- und Kompaktierverhalten abhängen. Insofern lässt sich die

genormte Schüttdichte eines Granulats bspw. nach der DIN EN ISO 60 [2] und DIN EN ISO 61 [3] zur Messung von Schüttdichte und Rieselfähigkeit ermitteln; hierfür sind spezielle Messgeräte im Handel. Außerdem existieren Tabellen mit den Schüttdichten der unterschiedlichsten Materialien. Zum Beispiel gibt Römppps Chemie-Lexikon, 7. Auflage unter dem Stichwort „Schüttgewicht“ als Schüttdichte für Zement in Pulverform  $1.200 \text{ kg/m}^3$  an, für Baugips  $1.250 \text{ kg/m}^3$ , oder für Sand  $1.800 \text{ kg/m}^3$ .

**[0009]** Je nach verwendetem Leichtzuschlagstoff kann das Gewichtsverhältnis zwischen Bindemittel und wärmedämmenden Leichtzuschlagstoffen in weiten Grenzen variieren. Es ist daher nicht ohne weiteres möglich, ein Massen- oder Gewichtsverhältnis für die Trockenmischung anzugeben. Dennoch ist im Allgemeinen das Gewichtsverhältnis zwischen wärmedämmenden Additiven und Bindemittel gleich oder größer als 1:1, also bspw. 1,2:1 oder mehr, vorzugsweise 1,4:1 oder mehr; andererseits liegt das Verhältnis zumeist bei 3:1 oder darunter, beispielsweise bei 2,5:1 oder darunter, vorzugsweise bei 2:1 oder darunter, insbesondere bei 1,8:1 oder darunter.

**[0010]** In einem mit Wasser angemachten, aber noch nicht geschäumten Zustand ist in der nasen Mischung das Verhältnis der Volumenbestandteile zwischen wärmedämmenden Additiven einerseits und andererseits der Fraktion bestehend aus Bindemittel und Wasser im Allgemeinen gleich oder größer als 3:1, also bspw. 4:1 oder mehr, vorzugsweise 6:1 oder mehr, insbesondere 10:1 oder mehr; andererseits liegt dieses Verhältnis der Volumenbestandteile zumeist bei 25:1 oder darunter, vorzugsweise bei 20:1 oder darunter, insbesondere bei 18:1 oder darunter.

**[0011]** Bevorzugt weist die Erfindung im geschäumten und abgeordneten Zustand folgende Zusammensetzung auf:

≤ 7,5 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 22,5 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 70 Vol.-% Luftporen.

In dem geschäumten und abgeordneten Zustand ist ein ggf. zuvor beigemengter Wasseranteil bereits als Kristallwasser gebunden. Man erkennt, dass dabei einerseits das Volumen-Verhältnis zwischen Additiven und Bindemittel von mindestens 3:1 eingehalten ist, und dass andererseits die Poren wenigstens etwa zwei Drittel des Gesamtvolumens einnehmen.

**[0012]** Bei einer spezielleren Zusammensetzung, nämlich der folgenden:

≤ 5 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 20 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 75 Vol.-% Luftporen,

bilden im geschäumten und abgeordneten Zustand die Luftporen sogar wenigstens drei Viertel des Gesamtvolumens. Außerdem ist das Volumenverhältnis

zwischen wärmedämmenden Additiven und Bindemittel sogar 4:1 oder größer. Im Ergebnis ist das Wärmedämmungsvermögen einer derartigen Zusammensetzung daher gesteigert.

**[0013]** Noch bessere Wärmedämmungseigenschaften bietet die folgende Zusammensetzung für den geschäumten und abgeordneten Zustand:

≤ 4 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 16 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 80 Vol.-% Luftporen.

Hierbei umfassen die Luftporen sogar wenigstens vier Fünftel des Gesamtvolumens, so dass sich exzellente Wärmedämmungseigenschaften erzielen lassen.

**[0014]** Die Erfindung empfiehlt, dass der Bindemittelanteil in der nicht verfestigten Trockenmischung zwischen 1 und 50 Vol.-% liegt, beispielsweise bei 40 Vol.-% oder darunter, vorzugsweise bei 30 Vol.-% oder darunter. Man kann daraus entnehmen, dass der Bindemittelanteil bis auf einen sehr kleinen Restwert von nur etwa 1 Vol.-% reduziert sein kann.

**[0015]** Der Anteil wärmedämmender Additive in der nicht verfestigten Trockenmischung sollte zwischen 50 und 99 Vol.-% liegen, beispielsweise bei 60 Vol.-% oder darüber, vorzugsweise bei 70 Vol.-% oder darüber. Die Kombination eines derart hohen Wärmedämmungsanteils mit einem hohen Luftporenanteil führt schließlich zu einem optimalen Wärmedämmungswert, so dass trotz der mineralischen Isolation die Schichtdicke minimiert werden kann. Beispielsweise beträgt die Dicke der erfindungsgemäßen Wärmedämmungsschicht 20 cm oder weniger, vorzugsweise 15 cm oder weniger, insbesondere 12 cm oder weniger. Angestrebt wird eine Schichtstärke in der Größenordnung zwischen 8 und 10 cm, also in der Größenordnung üblicher Putz- und Isolationsstärken.

