



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 947 637 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.10.1999 Patentblatt 1999/40

(51) Int. Cl.⁶: **E04B 1/74**

(21) Anmeldenummer: **99101171.9**

(22) Anmeldetag: **22.01.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **04.04.1998 DE 19815170**

(71) Anmelder:
**Deutsche Rockwool Mineralwoll-GmbH
45966 Gladbeck (DE)**

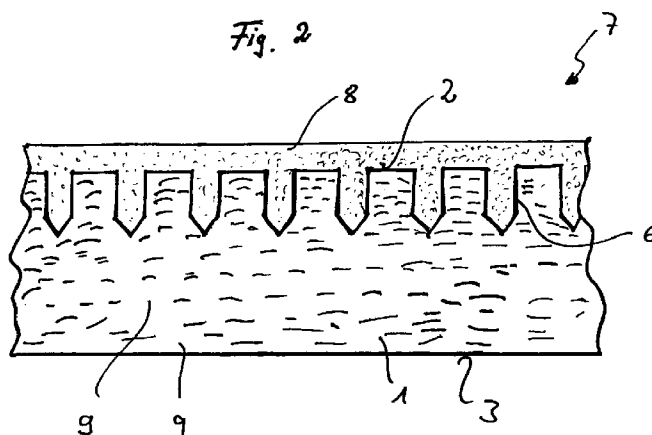
(72) Erfinder:
**Klose, Gerd-Rüdiger Dr.-Ing.
46286 Dorsten (DE)**

(74) Vertreter:
**Wanischeck-Bergmann, Axel, Dipl.-Ing.
Rondorfer Strasse 5a
50968 Köln (DE)**

(54) **Dämmstoffelement zu Wärme- und/oder Schalldämmzwecken sowie Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Dämmstoffelement (7) zu Wärme- und/oder Schalldämmzwecken, insbesondere in Verbindung mit Wärmedämmverbundsystemen, bestehend aus einer Wärmedämmplatte (1), insbesondere aus Mineralfasern, vorzugsweise aus Glas- oder Steinwollefasern oder Polystyrol-Hartschaum mit einer zumindest auf einer großen Oberfläche (2) aufgetragenen Beschichtung zur zumindest partiellen Verklebung der Wärmedämmplatte (1) mit Deckschichten bzw. tragenden Flächen. Um ein Dämmstoffelement (7) mit Beschichtung zu schaffen, bei dem die Verbindung zwischen der Beschichtung (8) und der Wärmedämm-

platte (1) verbessert ist, wird vorgeschlagen, daß die Wärmedämmplatte (1) zumindest im Bereich der die Beschichtung (8) aufweisenden großen Oberfläche (2) bzw. Oberflächen (2, 3) perforiert ausgebildet ist und eine Vielzahl von zur Beschichtung (8) hin offenen Löchern (6) aufweist und daß die Beschichtung (8) Vorsprünge ausbildet, die in die Löcher (6) eingreifen, so daß die ausgehärtete Beschichtung (8) eine nagelförmige, in der Wärmedämmplatte (1) verankerte Struktur hat.



EP 0 947 637 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Dämmstoffelement zu Wärme- und/oder Schalldämmzwecken, insbesondere in Verbindung mit Wärmedämmverbundsystemen, bestehend aus einer Wärmedämmplatte, insbesondere aus Mineralfasern, vorzugsweise aus Glas- oder Steinwollefasern oder Polystyrol-Hartschaum, mit einer zumindest auf einer großen Oberfläche aufgetragenen Beschichtung zur zumindest partiellen Verklebung der Wärmedämmplatte mit Deckschichten bzw. tragenden Flächen. Darüber hinaus betrifft diese Erfindung ein Verfahren zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen mit einer Beschichtung zur zumindest partiellen Verklebung einer aus dem Dämmstoff hergestellten Wärmedämmplatte mit Deckschichten bzw. tragenden Flächen, wobei die Wärmedämmplatte insbesondere aus Mineralfasern, vorzugsweise aus Glas- oder Steinwollefasern, oder Polystyrol-Hartschaum besteht und die Beschichtung auf zumindest einer großen Oberfläche der Wärmedämmplatte aufgebracht wird. Schließlich betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen nach dem voranstehend genannten Verfahren.

[0002] Bei vielen Anwendungen von Dämmstoffelementen zur Wärme- und/oder Schalldämmung ist ein kraftschlüssiger Verbund zu den tragenden Flächen einerseits und/oder Deckschichten andererseits erforderlich. Beispielsweise sind Flachdachkonstruktionen bekannt, bei denen die Dämmstoffelemente auf tragende Beton- oder Profilblechflächen aufgeklebt sind und auf die selbst eine wasserableitende Schicht aus Bitumenbahnen oder Kunststoff-Folien aufgeklebt ist. Bei Schrägdachdämmungen werden wasserdampfdurchlässige, aber wasserableitende Folien durch eine partielle Verklebung mit dem Wärmedämmstoff verbunden. In beiden Fällen wirkt der Windsog dauernd oder nur während der Errichtungsphase des Schrägdaches auf den Verbund aus dem Dämmstoffelement und der Abdeckung ein.

[0003] Bei Wärmedämmverbundsystemen werden die Wärmedämmplatten auf einen Untergrund, beispielsweise eine Außenfassade aufgeklebt und gegebenenfalls auf den freiliegenden Flächen der Dämmstoffelemente Putzschichten oder Keramikplatten kraftschlüssig aufgebracht. In diesen Fällen wirkt die Eigenlast in Verbindung mit dem Windsog auf das Wärmedämmverbundsystem ein.

[0004] Andererseits ist es bekannt, schubsteife Dämmstoffelemente, beispielsweise aus nicht brennbaren Mineralwolle, beidseitig mit glatten oder profilierten Flächen zu verkleben. Diese Elemente werden als Trenn- und/oder Außenwände und/oder Decken sowie als Schotts auf Schiffen usw. eingesetzt.

[0005] Darüber hinaus ist es bekannt, Dämmstoffelemente der hier in Rede stehenden Art mit Vliesen oder Geweben aus Glas- und anderen anorganischen und

organischen Fasern zu bekleben. Derartig abgedeckte Wärmedämmplatten werden als Deckenbekleidungen, Schalldämpferkulissen, in Lärmschutzwänden, Fassadendämmplatten usw. eingesetzt.

