

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 086 974**A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **83100622.6**(51) Int. Cl.³: **E 04 C 1/40**
B 28 B 11/04(22) Anmeldetag: **25.01.83**(30) Priorität: **29.01.82 DE 3202817**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.83 Patentblatt 83/35(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB NL SE(71) Anmelder: **HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT**
Postfach 80 03 20
D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)(72) Erfinder: **Eckardt, Peter, Dr.**
Brandenburger Weg 14
D-6238 Hofheim am Taunus(DE)(72) Erfinder: **Dürsch, Walter, Dr.**
In der Braubach 4
D-6240 Königstein/Taunus(DE)(54) **Anorganischer Verbundstein und Verfahren zu seiner Herstellung.**

(57) Ein quaderförmiger anorganischer Verbundstein besteht aus einem Kalziumsilikathydratstein (1), der gegebenenfalls noch mit Luft gefüllte Kanäle aufweisen kann und eine Rohdichte von 0,6 bis 2 kg/dm³ aufweist, im Verbund mit einem anorganischen Dämmstoff der Rohdichte 0,05 bis 0,3 kg/dm³.

Er läßt sich z.B. dadurch herstellen, daß man in den Hohlraum (2) eines Kalksandstein-Rohlings eine expandierfähige anorganische Dämmstoff-Vorstufe einfüllt, die man expandieren läßt und man anschließend beide mit überhitztem Wasserdampf aushärtet. Statt der expandierfähigen Dämmstoff-Vorstufe kann auch eine bereits expandierte Dämmstoff-Vorstufe niedriger Dichte oder ein fertig ausgehärteter anorganischer Dämmstoff eingesetzt werden.

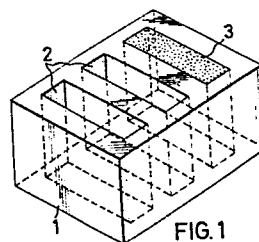


FIG. 1

HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT HOE 82/F 013 Dr. SP/Fr

Anorganischer Verbundstein und Verfahren zu seiner
Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen anorganischen Verbundstein, der aus einem Calciumsilikathydratstein im Verbund mit einem anorganischen Dämmstoff niedriger Dichte besteht. Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zur
5 Herstellung solcher Verbundsteine.

Dampfgehärtete Steine aus Kalk und Sand (sogenannte Kalksandsteine) sind seit fast 100 Jahren bekannt. Sie werden heute in großem Umfang industriell hergestellt.
10 Neben sehr vielen Vorteilen weisen sie jedoch den Nachteil einer zu hohen Wärmeleitfähigkeit auf.

Bei einer Scherbenrohddichte, d.h. einer Dichte des Steines ohne Luftkanäle, von 1,6 bis 1,8 kg/dm³ hat ein
15 Mauerwerk aus Kalksandsteinen eine Wärmeleitfähigkeit von 0,8 - 1,0 W/m.K. Mauern aus diesen Steinen haben daher nur ein geringes Wärmedämmvermögen. Man ist deshalb schon vor etlichen Jahren dazu übergegangen, Steine mit Hohlräumen, sogenannte Hohlblocksteine, herzustellen.
20 Diese Hohlräume lassen sich wegen statischer Erfordernisse nicht beliebig vergrößern. Bedingt durch die Herstellungstechnologie lassen sich nur Steine mit runden oder ovalen Löchern formen. Die tragenden Stege zwischen zwei Hohlräumen oder Hohlraum und Stein-Außenwand müssen,
25 u.a. wegen der Knickbruchgefahr, eine ausreichende Dicke aufweisen. Auf diese Weise lassen sich Kalksandsteine mit einem Lochanteil bis zu 50 Vol.-% herstellen.

Die in diesen Öffnungen vorhandene Luft dämmt wegen auf-
30 tretender Konvektion nicht optimal. Zur besseren Wärmedämmung ist es deshalb erforderlich, bei der Verwendung



von Kalksandsteinen zu einer sogenannten zweischaligen Bauweise überzugehen. Hierzu kann man einmal vor einer tragenden Wand aus Kalksandsteinen eine Schicht aus einem Dämmstoff (PU-Schaum, Polystyrol-Schaum, Mineralfaser-
5 matte) befestigen. Diese Schicht muß gegen Regen durch eine weitere Kalksandstein-Wand geschützt werden. Ein weiteres Verfahren der zweischaligen Bauweise besteht darin, daß man den Luftspalt zwischen den beiden Mauern mit Dämmstoffperlen (Perlite, Polystyrolkugeln) ausfüllt.
10 Beide Verfahren führen zu hohen Herstellungskosten.

Durch Einarbeitung von leichten silikatischen Zuschlägen wie z.B. Bims oder Perlite und mehr oder minder weitgehendem Ersatz von Sand läßt sich die Scherbenroh-
15 dichte vermindern und damit die Wärmedämmung verbessern. In den so hergestellten Kalksandsteinen oder Kalksand-Hohlblocksteinen sind die spezifisch leichten Zuschläge weitgehend homogen verteilt.

20 Die Scherbenrohdichte und damit die Wärmeleitfähigkeit läßt sich auch dadurch verringern, daß man in den Stein Gasporen einführt. Beispielsweise kann man einem feinverteilten, innigen Gemisch aus Kalk, Kieselsäure und Wasser ein mit Wasser unter Gasentwicklung reagierendes
25 Metallpulver zusetzen. Nach beendeter Expansion und nach Abbinden wird die Masse durch hochgespannten Wasserdampf zu einem Stein ausgehärtet. Nähere Angaben hierzu finden sich in den deutschen Patenten 404 677, 447 194 und 454 744.

30 Der Kalk kann dabei auch vollständig oder zum Teil durch Zement ersetzt werden. Die hierbei entstehenden Produkte sind als "Gasbeton" im Handel.

35 Die Aufschäumung der Kalksandstein-Rohmasse kann auch, anstatt durch chemisch entwickeltes Gas, durch mechanisch untergearbeitete Luft erfolgen. Dabei ist die



Mithilfe von Schaumbildnern erforderlich. Als Schaumbildner werden eine große Anzahl organischer Verbindungen eingesetzt, wie z.B. Seifen, Saponine, Gelatine und Harze.

Als Bindemittel zum Abbinden der Rohmasse werden sowohl

- 5 Kalk wie auch Zement verwendet. Der entstehende Schaumstein wird zum Teil ebenfalls durch Wasserdampf im Autoklaven gehärtet (Europäische Patentanmeldung 0038552).

In der europäischen Patentschrift 7585 wird ein Verfahren

- 10 zur Herstellung von feuerbeständigen Leichtbauplatten beschrieben, bei dem zunächst eine stabile wässrige Suspension feindisperser Rohstoffe erzeugt wird. Die gelförmige Suspension bindet ab und wird durch Behandlung mit Dampf ausgehärtet. Hier entstehen die Poren also durch Ver-
- 15 dampfen von Wasser aus der Rohmasse. In der gleichen Literaturstelle wird auch die Möglichkeit erwähnt, Dämmstoffe durch Kombination verschieden dichter aber materialgleicher Stoffe herzustellen (Spalte 16, Zeilen 29 - 38). Hierbei wird eine dünnwandige äußere Deckschicht mit höherer Dichte mit einer spezifisch leichteren Wärmedämm-
- 20 zone beschichtet. Der Haftverbund der beiden Schichten wird durch chemische Reaktion unter den Bedingungen der hydrothermalen Härtung durch Ausbildung materialgleicher Phasen erreicht.

25

Es ist zwar denkbar, zwecks besserer Wärmedämmung die Hohlräume in Hohlblock-Kalksandsteinen mit organischen Dämmstoffen, wie z.B. Polystyrolschaum oder Polyurethanschaum, auszufüllen. Da diese organischen Dämmstoffe

- 30 bei der hydrothermalen Härtung der Kalksandsteine zersetzt würden, lassen sie sich nur nach der Autoklavenbehandlung einbringen. Ein solches Verfahren ist daher aufwendig und teuer. Nachteilig an diesem Verfahren ist ferner, daß der Verbund zwischen organischem Material
- 35 und dem Kalksandstein nicht in allen Fällen gut ist und, daß die organischen Dämmstoffe brennbar sind.



Es bestand daher die Aufgabe, leicht herstellbare Verbundsteine aus Kalksandsteinen und nicht-brennbaren Dämmstoffen mit guter mechanischer Beständigkeit zu schaffen. Die benutzten Dämmstoffe sollten vorzugsweise bei der hydrothermalen Härtung der Kalksandsteine nicht zerstört werden.