**[0016]** Bevorzugt verwendet die Erfindung ein anorganisches Bindemittel, insbesondere Kalk, Zement oder Gips, in reiner Form oder als Verschnitt. In Betracht kommen darüber hinaus eventuell noch andere anorganische Bindemittel wie bspw. Kieselsäure bzw. Wasserglas. Die Frage, ob das Bindemittel hydraulisch aushärtet oder nicht, spielt im Allgemeinen nur eine untergeordnete Bedeutung.

**[0017]** Weitere Vorteile ergeben sich daraus, dass wenigstens ein wärmedämmendes Additiv Poren oder sonstige Hohlräume aufweist, beispielsweise in einem Volumenanteil von 10 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise in einem Volumenanteil von 30 Vol.-% oder mehr, insbesondere in einem Volumenanteil von 50 Vol.-% oder mehr, jeweils bezogen auf das Volumen des Additivs. Derartige wärmedämmende Additive haben von Haus aus ein sehr gutes Wärmedämmungsvermögen und bringen dieses direkt in

den Wärmedämmungsbeiwert der erfindungsgemäßen Masse bzw. Schicht ein.

**[0018]** Es hat sich bewährt, wenigstens ein wärmedämmendes Additiv zu verwenden, welches Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$  enthält, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 25 Gew.-%, vorzugsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 35 Gew.-%, insbesondere in einem Gewichtsanteil von wenigstens 45 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gewicht des Additivs. Es hat sich herausgestellt, dass die Struktur von Siliziumdioxid ausreichend fest ist, um trotz eines hohen Porenanteils eine ausreichende mechanische Stabilität mitzubringen.

**[0019]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das (die) wärmedämmende(n) Additiv(e) aus einer oder mehreren der folgenden Substanzen besteht(-en): Vermiculite, Perlite, Aerogele, Blähgläser, synthetische Glasschäume, Glashohlkugeln, Glasflakes oder poröse mineralische Sande, natürlich oder synthetisch hergestellt wie Bims oder Tuff. Diese Materialien haben – zumeist aufgrund ihres hohen Porengehaltes – gute Wärmedämmungseigenschaften, wie sie für die vorliegende Erfindung von großem Wert sind. Viele dieser Materialien sind Silikatminerale, welche von der Erfindung als wärmedämmende Additive bevorzugt werden. So ist Vermiculit ein Schichtsilikat; Perlit ist vulkanisches Glas, auch als Obsidian bezeichnet, und enthält Quarz, Christobalit und Feldspat. Aerogel wird häufig aus Silicatglas hergestellt, bspw. unter Verwendung von Kieselsäure, und kann bis zu 99,98 Vol.-% Poren aufweisen. Blähglas und Glasschaum werden zumeist aus Altglas hergestellt, Glasflakes fallen in der Glasindustrie an oder können gezielt hergestellt werden. Bims ist ein poröses, glasiges Vulkangestein, dessen Mineralanteil aus erhärteter Lava besteht und also etwa 45 bis 70 Gew.-%  $\text{SiO}_2$  aufweist; auch Tuff-Gestein ist vulkanischen Ursprungs und umfasst im Wesentlichen erstarrte Pyroklasten.

**[0020]** Die pulverförmige Mischung sollte vor dem Schäumen nass angemacht werden, insbesondere mit Wasser. Damit wird dem Bindemittel das erforderliche  $\text{H}_2\text{O}$  angeboten, welches von jenem für seinen Abbindeprozess benötigt und dabei in Form von Kristallwasser in seine Struktur eingebaut wird.

**[0021]** Infolge der angestrebten Verarbeitbarkeit vor Ort sowie ohne gesonderte Energiezufuhr sind bspw. Ausbrennstoffe als Porenbildner nicht geeignet. Die wärmedämmenden Additive sind in noch nicht abgebenem Zustand zumeist als ein Granulat von harten, Poren aufweisenden Partikel ausgebildet, bspw. in Form von Blähglas od. dgl., wobei die Hülle oder Matrix der Partikel von dem Bindemittel benetzbar ist, um eine dreidimensionale Matrix zu bilden; das Bindemittel ist zumeist in Pulverform vorhanden und in der Trockenmischung bereits untergemischt. Im