[0006] In diesen Bereichen werden Mineralwolle-Dämmstoffe, Polystyrol-Hartschäume, Polyurethan-Hartschäume, Polyisocyanurat-Hartschäume sowie Phenolharz-Hartschäume am häufigsten als Dämmstoffe verwendet. Daneben ist es auch bekannt, Dämmstoffelemente aus Zellulosefasern und/oder anderen organischen Fasern herzustellen. Bei diesen Dämmstoffelementen bestehen hinsichtlich ihrer Dämmeigenschaften und ihrer Anwendbarkeit Vor- und Nachteile, die an sich bekannt sind und hier nicht weiter erörtert werden sollen.

[0007] Dämmstoffelemente aus Mineralfasern bestehen aus glasig erstarrten Fasern mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen. Diese Fasern sind mit relativ spröden Bindemitteln wie duroplastischen Phenolharzen, Ormoceren oder dergleichen gebunden. Es werden hierbei Glaswolle- und Steinwolle-Dämmstoffe unterschieden, wobei die Steinwolle-Dämmstoffe in der Regel eine höhere Rohdichte gegenüber den Glaswolle-Dämmstoffen aufweisen. Glaswolle-Dämmstoffe und Steinwolle-Dämmstoffe werden unter dem Begriff Mineralwolle-Dämmstoffe zusammengefaßt, wobei die Fasern mittlere Durchmesser von ca. drei bis sechs μm aufweisen, unterschiedlich lang und glatt oder in sich gekrümmt in dem Dämmstoffelement angeordnet sind. Die Fasern liegen zumeist parallel oder in einem ganz flachen Winkel zu den beiden großen Oberflächen des Dämmstoffelementes. Es sind aber auch sogenannte Lamellenplatten bekannt, bei denen die Einzelfasern steil bis senkrecht zu den großen, zumeist mit Klebemitteln versehenen Oberflächen angeordnet sind. Die Zug- und Druckfestigkeit dieser Lamellenplatten ist im Vergleich zu den Dämmstoffelementen mit parallel zu den großen Oberflächen verlaufenden Fasern deutlich erhöht. Die Anisotropie der Festigkeitseigenschaften wird beispielsweise bei sogenannten Lamellenmatten ausgenutzt. Hier werden relativ schmale Lamellen auf eine Trägerfolie aufgeklebt. Die Lamellen sind senkrecht zu den großen Oberflächen gegen Druck resistent und in horizontaler Richtung kompressibel, so daß die Matten relativ leicht aufgerollt werden können und gleichzeitig bei der Applikation dieser Lamellenmatten auf eine Fläche eine ausreichend hohe Druckfestigkeit aufweisen.

[0008] Die horizontal oder flach gegenüber den großen Oberflächen gelagerten Fasern, auf die ein Kleber aufgebracht werden soll, bilden hervorragende Feihfilter, so daß nur echte Lösungen, Teilchen in Nanometergröße oder bis zu einigen Mikrometern Durchmesser überhaupt in die Oberfläche eindringen können. Um ein stärkeres Eindringen der Kleber in die großen Oberflächen zu ermöglichen, ist es bekannt, den Kleber bzw. eine entsprechende Beschichtung unter Druck in die Oberflächen des Dämmstoffelementes einzuarbeiten.

Es hat sich aber gezeigt, daß durch diesen Druck die Filterwirkung durch die Verringerung der Abstände zwischen den Fasern erhöht wird. Bei lösungsmittelfreien Klebern kann aber auf diesen Druck nicht verzichtet werden, um die Hydrophobie der Fasern zu überwinden. Die Hydrophobie könnte auch durch das Hinzufügen von Tensiden überwunden werden. Es wäre dann möglich, auf den Druck zu verzichten. Die Zuhilfenahme von Tensiden verbietet sich aber in der Regel, da weder bei der werkseitigen Applikation aber schon gar nicht bei einer Applikation auf der Baustelle sichergestellt werden kann, daß nicht Reste der Tenside in dem Dämmstoff verbleiben. Diese Tensidereste würden relativ schnell die Durchfeuchtung des gesamten Dämmstoffes oder großer Teile davon bewirken, so daß die erwünschten Verarbeitungsqualitäten nicht erreichbar sind. Bei Dämmstoffelementen mit rechtwinklig oder steil zu den Oberflächen angeordneten Fasern ist es prinzipiell leichter, Kleberpartikel zwischen die Fasern zu drücken. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Fasern naturgemäß in axialer Richtung steifer sind und zum anderen beim Eindringen der Kleberpartikel relativ zueinander ausweichen können. Darüber hinaus können die Abstände zwischen den einzelnen Fasern bzw. Faserbüscheln durch ein Aufwölben der Oberfläche vergrößert werden.

[0009] Eine weitere Besonderheit der Dämmstoffelemente aus Mineralfasern besteht darin, daß nicht alle Fasern gleichmäßig mit Bindemitteln fixiert sind. Es liegen somit nicht unbeträchtliche Anteile ungebundener Fasern innerhalb des Dämmstoffelementes vor. Durch diese ungebundenen Fasern wird die Querkraftfestigkeit des Dämmstoffelementes deutlich reduziert, zumal die ungebundenen Fasern produktionsbedingt häufig in der Nähe der großen Oberflächen eingelagert sind. Darüber hinaus wirken auch die in zunehmenden Maße bei der Herstellung von Dämmstoffelementen aus Mineralfasern eingebrachten Recyclingfasern festigkeitsmindernd. Diese Recyclingfasern werden beim üblichen Herstellungsprozeß von Dämmstoffelementen aus Mineralfasern in eine Sammelkammer eingeblasen, können aber nicht in gleichem Maße in die Fasermasse eingebunden werden, wie die Fasern in statu nascendi. Grundsätzlich werden derartige Dämmstoffelemente aus Mineralfasern in der Art hergestellt, daß natürliche oder künstliche Steine in einem Kupolofen aufgeschmolzen und die Schmelze anschließend einem Zerkleinerungsgerät zugeführt wird. In diesem Zerkleinerungsgerät wird die Schmelze in mikrofeine Fasern zerfasert, die anschließend zumindest mit Bindemitteln benetzt und auf einem Stetigförderer abgelegt werden. Auf diesem Stetigförderer bildet sich dann eine endlose Mineralfaserlage aus, die je nach gewünschtem Endprodukt weiterverarbeitet, d.h. beispielsweise verdichtet sowie horizontal und vertikal geschnitten wird. Andere Verarbeitungs- bzw. Bearbeitungsstufen sind ebenfalls bekannt.