Es wurden nun quaderförmige anorganische Verbundsteine geschaffen, die aus einem Calciumsilikathydratstein, der gegebenenfalls noch mit Luft gefüllte Kanäle aufweisen kann und der eine Rohdichte von $0,6$ bis 2 kg/dm^3 aufweist, im Verbund mit einem anorganischen Dämmstoff der Rohdichte $0,05$ bis $0,3 \text{ kg/dm}^3$ bestehen. Diese Verbundsteine weisen gute mechanische Beständigkeit und gutes thermisches Isoliervermögen auf. Bevorzugt ist ein Kalksandstein mit einer Rohdichte von $0,8$ bis 2 kg/dm^3 .

Aus DIN 106 sind Kalksandsteine mit luftgefüllten Kanälen in Form von Hohlblocksteinen (z.B. KSHbl 16DF) oder Lochsteinen (z.B. KSL 2 DF) oder Kalksand-Vollsteine (z.B. KSV NF) bekannt. Die äußeren Abmessungen des erfindungsgemäßen Verbundsteines sind nicht kritisch. Bevorzugt sind jedoch quaderförmige Verbundsteine mit den Abmessungen gemäß DIN 106.

Als anorganischer Dämmstoff mit geringer Dichte können u.a. verwendet werden Mineralfaser-Dämmstoffe, anorganische Dämmstoffe mit einem Gehalt an Phosphat, geschäumtes Glas und poröses Calciumsilikat. Für die mechanische Beständigkeit der anorganischen Verbundsteine ist es vorteilhaft, wenn weniger als 50 % der Oberfläche vom spezifisch leichteren Dämmstoff gebildet werden.

Es ist vorteilhaft, wenn der anorganische Dämmstoff, der sich im Verbund mit dem Calciumsilikathydratstein befindet, eine Schicht oder einen Kanal oder mehrere

zueinander parallele Schichten oder Kanäle bildet, die den Calciumsilikathydratstein durchziehen. Diese Schichten oder Kanäle können im Inneren des Verbundsteines angeordnet sein. Aus Gründen der leichteren Herstellung ist
5 es jedoch bevorzugt, wenn die Schichten oder Kanäle auf mindestens einer Seite, vorzugsweise mindestens zwei Seiten, des Verbundsteines sichtbar sind. Die Schichten oder Kanäle können den Stein schräg durchziehen. Im Hinblick auf bessere mechanische Eigenschaften ist es jedoch be-
10 vorzugt, wenn die Schichten aus Dämmstoff parallel zu einer Seite des Quaders verlaufen oder die Kanäle aus Dämmstoff senkrecht zu einer Seite des Quaders verlaufen.

Wie bereits oben erwähnt, ist das spezifisch leichte Material des anorganischen Dämmstoffs mechanisch nicht so
15 widerstandsfähig wie der Kalksandstein. Es ist daher bevorzugt, daß keine Kante des Quaders völlig aus dem anorganischen Dämmstoff gebildet ist. Besonders bevorzugt ist es, wenn alle Kanten des quaderförmigen Verbundsteins
20 völlig aus Kalksandstein bestehen. In den meisten Fällen haftet der anorganische Schaumstoff gut am Kalksandstein. Es ist daher auch möglich, ganz auf Stegverbindungen zu verzichten und den Verbundstein als Sandwich auszubilden. In diesem Fall bestehen die beiden äußeren Schichten des
25 Sandwichs (d.h. zwei parallele Seiten des Verbundsteines) aus Kalksandstein, zwischen denen eine Schicht aus anorganischem Dämmstoff angeordnet ist. Diese Sandwich-Steine weisen wegen fehlender Kältebrücken eine besonders gute Wärmedämmung auf.

30

Die erfindungsgemäßen Verbundsteine lassen sich nach mehreren Verfahren herstellen.

Man kann zum Beispiel aus einer Kalksandstein-Rohmasse
35 mit mindestens 3 % Wassergehalt einen Rohling mit mindestens einem Hohlraum formen, in mindestens einen Hohl-



raum des Rohlings eine expandierfähige anorganische Dämmstoff-Vorstufe einfüllen, diese expandieren lassen und den Rohstein mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar behandeln und so Kalksandstein-Rohling und
5 expandierte Dämmstoff-Vorstufe aushärten. Im allgemeinen erfolgt die Aushärtung mit Wasserdampf bei 150 bis 210°C.

Der Rohling kann, je nach der Zusammensetzung der Rohmasse, in an sich bekannter Weise durch Druck, Rütteln
10 oder Gießen in Quaderform hergestellt werden. Er wird im allgemeinen mehrere Hohlräume aufweisen, die verschiedene Größe und verschiedene Form zeigen können. Es ist nicht erforderlich, aber bevorzugt, alle Hohlräume vollständig mit Dämmstoff-Vorstufe zu füllen. Die Scherbenrohichte
15 der Kalksandsteine läßt sich in bekannter Weise durch Einführen von Luftporen oder durch Einsatz von Leichtzuschlägen auf etwa 0.7 g/cm³ verringern. Hierdurch wird auch die Wärmedämmung des Kalksandstein-Anteils etwas verbessert.

20

Ein besonders günstiges Verfahren zur Herstellung einer expandierfähigen Dämmstoff-Vorstufe geht aus von Zement, Polyphosphorsäure und einem Blähmittel und ist Gegenstand der DE-OS 31 40 011.

25

Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man aus Portland-Zement, gegebenenfalls zusammen mit Tonerdeschmelzzement und/oder Oxiden von Calcium, Zink, Aluminium und Eisen und/oder Hydroxiden von Aluminium und/
30 oder Eisen sowie Polyphosphorsäure, die einen Gehalt von mindestens 76 Gew.-% P₂O₅ aufweist, und einem in saurem Milieu wirksamen Blähmittel, gegebenenfalls unter Zusatz von Füllstoffen und/oder Verstärkungsmitteln, durch intensives Vermischen eine Mischung herstellt, wobei das Äquivalentverhältnis (Aluminium + Magnesium + Calcium + Eisen)
35 : Phosphat größer als 1, aber höchstens 3 sein soll und die



Menge des Blähmittels so bemessen wird, daß bei der Reaktion mit Polyphosphorsäure 0,5 - 8 ml Gas pro g der Mischung entbunden werden, man das aufschäumende Gemisch in eine Form, z.B. den Hohlraum eines Rohlings, füllt und es erforderlichenfalls von außen auf eine Temperatur von 80°C aufheizt. Nach Abklingen der exothermen Reaktion, d.h. etwa 5 bis 15 min nach dem Aufschäumen ist die expandierte Dämmstoff-Vorstufe fest geworden. Durch Erhitzen auf 300 - 350°C oder durch Behandlung mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar wird sie völlig zum Dämmstoff ausgehärtet.

Bei der Aushärtung des Schaumstoffs durch Einwirkung von Wasserdampf hängt die Mindestreaktionszeit von der angewandten Temperatur ab. Bei 10 bar Wasserdampfdruck reichen bereits 1 Stunde aus, bei 4 bar etwa 2 Stunden. Bei 2 bar sind etwa 10 Stunden zur Aushärtung nötig. Ein noch längeres Erhitzen mit Wasserdampf schadet nicht, aber erhöht die Festigkeit nur noch unwesentlich. Man wird daher die Behandlung abbrechen, wenn die gewünschten mechanischen Eigenschaften erreicht sind.

Bevorzugte Portland-Zementtypen sind PZ 35, PZ 45 und PZ 55, insbesondere PZ 35. Wünschenswert ist ein möglichst hoher Gehalt der Verbindungen $2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ und $3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ im Zement. Portland-Zement kann teilweise auch durch Mischungen aus Portland-Zement und Hochofen-Schlacke ersetzt werden (sogenannte Hütten- oder Hochofen-Zemente). Es ist bevorzugt wenn - bezogen auf die Summe der Feststoffanteile - der Anteil an Portland-Zement nicht unter 60 Gew.-%, vorzugsweise nicht unter 70 Gew.-% liegt.

Bezogen auf das Gewicht des Portland-Zements, können bis zu 43 %, vorzugsweise bis zu 30 %, insbesondere 1 bis 20 %

an Tonerdeschmelzelement und/oder Oxiden von Kalzium, Magnesium, Zink, Aluminium und Eisen und/oder Hydroxiden von Aluminium und/oder Eisen vorhanden sein. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Menge dieser Anteile 3 - 6 %
5 (bezogen auf das Gewicht des Portland-Zements) beträgt. Es ist vorteilhaft wenn diese Bestandteile in fein gemahlener Form verwendet werden.

