



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.12.2003 Patentblatt 2003/50**

(51) Int Cl.7: **E04B 1/74**

(21) Anmeldenummer: **03011799.8**

(22) Anmeldetag: **24.05.2003**

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

(72) Erfinder: **Eisenbeiss, Thomas**  
**84387 Julbach (DE)**

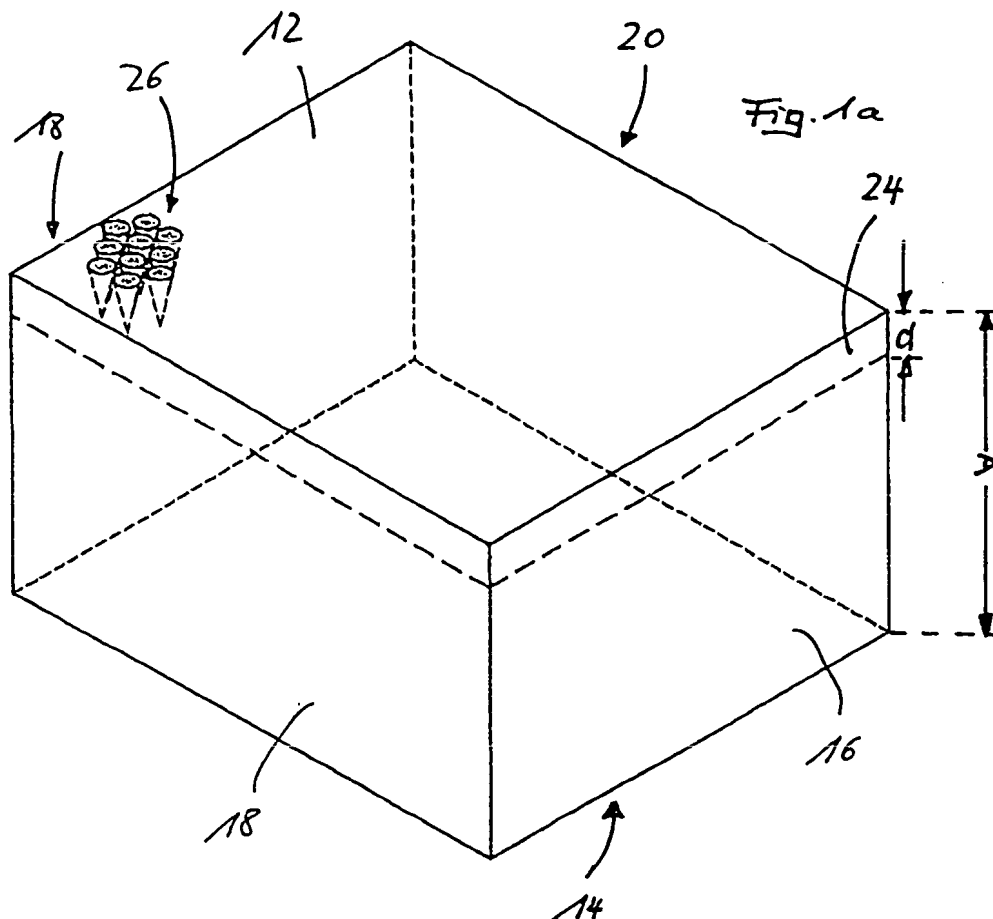
(74) Vertreter: **Becker, Thomas, Dr., Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte**  
**Becker & Müller,**  
**Turmstrasse 22**  
**40878 Ratingen (DE)**

(30) Priorität: **28.05.2002 DE 10223671**  
**14.06.2002 DE 10226514**

(71) Anmelder: **Heraklith AG**  
**9586 Fürnitz (AT)**

(54) **Bauplatte und Verwendung der Bauplatte**

(57) Die Erfindung betrifft eine Bauplatte mit einer Schicht aus zumindest teilweise untereinander verbundenen Mineralfasern sowie einem offenen Porengerüst zwischen den Mineralfasern, und ihre Verwendung.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Bauplatte mit einer Schicht aus zumindest teilweise untereinander verbundenen Mineralfasern sowie einem offenen Porengerüst zwischen den Mineralfasern und ihre Verwendung.