Sinne eines einfach anzuwendenden Materials verzichtet die Erfindung bevorzugt auch auf chemische Schaumbildner, welche erst kurz vor dem Abbinden beizufügen wären. Statt dessen sieht die Erfindung vor, die nasse mineralische Mischung in angemachtem Zustand unter Verwendung einer mechanischen Schäumvorrichtung mit Poren zu versetzen. Es kann sich hierbei bevorzugt um eine Art Knetvorrichtung handeln, die innerhalb der angemachten Substanz einen Druckgradienten erzeugt, insbesondere mit lokalen Unterdruckbereichen. Dort kann die feuchte Masse aufreißen, und es bilden sich Poren. Wenn in diesen Bereichen gezielt Luft aktiv eingebracht oder zumindest passiv angeboten wird, schließen sich diese Poren in der Folge nicht wieder, sondern bleiben bis zur Verarbeitung erhalten. Ein optimales Ergebnis erhält man daher, wenn die nasse mineralische Mischung unter aktiver oder passiver Luftzugabe in Kombination mit einem statischen Mischer aufgeschäumt ist, bspw. unter Verwendung einer oder mehrerer, in die Masse hineinragender (Druck-)Luftführender und abgebender Lanzen.

**[0022]** Damit die entstandenen Luftporen bei der anschließenden Verarbeitung nicht wieder zerstört werden, kann es empfehlenswert sein, die nasse mineralische Mischung nicht durch Spritzen zu verarbeiten, sondern eher durch Sprudeln, d. h., nur unter mäßigem Druck, welcher bevorzugt derart gering ist, dass die feuchte Masse gerade eben aus einem Schlauch od. dgl. locker hervorsprudelt, jedoch nicht unter Druck herausspritzt.

**[0023]** Zur Verbesserung der Festigkeitseigenschaften kann die pulverförmige oder nasse mineralische Mischung mit Fasern vermischt sein, insbesondere mit Glasfasern, welche in ausgehärtetem Zustand als innere Armierung dienen. Bevorzugt sollte hierfür ein alkaliresistentes Glas verwendet werden.

**[0024]** Zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit kann das erfindungsgemäße, ausgehärtete Material ein Gewebe enthalten oder auf ein Gewebe aufgetragen sein, insbesondere ein 3D-Gewebe und/oder eine Wabenstruktur. Auch ein derartiges Gewebe bzw. eine derartige Struktur kann als Armierung dienen. Als Wabenstruktur haben sich dabei ein- oder beidseitig offene Gefügestrukturen mit Waben-geometrie bewährt, welche vorzugsweise jeweils aus einer Vielzahl von aneinander grenzenden Kreisen oder Vielecken, bspw. Sechsecken, Vierecken oder Dreiecken, dienen und also ein flächiges Netz bilden, in dessen Ausnehmungen die erfindungsgemäße Masse eindringen und sich darin verankern kann.

**[0025]** In einem ersten, bevorzugten Anwendungsfall wird das erfindungsgemäße, ausgehärtete Material als Beschichtung eines tragenden Bauteils verwendet, ist insbesondere auf jenes aufgetragen, insbesondere als Putz auf einer Wand oder Decke.

Mit dieser Technik können insbesondere Außenwände isoliert und gleichzeitig verputzt werden. Dabei kommt die erfindungsgemäße Masse bevorzugt auf der Außenwand zum Einsatz, obwohl sie grundsätzlich auch auf einer Innenwand verwendet werden kann.

**[0026]** Die Erfindung bietet die Möglichkeit, dass das erfindungsgemäße, ausgehärtete Material mit einem Oberputz abgedeckt ist. Dieser kann bspw. dazu dienen, die Poren nach außen zu verschließen, falls wasserabweisende Eigenschaften gewünscht sind, oder er kann in der erfindungsgemäßen Masse enthaltene Fasern bedecken, einerseits um jene zu schützen und andererseits aus ästhetischen Gründen.

**[0027]** Andererseits ist es auch möglich, dass das erfindungsgemäße Material als Füllung in einer hohlen Struktur dient, bspw. in einem oder mehreren hohlen Mauersteinen. In diesem Falle steht insbesondere die Gesamtheit der Eigenschaften im Vordergrund, also die Verbindung von Wärmedämmung und Schalldämmung sowie Festigkeit.

**[0028]** Das erfindungsgemäße, ausgehärtete Material kann auch selbsttragend sein, bspw. in Form einer Platte und/oder eines Raumteilers. In diesem Fall wird im Allgemeinen der Bindemittelanteil eher größer anzusetzen sein als bei anderen Anwendungen in Verbindung mit tragenden Strukturen. Auch sollte in diesen Fällen auf eine Armierung nicht verzichtet werden, wobei diese in Form von eingelagerten Fasern, aber auch in Form von Geweben und/oder Wabenstrukturen eingesetzt werden kann.

**[0029]** Es entspricht der Lehre der Erfindung, dass die ausgehärtete Substanz eine Wärmeleitfähigkeit von 0,02 bis 0,06 W/(m·K) aufweist. Die Wärmeleitfähigkeit ist in DIN 4108 definiert. Sie ist eine Maßzahl für die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  eines Baustoffes; ihre Einheit ist Watt pro Meter (Dicke) und Kelvin Temperaturdifferenz. Die obigen Bereichsgrenzen besagen also, dass im stationären Zustand durch eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> ein Wärmestrom von 0,02 bis 0,06 W fließt – also nur eine Wärmemenge von 0,02 bis 0,06 Joule pro Sekunde – wenn senkrecht dazu ein Temperaturgefälle von 1 K/m herrscht.