Für die Umsetzung sind handelsübliche Polyphosphorsäuren
10 mit einem Gehalt von mindestens 76 % P_2O_5 geeignet. Bevorzugt werden Polyphosphorsäuren mit einem Gehalt von 84 % P_2O_5 . Die genannten Säuren kristallisieren auch bei längerer Lagerung nicht aus.

15 Als Blähmittel werden in der Hauptsache Carbonate, insbesondere Kristallwasser enthaltende Carbonate wie z.B. das basische Magnesiumcarbonat der Formel $4 MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 5 H_2O$ eingesetzt. Kleine Mengen Erdalkalicarbonat sind von vornherein in Portland-Zement enthalten und wirken
20 ebenfalls als Blähmittel.

Als Blähmittel sind ferner leicht flüchtige organische Verbindungen, wie z.B. Fluorkohlenwasserstoffe geeignet. Ebenso eignen sich organische Verbindungen, die bei er-
25 höhten Temperaturen zu gasförmigen Produkten zerfallen, wie z.B. Azodicarbonamid und Azoisobuttersäurenitril.

Die Menge des Blähmittels soll so bemessen sein, daß bei der Reaktion mit Polyphosphorsäure 0,5 bis 8 ml Gas (gemessen bei $80^{\circ}C$ und 1 bar) pro g der Reaktionsmischung
30 entbunden werden. Bevorzugt sind Gasmengen von 3 - 7 ml pro g der Reaktionsmischung. Mit der Menge des Blähmittels kann die Dichte des Dämmstoffs reguliert werden.

35 Dem Reaktionsgemisch können, ohne größeren Einfluß auf die mechanischen und thermischen Eigenschaften des Endproduk-



tes, feingemahlene Füllstoffe zugesetzt werden. Diese Füllstoffe sollen auch bei 100°C weder mit der Polyphosphorsäure noch mit Metallphosphaten reagieren. Verwendbar ist hierfür eine weite Palette industrieller Abfallprodukte, wie z.B. Flugaschen, die in der Hauptsache aus Siliciumdioxid bestehen und bei der Ferrosiliziumherstellung anfallen. Ferner können Quarzmehle, Talkum, Kaolin, Ruß oder feingemahlener Graphit eingesetzt werden. Sofern diese Füllstoffe in kleinerem Umfang noch reagierende Oxide, wie z.B. Aluminiumoxid, enthalten, müssen diese bei der Berechnung des Ansatzes berücksichtigt werden.

Wenn neben oder anstelle der pulverförmigen Füllstoffe anorganische Fasern als Verstärkungsmittel eingesetzt werden, läßt sich die mechanische Stabilität des erhaltenen Schaumstoffes verbessern. Auch diese Verstärkungsmittel sollen gegenüber Polyphosphorsäure oder Metallphosphat inert sein. Als Verstärkungsmittel werden bevorzugt eingesetzt kurzgeschnittene Glas- oder Mineralwollfasern, oder Kohlenstofffasern. Daneben lassen sich kleinere Mengen schwer schmelzbarer organischer Fasern, wie z.B. aromatischer Polyamide einarbeiten, sofern der entstehende Schaumstoff nicht auf Temperaturen über 300°C beansprucht werden soll.

Damit dieses Verfahren zur Herstellung einer expandierfähigen Dämmstoff-Vorstufe glatt abläuft, ist es notwendig die Reaktionsprodukte gründlich zu vermischen. Es ist bevorzugt, zunächst die festen Bestandteile zu vermischen, beispielsweise durch gemeinsames Vermahlen. Zur Beschleunigung der Umsetzung können geringe Mengen Wasser (0,1 - 1 Gew.-% bezogen auf Polyphosphorsäure) zugesetzt werden. Das Wasser wird vorteilhafterweise zugegeben in Form von kristallwasserhaltigen Salzen (Beispiel: basisches Mag-



nesiumcarbonat oder Aluminiumsulfat). Bei Zusatz von mehr als 1 % Wasser, wird die Reaktion häufig so beschleunigt, daß keine ausreichende Verarbeitungszeit gegeben ist.

5

Weitere Stoffe können zur Modifizierung der Eigenschaften des Endproduktes zugesetzt werden. Gemahlenes Kalziumsilicat führt zu einer Erhöhung der Viskosität des reagierenden Schaums. Ebenso wirkt Natriumsilicat, wenn auch

10 hier der Nachteil besteht, daß im Gebrauch Natriumsalze ausblühen oder ausgewaschen werden können. Kleine Mengen von Borsäure beschleunigen ebenfalls die Umsetzung und erhöhen die Beständigkeit des erhaltenen Schaumstoffs bei höheren Temperaturen.

15

Das Äquivalentverhältnis ist definiert als das Verhältnis der Gesamtvalenz der Metalle zu denen der Phosphationen. Eine Formel für das Äquivalentverhältnis ist angegeben in DE-OS 2 756 198, S. 13.

20

Das Gemisch aus Polyphosphorsäure, Portlandzement und gegebenenfalls anderen Bestandteilen schäumt langsam auf. Gleichzeitig steigt die Temperatur. Bei Erreichen einer Temperatur von ca. 80°C kommt es zu einer raschen Temperatur-
25 erhöhung auf etwa 200°C, die von einer neuen Expansion begleitet ist. Falls die Temperatur von 80°C nicht von selbst erreicht wird, ist es daher notwendig den Ansatz von außen zu beheizen.

30 In Abhängigkeit von dem Anteil an Portland-Zement, dem verwendeten Äquivalentgewicht und der Menge des entbundenen Gases lassen sich die Eigenschaften des erhaltenen Schaumstoffs erheblich modifizieren. Das Volumenverhältnis von Feststoff zu Poren nach der Gasentwicklung und
35 Erstarrung des Materials kann im Bereich von etwa 1:5 bis 1:20 liegen, was Dichten von 450 g/l bzw. 100 g/l



etwa entspricht. Bevorzugt sind Volumenverhältnisse von Feststoff zu Poren von 1:8 (Dichte 250 g/l) bis 1:15 (Dichte ca. 150 g/l).

- 5 Der erhaltene Schaumstoff enthält im allgemeinen keine organischen Anteile, ist hitzestabil bis über 1000°C und spaltet keine giftigen Gase ab.

Die nach dem angegebenen Verfahren erhaltenen Schaumstoffe
10 weisen im allgemeinen folgende Zusammensetzung auf:

- 18 - 50 Gew.-% CaO
- 2 - 20 Gew.-% Al₂O₃
- 10 - 35 Gew.-% SiO₂
- 15 mindestens 15 aber weniger als 38 Gew.-% P₂O₅
- 0 - 1 Gew.-% Alkalimetalloxide
- 0 - 8 Gew.-% B₂O₃
- 0 - 8 Gew.-% ZnO, FeO und/oder Fe₂O₃
- 0 - 2 Gew.-% SO₃ und
- 20 0 - 5 Gew.-% C.

Mann kann sie u.a. mit Dichten von 100 bis 300 g/l herstellen. Sie weisen offene und geschlossene Poren mit 0.5 - 3 mm Durchmesser auf und zeigen nur einen sehr ge-
25 ringen thermischen Schrumpf (unter 1 %; gemessen nach Tempern des Schaumstoffs bei 300°C während 5 min und Abkühlen an der längsten Abmessung des Probekörpers).

Ein bevorzugter CaO/P₂O₅-Bereich wird angegeben durch
30 die Gleichung

$$53,26 - 0,217 \cdot /P_{2O_5}/ - 29,56 - 0,304 \cdot /P_{2O_5}/,$$
wobei /CaO/ und /P₂O₅/ Gewichtsprozent an CaO und P₂O₅ bedeuten. Bevorzugte Gehalte an B₂O₃ liegen bei 0 - 5, insbesondere 0.5 - 2.5 Gew.-%. Bevorzugt sind
35 ferner Schaumstoffe, in denen das Gewichtsverhältnis

$$(Al_2O_3 + CaO) : P_{2O_5} = 1,0 : 1 \text{ bis } 2,5 : 1, \text{ ins-}$$

besondere 1,2 : 1 bis 1,8 : 1, sowie Schaumstoffe, in denen das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2 : \text{P}_2\text{O}_5$ 0,4 : 1 bis 1,4 : 1, insbesondere 0,7 : 1 bis 1,0 : 1 beträgt. Bevorzugte Bereiche der Zusammensetzung sind 30 - 45 Gew.-% CaO , 12 - 25 % SiO_2 und 20 - 30 % P_2O_5 .