**[0002]** Eine solche Bauplatte kann eine reine Mineralfaserplatte ebenso sein wie eine Verbund-Bauplatte, bei der eine Schicht aus Mineralfasern besteht.

**[0003]** Üblicherweise werden die Mineralfasern, nach ihrer Gewinnung aus einer Schmelze, unter Beimischung eines Bindemittels zu einem Primär-/Sekundärvlies aufbereitet, anschließend verdichtet, in einem Ofen gehärtet und anschließend auf das gewünschte Maß zugeschnitten. Der Zuschnitt kann auch vor dem Aushärten erfolgen. Ebenso sind Mineralfaser-Bauplatten bekannt, die als sogenannte Lamellenplatten bezeichnet werden, bei denen einzelne Lamellen zu einer Bauplatte zusammengefügt wurden.

**[0004]** Alle diese bekannten Bauelemente, unabhängig von der Ausrichtung (Orientierung) der Fasern, werden erfindungsgemäß unter dem Begriff "Bauplatte" subsumiert. Dies gilt auch bezüglich der äußeren Geometrie. Üblicherweise wird eine Bauplatte zwei plane, zueinander parallele Oberflächen aufweisen; es gibt aber auch Anwendungsfälle, wo dies anders sein kann. Beispielsweise könnte eine Bauplatte auch einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen oder auf einer Hauptoberfläche gerillt oder geriffelt ausgebildet sein. In letztgenanntem Fall wird nachstehend der Begriff "Hauptoberfläche" dahingehend verstanden, daß es sich um den entsprechenden Oberflächenbereich des Bauelementes handelt.

**[0005]** Allen Bauelementen ist gemein, daß zwischen den Mineralfasern Hohlräume existieren, die ein offenes Porengerüst ausbilden. Dieses liegt zwischen 10 und 90 Vol.-%, meist 50 bis 90 Vol.-%, kann aber auch mehr als 90 % des Gesamtvolumens der Bauplatte betragen.

**[0006]** Die Druckfestigkeit einer Bauplatte hängt unter anderem von der Rohdichte, aber auch von der Faserorientierung ab. Die genannte Lamellenplatte, bei der die Fasern im wesentlichen senkrecht zu den Hauptoberflächen verlaufen, weist eine wesentlich höhere Druckfestigkeit gegenüber einer Mineralfasermatte/Mineralfaserplatte auf, bei der die Fasern im wesentlichen parallel zu den Hauptoberflächen oder irregulär verlaufen.

**[0007]** Wenngleich insbesondere die letztgenannte Kategorie erfindungsgemäß im Vordergrund steht so lassen sich auch alle anderen Arten der genannten Bauplatten in nachfolgendem Sinne optimieren:

**[0008]** Die Druckfestigkeit, insbesondere im Sinne einer Begehrbarkeit oder Befahrbarkeit, ist häufig unzureichend. Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen und eine Bauplatte anbieten, die eine verbesserte Begehrbarkeit besitzt.

**[0009]** Im Stand der Technik sind Verbundelemente bekannt, bei denen eine Mineralfaserschicht beispiels-

weise mit einer Holzwolle-Leichtbauplatte verklebt wird. Diese Holzwolle-Deckschicht erhöht zwar die Oberflächen-Festigkeit der Mineralfaser-Schicht, erfordert aber auch einen erheblichen verfahrenstechnischen Aufwand. Außerdem wird das Produkt dicker und schwerer. Die wärmetechnischen Eigenschaften verändern sich. Gleiches gilt, wenn ein Mineralfaserelement mit einer Putzschicht oder dergleichen versehen wird.