[0010] Darüber hinaus sind Dämmstoffelemente aus

Polystyrol-Hartschäumen für die voranstehenden Anwendungen vorgesehen. Die Oberflächen von als Band- oder Blockschaum expandiertem Polystyrol-Hartschaum weisen von Natur aus eine gute Haftfestigkeit u.a. zu handelsüblichen Bauklebern bzw. kunststoffdotierten Putzen auf. Bei den gesägten oder geschnittenen Oberflächen von Blockschaumplatten kommt hinzu, daß die Oberfläche durch die mechanische Beanspruchung in mikroskopischem Maßstab schuppenartig aufreißt. Weiterhin erhöht sich die spezifische Oberfläche durch die konkav gewölbten Membranen der einzelnen Schaumkugeln. Dabei bleiben die Zwickel zwischen den aufgeschäumten Kugeln erhaben stehen, so daß sich der Kleber oder kunststoffdotierte Putze von beiden Seiten mit den Stegen verbinden bzw. an den Mikroschuppen verankern können. Diese Effekte führen zu normalerweise ausreichenden Haftzugfestigkeiten. In Wärmedämmverbundsystemen können die auf die tragende Fläche aufgeklebten Dämmplatten normalerweise die aus Eigenlast und Windsog resultierenden Kräfte übernehmen. Kommt es jedoch zu einer langanhaltenden Durchfeuchtung der Dämmplatten, so sinkt die Querkraftfestigkeit der Verbindung ab. Der Abriß der Kleber- oder Putzschicht erfolgt überwiegend auf der Oberfläche der Dämmstoffplatte.

[0011] Die voranstehend beschriebenen Dämmstoffelemente werden in der Regel auf der Baustelle mit den entsprechenden Beschichtungen, beispielsweise Klebemörteln und/oder Kunststoffdispersionen bestrichen, bevor die Dämmstoffelemente bauwerkseitig aufgeklebt werden bzw. der abschließende Putz aufgetragen wird. Es ist aber auch bekannt, die Beschichtungen der Dämmstoffelemente bereits werkseitig vorzusehen, so daß die Dämmstoffelemente mit einer ausgehärteten Beschichtung baustellenseitig zur Verfügung gestellt werden können. Sowohl das Aufbringen einer werkseitigen Beschichtung als auch das Aufbringen einer Beschichtung vor Ort, d.h. auf der Baustelle kann die voranstehend beschriebenen Nachteile hinsichtlich der Verarbeitbarkeit der Dämmstoffelemente aufweisen.

[0012] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, ein Dämmstoffelement der gattungsgemäßen Art mit einer Beschichtung zu schaffen, bei welchem die Verbindung zwischen der Beschichtung und dem Dämmstoffelement verbessert ist. Ferner ist es **Aufgabe** der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Beschichtung eines Dämmstoffelementes der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mit welcher bzw. mit welchem ein verbessertes Dämmstoffelement in einfacher und wirtschaftlicher Weise herstellbar ist.

[0013] Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung sieht bei einem gattungsgemäßen Dämmstoffelement vor, daß die Wärmedämmplatte zumindest im Bereich der die Beschichtung aufweisenden großen Oberfläche bzw. Oberflächen perforiert ausgebildet ist und eine Vielzahl von zur Beschichtung hin offenen Löchern aufweist und daß die Beschichtung Vorsprünge ausbildet, die in die

Löcher eingreifen, so daß die ausgehärtete Beschichtung eine nagelförmige in der Wärmedämmplatte verankerte Struktur hat.

[0014] Erfindungsgemäß besteht das Dämmstoffelement somit aus einer Wärmedämmplatte, beispielsweise aus Mineralfasern oder Polystyrol-Hartschaum, und einer Beschichtung, die zumindest auf einer Oberfläche der Wärmedämmplatte angeordnet ist. Die Wärmedämmplatte hat eine Vielzahl rechtwinklig zu der großen Oberfläche, die mit der Beschichtung versehen werden soll, verlaufende Öffnungen, insbesondere Löcher, in die die aufzubringende Beschichtung eindringen kann, um eine tiefe Verankerung in der Wärmedämmplatte zu erzielen. Hierdurch wird eine wesentlich bessere Haftung, insbesondere lösungsmittelfreier Dispersionskleber oder auf der Basis von hydraulisch erhärtenden Bindemitteln aufgebauten Kleber bzw. Kombinationen daraus erzielt. Bei Wärmedämmplatten aus Polystyrol-Hartschaum hat sich gezeigt, daß die intensivere Verzahnung der Wärmedämmplatte mit der Beschichtung einen möglichen Abriß der Kleber- oder Putzschicht auf der Oberfläche der Dämmstoffplatte entgegen wirkt, so daß ein derartig ausgebildetes Dämmstoffelement eine deutlich erhöhte Querkraftfestigkeit hat.

[0015] Die Wärmedämmplatte ist vorzugsweise genadelt. Hierbei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß die Wärmedämmplatte 5 bis 20 Löcher pro cm^2 , insbesondere 8 bis 10 Löcher pro cm^2 bei faserigen Wärmedämmplatten bzw. 10 bis 16 Löcher pro cm^2 bei Hartschaum-Wärmedämmplatten aufweist. Diese Anzahl der Löcher ist ausreichend, um eine innige Verbindung zwischen der Wärmedämmplatte und der Beschichtung über die gesamte Fläche des Dämmstoffelementes zu erzielen, wobei die Wärmedämmplatte nicht wesentlich geschwächt wird.

[0016] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die Löcher in Abhängigkeit ihrer dichten Anordnung in der großen Oberfläche der Wärmedämmplatte zumindest im Bereich der großen Oberfläche Durchmesser von 1 bis 5 mm, vorzugsweise 2 bis 3 mm aufweisen. Bei dieser Ausgestaltung der Löcher ist zu berücksichtigen, daß die Dämmeigenschaften des Dämmstoffelementes nicht durch zu große nagelförmige Verankerungen der Beschichtung negativ beeinflußt werden. Andererseits müssen die nagelförmigen Vorsprünge der Beschichtung ausreichend stabil bemessen sein, um ein Abscheren der Beschichtung von ihren nagelförmigen Vorsprüngen zu vermeiden. Allerdings sind auch mit größeren Einstichen und einer dementsprechend geringeren Zahl von Einstichen respektive Einprägungen pro cm^2 gute Ergebnisse erzielbar. Wesentlich bei der Bemessung der Anzahl der Einstiche und der Materialstärke der in die Einstiche eingreifenden nagelförmigen Vorsprünge der Beschichtung ist die Struktur des Dämmstoffelementes. Hierunter sind die Faserorientierung, die Rohdichte, die Bindemittelgehalte sowie die Elastizität der Fasern zu

verstehen.