Die Expansion der in die Hohlräume eingefüllten Dämmstoff-Vorstufe erfolgt von selbst und wird durch Temperaturerhöhung beschleunigt. Der mit der expandierten Dämmstoffvorstufe gefüllte Rohling wird als Rohstein bezeichnet. Die Behandlung mit überhitztem Wasserdampf (hydrothermale Bedingungen) erfolgt wie bei der bekannten Aushärtung der Kalksandsteine. In den meisten Fällen reicht die Zeit zum Aushärten des Kalksandstein-Rohlings auch aus um die expandierte Dämmstoff-Vorstufe auszuhärten. Der Dämmstoff geht dabei eine feste Verbindung mit dem Kalksandstein ein. Es ist vorteilhaft, daß bei der beschriebenen gemeinsamen Aushärtung von Rohling und Dämmstoff-Vorstufe nicht mehr Energie gebraucht wird als bei der Herstellung normaler Kalksandsteine. Diese Variante kommt auch mit einem Minimum an Arbeitsgängen aus.

Die eingcsetzte Kalksandstein-Rohmasse ist mit einem Wassergehalt von 3 bis 7 % rieselfähig. In diesem Fall kann der Rohling durch Einwirken von Druck oder Rütteln geformt werden. Man kann aber auch unter Zusatz von Porenbildnern, Luft und Zement aufgeschäumte Kalksandstein-Rohmassen herstellen, die gießfähig sind, z.B. durch Einarbeiten von Kalk, Sand und Zement in einen Wasser/Luft-Schaum. Unter "Porenbildnern" werden hier Tenside oder andere bekannte Stoffe verstanden, die in der Lage sind, Wasser/Luft-Schäume zu stabilisieren.

Statt die Dämmstoff-Vorstufe in den Hohlräumen des Kalksandstein-Rohlings expandieren zu lassen, ist es auch möglich, eine bereits expandierte Dämmstoff-Vorstufe in die Hohlräume einzufüllen, die wasserhaltig und daher



noch fließfähig ist. Diese Dämmstoff-Vorstufe geht entweder von selbst oder beim Erhitzen oder beim Behandeln mit überhitztem Wasserdampf in den eigentlichen anorganischen Dämmstoff niedriger Dichte über.

5

Eine fließfähige, nicht mehr expandierende Dämmstoff-Vorstufe läßt sich zum Beispiel herstellen aus sehr leichten Zuschlagstoffen wie z.B. Bims oder expandiertem Perlit und Zement. Diese Masse bindet von selbst ab. Die niedrige Dichte des Dämmstoffes wird hier durch die Hohlräume der Zuschlagstoffe erzeugt.

Eine besonders günstige Variante einen nicht brennbaren Leichtbeton mit Dichten bis herab zu 200 g/l herzustellen, ist Gegenstand der DE-OS 31 10 658. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man 100 Gewichtsteile eines Gemisches aus 30 bis 70 Gewichtsprozent Zement und 70 bis 30 Gewichtsprozent eines üblichen anorganischen Leichtzuschlagstoffes mit 0,03 bis 0,3 Gewichtsteilen eines wasserlöslichen Celluloseethers und 80 bis 120 Gewichtsteilen einer wäßrigen Kunststoffdispersion mit einem Feststoffgehalt von 1 bis 10 Gewichtsprozent unter Schaumerzeugung vermischt, den erhaltenen Schaum in eine Form füllt und erhärten läßt.

25

Als Zement eignet sich insbesondere Portland-Zement, vorzugsweise Portland-Zement der Festigkeitsklasse PZ 35.

Ein wesentlicher Bestandteil des Zement-Gemisches ist der anorganische Leichtzuschlagstoff. Bei dem genannten Verfahren wird insbesondere ein Blähgranulat verwendet, dessen Partikel Durchmesser von höchstens 6 mm, vorzugsweise von höchstens 5 mm, aufweisen. Beispiele hierfür

sind Schaumglas, Bims sowie Blähglimmer (Vermiculit).

Die eingesetzte wäßrige Kunststoffdispersion ist insbesondere eine Dispersion eines Vinylester-Polymers oder

5

eines Acrylsäureester-Polymers, wobei die Polymeren Homopolymere oder Copolymere sind. Der Feststoffgehalt der Dispersion liegt im Bereich von 1 bis 10 Gewichtsprozent, vorzugsweise von 2 bis 5 Gewichtsprozent.

10

Ein wesentliches Merkmal des Verfahrens ist die Verwendung eines wasserlöslichen Celluloseethers, der als Schaumstabilisator wirkt.

Besonders geeignet ist Methylcellulose, Carboxymethyl-
15 cellulose und Methylhydroxyethylcellulose.

Das Verfahren wird zweckmäßigerweise so durchgeführt, daß zunächst Zement, Leichtzuschlagstoff und Celluloseether innerhalb einer Zeitspanne von maximal 30 Sekunden miteinander
20 einander vermischt werden und zu dem erhaltenen Gemisch dann die Kunststoffdispersion zugemischt wird. Das Mischen wird vorzugsweise in einem Zwangsmischer oder in einem Trommelmischer durchgeführt. Nach etwa 3 Minuten beginnt die Masse aufzuschäumen, und nach 5 bis 10 Minuten ist
25 das Aufschäumen beendet. Der Schaum wird dann in Formen (im vorliegenden Fall: Öffnungen von Kalksandstein - Rohlingen) gefüllt und gegebenenfalls darin leicht verdichtet, vorzugsweise durch Rütteln. Innerhalb von höchstens 15 Stunden ist der Schaum erhärtet.

Eine weitere Möglichkeit, nicht mehr expandierende fließfähige Dämmstoff-Vorstufen herzustellen, besteht darin, strukturviskose Kalziumsiliat-Aufschlammungen niedriger Dichte zu trocknen. Solche Kalziumsiliat-Aufschlammungen können z.B. hergestellt werden, nach dem in der europäischen Patentschrift 00 75 85 beschriebenen Verfahren zur Herstellung einer Kalziumoxyd/Siliciumdioxid-Ausgangsmischung (aber unter Weglassen des dort angegebenen Schrittes des unter Entwässern erfolgenden Formens). In



diesem Fall wird die niedrige Dichte des Dämmstoffes erzeugt durch das Herausdampfen von Wasser aus der eingesetzten Dispersion unter gleichzeitiger Bildung von Hohlräumen. Auch bei diesem Verfahren kann eine rieselfähige
5 Kalksandstein-Rohmasse mit einem Wassergehalt von 3 bis 7 % oder eine fließfähige, aufgeschäumte Kalksandstein-Rohmasse eingesetzt werden.

Die durch Aushärten erhaltenen Dämmstoffe besitzen eine
10 gute Druckfestigkeit und können somit ein Bauwerk mittragen. Daher läßt sich die Geometrie der Hohlräume der Kalksandsteine für eine optimale Wärmedämmung verändern. Man kann z.B. die (gefüllten) Hohlräume im Kalksandstein vergrößern und die Stärke der Stegverbindungen zwischen
15 zwei Hohlräumen oder Hohlraum und Außenseite verringern.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der erfindungsgemäßen quaderförmigen anorganischen Verbundsteine besteht darin, daß man in eine Form mindestens 1 Stück
20 eines anorganischen (bereits ausgehärteten) Dämmstoffs einbringt und gegebenenfalls fixiert, es mindestens teilweise mit einer rieselfähigen Kalksandstein-Rohmasse mit 3 bis 7 % Wassergehalt umgibt, man die Kalksandstein-Rohmasse durch Einwirken von Druck vorverfestigt, man den mit
25 den Dämmstoff verbundenen Rohling der Form entnimmt und durch Behandeln mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar aushärtet. Für dieses Verfahren werden vorzugsweise Kalksandstein-DIN-Formen eingesetzt. Das Einwirken von Druck geschieht vorzugsweise so, daß man mit einem ge-
30 eignet geformten Stempel nur auf die Kalksandstein-Rohmasse, nicht aber auf den eingebrachten festen Dämmstoff, drückt. Der eingebrachte Dämmstoff ist vorzugsweise stabförmig (mit rundem oder viereckiger Querschnitt). Mindestens eine Stirnseite des Stabes, vorzugsweise aber beide
35 Stirnseiten, sollen bündig mit den Seiten des Verbundsteines abschließen, d.h. nicht von Kalksandstein-Rohmasse umgeben werden. In letzterem Fall entspricht die Höhe des eingebrachten zugeschnittenen Dämmstoffteils der



endgültigen Steinhöhe. Im übrigen soll der eingebrachte stabförmige anorganische Dämmstoff von allen Seiten in Kalksandstein-Rohmasse eingebettet sein. Falls der eingebrachte Dämmstoff plattenförmig ist, werden vorzugsweise
5 beiden Plattenflächen von Kalksandstein-Rohmasse bedeckt, so daß ein Sandwich entsteht.

Die maximal möglichen Drücke richten sich nach der Art der verwendeten Dämmstoffe.