**[0010]** Die Erfindung geht einen völlig anderen Weg, und zwar unter Zugrundelegung folgender Überlegungen:

**[0011]** Das vorhandene offene Porenvolumen zwischen den Mineralfasern in einem Abschnitt unterhalb (benachbart) einer Haupt-Oberfläche wird genutzt, um es partiell mit einem aushärtenden Material zu füllen und auf diese Weise eine Vielzahl, diskreter, einzelner "Armierungsbereiche" innerhalb des Porengerüsts zu schaffen, die zu einer nennenswerten Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des entsprechenden Abschnitts beitragen. Dieses Ziel kann mit besonderem Vorteil erreicht werden, wenn das Porengerüst zuvor dahingehend verändert wurde, daß (relativ) größere Hohlräume geschaffen werden, beispielsweise durch entsprechende mechanische Perforierung. Auf diese Weise läßt sich auch das genannte Füllmaterial leichter einbringen. Die entsprechende "gefüllte Schicht" kann sehr dünn sein, beispielsweise nur einige Millimeter, insbesondere dann, wenn die einzelnen verfüllten Hohlräume (Inseln) dicht beieinander liegen, also nur einen kleinen Abstand zueinander aufweisen.

**[0012]** In ihrer allgemeinsten Ausführungsform betrifft die Erfindung eine Bauplatte mit einer Schicht aus zumindest teilweise untereinander verbundenen Mineralfasern sowie einem offenen Porengerüst zwischen den Mineralfasern, wobei das Porengerüst, ausgehend von mindestens einer Hauptoberfläche der Mineralfaserschicht, über einen Abschnitt, senkrecht zu dieser Hauptoberfläche, zwischen 0,5 und 50 % der Gesamtdicke der Mineralfaserschicht, zu mindestens 10, höchstens 90 Vol.-%, mit einem monolithischen, ausgehärteten Material gefüllt ist.

**[0013]** Der verfüllte Volumenanteil hängt wesentlich von der Größe und Form der verfüllten Poren (Hohlräume) ab. Besitzen die verfüllten Hohlräume beispielsweise eine Kegelform, wobei der größte Querschnitt im Bereich der Haupt-Oberfläche liegt, so wird deutlich, daß der Gesamt-Verfüllungsgrad des Porenvolumens in jedem Fall < 50 Vol.-% beträgt, wenn die einzelnen Vertiefungen mit Abstand zueinander angeordnet sind. Gerade aufgrund der erwähnten Kegelform ergibt sich aber eine besonders günstige Erhöhung der Druckfestigkeit, weil im unmittelbaren Bereich der Haupt-Oberfläche der Anteil Füllmaterial zu Mineralfasern deutlich über 50 % liegen kann und damit ein hoher Anteil der unmittelbar mechanisch beaufschlagten Oberfläche durch das ausgehärtete Material stabilisiert ist.

**[0014]** Je nach Herstellungstechnik, auf die später eingegangen wird, können auch die Bereiche zwischen

solchen Vertiefungen ein zumindest teilweise verfülltes Porengerüst aufweisen. Aufgrund einer gewissen notwendigen Viskosität des Füllmaterials dringt dieses üblicherweise aber nur zu einem geringen Anteil in das nicht aufgeweitete Porengerüst (=Porengerüst der unbearbeiteten, ursprünglichen Mineralfaserschicht) zwischen den Mineralfasern ein.

**[0015]** Ebenso ist es möglich, die Hauptoberfläche komplett mit dem genannten Füllmaterial zu beschichten, gegebenenfalls in sehr dünner Stärke von beispielsweise einem Millimeter oder weniger, sofern dies gewünscht wird, um beispielsweise gleichzeitig einen Haftuntergrund für eine anschließende Putzbeschichtung oder eine Verbindung zu einer Betonoberfläche bereitzustellen, wie noch beschrieben wird. Aber auch in diesem Fall bleibt als wesentliches Merkmal, daß der unterhalb der Hauptoberfläche folgende Abschnitt der Mineralfaserschicht nur partiell in Form einzelner Inseln die genannte Füllung mit dem ausgehärteten Material zeigt.