[0017] Bei Mineralfasern, die im wesentlichen parallel zu den großen Oberflächen verlaufen, sind die Löcher vorzugsweise kegel- und/oder kegelstumpfförmig ausgebildet, so daß jedes Loch in einer Spitze ausläuft.

[0018] Bei Dämmstoffelementen, deren Mineralfasern im wesentlichen rechtwinklig oder geneigt zu den großen Oberflächen verlaufen, sind die Löcher vorzugsweise zylindrisch, kegel- und/oder kegelstumpfförmig und/oder pyramidenstumpfförmig mit jeweils kalottenförmigen oder kugelabschnittförmigen Enden ausgebildet. In jedem Fall sind die Löcher in Abhängigkeit der Rohdichte der zu behandelnden Dämmstoffe auszubilden, so daß ein sicheres Einbringen der Beschichtung in die Löcher möglich ist.

[0019] Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, das Dämmstoffelement aus einer beidseitig beschichteten Wärmedämmplatte auszubilden. Hierbei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Löcher in beiden großen Oberflächen der Wärmedämmplatte versetzt zueinander anzuordnen, so daß eine Verbindung der Löcher beider Oberflächen nicht besteht. Eine derartige Verbindung würde durch das Aufbringen der Beschichtungsmasse gegebenenfalls zu Wärmebrücken führen, die bei derartigen Dämmstoffelementen zu verhindern sind. Andererseits besteht durch das versetzte Anordnen der Löcher in beiden großen Oberflächen die Möglichkeit, eine tiefe Verankerung auch bei solchen Dämmstoffelementen zu erzielen, die nur eine geringe Materialstärke aufweisen, so daß jede Verankerung der Beschichtung größer als die Hälfte der Materialstärke des Dämmstoffelementes ausgebildet sein kann.

[0020] Bei Hartschaum-Wärmedämmplatten hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Löcher mit einer Axiallänge von kleiner gleich 5 mm auszubilden, da dann bereits die voranstehend beschriebenen Problematiken hinsichtlich des Abrisses der Kleber- oder Putzschichten auf der Oberfläche der Dämmstoffplatte wesentlich verringert werden.

[0021] Seitens des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zur Lösung der Aufgabenstellung vorgesehen, daß die Wärmedämmplatte vor dem und/oder beim Aufbringen der Beschichtung zumindest im Bereich der zu beschichtenden Oberfläche perforiert, insbesondere genadelt wird.

[0022] Hierbei werden in die zu beschichtende große Oberfläche 5 bis 20 Löcher pro cm^2 , insbesondere 8 bis 10 Löcher pro cm^2 bei faserigen Wärmedämmplatten bzw. 10 bis 16 Löcher pro cm^2 bei Hartschaum-Wärmedämmplatten eingebracht.

[0023] Vorzugsweise werden beide großen Oberflächen der Wärmedämmplatten perforiert, insbesondere genadelt und anschließend beschichtet, wobei die Löcher in den gegenüberliegenden Oberflächen versetzt zueinander angeordnet werden.

[0024] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Beschichtung werkseitig aufzubringen. Hierbei kann die Beschichtung sowohl manuell als auch maschinell in

die Oberfläche der Wärmedämmplatte eingearbeitet werden.

[0025] Um einen innigen Verbund der Beschichtung mit der Wärmedämmplatte zu erzielen ist es vorteilhaft, die Beschichtung unter Druck auf die Oberfläche der Wärmedämmplatte zu applizieren und in die Perforation einzupressen.

[0026] Eine weitere Verbesserung des Verfahrens hinsichtlich einer innigen Verbindung zwischen der Wärmedämmplatte und der Beschichtung wird dadurch erzielt, daß ein relativ dünnflüssiger Kleber als Beschichtung in die Perforation injiziert und ein relativ dazu körniger Klebemörtel oder dergleichen auf der Oberfläche angeordnet wird.

[0027] Bei Wärmedämmstoffen haben sich als Beschichtung Polyurethan-Injektionen bewährt, wohingegen Injektionen mit gefülltem Kieselsol, Ormoceren, Wasserglas, Phosphatbindern oder dergleichen bei thermisch belastbaren Wärmedämmstoffen von Vorteil sind. Verfahrensmäßig ist es schließlich vorteilhaft, nach der ersten werkseitigen Beschichtung eine zweite Beschichtung aufzubringen.

[0028] Zur Durchführung des voranstehend dargestellten Verfahrens ist eine Vorrichtung zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen vorgesehen, welche aus zumindest einem Träger mit einer Vielzahl in Richtung auf eine Dämmstofflage ausgerichteten, insbesondere rotationssymmetrisch ausgebildeten Nadeln oder Stiften besteht, wobei der Träger einer Beschichtungseinrichtung vorgeschaltet ist, die Bestandteil einer kontinuierlich arbeitenden Dämmstoffproduktionsanlage ist.

[0029] Die Stifte oder Nadeln sind zu ihrem freien Ende konisch ausgebildet, wobei zumindest das freie Ende die Konizität aufweist und die Stifte oder Nadeln im übrigen zylindrisch ausgebildet sind. Diese Ausgestaltung ermöglicht ein möglichst zerstörungsfreies Eindringen der Stifte oder Nadeln in die Wärmedämmplatte.

[0030] Der Träger ist vorzugsweise im rechten Winkel zur Dämmstofffläche auf- und niederbewegbar angeordnet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Träger als rotierende Walze auszubilden, wobei die Nadeln oder Stifte radial verlaufend angeordnet sind. Hierbei ist bevorzugt, daß die Nadeln oder Stifte kegelstumpf- oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet sind. Nach einem weiteren Merkmal dieser Ausgestaltung besteht die Möglichkeit, die Basis der pyramidenstumpfförmig ausgebildeten Nadeln oder Stifte in Drehrichtung der Walze schmaler als in Achsrichtung der Walze auszubilden.

[0031] Um die Beschichtung tief in die Wärmedämmplatte zu injizieren, ist vorgesehen, daß zumindest ein Teil der Stifte oder Nadeln hohl ausgebildet ist und einen Kanal zur Durchleitung eines dünnflüssigen Klebers aufweist.

[0032] Schließlich ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, daß die Nadeln oder Stifte an ihren freien Ende Widerhaken aufweisen, die ins-

besondere dann vorteilhaft sind, wenn Wärmedämmplatten aus Polystyrol-Hartschaum verfahrensmäßig bearbeitet werden sollen, da diese Widerhaken eine Vergrößerung der spezifischen Oberfläche durch Auf- bzw. Herausreißen von Material aus der Oberfläche ermöglichen.