- 10 Dämmstoffe mit einer höheren Dichte und einer größeren Druckfestigkeit erlauben höhere Preßdrucke als Dämmstoffe mit einer geringen Dichte.

An Stelle einer rieselfähigen Kalksandstein-Rohmasse kann
15 auch hier eine fließfähige, verschäumte Kalksandstein-Rohmasse eingesetzt werden, die unter Zusatz von Porenbildnern, Zement und Luft hergestellt wurde. Diese Kalksandstein-Rohmasse bindet wegen des Gehalts an Zement von selbst ab, wobei es jedoch nicht zur vollständigen Aus-
20 härtung kommt. Daher muß auch hier nach Entnahme aus der Form der Kalksandstein-Rohling mit dem darin enthaltenen Dämmstoff anschließend hydrothermal durch Behandeln mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar ausgehärtet werden. Auch bei diesem Verfahren ist es bevorzugt, wenn
25 der eingebrachte Dämmstoff stab- oder plattenförmig ausgestaltet ist.

Für dieses Verfahren, bei dem der Dämmstoff umgossen wird, eignen sich auch Dämmstoffe aus Mineralfasern. Es kommt
30 dabei zu einer besonders guten Verbindung Dämmstoff/Kalksandstein.

Sofern man bereits ausgehärtete Dämmstoffe einsetzt, müssen diese gegenüber der Behandlung mit überhitztem
35 Wasserdampf beständig sein. Geeignet sind z.B. geschäumtes Glas, Mineralfaserdämmstoffe, Calciumsilikatdämmstoffe, Leichtbeton und der Phosphatdämmstoff gemäß DE-OS 31 40 011. Bei einer Dichte von 200 g/l hat dieser Phosphatdämmstoff

eine Druckfestigkeit von ca. 60 N/cm^2 . Hier können auf die Kalksandsteinmasse maximale Drucke von ca. 150 N/cm^2 aufgebracht werden.

- 5 Auch der frisch expandierte Phosphatdämmstoff ist vor der Aushärtung einsetzbar. Er ist zu diesem Zeitpunkt z.B. gut schneidbar aber gegen Wasser noch nicht gut beständig. Die Druckfestigkeit ist geringer als beim fertig ausgehärteten Dämmstoff.

10

Die Aushärtung der mit dem Dämmstoff versehenen Rohlinge erfolgt unter Bedingungen, die in der Kalksandstein-Industrie üblich sind. Bewährt hat sich z.B. folgender Zyklus:

- 15 1 Stunde Aufheizen auf 200°C ,
4 Stunden Halten bei 200°C (entspricht einem Druck von
16 bar),
3 Stunden Abkühlen und Entspannen.
- 20 Die Mindesttemperatur für die Härtung liegt bei 120°C (2 bar). Aus Gründen möglichst niedriger Taktzeiten sind jedoch wesentlich höhere Temperaturen bevorzugt.

- Wegen der ausgezeichneten Haftung zwischen Dämmstoff und
- 25 Kalksandstein lassen sich auch Sandwichsteine herstellen. Durch den angewandten Druck wird die Kalksandmasse in die Poren des Dämmstoffs gedrückt, wo sie sich während der hydrothermalen Härtung mit dem Dämmstoffgemisch chemisch und/oder physikalisch verbindet. Eine Verbesserung der
- 30 Haftung kann u.a. noch durch eine geeignete Formgebung der beiden Komponenten so z.B. durch Einschnitte, Sägezahnmuster oder Hinterschneidungen, erreicht werden.

- Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbundsteine kann
- 35 man auch in Hohlräume fertiger Hohlblock-Kalksandsteine eine expandierfähige Dämmstoff-Vorstufe einfüllen, diese expandieren lassen und anschließend aushärten. Bei Verwendung der in der DE-OS 31 40 011 beschriebenen expand-



dierfähigen Dämmstoff-Vorstufe auf Phosphatbasis kann die Aushärtung durch Erhitzen auf Temperaturen von 300 bis 350°C oder durch Behandlung mit überhitztem Wasserdampf erfolgen. Nachteilig an dieser Variante ist, daß
5 der Kalksandstein zweimal (bei seiner Herstellung und bei der Aushärtung der Dämmstoff-Vorstufe) erhitzt werden muß.

Die erfindungsgemäßen Verbundsteine weisen gegenüber herkömmlichen Kalksandsteinen eine Reihe von Vorteilen auf.
10 Die Wärmedämmung ist gegenüber normalen Voll- oder Hohlblocksteinen entscheidend verbessert. Damit hat man eine Möglichkeit auf die aufwendige und teure zweischalige Bauweise zu verzichten.

15 Die Wandstärken der neuen Verbundsteine können wegen der verminderten Knickbruchgefahr verringert werden. Aus diesen Gründen können die Dämmstoff-Anteile auch so angeordnet werden, daß sie den Wärmefluß optimal verringern.
20

Der hohe Schallschutz der Kalksandsteine bleibt erhalten. Die Wärmespeicherfähigkeit einer Wand aus Kalksandsteinen bleibt, bei geeigneter Anordnung der Steine, ebenfalls
25 erhalten.

Der Einsatz von anorganischen Dämmstoffen in Kalksandsteinen führt zu Verbundsteinen, die alle Forderungen der DIN-Norm 4102, Klasse A 1 (nicht brennbar) erfüllen.
30 Im Brandfall geben die Materialien keine toxischen Gase ab.

Einige Möglichkeiten der räumlichen Anordnung von Dämmstoff und Kalksandstein in Verbundsteinen mit integrierter Wärmedämmung sind beispielhaft in Figur 1 - 10 dargestellt.
35



Die gezeichneten Kalksandsteine entsprechen in ihren äußeren Abmessungen (24 x 17,5 x 11,3 cm) dem Format 3DF gemäß DIN 106.

- 5 Der Kalksandstein (1) ist weiß, der Dämmstoff (3) gepunktet gezeichnet. Die Dämmstoffteile erstrecken sich von der Oberseite bis zur Unterseite der Steine, so daß die Unterseite der gezeichneten Steine genauso aussieht wie die Oberseite. In Figur 1 sind auch 2 Hohlräume (2) dargestellt, die noch mit Dämmstoff gefüllt werden.

Die Steine gemäß Figur 1 - 6 werden zum Erreichen des größten Wärmewiderstandes der Wand so verwendet, daß die Dämmschichten parallel zur Wand verlaufen. Die symmetrisch
15 aufgebauten Steine gemäß Figur 7 - 10 zeigen beim Einbau keine wesentlichen Unterschiede bezüglich Dämmwirkung in Abhängigkeit von der Einbaurichtung. Bei den Steinen gemäß Figur 1, 5 und 7 - 10 sind alle Dämmstoffteile an vier Seiten von Kalksandstein umgeben. Beim Stein gemäß
20 Figur 4 sind alle Dämmstoff-Schichten an drei Seiten von Kalksandstein-Masse umgeben.

Beim Stein gemäß Figur 3 ist ein Dämmstoff-Teil von zwei gegenüberliegenden Seiten von Kalksandstein-Masse umgeben
25 (Sandwich), zwei Dämmstoff-Teile sind an drei Seiten und ein Dämmstoff-Teil an vier Seiten von Kalksandstein-Masse umgeben.

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung.



Beispiel 1

Ein gegossener Kalksandstein KSHbl 30a (DIN 106) mit den äußeren Abmessungen 30 x 24 x 23,8 cm besitzt im Abstand
5 von 1,6 cm zur Schmalseite einen Hohlraum von 4,8 x 20,8 x 23,8 cm. Dieser Hohlraum wird wie folgt mit einem anorganischen Dämmstoff gefüllt:

220 g Portlandzement PZ 35, 60 g eines Füllstoffes (Flugasche aus der Ferrosiliciumherstellung mit 80 - 90 % SiO_2),
10 18 g eines fein gemahlenden Dolomits (Korngröße 10 μm), 3 g basisches Magnesiumcarbonat sowie 20 g Talkum werden fein gemischt. Diese Mischung gibt man unter Rühren zu 150 g einer linear kondensierten Polyphosphorsäure mit einem Ge-
15 halt von 84 % P_2O_5 . Die Masse wird nach 1 Min. Mischzeit pastös und wird nach 75 sec. in den Hohlraum des Kalksandsteines gegeben. Die Masse beginnt nach 2 Minuten aufzuschäumen, nach 7 Minuten 30 sec. ist der Aufschäumungsvorgang beendet und der Hohlraum vollständig mit dem an-
20 organischen Dämmstoff gefüllt. Ein Überschäumen wird durch Auflegen einer Platte verhindert. Der so gefüllte Kalksandstein wird nach 5 Minuten in einem Autoklaven mit Wasserdampf gehärtet. Die Aufheizzeit auf 170°C betrug 3 Stunden, die Härungszeit 10 Stunden, danach wurde lang-
25 sam während 5 Stunden abgekühlt.