**[0016]** Dieses monolithische, ausgehärtete Material kann ein anorganisches Material sein, beispielsweise ein Material auf Basis  $\text{SiO}_2$ . Konkret kann es sich um ein ausgehärtetes Kieselgel handeln. Ebenso denkbar sind andere anorganische Materialien wie Gips, Feinmörtel oder dergleichen.

**[0017]** Die Rohdichte der noch nicht mit dem Material gefüllten Mineralfaserschicht kann zum Beispiel zwischen 80 und 100  $\text{kg/m}^3$  betragen, nach einer Ausführungsform > 125  $\text{kg/m}^3$ , aber auch > 150  $\text{kg/m}^3$ . Werte bis 200  $\text{kg/m}^3$  und darüber sind möglich.

**[0018]** Der genannte Abschnitt, dessen offenes Porenvolumen partiell mit dem ausgehärteten Material verfüllt ist, weist üblicherweise eine Dicke zwischen 0,5 und 10 % der Gesamtdicke der Mineralfaserschicht auf. Unabhängig davon kann die absolute Dicke beispielsweise zwischen 1 und 15 mm liegen, beispielsweise zwischen 1 bis 10 mm oder zwischen 2 und 7 mm.

**[0019]** Die Rohdichte des mit dem monolithischen ausgehärteten Material gefüllten Abschnitts beträgt je nach Füllstoff beispielsweise zwischen 100 und 400  $\text{kg/m}^3$ , die Teilflächenlast beispielsweise zwischen 0,15 und 0,25  $\text{N/mm}^2$ .

**[0020]** Rohdichte, Druckfestigkeit und Teilflächenlast in dieser Anmeldung werden stets gemäß DIN 18165-1 und DIN EN 13162 bestimmt.

**[0021]** Ein Beispiel für ein Verfahren zur Herstellung einer Bauplatte der vorstehend beschriebenen Art weist folgende Merkmale auf:

- über eine Hauptoberfläche der Schicht eines vorgeformten Elementes werden mit einem Werkzeug eine Vielzahl von Vertiefungen in einen, der Hauptoberfläche benachbarten Abschnitt der Schicht eingebracht,
- anschließend wird ein aushärtbares Material in flüssiger bis pastöser Konsistenz über die Hauptober-

fläche in die Vertiefungen gefüllt,

- danach wird das Material ausgehärtet und die aus dem Element gebildete Bauplatte gegebenenfalls weiteren Bearbeitungsschritten zugeführt.

**[0022]** Mit dem ersten Teilschritt werden gezielt diskrete Vertiefungen in die Mineralfaserschicht eingebracht, beispielsweise gedrückt oder gepreßt. Hierbei kommt es zwangsweise zu einer Verdichtung (Erhöhung der Rohdichte) im Umfangsbereich der Vertiefungen. Dies ist nicht nur unschädlich, sondern sogar von Vorteil, weil das anschließend zugeführte Füllmaterial nun um so weniger in die Bereiche zwischen den mechanisch eingebrachten Vertiefungen eindringen wird/kann.

**[0023]** Vielmehr kann im zweiten Verfahrensschritt das Material entweder gezielt in die Vertiefungen eingefüllt werden oder beispielsweise über eine Walze eingedrückt werden, wobei der Füllstoff in die verbleibenden Poren zwischen den Mineralfasern in den Bereichen zwischen den Vertiefungen in der Regel nur in einem völlig untergeordneten Anteil eindringen wird, insbesondere dann, wenn das Material mit einer eher pastösen Konsistenz aufgebracht wird. Soweit Material auch in die Bereiche zwischen den Vertiefungen eindringt ist dies aber unschädlich, solange erfindungsgemäß nur eine partielle Verfüllung stattfindet.

**[0024]** Das genannte Werkzeug zum Einbringen der Vertiefungen kann beispielsweise aus einer Walze bestehen, von deren Oberfläche Dornen (Spikes) abstehen, beispielsweise mit einer Kegelgeometrie, so daß die in die Oberfläche eingedrückten Vertiefungen kegelförmig sind, mit der Spitze im Inneren der Mineralfaserschicht und dem größten Querschnitt im Bereich der Haupt-Oberfläche. Der maximale Kegeldurchmesser beträgt beispielsweise 1 bis 3 mm, die Länge 3 bis 7 mm. Problemlos können 10 bis 20 Dornen pro Quadrat-zentimeter angeordnet werden, um ein dichtes Netzwerk von Vertiefungen in der Oberfläche auszubilden.