**[0030]** Ein Verfahren zur Herstellung eines überwiegend anorganischen, insbesondere mineralischen Materials zum Zweck der Wärmedämmung im Bauwesen, insbesondere für die Beschichtung von tragenden Strukturen und/oder für das Füllen von Hohlräumen oder als selbsttragendes Bauteil, enthaltend wenigstens ein Bindemittel sowie wenigstens ein wärmedämmendes Additiv, zeichnet sich dadurch aus, dass das Material vor dem Abbinden aufgeschäumt wird, insbesondere mechanisch aufgeschäumt, derart, dass es im abgebundenen Zustand

eine feste Konsistenz aufweist mit einer dreidimensionalen Matrix, der Struktur eines Schaums und einem Porenvolumen von 60 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise von 70 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 80 Vol.-% oder mehr. Ein mechanisches Aufschäumen bietet den Vorteil, dass für das Aufschäumen keine chemische Reaktion erforderlich ist, also ein einziges, chemisch stabiles Gemisch verwendet werden kann, welches einzig und allein durch die Zugabe von Wasser abbindet.

**[0031]** Weitere Merkmale, Einzelheiten, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Deren einzige Figur zeigt einen erfindungsgemäß verputzten Wandabschnitt, teilweise abgebrochen.

**[0032]** Zum Verputzen einer Wand **1**, bspw. einer Mauer aus gebrannten Ziegeln **2** mit vorzugsweise vertikalen, nutformigen Vertiefungen **3**, wird dort zunächst ein Armierungsgewebe **4**, bspw. aus Nylon od. dgl., befestigt.

**[0033]** Sodann wird die erfindungsgemäße Masse für den Putz **5** angemischt:

Hierzu wird bspw. ein granulat- oder pulverförmiges, wärmedämmendes Additiv mit einem Bindemittel in einem Volumenverhältnis von etwa 4:1 trocken vermischt, ggf. auch 3:1 oder 2:1 oder 1,5:1, bis herunter zu 1,2:1; möglicherweise aber auch bis zu 5:1. Als wärmedämmendes Additiv wird bspw. Perlit oder Aerogel auf Basis von Silikatglas verwendet, und als Bindemittel bspw. Zement oder Kalk oder Gips oder Mischungen derselben.

**[0034]** Nach dem Vermischen dieser Komponenten wird die Trockenmischung mit Wasser angemacht, wobei sich die erforderliche Wassermenge vor allem nach der angestrebten Konsistenz richtet; das Wasser wird beim Abbinden zum Teil in Kristallwasser umgewandelt; ein ggf. überschüssiger Wasseranteil kann verdunsten.

**[0035]** Beim Anmischen oder im Anschluss daran wird die feuchte Masse in einer Schaumvorrichtung aufgeschäumt. Diese kann einer Mischvorrichtung nachgeschaltet sein. In einer solchen Mischvorrichtung wird durch eine große Anzahl von beweglichen Elementen die Masse gerührt, bis sich die Trockenmischung und das Anmachwasser möglichst homogen verteilt haben.

**[0036]** Im Rahmen der Schaumvorrichtung wird die Masse **5** möglichst starken Druckgradienten ausgesetzt, insbesondere mit der Bildung lokaler Unterdruckbereiche, wo die Masse **5** aufreißen kann. Außerdem wird dabei – insbesondere in den Unterdruckbereichen oder in deren Nähe – (Druck-)Luft angebo-

ten oder eingeblasen, bspw. mittels einer oder mehrerer Lanzen, welche in den Mischbereich hineinragen; ggf. kann auch die Kneteinrichtung selbst mit inneren, schließlich in die zu knetende Masse **5** mündenden Kanälen versehen sein, wodurch Luft in die Masse **5** hinein gelangt und dort aufgerissene Poren füllt und offenhält.

**[0037]** Dieses mechanische Schäumungsprinzip kann vor allem dadurch verwirklicht werden, dass im Bereich der Abgabereinrichtung einer Misch- oder Pumpeinrichtung für die Masse **5** der freie Querschnitt des Strömungspfad für die Masse **5** durch ein, zwei oder mehrere, in Strömungsrichtung des Mörtels hintereinander angeordnete, flächige Hindernisse verjüngt ist.