Die Haftung zwischen Dämmstoff und Kalksandstein ist sehr gut. Man erhält so einen Hohlblock-Kalksandstein, dessen Hohlraum mit einem anorganischen Dämmstoff der Dichte
30 165 g/l vollständig gefüllt ist.

Beispiel 2

In eine quaderförmige Form mit der Grundfläche 24 x 17,5 cm
35 und der Höhe 13 cm werden 2 Dämmstoffplatten mit den Abmessungen 13,5 x 11 x 4 cm senkrecht so eingestellt und fixiert, daß die Seiten 4 x 13,5 cm der Platten den Boden



berühren, die Platten zueinander parallel sind und sowohl voneinander wie von den Seiten 17,5 x 13 cm der Form jeweils 3 cm und von den Seiten 24 x 13 cm der Form jeweils 2 cm entfernt sind.

5

Die Dämmstoffplatten sind anorganisch und phosphathaltig. Sie werden nach dem Verfahren von Beispiel 4 hergestellt.

4,6 kg einer feuchten Kalksand-Mischung, bestehend zu
10. 80,5 % aus Sand (Korngr. 0 - 3 mm) und 13,5 % aus $\text{Ca}(\text{OH})_2$
und 6,0 % Wasser wird um die Dämmstoffplatten herum in die
Form gefüllt, gleichmäßig verteilt, leicht gerüttelt
und durch leichten Druck vorverfestigt. Die Kalksand-
Mischung überragt die Oberseite der eingestellten
15 Platten um 1 bis 2 cm. Mit einem 4 cm dicken Deckel, der an
den Positionen, wo sich die Dämmstoffplatten befinden,
2 cm tief ausgefräst ist, wird die Form geschlossen. Während
3 sec. wird auf den Deckel ein Druck von 2580 kp aufge-
bracht. Durch die Konstruktion des Deckels wird erreicht,
20 daß nur die Kalksandsteinmasse diesem Druck ausgesetzt wird.

Es wird ausgeschalt und der entnommene Rohling im Autokla-
ven durch Wasserdampf gehärtet (Aufheizzeit auf 16 bar
(= 200°C) 2 Stunden, Härungszeit 4 Stunden, Abkühlen
25 während 4 Stunden).

Man erhält einen Kalksandstein vom Format 3 DF mit inte-
grierter Wärmedämmung (Volumenanteil Dämmstoff 39 %), mit
festen Kanten, hoher Druckfestigkeit und einer durch-
30 schnittlichen Dichte von 980 g/l. Ein solcher Stein ist
in Figur 1 abgebildet.

Beispiel 3

35 Herstellung eines phosphathaltigen Dämmstoffs.

205 g Portlandement PE 55

5 g Borsäure

40 g einer Flugasche (bestehend zu 80 bis 90 % aus SiO_2)

12 g fein gemahlener Dolomit (Korngröße 10 μm)

2 g basisches Magnesiumcarbonat

5

werden in einer Kugelmühle während 2 Stunden fein vermahlen.

100 g einer linear kondensierten Polyphosphorsäure mit
10 einem Gehalt von 84 % P_2O_5 werden mit 2 g Glasfasern
(Länge 3 mm, $\varnothing$ 5 μm) vermischt, dazu gibt man unter
Rühren die Pulvermischung. Während des Rührvorgangs ist
die Masse zuerst krümelig, sie wird nach 30 sec. unter
leichter Erwärmung pastös. Nach 1 Minute Mischzeit wird
15 die Masse in eine Metallform gegeben. Darin dehnt sie
sich auf das ca. 10-fache des Ausgangsvolumens aus. Die
Temperatur steigt während 5 Minuten langsam auf 80°C.
Bei Erreichen dieser Temperatur springt die Umsetzung
an und unter sehr schneller Temperaturerhöhung auf
20 215°C wird der Schaumstoff fest. Eine kleine Probe
wird mit Wasser benetzt, das Material reagiert stark
sauer. Der Schaumstoff wird nach 10 Minuten der Form ent-
nommen und in einem Labor-Autoklaven (2 l) gegeben. Dazu
gibt man ca. 200 ml Wasser. Der Autoklav wird auf 150°C
25 erwärmt; dabei stellt sich ein Druck von 4,5 bar ein. Nach
2 Stunden wird der Autoklav abgeschaltet und man läßt ihn
abkühlen. Man erhält einen Schaumstoff mit einer Dichte
von ca. 210 g/l mit hervorragender Druckfestigkeit.

30 Aus dem Schaumstoff lassen sich durch Sägen Stücke mit
den gewünschten Abmessungen erhalten.

Beispiel 4

35 Herstellung eines phosphathaltigen Dämmstoffs.

In einer Kugelmühle werden



- 170 g Portlandzement PZ 35
15 g fein gemahlener Dolomit
10 g Talkumpulver (Korngröße unter 20 μm) und
30 g Flugasche (SiO_2 -Füller N der SKW Trostberg, ca.
5 80 - 90 % SiO_2)

- während 2 Stunden fein gemahlen. Das Gemisch wird in
100 g Polyphosphorsäure (84 % P_2O_5) eingerührt und dann
in eine Form gegossen. Die Temperatur steigt während 6
10 Minuten langsam auf 75°C, dabei bläht sich das Gemisch
stark auf und reagiert unter Erwärmung auf 195°C. Der er-
härtete Schaumstoff wird in einem Trockenschrank auf 300°C
erwärmt und 5 Minuten bei dieser Temperatur belassen. Nach
dem langsamen Abkühlen erhält man einen sehr festen Schaum-
15 stoff mit einem mittleren Porendurchmesser von 2 mm und
einer Dichte von 180 g/l.

Aus dem Schaumstoff werden durch Schneiden oder Sägen
Dämmstoffstücke der gewünschten Abmessungen gewonnen.

20

Beispiel 5

- In eine quaderförmige Form mit der Grundfläche 20 x 20 cm
und der Höhe 8 cm werden Dämmstoffstücke mit den Abmessungen
25 8 x 8 x 4 cm und 16 x 8 x 4 cm senkrecht in der Anordnung
gemäß Figur 11 eingesetzt, wobei (4) die Form bedeutet.

Die Dämmstoffstücke wurden gemäß Beispiel 4 hergestellt.

- 30 Zur Herstellung einer Kalksandstein-Masse wird zunächst
aus 1,2 l Wasser und 20 g eines Schäumers (Schäumer Nr. 1
der SKW Trostberg) durch kräftiges Rühren ein Schaum her-
gestellt. In diesem Schaum wird ein Gemisch aus 1600 g
Quarzmehl (Korngrößenbereich 0 - 315 μm , Gehalt an SiO_2
35 ca. 99 %), 530 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und 200 g Portlandzement PZ 55
eingerührt. Die entstehende Schaummasse wird in die Form
gegossen, so daß sie die Dämmstoffstücke seitlich voll-



ständig umgibt.

Nach 2 Stunden wird ausgeschalt und der Stein während
10 Stunden bei 170°C (= 8 bar) mit Wasserdampf gehär-
5 tet.

Nach dem Abkühlen erhält man einen Kalksandstein
20 x 20 x 8 cm mit integrierter Wärmedämmung. Der Dämm-
stoffanteil beträgt 34 Vol.-%. Die durchschnittliche
10 Dichte beträgt 500 g/l.

Zu dem gleichen Ergebnis kommt man, wenn man den einge-
setzten phosphorhaltigen Dämmstoff nach dem in Beispiel
3 angegebenen Verfahren im Autoklaven aushärtet.

15

Beispiel 6

Beispiel 5 wird wiederholt, jedoch wird als Dämmstoff
geschäumtes Glas der Dichte 135 g/l eingesetzt. Man er-
20 hält einen Kalksandstein mit integrierter Wärmedämmung
der durchschnittlichen Dichte 480 g/l.