**[0025]** Diese Verfahrenstechnik funktioniert ersichtlich unabhängig von der Orientierung der Fasern im betroffenen Abschnitt.

**[0026]** Die Druckspannung der fertigen Bauplatte sollte bei 10 % Stauchung mindestens 60  $\text{kN/m}^2$  betragen (gemäß DIN 18165-1).

**[0027]** Unabhängig davon, ob die betroffene Hauptoberfläche selbst nur partiell mit Zonen aus dem Füllmaterial belegt ist oder aus dem Füllmaterial eine komplette zusätzliche Deckschicht gebildet wurde besteht die Möglichkeit, die Oberfläche durch Einfärbung des Füllmaterials für die spätere Anwendung optisch hervorzuheben. Dies gilt insbesondere bei farblich neutralen Füllstoffen wie dem genannten Kieselgel.

**[0028]** Die Erfindung umfasst auch folgende Verwendung einer beschriebenen Bauplatte als Verkleidungselement von Betonelementen wie Betonwänden, Betondecken oder Betonböden. Die Bauplatte schafft eine an-

sprechende Verkleidung, gleichzeitig einen Wärme- und Schallschutz, außerdem eine Brandschutzmaßnahme. Um die Haftung der Bauplatte am Bauelement zu verbessern ist es gut, wenn die Bauplatte den bereits beschriebenen Haftuntergrund aufweist.

**[0029]** Der Haftverbund kann optimiert werden, wenn das Füllmaterial in den Poren der Mineralfaserschicht, wie der Beton, ein anorganisches Material ist, zum Beispiel auf Basis Zement, Gips, Feinmörtel oder  $\text{SiO}_2$ .

**[0030]** Die Verbindung Bauplatte-Betonteil kann auch durch separate Mörtel, Kleber, mineralische oder sonstige Bindemittel und/oder mechanische Verbindungsmittel wie Krallen, Anker oder Dübel erfolgen. Auf solche mechanischen Teile kann weitgehend verzichtet werden, wenn die Bauplatte als verlorene Schalung verwendet wird, das heißt der Frischbeton direkt auf die Platte(n) gegossen wird, insbesondere bei Decken. Es können dazu mehrere Platten im Verbund auf die bauseitige Betonschalung gelegt und anschließend mit Betonmörtel übergossen werden. Zur Ausbildung einer mehr oder weniger geschlossenen Sichtdecke können die einzelnen Bauplatten über randseitige Falze oder Nut-/Federausbildungen zueinander angeordnet werden. Ebenso können Kanten der Bauplatte für eine anschließende Spachtelung angefast sein.

**[0031]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

**[0032]** Die Erfindung wird nachstehend anhand verschiedener Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die stark schematisierten zeichnerischen Darstellungen folgendes zeigen:

- Figur 1a: eine perspektivische Ansicht einer Bauplatte,
- Figur 1b: einen vergrößerten Ausschnitt der Figur 1a,
- Figur 2a-d: einen stark vergrößerten Vertikalschnitt durch eine Bauplatte mit Vertiefungen unterschiedlicher Geometrie sowie mit und ohne Deckschicht,
- Figur 3: eine perspektivische Ansicht, teilweise im Aufriß, einer Betondecke mit unterseitiger Platten-Beschichtung,
- Figur 4: eine vergrößerte Darstellung eines Anschlußbereiches benachbarter Bauplatten.