[0033] Gemäß der Erfindung werden bei faserigen Dämmstoffelementen 8 bis 10 Einstiche pro cm² in die Oberfläche der Wärmedämmplatte gedrückt. Die Durchmesser der Einstiche betragen beispielsweise ca. 1 bis ca. 5 mm, vorzugsweise jedoch 2 bis 3 mm. Für die Herstellung derartiger Löcher in einer Wärmedämmplatte eignen sich beispielsweise Stifte oder Nadeln aus hochfesten Stählen. Die Form der Stifte ist abhängig von der Art der Wärmedämmplatte. Bei Wärmedämmplatten, deren Fasern parallel zu den großen Oberflächen verlaufen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Stifte vorzugsweise in eine Spitze auslaufen zu lassen. Bei Wärmedämmplatten mit im wesentlichen rechtwinklig zu den Oberflächen angeordneten Fasern eignen sich insbesondere abgerundete Stifte, da hier der Effekt der seitlichen Verdrängung der Fasern überwiegt. Bei der Auswahl der entsprechenden Stifte spielt die Rohdichte der Wärmedämmplatte eine nicht unerhebliche Rolle.

[0034] Die Stifte sind für die Bearbeitung von Wärmedämmplatten zumeist auf Platten aus Metall, Holz, Holzwerkstoffen aufgesetzt, die im rechten Winkel zu den Dämmstoffoberflächen auf- und niederbewegt werden. Bei dieser Vorgehensweise ist der Effekt der Hohlraumbildung in der Oberfläche der Wärmedämmplatte weitgehend unabhängig von der Orientierung der Fasern in der Oberflächenebene.

[0035] Bei Wärmedämmplatten mit im wesentlichen rechtwinklig zu den großen Oberflächen verlaufenden Fasern können auch Stifte verwendet werden, die kegelstumpf- oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet und auf einer Walze befestigt sind. Die Basis der pyramidenstumpfförmigen Stifte kann dabei in Laufrichtung der Walze deutlich schmaler sein, als koaxial zur Walze. Bei dieser Konfiguration werden die Spitzen der Stifte abgerundet, um einen schonenden Eingriff zu bewirken.

[0036] Die Öffnungen in der Wärmedämmplatte können hinsichtlich ihrer Durchmesser bzw. Öffnungsweiten sowie ihrer Tiefe in Abhängigkeit der Charakteristik der Wärmedämmplatte ausgebildet sein. Hierbei spielen die Viskosität und die Teilchengröße der Kleber ebenfalls eine wesentliche Rolle. Darüber hinaus ist auch die erforderliche Festigkeit des Verbundes aus Wärmedämmplatte und Beschichtung von Bedeutung. Begrenzt wird die Verankerungstechnik u.a. dadurch, daß der Wärmedurchlaßwiderstand des Dämmstoffs nicht oder nur unwesentlich verändert werden soll. Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß die behandelten Dämmstoffelemente trotz der auf Baustellen üblichen Imperfektionen und ohne Anwendungen zusätzlicher Behandlungsmethoden,

beispielsweise bei Wärmedämmverbundsystemen, in ihren durchschnittlichen Querkzugfestigkeiten deutlich verbessert sind. Bei der Herstellung werkseitiger Beschichtungen kann naturgemäß die Güte und Gleichmäßigkeit der Beschichtung deutlich verbessert werden. Hierbei werden die auf die Oberfläche aufgetragenen Kleber durch Abstreifschienen, maschinell angetriebene Spachtel, rotierende Scheiben und andere Einrichtungen in die Hohlräume der Wärmedämmplatte eingedrückt bzw. auf der Oberfläche der Wärmedämmplatte verteilt. In Abhängigkeit von der Hohlraumgröße, seiner Tiefe und der Viskosität der Kleber wird der auf den Kleber ausgeübte Druck bis in die Tiefe des Hohlraumes wirksam. Unter diesem Druck wird der Kleber auch in die Seitenbereiche der Hohlräume gepreßt. Bei Wärmedämmplatten mit parallel zu den großen Oberflächen ausgerichteten Fasern kann der Kleber auch horizontal zwischen die Fasern gelangen, so daß sich die Verankerung der Beschichtung mit der Wärmedämmplatte deutlich verbessert. Gleichzeitig erfolgt eine lokale Verdichtung der Fasern, die sich zwischen den Hohlräumen befinden. Die zusätzliche seitliche Verzahnung und die lokale Verdichtung um die Hohlräume herum erhöhen zusammen mit der durch die Hohlräume erhöhten spezifischen Verklebungsfläche ganz wesentlich die Festigkeit des Dämmstoffelementes.

[0037] Bei Wärmedämmplatten mit rechtwinklig zu den großen Oberflächen verlaufenden Fasern wirkt der injizierte Kleber ähnlich, wenn auch die horizontale Ausbreitung geringer ist als bei solchen Wärmedämmplatten, die einen Faserverlauf mit im wesentlichen parallel zu den großen Oberflächen ausgerichteten Fasern aufweisen.

[0038] Durch die Verwendung von Hohladeln kann relativ dünnflüssiger Kleber gezielt in die Oberfläche der Wärmedämmplatte injiziert werden, während auf der Oberfläche ein relativ dazu körniger Klebemörtel verteilt wird.

[0039] Die Festigkeitseigenschaften des Dämmstoffelementes lassen sich darüber hinaus durch eine Variation der Injektionstiefen vergrößern. Im Extremfall kann die Penetration die gesamte Dicke der Wärmedämmplatte erreichen. Um die dadurch verursachten Wärmebrücken zu minimieren, ist vorgesehen, daß die Wärmedämmplatte auf ihren beiden großen Oberflächen entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren bearbeitet wird, wobei die Perforation versetzt zueinander angeordnet wird.

[0040] Bei Wärmedämmplatten aus Polystyrol-Hartschaum ist die Zahl der Penetrationen in die Oberfläche mit ca. 10 bis 16 Einstichen pro cm² deutlich größer als bei Wärmedämmplatten aus Mineralfasern, bei denen eine zu große Dichte an Einstichstellen zu einer partiellen Zerstörung der Oberflächenstruktur führen kann, was in der Folge den gewünschten Verstärkungseffekt wieder abmindert. Da Polystyrol-Hartschäume Rückstelleffekte aufweisen, wird eine Penetrationsstärke von

größer 2 mm vorgesehen. Bei dieser Größenordnung wird das thermoplastische Verhalten des Polystyrol-Hartschaums soweit kompensiert, daß eine ausreichend große Penetrationsbreite für das Eindringen der Beschichtung verbleibt. Bei derartigen Dämmstoffelementen mit Polystyrol-Hartschaumplatten steht eine deutliche Erhöhung der spezifischen Oberfläche im Vordergrund, so daß Einstichtiefen von weniger als 5 mm ausreichen, um den erwünschten Verbindungseffekt zwischen Beschichtung und Wärmedämmplatte zu erzielen.

