(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 357 547 A1**

# (12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
**24.04.2024 Patentblatt 2024/17**

(21) Anmeldenummer: **23020480.2**

(22) Anmeldetag: **20.10.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
***E04B 2/02*** *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**E04B 2/02;** E04B 2002/0291; E04B 2002/0293

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
**BA**
Benannte Validierungsstaaten:
**KH MA MD TN**

(30) Priorität: **21.10.2022 DE 202022002283 U**

(71) Anmelder: **Ceramix AG**
**90461 Nürnberg (DE)**

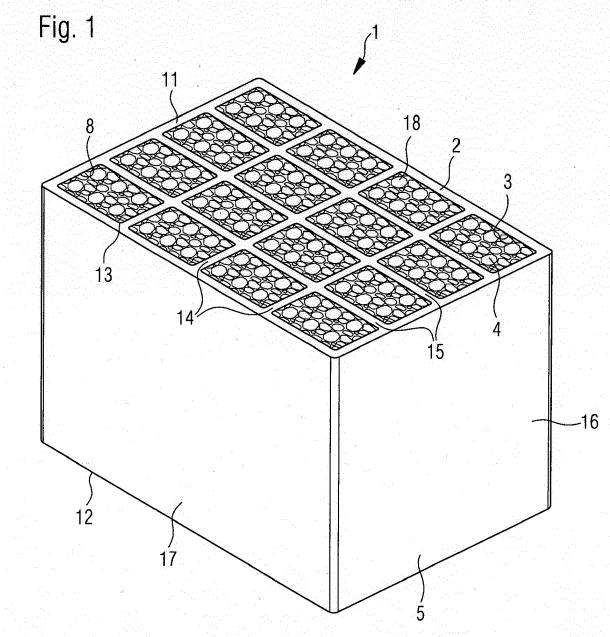
(72) Erfinder:
- **MÜLLER, Melanie**
  **91126 Schwabach (DE)**
- **SCHMID, Stephan**
  **92348 Berg b. Neumarkt (DE)**
- **ULLERMANN, Klaus**
  **91126 Schwabach (DE)**

(74) Vertreter: **Küchler, Stefan**
**Stefan T. Küchler**
**Patentanwalt**
**Färberstraße 20**
**90402 Nürnberg (DE)**

## (54) BAUPRODUKT

(57) Die Erfindung richtet sich auf ein Bauprodukt zur Herstellung einer Wand und/oder zur Verkleidung einer Gebäudehülle, bspw. in Form eines Mauersteins oder eines Fassadenelements, insbesondere eines Mauerziegels, wobei das Bauprodukt eine Matrix aus einem festen Baumaterial und mit wenigstens einer Lochung aufweist, mit einem Volumenanteil aller Lochungen, bezogen auf das durch die Außenabmessungen des Mauersteins umgrenzte Volumen von 30 Vol.-% oder mehr, wobei in den Hohlräumen der wenigstens einen Lochung des Bauproduktes wenigstens ein Füllmaterial mit einer Schüttsubstanz aus einem organischen Material eines nachwachsenden Rohstoffs mit der Fähigkeit zur Kohlenstoff-Speicherung gefüllt ist, also eine Schüttsubstanz, welche in der Lage ist, Kohlenstoff dauerhaft in das Bauprodukt einzulagern und/oder darin zu speichern, wobei das in die wenigstens eine Lochung der Matrix aus einem festen Baumaterial integrierte organische Füllmaterial eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 100 kg/m$^3$ oder mehr aufweist.

Fig. 1




EP 4 357 547 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung richtet sich auf ein Bauprodukt zur Herstellung einer Wand und/oder zur Verkleidung einer Gebäudehülle, bspw. in Form eines Mauersteins oder eines Fassadenelements, insbesondere eine Mauerziegels, wobei das Bauprodukt eine Matrix aus einem festen Baumaterial und mit wenigstens einer Lochung aufweist, mit einem Volumenanteil aller Lochungen, bezogen auf das durch die Außenabmessungen des Mauersteins umgrenzte Volumen von 30 Vol.-% oder mehr.