**[0033]** In den Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bauteile mit gleichen Bezugsziffern dargestellt.

**[0034]** Figur 1 zeigt eine quaderförmige Bauplatte 10, die vollständig aus Mineralfasern besteht. Die Platte umfaßt eine obere Hauptfläche 12 und eine untere Hauptfläche 14 sowie Seitenflächen 16, 18, 20, 22. Ausgehend von der oberen Hauptoberfläche 12 erstreckt

sich ein Abschnitt 24, dessen Dicke "d" etwa 5 % der Gesamtdicke D des Bauelementes 10 beträgt. Bei einer angenommenen Gesamtdicke von 50 mm beträgt d demnach 2,5 mm.

**[0035]** Im Abschnitt 24 verlaufen eine Vielzahl von kegelförmigen Vertiefungen 26 (mit dem spitzen Ende in das Bauelement 10 hinein). Der Durchmesser der Vertiefungen 26 beträgt im Bereich der Hauptoberfläche 22 ca. 2 mm.

**[0036]** Circa 18 Vertiefungen sind je Quadratzentimeter Hauptoberfläche 12 vorhanden.

**[0037]** Die Vertiefungen 22 sind mit einem ausgehärteten Kieselgel verfüllt, welches partiell auch Zonen 28 im Bereich der Hauptoberfläche 12 zwischen Vertiefungen 26 abdeckt.

**[0038]** Das dargestellte Bauelement weist folgende physikalische Kennwerte auf (in Klammern alternative Bereichswerte):

- Rohdichte außerhalb des Abschnitts 24, 120 kg/m<sup>3</sup> (80-200 kg/m<sup>3</sup>)
- Rohdichte innerhalb des Abschnitts 24, 180 kg/m<sup>3</sup> (100-400 kg/m<sup>3</sup>)
- Druckfestigkeit des Abschnitts 24, 60 kN/m<sup>2</sup> (40-100 kN/m<sup>2</sup>)
- Teilflächenlast des Abschnitts 24, 0,19 N/mm<sup>2</sup> (0,15-0,24 N/mm<sup>2</sup>) (Prüfung mit rundem Stempel : 50 cm<sup>2</sup>)

**[0039]** Figur 2 zeigt schematisch, daß anstelle der im Abschnitt a) dargestellten Kegelform die Vertiefungen 26 auch eine Zylinderform (Teil b) von Figur 2), oder beispielsweise eine Halbkugelform (Teil c) von Figur 2) aufweisen können.

**[0040]** Im Teil d von Figur 2 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Hauptoberfläche 22 komplett, die Vertiefungen 26 und benachbarten Abschnitte 28 überdeckend, mit einer Deckschicht 30 ausgebildet ist, die aus dem selben Material wie das Füllmaterial der Vertiefungen 26 besteht.

**[0041]** Die in Figur 3 dargestellte Decke besteht aus einer Betondecke 100, die auf ihrer Unterseite von einer Vielzahl von Mineralfaser-Bauplatten 120 bedeckt ist.

**[0042]** Zur Herstellung werden Bauplatten 120 mit randseitigem Stufenfalz 140 unter Ausbildung einer geschlossenen Unterdecke auf eine bauseitige Betonschalung aufgelegt.

**[0043]** Die Figuren 3, 4 lassen erkennen, daß jede Bauplatte 120 randseitig mehrere Falzanker 160 aufweist, die einerseits in der Platte 120 verankert sind, andererseits diese nach oben überragen.

**[0044]** Wird anschließend Frischbeton auf die zuvor beschriebene Unterkonstruktion gegossen kommt es neben einer vollflächigen Verbindung zwischen dem Frischbeton und Oberflächen 120 der Bauplatten 120 zu einer mechanischen Verankerung zwischen Bauplatten 120 und der aushärtenden Betondecke 100 mit Hilfe der Anker 160.

**[0045]** Die unmittelbare Flächenverbindung zwischen Platten 120 und Beton 100 wird begünstigt durch die Verfüllung eines oberflächennahen Abschnitts 240 der Platten 120 mit einem ausgehärteten Kieselgel, welches zuvor beispielsweise in kegelförmige Vertiefungen 260 mittels einer Druckwalze eingebracht wurde. Dabei können auch schmale Bereiche 280 zwischen den kegelförmigen Vertiefungen 260 zumindest partiell mit Kiesel säure verfüllt sein. Während die Dämmplatten eine Stärke von etwa 5 cm haben (üblicher Bereich: 20 - 200 mm), beträgt die Dicke der Schicht 240 lediglich 6 mm.