PATENTANSPRÜCHE:

1. Quaderförmiger anorganischer Verbundstein bestehend aus einem Kalziumsilikathydratstein, der gegebenenfalls noch mit Luft gefüllte Kanäle aufweisen kann und der eine Rohdichte von 0,6 bis 2 kg/dm³ aufweist,
5 im Verbund mit einem anorganischen Dämmstoff der Rohdichte 0,05 bis 0,3 kg/dm³.
2. Verbundstein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoff eine Schicht oder einen Kanal oder
10 mehrere zueinander parallele Schichten oder Kanäle bildet, die den Kalziumsilikathydratstein durchziehen.
3. Verbundstein nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten oder Kanäle auf mindestens einer
15 Seite, vorzugsweise mindestens 2 Seiten, des Verbundsteines sichtbar sind.
4. Verbundstein nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten des Dämmstoffs parallel zu einer
20 Seite des Quaders verlaufen.
5. Verbundstein nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle des Dämmstoffs senkrecht zu einer Seite
25 des Quaders verlaufen.
6. Verbundstein nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß keine Kante des Quaders völlig aus anorganischem Dämmstoff gebildet ist.
- 30 7. Verbundstein nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß alle Kanten völlig aus Kalziumsilikathydrat gebildet sind.

8. Verbundstein nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
daß er als Sandwich ausgebildet ist, dessen zwei äußere
Schichten aus Kalziumsilikathydratstein bestehen zwi-
schen denen eine Schicht aus anorganischem Dämmstoff
angeordnet ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines anorganischen Verbund-
steines gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
man aus einer Kalksandstein-Rohmasse mit mindestens
3 % Wassergehalt einen Rohling mit mindestens einem
Hohlraum formt, in mindestens einen Hohlraum des Roh-
lings eine expandierfähige anorganische Dämmstoff-
Vorstufe einfüllt, diese expandieren läßt und man den
Rohstein mit überhitztem Wasserdampf von mindestens
2 bar behandelt und so Kalksandstein-Rohling und
expandierte Dämmstoff-Vorstufe aushärtet.
10. Verfahren zur Herstellung eines anorganischen Verbund-
steines gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
man aus einer Kalksandstein-Rohmasse mit mindestens
3 % Wassergehalt einen Rohling mit mindestens einem
Hohlraum formt, in mindestens einen Hohlraum des
Rohlings eine wasserhaltige, fließfähige bereits ex-
pandierte anorganische Dämmstoff-Vorstufe einfüllt und
man den Rohstein mit überhitztem Wasserdampf von min-
destens 2 bar behandelt und so Kalksandstein-Rohling
und gegebenenfalls Dämmstoff-Vorstufe aushärtet.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeich-
net, daß eine rieselfähige Kalksandstein-Rohmasse mit
einem Wassergehalt von 3 bis 7 % eingesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekenn-
zeichnet, daß eine fließfähige, aufgeschäumte Kalk-
sandstein-Rohmasse eingesetzt wird, die unter Zusatz
von Porenbildnern, Luft und Zement hergestellt wurde.

13. Verfahren zur Herstellung eines anorganischen Verbund-
steines gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß man in eine Form mindestens ein Stück eines an-
organischen Dämmstoffs einbringt und gegebenenfalls
5 fixiert, es mindestens teilweise mit einer riesel-
fähigen Kalksandstein-Rohmasse mit 3 bis 7 % Wasser-
gehalt umgibt, man die Kalksandstein-Rohmasse durch
Einwirken von Druck vorverfestigt, den mit dem Dämm-
stoff verbundenen Rohling der Form entnimmt und
10 durch Behandeln mit überhitztem Wasserdampf von min-
destens 2 bar aushärtet.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß man mit einem geeignet geformten Stempel nur auf
15 die Kalksandstein-Rohmasse, nicht aber auf den einge-
brachten Dämmstoff, drückt.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der eingebrachte Dämmstoff stabförmig ist und man
20 ihn, mit Ausnahme mindestens einer Stirnseite, völlig
von Kalksandstein-Rohmasse umgibt.
16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der eingebrachte Dämmstoff plattenförmig ist und
25 beide Plattenflächen von Kalksandstein-Rohmasse be-
deckt werden.
17. Verfahren zur Herstellung eines anorganischen Verbund-
steines gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man
30 in eine Form mindestens ein Stück eines anorganischen
Dämmstoffs einbringt und gegebenenfalls fixiert, es min-
destens teilweise mit einer fließfähigen, aufgeschäumten
Kalksandstein-Rohmasse umgibt, die unter Zusatz von
Porenbildnern, Luft und Zement hergestellt wurde,

man die Kalksandstein-Rohmasse abbinden läßt, man den mit dem Dämmstoff verbundenen Rohling der Form entnimmt und durch Behandeln mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar aushärtet.

5

18. Verfahren nach Anspruch 13 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der eingebrachte Dämmstoff stab- oder plattenförmig ist.

10 19. Verfahren zur Herstellung eines anorganischen Verbundsteines gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man in einen ausgehärteten Kalksandstein mit mindestens einem Hohlraum eine expandierfähige Dämmstoff-Vorstufe einfüllt, diese expandieren läßt und aushärtet.

15

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß man die Dämmstoff-Vorstufe unter Hitzeeinwirkung aushärtet.

20 21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß man die Dämmstoff-Vorstufe mit überhitztem Wasserdampf von mindestens 2 bar aushärtet.