**[0038]** Derartige Strömungshindernisse müssen von der Masse **5** umflossen werden. Weil bei einer kontinuierlichen Strömung auch in den verengten Bereichen der gleiche Massendurchsatz herrscht wie in den querschnittlich erweiterten Bereichen, erhöht sich an den Engpässen die Strömungsgeschwindigkeit; gleichzeitig muß die Masse **5** ihre Strömungsrichtung ändern, ggf. sogar mehrmals. Aufgrund dieser Zusammenhänge treten innerhalb der Masse **5** Scherungen und/oder Verwirbelungen auf, welche mit lokalen Untedruckbereichen verbunden sind, so dass die Masse **5** an bereits vorhandenen Poren weiter aufreißt und dabei Luft aufnimmt, welche ein anschließendes Zusammenfallen der Poren verhindert. Somit wird durch diese Maßnahme der Volumenanteil der Luftporen gesteigert, mithin auch das thermische Isolationsvermögen.

**[0039]** Bevorzugt sind mehrere flächige Hindernisse auf wenigstens einer Seele oder Lanze in dem Strömungspfad der Masse **5** angeordnet. Da die Masse **5** an einer vertikalen Wand haften soll – unter Umständen sogar an einer Decke hängend – muß sie vergleichsweise zäh sein. Dies hat jedoch zur Folge, dass eine derartige zähe Masse **5** nur unter großem Energieeinsatz gefördert werden kann, wobei Strömungshindernisse baldigst mit einem enormen Fließwiderstand einhergehen. Umgekehrt drückt dieser Fließwiderstand auch gegen die Strömungshindernisse und versucht, diese „wegzuschwemmen“. Damit diese jener starken Kraft widerstehen können, müssen sie in ausreichender Weise verankert sein. Dies leistet wenigstens eine vorzugsweise in Strömungsrichtung verlaufend angeordnete Lanze oder Seele. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um einen stabilen Metallstab mit einem Durchmesser von wenigstens 3 mm, besser noch 5 mm bis 25 mm, insbesondere 10 mm bis 20 mm.

**[0040]** Eine solche Seele oder Lanze ist konzentrisch zu bzw. innerhalb einem Rohr der Abgabereinrichtung für die Masse **5** angeordnet. Bei zentraler Anordnung halten sich die Kräfte der zu beiden

Seiten überstehenden Widerstandskörper, insbesondere Widerstandsplättchen, jeweils die Waage, und die Lanze erfährt im Idealfall weder Biege- noch Seitenkräfte, sondern ausschließlich axiale Kräfte in ihrer Längsrichtung. Hierzu ist es besonders förderlich, wenn die Lanze oder Seele selbst einem gerade gestreckten Verlauf folgt und in einem geraden Rohrschnitt angeordnet ist.

**[0041]** Bevorzugt verfügt die Seele oder Lanze an einem oder beiden Enden, zumindest an ihrem stromabwärtigen Ende, über ein quer bzw. diametral zu dem umgebenden Rohr verlaufendes Element, bspw. eine angeschweißte Querstange oder Platte mit in Strömungsrichtung verlaufender Ebene. Diese hat/haben einerseits die Aufgabe, die Seele oder Lanze in koaxialer Ausrichtung innerhalb des Rohrs abzustützen, also gegenüber Seitenkräften zu zentrieren; andererseits kann eine derartige, am stromabwärtigen Ende angeordnete Querstange oder Platte sich an einer dortigen Verjüngung innerhalb des Strömungspfad gegenüber axialen Belastungen abstützen, bspw. an einem am stromabwärtigen Rohrende befestigbaren, bspw. aufschraubbaren Deckel.

**[0042]** Im Rahmen einer anderen Ausführungsform könnte das die Strömungshindernisse aufweisende Rohr entlang seiner Längsrichtung in mehrere Teilschalen unterteilt sein, bspw. in zwei Halbschalen. Solchenfalls könnten die Strömungshindernisse direkt an den Innenseiten dieser Schalen, insbesondere an den beiden Halbschalen, befestigt sein, so dass in diesem Fall eine Seele oder Lanze zur Aufreihung und Halterung der Strömungshindernisse nicht erforderlich wären. Jedoch hat sich ein einteiliges Rohrstück als druckfester erwiesen als ein aus mehreren Teilschalen aufgebautes Rohrstück, so dass die Ausführungsform mit aus einem einteiligen Rohr entnehmbarer Seele oder Lanze im Allgemeinen zu bevorzugen sein dürfte.

**[0043]** Ein oder mehrere, flächige Hindernisse können als gebogene Plättchen ausgebildet sein. Entgegen linienhaften Hindernissen, welche zwar den Mörtelstrang ggf. in mehrere Teile zerteilen können, andererseits aber leicht umflossen werden können, bilden flächenhafte Körper für die Strömung ernsthaftere Hindernisse und zwingen den Mörtelstrang damit, seine innere Struktur zu ändern, wobei dieser dann an vorhandenen Poren weiter aufreißt.