**[0046]** Diese, mit Kieselgel ausgefüllte Oberflächenschicht 240 der Mineralfaser-Platten 120 verleiht den Platten 120 eine wesentlich höhere Festigkeit. Die Teilflächenlast des Abschnitts 240 beträgt 0,2 N/mm<sup>2</sup>.

**[0047]** Sobald die eigentliche Betonschalung abgenommen wurde steht die Unterfläche des. Verbundes aus Bauplatten 120 faktisch als Sichtfläche zur Verfügung. Auch hier kann der oberflächennahe Bereich analog der gegenüberliegenden, dem Beton benachbarten Seite ausgebildet sein. Ist die Oberfläche bereits eingefärbt bedarf es praktisch keiner Nachbehandlung. Gegenüber einer reinen Betondecke ergeben sich zahlreiche Vorteile:

- es wird ein guter Schallschutz erreicht,
- es wird ein Brandschutz geschaffen,
- die Decke ist gleichzeitig wärme gedämmt,
- eine anschließende Verkleidung, ein Putz oder ein Anstrich kann entfallen.

**[0048]** Damit eignet sich das beschriebene System besonders vorteilhaft für Garagen, Durchgänge, Tunnel, Großräume, Betonfertigteile in Sandwichbauweise, zweischalige Trennwände in Gebäuden etc.

#### Patentansprüche

1. Bauplatte mit einer Schicht aus zumindest teilweise untereinander verbundenen Mineralfasern sowie einem offenen Porengerüst zwischen den Mineralfasern, wobei das Porengerüst, ausgehend von mindestens einer Hauptoberfläche (12) der Mineralfaserschicht, über einen Abschnitt (24) senkrecht zu dieser Hauptoberfläche (22), zwischen 0,5 und 50 % der Gesamtdicke D der Mineralfaserschicht, zu mindestens 10, höchstens 90 Vol.-% mit einem monolithischen, ausgehärteten Material gefüllt ist.
2. Bauplatte nach Anspruch 1, bei der das monolithische ausgehärtete Material ein anorganisches Material ist.
3. Bauplatte nach Anspruch 1, bei der das monolithische, ausgehärtete Material ein Material auf Basis SiO<sub>2</sub> ist.

4. Verwendung einer Bauplatte nach Anspruch 1 als Verkleidungselement von Betonelementen.

5. Verwendung nach Anspruch 4 als verlorenes Schalungselement bei der Herstellung von Betonelementen.

6. Verwendung nach Anspruch 1, wobei Bauplatte und Betonelement über ein mineralisches Bindemittel verbunden werden.

7. Verwendung nach Anspruch 1, wobei Bauplatte und Betonelement über mechanische Anker miteinander verbunden werden.

8. Verwendung nach Anspruch 1 mit der Maßgabe, daß die Bauplatte an mindestens einer Außenkante mit einem Falz, einer Nut oder einer Feder ausgebildet ist.

9. Verwendung nach Anspruch 4 mit der Maßgabe, daß die Rohdichte der noch nicht mit dem Material gefüllten Mineralfaserschicht > 150 kg/m<sup>3</sup> beträgt.

10. Verwendung nach Anspruch 4 mit der Maßgabe, daß der mit dem ausgehärteten Material gefüllte Abschnitt 1 bis 10 mm dick ist.

11. Verwendung nach Anspruch 4 mit der Maßgabe, daß der mit dem ausgehärteten Material gefüllte Abschnitt eine Rohdichte zwischen 100 und 400 kg/m<sup>3</sup> aufweist.

12. Verwendung nach Anspruch 4 mit der Maßgabe, daß der mit dem ausgehärteten Material gefüllte Abschnitt eine Teilflächenlast von 0,15 bis 0,25 N/mm<sup>2</sup> aufweist.