[0041] Weitere Merkmale und Vorteil der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der bevorzugte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Dämmstoffelementes dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine Wärmedämmplatte für ein Dämmstoffelement in perspektivischer Ansicht;
- Figur 2 ein Abschnitt eines Dämmstoffelementes im Querschnitt;
- Figur 3 eine zweite Ausführungsform eines Dämmstoffelementes im Querschnitt;
- Figur 4 eine dritte Ausführungsform eines Dämmstoffelementes im Querschnitt und
- Figur 5 einen Abschnitt einer Vorrichtung zur Beschichtung von Dämmstoffen in Seitenansicht.

[0042] Eine in der Figur 1 dargestellte Wärmedämmplatte 1 weist eine obere große Oberfläche 2, eine untere große Oberfläche 3, Schmalseiten 4 und Längsseiten 5 auf. Die Wärmedämmplatte 1 ist quaderförmig ausgebildet, so daß die Oberflächen 2, 3 jeweils rechtwinklig zu den Schmalseiten 4 und den Längsseiten 5 angeordnet sind.

[0043] Die große Oberfläche 2 ist in einem gleichmäßigen Muster mit zur Oberfläche 1 offenen Löchern 6 versehen. Die derart ausgebildete Wärmedämmplatte 1 ist zur Aufnahme einer Beschichtung, beispielsweise eines Klebemörtels oder einer Kunststoffdispersion vorbereitet, wobei die in Figur 1 nicht näher dargestellte Beschichtung auf die Oberfläche 2 aufgebracht wird und in die Löcher 6 eindringt, um eine innige Verankerung mit der Wärmedämmplatte 1 einzugehen.

[0044] In den Figuren 2 bis 4 sind unterschiedliche Ausgestaltungen von Dämmstoffelementen dargestellt, die jeweils aus einer Wärmedämmplatte 1 und einer Beschichtung 8 bestehen.

[0045] In Figur 2 ist zu erkennen, daß die Löcher 6 im überwiegenden Teil zylindrisch und in ihren geschlossenen Ende kegelförmig ausgebildet sind. Beim Aufbringen der Beschichtung 8 auf die Oberfläche 2 der Wärmedämmplatte 1 dringt die Beschichtung 8 in die

Löcher 6 ein und füllt diese vollständig aus. Hierbei kann die Beschichtung auch eine parallel zu den großen Oberflächen 2, 3 ausgerichtete Verankerung mit den Fasern 9 der Wärmedämmplatte 1 eingehen. In Figur 2 ist ferner zu erkennen, daß die Beschichtung 8 in einem oberflächennahen Bereich der Wärmedämmplatte 1 angeordnet ist.

[0046] Demgegenüber zeigt die Figur 3 einen Ausschnitt eines Dämmstoffelementes 7, bei welchem die Beschichtung 8 die Wärmedämmplatte 1 über ihre gesamte Materialstärke durchdringt. Die Löcher 6 sind bei diesem Ausführungsbeispiel zylindrisch ausgebildet.

[0047] Figur 4 zeigt demgegenüber ein Dämmstoffelement 7, welches auf beiden Oberflächen 2 und 3 mit einer Beschichtung 8 versehen ist. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel weist das Wärmedämmelement 1 rechtwinklig zu seinen Oberflächen 2 und 3 angeordnete Löcher 6 auf, die pyramidenförmig ausgebildet und nach Aufbringen der Beschichtungen 8 mit Beschichtungsmaterial ausgefüllt sind.

[0048] Um bei diesem Ausführungsbeispiel Wärmebrücken im Dämmstoffelement 7 zu vermeiden, sind die Löcher der beiden Oberflächen 2, 3 versetzt zueinander angeordnet, so daß eine Verbindung zwischen den in die Wärmedämmplatte 1 reichenden Keile aus Klebermasse nicht besteht.

[0049] Die Figur 5 zeigt schließlich eine Vorrichtung 10 zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffelementen. Diese Vorrichtung 10 besteht aus einem Träger 11, der über Linearmotore 12 in vertikaler Richtung auf eine nicht näher dargestellte Dämmstofflage zu bzw. von dieser Dämmstofflage weg bewegbar ist.

[0050] Der Träger 11 weist eine Vielzahl von Nadeln 12 auf, die im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind und eine kegelförmige Spitze haben. Diese Nadeln 12 dringen in die Wärmedämmplatte 1 ein und perforieren die Wärmedämmplatte 1 beispielsweise mit einem Muster, wie es in Figur 1 dargestellt ist.

[0051] Ein Teil der Nadeln ist als Hohladeln 13 ausgebildet, wobei jede Hohladel 13 einen in Achsrichtung verlaufenden, zentrisch angeordneten Kanal 14 aufweist, welcher Kanal 14 an einer Zufuhrleitung 15 angeschlossen ist. Über die Zufuhrleitung 15 wird Klebmaterial 14 der Hohladel 13 zugeführt, welches bei abgesenktem Träger 11 und in die Wärmedämmplatte 1 eingedrungenen Nadeln 12 oder 13 in die Wärmedämmplatte 1 injiziert wird. Es ist aber auch denkbar, daß sämtliche Nadeln 12 entsprechend den Hohladeln 13 ausgebildet sind.

[0052] Mit der voranstehend beschriebenen Vorrichtung wird eine Wärmedämmplatte 1 perforiert, bevor eine Beschichtung 8 auf die perforierte große Oberfläche der Wärmedämmplatte aufgebracht wird, um ein Dämmstoffelement 7 zu bilden. Die flüssige Beschichtung 8 dringt hierbei zumindest in die Löcher 6 der Perforation und vorzugsweise auch in den Nahbereich

dieser Löcher 6 zwischen die Fasern 9 ein, so daß die Beschichtung 8 nicht nur auf der Oberfläche der Wärmedämmplatte 1 haftet, sondern auch im Innenbereich der Wärmedämmplatte 1 verankert ist.