**[0044]** Die gebogenen Plättchen sollten einen V-förmigen Querschnitt aufweisen, wobei die Spitze des V stromaufwärts weist, die beiden freien Schenkeln dagegen stromabwärts. Damit kann das Strömungsverhalten präzise eingestellt werden. Man kann sich hierbei vorstellen, dass die Plättchen zunächst mit einem bspw. kreisförmigem Umriß ausgeschnitten sind, dessen Durchmesser bspw. dem Innendurchmesser des betreffenden Rohrschnitts

entspricht; durch anschließendes Biegen entlang einer durch den Mittelpunkt verlaufenden, geraden Linie erhalten die Plättchen sodann etwa die Geometrie von zwei halbkreisförmigen Flügeln, welche mittig aneinanderstoßen; der Zwischenwinkel im Bereich der Knicklinie ist kleiner als 180°, vorzugsweise kleiner als 120°, insbesondere kleiner als 90°, aber größer als 0°, vorzugsweise größer als 15°, insbesondere größer als 30°. Besonders bewährt haben sich Zwischenwinkel von 30° bis 60°, insbesondere bei etwa 45°.

**[0045]** Ferner sollte im Bereich des die flächigen Hindernisse umgebenden Rohrs wenigstens ein Anschluß zur aktiven oder passiven Zuführung von Luft vorgesehen sein. Dort kann die Masse **5** beim Aufreißen der Poren zusätzlich Luft aufnehmen. Diese kann entweder passiv von der aufreißenden Mörtelmasse selbst angesaugt werden, oder aber aktiv hineingepreßt werden, bspw. mittels Preßluft. Ggf. müßte an einem Luftanschluß ein Rückschlagventil angeordnet werden, damit weder Luft noch Masse **5** oder Bestandteile derselben entweichen können.

**[0046]** Stromaufwärts der Abgabereinrichtung ist eine Pumpeinrichtung angeordnet, insbesondere eine Schneckenmantelpumpe. Diese erzeugt den notwendigen Strömungsdruck, um die Masse **5** zur Abgabereinrichtung und weiter durch einen dort angeschlossenen Schlauch bis zu der Wand **1** zu befördern. Eine Schneckenmantelpumpe besteht im Allgemeinen aus einem Schneckenmantel als Stator und einer darin drehbeweglich angetriebenen Förderschnecke als Rotor.

**[0047]** Auch im Bereich der Pumpeinrichtung kann wenigstens ein Anschluß zur aktiven oder passiven Zuführung von Luft vorgesehen sein, um der Mörtelmasse bei Bedarf Luft anzubieten. Jedoch sollte der Einsatz solcher Luftzugänge in diesem Abschnitt wohl erwogen werden, damit nicht etwa unter dem Einfluß des Förderdruckes der Pumpe Luft aus der Masse **5** herausgepreßt wird. Ggf. müßte an einem dortigen Luftanschluß ein Rückschlagventil angeordnet werden, damit weder Luft noch Masse **5** oder Bestandteile derselben entweichen können.

**[0048]** Von der Pumpeinrichtung wird die Putzmasse **5** ohne großen Druck zu einem Auslaß gefördert, bspw. zu einem Schlauch, wo sie locker hervorsprudelt und dabei auf die Wand **1** gelangt und das dortige Armierungsgewebe **4** umfließt und die nutförmigen Vertiefungen **3** füllt, ohne dass die inneren Poren sich wieder schließen können. Die Putzmasse **5** wird mechanisch geglättet, bspw. mit einer Putzkelle, und härtet schließlich an der Wand **1** aus.

**[0049]** Je nach Anwendungsfall kann der ausgehärtete Putz **5** nachbearbeitet werden, bspw. mit ei-

nem wasserabweisenden Oberputz versehen und/oder gestrichen werden.

**[0050]** Bei größeren Flächen kann die Masse zur Erleichterung des Anhaltens während des nassen Zustands hinter eine vor der Wand **1** bspw. in einem Abstand von bis zu 20 Zentimeter montierten Schalung gefüllt werden, beispielsweise in einem Abstand von 15 cm oder weniger, und/oder in einem Abstand von 2 cm oder mehr, vorzugsweise 4 cm oder mehr, und/oder in einem Abstand von 6 bis 12 cm, insbesondere in einem Abstand von 8 bis 10 cm. Wird nach dem Aushärten die Schalung abgenommen, so verbleibt die Putzschicht **5** mit einer maximal glatten und ebenen Oberfläche, oder jene weist eine definierte Struktur auf entsprechend einer in die Schalung eingelegten Struktur-Matritze.

**[0051]** Eine erfindungsgemäße Masse **5** kann andererseits auch in Hohlräume der Ziegel **2** oder anderer Steine, bspw. Kalksandsteine oder Zementblocks, etc., eingefüllt werden, um Wärme- und/oder Schalldämmeigenschaften zu verbessern.