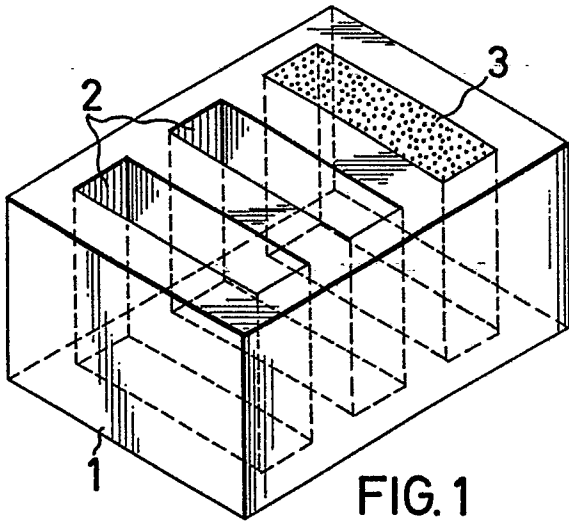


FIG. 1

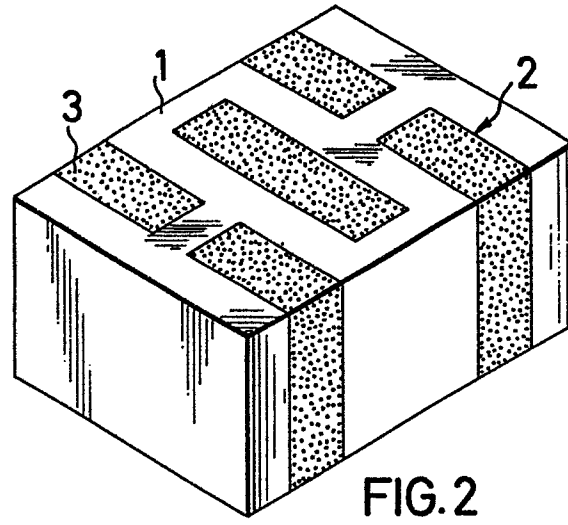


FIG. 2

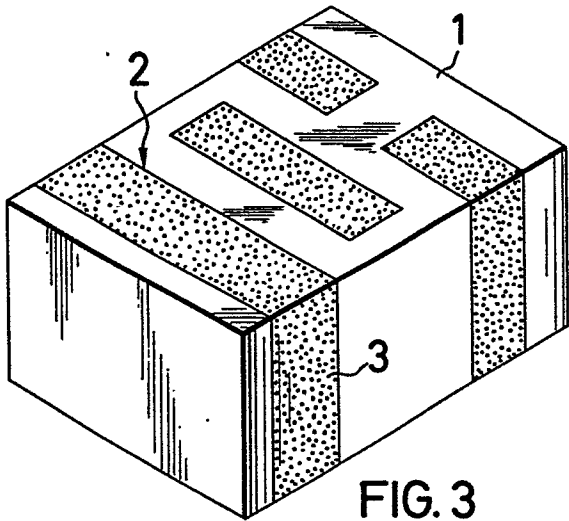


FIG. 3

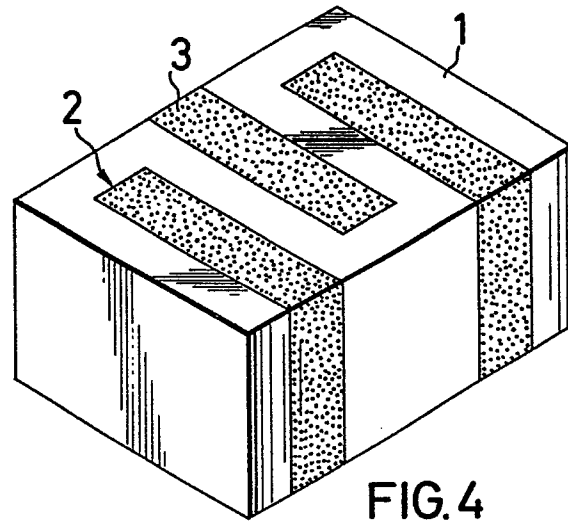


FIG. 4

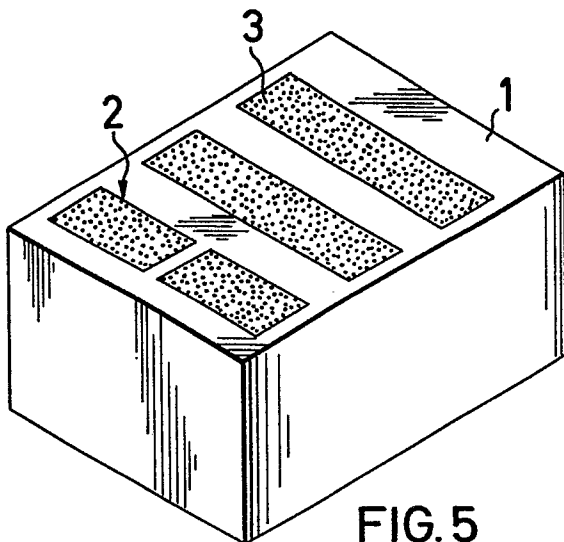


FIG. 5

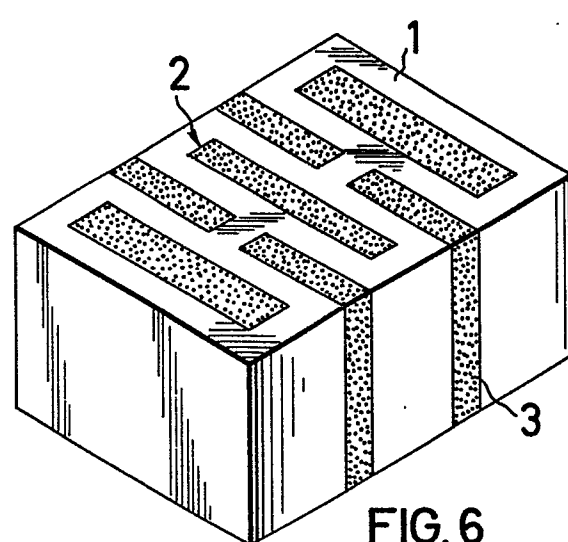


FIG. 6

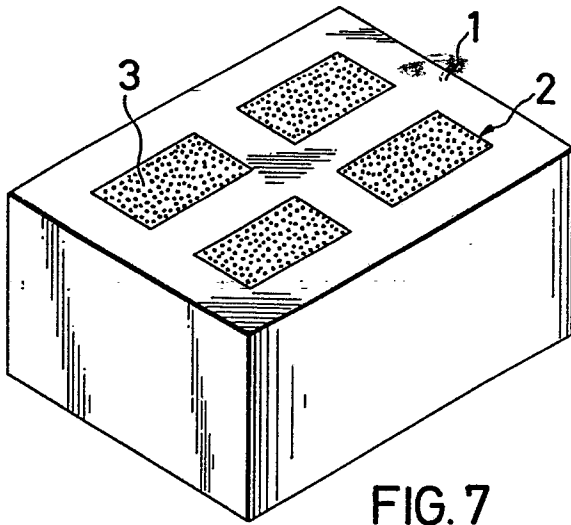


FIG. 7

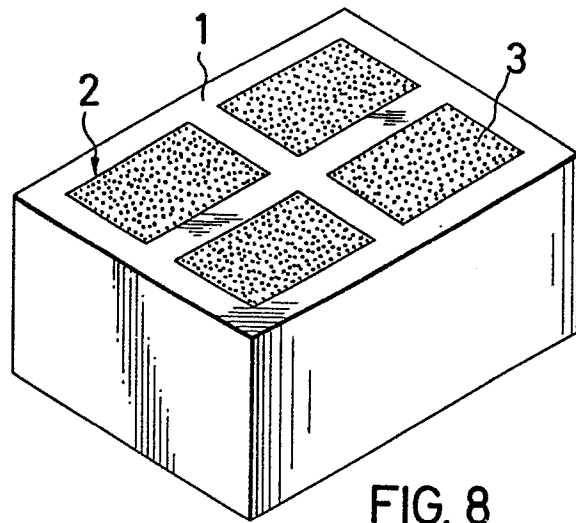


FIG. 8

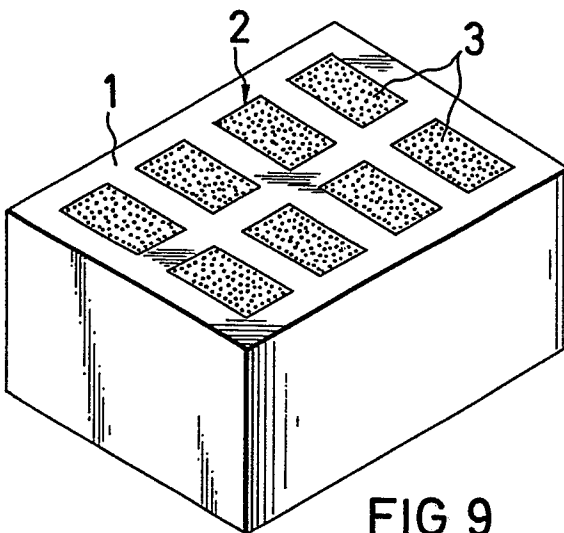


FIG. 9

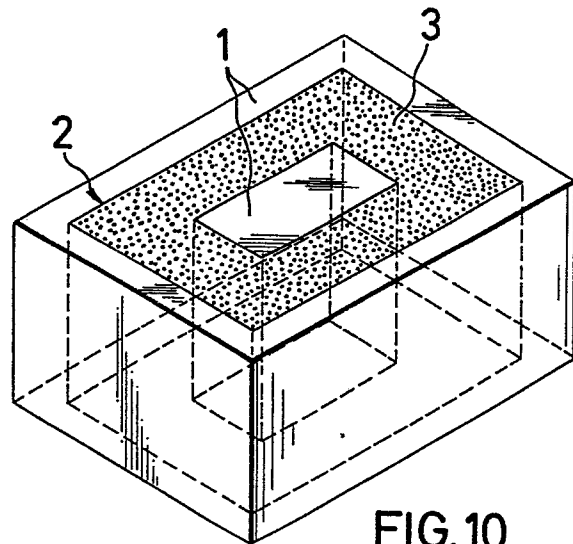


FIG. 10

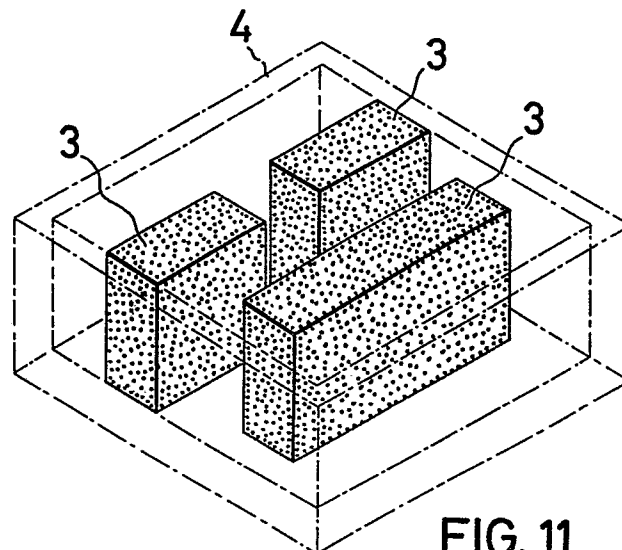


FIG. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0086974
Nummer der Anmeldung

EP 83 10 0622

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
A	DE-U-8 030 856 (OTAVI MINEN AG et al.) * Seiten 1-10; Figur 1 *	1-4, 10	E 04 C 1/40 B 28 B 11/04
A	DE-A-2 518 383 (ZELLER) * Seiten 1-7 *	1, 2, 19 -21	
A	DE-A-1 784 364 (VEIT DENNERT KG, BAUSTOFFBETRIEBE) * Seiten 1-8 *	1-4	
A	FR-A-2 307 096 (COMBETTE et al.) * Ganzes Dokument *	1-4	
A	DE-A-2 940 816 (BAYER AG et al.) * Anspruch 1 *	8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) B 28 B 11/00 E 04 C 1/00
A	CH-A- 394 565 (BROILLET)		
A	DE-A-2 914 647 (BASF AG)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 27-04-1983	Prüfer PAETZEL H-J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			