[0053] Nach dem Aushärten der Beschichtung 8 besteht die Möglichkeit, eine weitere Beschichtung aufzubringen, so daß Dämmstoffelemente 7 hergestellt werden, die hochbelastbar sind und beispielsweise bei Wärmedämmverbundsystemen mit einer Klinkerbekleidung versehen werden können. Die zweite Beschichtung kann ebenfalls werkseitig oder vor Ort, d.h. auf der Baustelle aufgebracht werden. Hierbei ist sicherzustellen, daß die zweite Beschichtung mit der ersten Beschichtung eine innige Verbindung eingeht.

Patentansprüche

1. Dämmstoffelement zu Wärme- und/oder Schalldämmzwecken, insbesondere in Verbindung mit Wärmedämmverbundsystemen, bestehend aus einer Wärmedämmplatte, insbesondere aus Mineralfasern, vorzugsweise aus Glas- oder Steinwollefasern, oder Polystyrol-Hartschaum, mit einer zumindest auf einer großen Oberfläche aufgetragenen Beschichtung zur zumindest partiellen Verklebung der Wärmedämmplatten mit Deckschichten bzw. tragenden Flächen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmedämmplatte (1) zumindest im Bereich der die Beschichtung (8) aufweisenden großen Oberfläche (2) bzw. Oberflächen (2, 3) perforiert ausgebildet ist und eine Vielzahl von zur Beschichtung (8) hin offenen Löchern (6) aufweist und daß die Beschichtung (8) Vorsprünge ausbildet, die in die Löcher (6) eingreifen, so daß die ausgehärtete Beschichtung (8) eine nagelförmige, in der Wärmedämmplatte (1) verankerte Struktur hat.
2. Dämmstoffelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmedämmplatte (1) genadelt ist.
3. Dämmstoffelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmedämmplatte (1) 5 bis 20 Löcher (6) pro cm², insbesondere 8 bis 10 Löcher (6) pro cm² bei faserigen Wärmedämmplatten (1) bzw. 10 bis 16 Löcher (6) bei Hartschaum-Wärmedämmplatten (1) aufweist.
4. Dämmstoffelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Löcher (6) in Abhängigkeit ihrer dichten Anordnung in der großen Oberfläche (2) der Wärmedämmplatte (1) zumindest im Bereich der großen Oberfläche (2) Durchmesser von 1 bis 5 mm, vorzugsweise 2 bis 3 mm aufweist.

5. Dämmstoffelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mineralfasern im wesentlichen parallel zu den großen Oberflächen (2, 3) verlaufen und die Löcher (6) kegel- und/oder kegels stumpfförmig ausgebildet sind. 5
6. Dämmstoffelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mineralfasern im wesentlichen rechtwinklig oder geneigt zu den großen Oberflächen (2, 4) verlaufen und die Löcher (6) zylindrisch, kegelförmig und/oder kegels stumpfförmig und/oder pyramidenstumpfförmig mit jeweils kalottenförmigen oder kugelabschnittförmigen Enden ausgebildet sind. 10 15
7. Dämmstoffelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Löcher (6) im wesentlichen rechtwinklig zu den großen Oberflächen (2, 3) der Wärmedämmplatte (1) ausgerichtet sind. 20
8. Dämmstoffelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Löcher (6) in beiden großen Oberflächen (2, 3) der Wärmedämmplatte (1) versetzt zueinander angeordnet sind. 25
9. Dämmstoffelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Löcher (6) bei Hartschaum-Wärmedämmplatten eine axiale Länge kleiner gleich 5 mm aufweisen. 30
10. Verfahren zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen mit einer Beschichtung zur zumindest partiellen Verkleben einer aus dem Dämmstoff hergestellten Wärmedämmplatte mit Deckschichten bzw. tragenden Flächen, wobei die Wärmedämmplatte insbesondere aus Mineralfasern, vorzugsweise aus Glas- oder Steinwollfasern oder Polystyrol-Hartschaum besteht und die Beschichtung auf zumindest einer großen Oberfläche der Wärmedämmplatte aufgebracht wird, 35 40
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmedämmplatte (1) vor dem und/oder beim Aufbringen der Beschichtung (8) zumindest im Bereich der zu beschichtenden Oberfläche (2) perforiert, insbesondere genadelt wird. 45
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß in die zu beschichtende große Oberfläche (2) 5 bis 20 Löcher pro cm², insbesondere 8 bis 10 Löcher pro cm² bei faserigen Wärmedämmplatten (1) bzw. 10 bis 16 Löcher pro cm² bei Hartschaum- 55

Wärmedämmplatten (1) eingebracht werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß beide großen Oberflächen (2, 3) der Wärmedämmplatte (1) perforiert, insbesondere genadelt und anschließend beschichtet werden, wobei die Löcher (6) in den gegenüberliegenden Oberflächen (2, 3) versetzt zueinander angeordnet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beschichtung (8) werkseitig aufgebracht wird.
14. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beschichtung (8) manuell und/oder maschinell in die Oberfläche (2) der Wärmedämmplatte (1) eingearbeitet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beschichtung (8) unter Druck auf die Oberfläche (2) der Wärmedämmplatte (1) appliziert und in die Perforation eingepreßt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Beschichtung (8) ein relativ dünnflüssiger Kleber gezielt in die Perforation injiziert und relativ dazu körniger Klebemörtel oder dergleichen auf der Oberfläche (2) angeordnet werden.
17. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Beschichtung (8) Polyurethan-Injektionen bei Wärmedämmstoffen oder Injektionen mit gefülltem Kieselsol, Ormoceren, Wasserglas, Phosphatbindern oder dergleichen bei thermisch belastbaren Wärmedämmstoffen verwendet werden. 35 40
18. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß nach der ersten werkseitigen Beschichtung eine zweite Beschichtung aufgebracht wird.
19. Vorrichtung zur Behandlung, insbesondere Beschichtung von Dämmstoffen nach dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 10 bis 18, bestehend aus zumindest einem Träger (11) mit einer Vielzahl in Richtung auf eine Dämmstofflage ausgerichteten, insbesondere rotationssymmetrisch ausgebildeten Nadeln oder Stiften, wobei der Träger (11) einer Beschichtungseinrichtung vorgeschaltet ist, die Bestandteil einer kontinuierlich arbeitenden Dämmstoffproduktionsanlage ist. 45 50 55