**[0052]** Darüber hinaus kann eine erfindungsgemäße Masse **5** auch zu selbsttragenden Bauteilen, insbesondere Platten verarbeitet werden, indem sie nicht an einer Tragstruktur, bspw. einer Wand **1**, aushärtet und sich dabei mit jener verbindet, sondern indem sie bspw. ohne eine solche Tragstruktur aushärtet, bspw. auf einer ebenen, glatten Grundplatte, bspw. aus Metall, von welcher sie nach dem Aushärten anschließend gelöst wird. Zur weiteren Versteifung einer derartigen Platte kann diese bspw. mit Bahnen eines flächigen Mediums, bspw. Papier, beklebt werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1** Wand
- 2** Ziegel
- 3** Nut
- 4** Armierungsgewebe
- 5** Putz

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN ISO 60 [2] [\[0008\]](#)
- DIN EN ISO 61 [3] [\[0008\]](#)
- Römpps Chemie-Lexikon, 7. Auflage unter dem Stichwort „Schüttgewicht“ [\[0008\]](#)
- DIN 4108 [\[0029\]](#)

### Patentansprüche

1. Überwiegend anorganisches, insbesondere mineralisches Material (5) zur Wärmedämmung im Bauwesen, insbesondere zur Beschichtung von tragenden Strukturen (1, 2) und/oder zum Füllen von Hohlräumen oder als selbsttragendes Bauteil, enthaltend wenigstens ein Bindemittel sowie wenigstens ein wärmedämmendes Additiv, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material (5) im abgebundenen Zustand eine feste Konsistenz aufweist sowie eine geschäumte Struktur, insbesondere eine mechanisch geschäumte Struktur, mit einer dreidimensionalen Matrix und einem Porenvolumen von 60 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise von 70 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 80 Vol.-% oder mehr.

2. Mineralschaum nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Volumen-Verhältnis zwischen Additiven und Bindemittel von 1:1 oder mehr, beispielsweise 2:1 oder mehr, vorzugsweise 3:1 oder mehr, insbesondere 4:1 oder mehr.

3. Mineralschaum nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung:  
 ≤ 7,5 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 22,5 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 70 Vol.-% Luftporen.

4. Mineralschaum nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung:  
 ≤ 5 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 20 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 75 Vol.-% Luftporen.

5. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung:  
 ≤ 4 Vol.-% Bindemittel,  
 ≥ 16 Vol.-% wärmedämmende Additive; sowie  
 ≥ 80 Vol.-% Luftporen.

6. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bindemittelanteil in der nicht verfestigten Trockenmasse oder -mischung zwischen 1 und 50 Vol.-% liegt, beispielsweise bei 40 Vol.-% oder darunter, vorzugsweise bei 30 Vol.-% oder darunter.

7. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil wärmedämmender Additive in der nicht verfestigten Trockenmasse oder -mischung zwischen 50 und 99 Vol.-% liegt, beispielsweise bei 60 Vol.-% oder darüber, vorzugsweise bei 70 Vol.-% oder darüber.

8. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein anorganisches

Bindemittel, insbesondere Kalk, Zement oder Gips, in reiner Form oder als Verschnitt.

9. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein wärmedämmendes Additiv Poren oder sonstige Hohlräume aufweist, beispielsweise in einem Volumenanteil von 10 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise in einem Volumenanteil von 30 Vol.-% oder mehr, insbesondere in einem Volumenanteil von 50 Vol.-% oder mehr, jeweils bezogen auf das Volumen des Additivs.

10. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein wärmedämmendes Additiv Siliziumdioxid SiO<sub>2</sub> enthält, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 25 Gew.-%, vorzugsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 35 Gew.-%, insbesondere in einem Gewichtsanteil von wenigstens 45 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gewicht des Additivs.

11. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wärmedämmenden Additive aus einer oder mehreren der folgenden Substanzen bestehen: Vermiculite, Perlite, Aerogele, Blähgläser, synthetische Glashäute, Glashohlkugeln, Glasflakes oder poröse mineralische Sande, natürlich oder synthetisch hergestellt wie Bims oder Tuff.

12. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die pulverförmige Mischung vor dem Schäumen mit Wasser nass angemacht ist.

13. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die nasse mineralische Mischung in angemachtem Zustand unter Verwendung einer mechanischen Schäumvorrichtung mit Poren versetzt ist.

14. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die nasse mineralische Mischung unter aktiver oder passiver Luftzugabe in Kombination mit einem statischen Mischer aufgeschäumt ist.

15. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die nasse mineralische Mischung nicht durch Spritzen verarbeitbar ist, sondern allenfalls durch Sprudeln.

16. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die pulverförmige oder nasse mineralische Mischung mit Fasern vermischt ist, insbesondere mit Glasfasern.

17. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgehärtete Substanz ein Gewebe enthält oder auf ein Gewebe aufgetragen ist, insbesondere ein 3D-Gewebe oder eine Wabenstruktur.

18. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgehärtete Substanz als Beschichtung eines tragenden Bauteils aufgetragen ist, insbesondere als Putz auf einer Wand oder Decke.

19. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgehärtete Substanz mit einem Oberputz abgedeckt ist.

20. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Füllung in einer hohlen Struktur dient, bspw. in einem oder mehreren hohlen Mauersteinen.

21. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgehärtete Substanz selbsttragend ist, bspw. in Form einer Platte und/oder eines Raumteilers.

22. Mineralschaum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Wärmeleitfähigkeit der ausgehärteten Substanz von 0,02 bis 0,06 W/mK.

23. Verfahren zur Herstellung eines überwiegend anorganischen, insbesondere mineralischen Materials (5) zum Zweck der Wärmedämmung im Bauwesen, insbesondere für die Beschichtung von tragenden Strukturen (1, 2) und/oder für das Füllen von Hohlräumen oder als selbsttragendes Bauteil, enthaltend wenigstens ein Bindemittel sowie wenigstens ein wärmedämmendes Additiv, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (5) vor dem Abbinden aufgeschäumt wird, insbesondere mechanisch aufgeschäumt, derart, dass es im abgebundenen Zustand eine feste Konsistenz aufweist mit einer dreidimensionalen Matrix, der Struktur eines Schaums und einem Porenvolumen von 60 Vol.-% oder mehr, vorzugsweise von 70 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 80 Vol.-% oder mehr.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

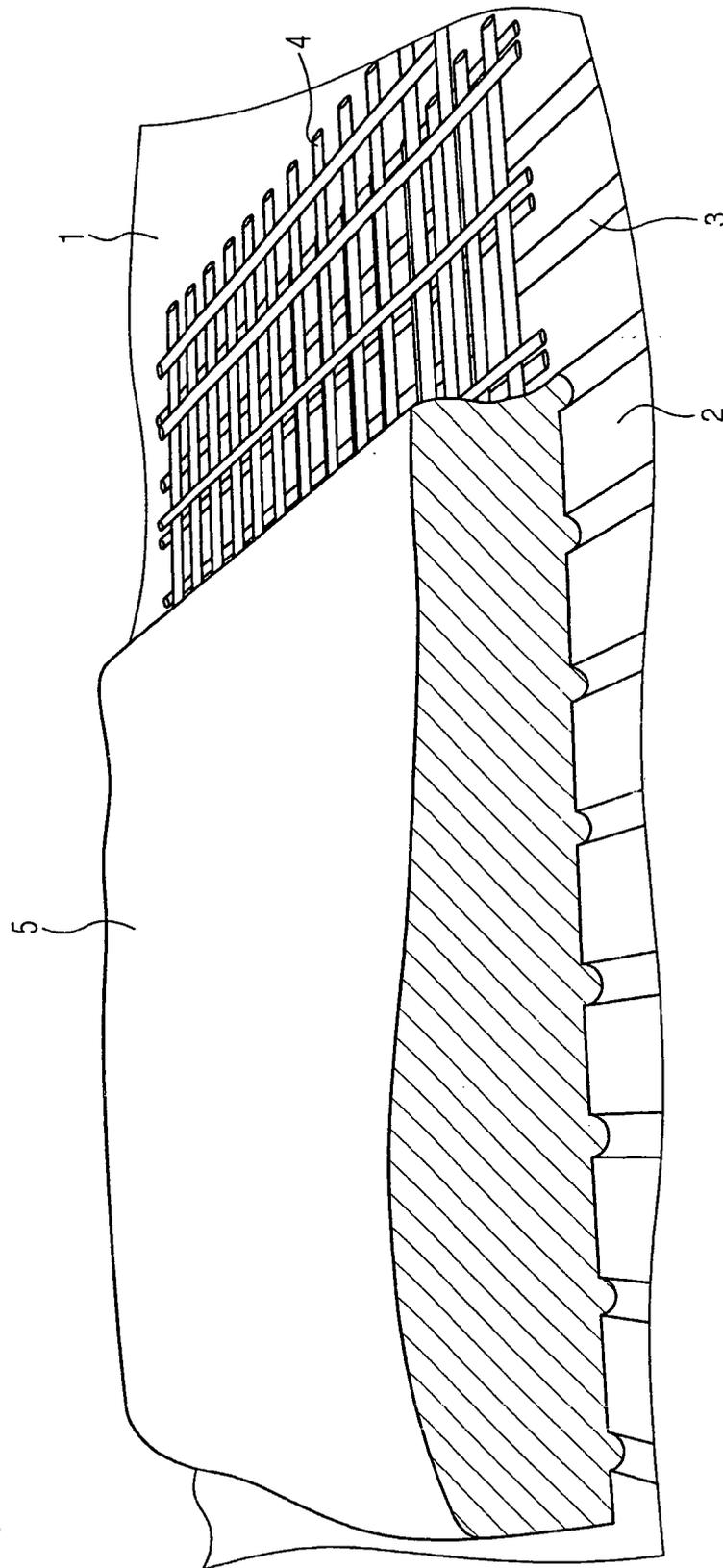


Fig.1