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Stifte oder Nadeln (12) zu ihrem freien
Ende hin konisch ausgebildet sind, wobei zumin-
dest das freie Ende die Konizität aufweist und die
Stifte oder Nadeln (12) im übrigen zylindrisch aus-
gebildet sind. 5
21. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, 10
daß der Träger (11) im rechten Winkel zur Dämmst-
offfläche auf- und niederbewegbar angeordnet ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, 15
daß der Träger (11) als rotierende Walze ausgebil-
det ist, wobei die Nadeln (12) oder Stifte radial ver-
laufend angeordnet sind.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, 20
dadurch gekennzeichnet,
daß die Nadeln (12) oder Stifte kegelstumpf- oder
pyramidenstumpfförmig ausgebildet sind.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, 25
dadurch gekennzeichnet,
daß die Basis der pyramidenstumpfförmig ausge-
bildeten Nadeln (12) oder Stifte in Drehrichtung der
Walze schmaler als in Achsrichtung der Walze aus-
gebildet ist. 30
25. Vorrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß die freien Enden der Nadeln (12) oder Stifte
abgerundet ausgebildet sind. 35
26. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Träger (11) höhenverstellbar gelagert ist. 40
27. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest ein Teil der Stifte oder Nadeln (12)
hohl ausgebildet ist und einen Kanal (14) zur
Durchleitung eines dünnflüssigen Klebers aufweist. 45
28. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Träger (11) pro cm² 5 bis 20 Nadeln (12)
oder Stifte, insbesondere 8 bis 10 Nadeln (12) oder
Stifte bei der Penetration faseriger Wärmedämm-
platten (1) bzw. 10 bis 16 Nadeln (12) oder Stifte bei
der Penetration von Hartschaum-Wärmedämmplat-
ten (1) aufweisen. 50
29. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Nadeln (12) oder Stifte einen Durchmesser
größer gleich 2 mm aufweisen. 55
30. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Nadeln (12) oder Stiften an ihren freien
Enden Widerhaken aufweisen.

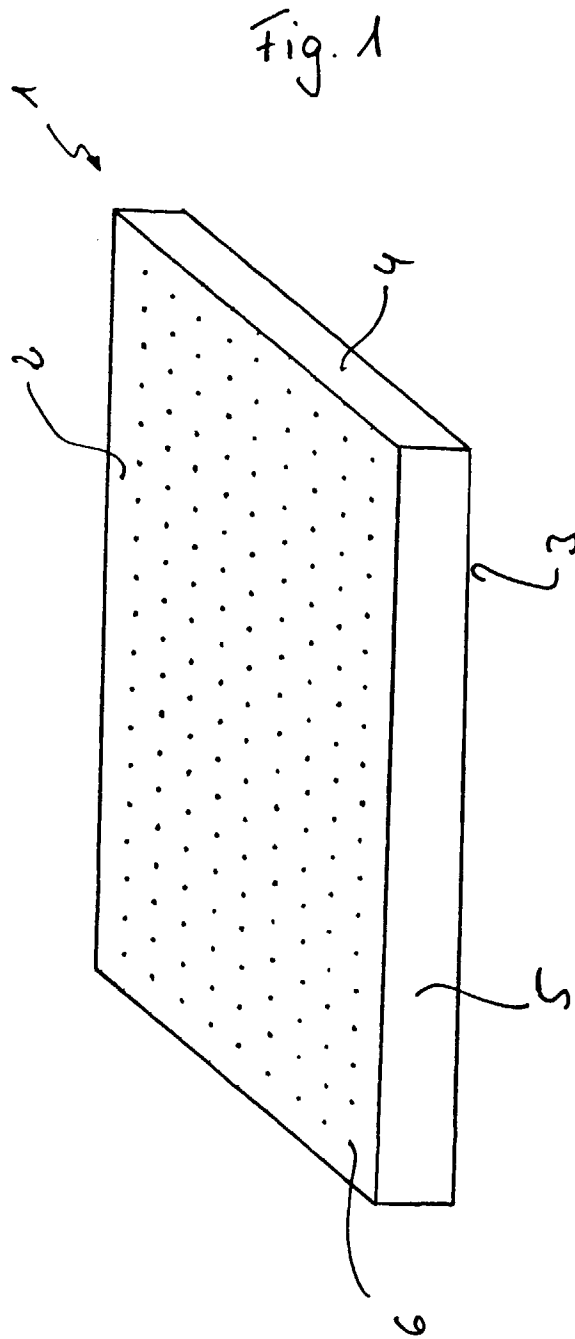


Fig. 2

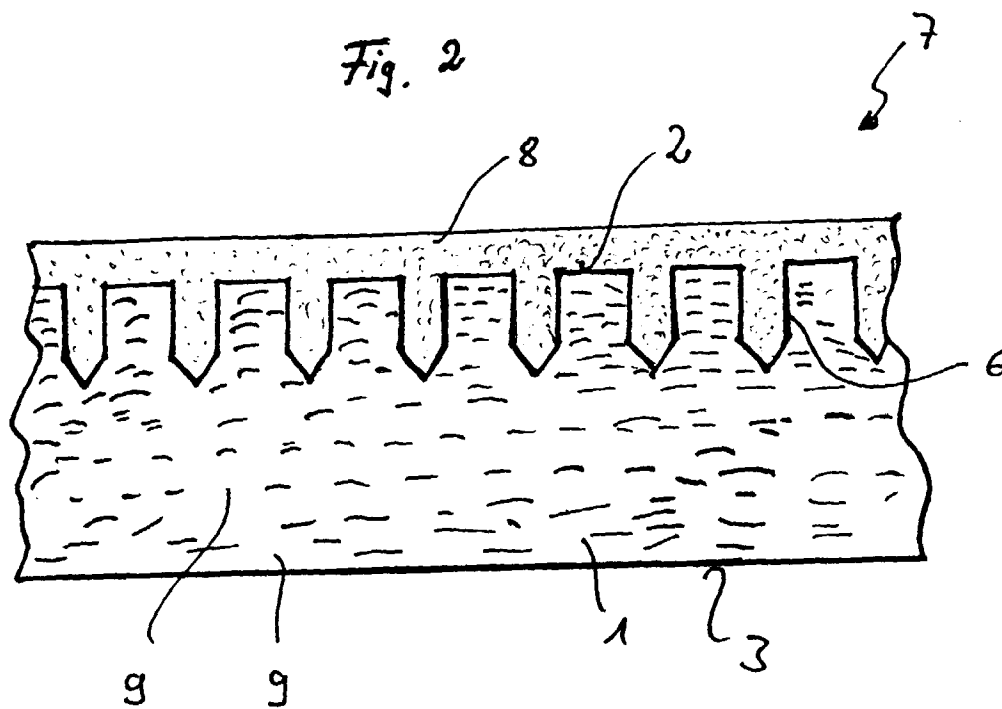


Fig. 3