**[0002]** Die Bemühungen um den Klimaschutz stellen Staat und Gesellschaft vor große Herausforderungen. So will Deutschland bis 2045 Klimaneutralität erreichen. Der Schwerpunkt der bisherigen Anstrengungen zielt darauf ab, Treibhausgasemissionen zu vermeiden. Die Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasen umfassen primär die Steigerung der Effizienz bei der Gebäudeheizung und -dämmung sowie die Umstellung auf erneuerbare bzw. synthetische Energieträger.

**[0003]** Nicht berücksichtigt sind dabei nicht vermeidbare $CO_2$-Emissionen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen bzw. aus Abfällen und Abwässern. Die Entnahme von $CO_2$ aus der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal, CDR) wird deshalb künftig eine große Rolle auf dem Weg zur Klimaneutralität einnehmen. Dies kann grundsätzlich durch natürliche oder technische Maßnahmen erfolgen. Eine nachhaltige Bewirtschaftung des Ökosystems kann erheblich zur Speicherung von $CO_2$ in der Flora und in den Böden beitragen. Allgemein bekannt als typische Senken sind insbesondere Moore und Wälder. Ein Problem der natürlichen $CO_2$-Senken könnte sein, dass Änderungen der Landnutzung, klimatische Veränderungen und Extremwetterereignisse die Speicherfähigkeit deutlich beeinflussen können.

**[0004]** Deshalb ist es wichtig, frühzeitig benötigte Technologien zur Entnahme von $CO_2$ aus der Atmosphäre zu entwickeln, welche eine geringe Abhängigkeit von die $CO_2$-Speicherfähigkeit beeinflussenden Faktoren aufweisen. Eine zwingende Notwendigkeit zur Realisierung von technischen $CO_2$-Senken ist ein gesellschaftlicher und politscher Konsens zur Anerkennung solcher Maßnahmen als Beitrag zur Klimaneutralität.

**[0005]** Der Hochbau bietet sich, aufgrund der hohen Nutzungsdauer der Produkte von vielen Jahrzehnten bis zu Jahrhunderten, als temporärer $CO_2$ Speicher an.

**[0006]** Dies spiegelt sich im Wohnungsbau bereits durch eine Privilegierung von Holzbaustoffen wieder. Hier zielt der Gesetzgeber auf das im Holz temporär gespeicherte $CO_2$ ab, welches über die Nutzungsdauer des Gebäudes dem $CO_2$-Kreislauf entzogen wird.

**[0007]** Massivbaustoffe hingegen werden aktuell eher als $CO_2$-Quelle, denn als $CO_2$-Senke eingestuft. Erste Entwicklungen der Betonindustrie zielen darauf ab, Massivbaustoffe als $CO_2$-Senken auszubilden. Durch den Einsatz von Bio-Kohle in der Betonrezeptur wird der in der Bio-Kohle enthaltene Kohlenstoff dem natürlichen $CO_2$-Kreislauf für sehr lange Zeitspannen entzogen, vgl. z.B. den "Klimabeton" der Fa. Klark, Schweiz.

**[0008]** Insofern sind insbesondere die Erzeuger von Bauprodukten gefordert, diesem Entwicklungsprozess standzuhalten bzw. diesen Entwicklungsprozess maßgeblich zu bestimmen. Die Antworten unserer Zeit verlangen es, langlebige technische $CO_2$-Senken zu schaffen, um dem Klimawandel zu begegnen. Der Massivbau ist hierbei besonders gefordert, um gegenüber dem Holzbau wettbewerbsfähig bleiben zu können.

**[0009]** Aus obigen Erwägungen ist abzuleiten, dass insbesondere der Mauerwerksbau in diesem Zusammenhang einen dringenden Nachholbedarf aufzuweisen hat: Es gilt, das Baumaterial für den Mauerwerksbau derart weiterzuentwickeln, dass es als dauerhafte $CO_2$-Senke dienen kann.

**[0010]** Zur Lösungen dieser Problemstellung ist im Rahmen eines gattungsgemäßen Bauprodukts erfindungsgemäß vorgesehen, dass in den Hohlräumen des Bauproduktes wenigstens ein Füllmaterial mit einer Schüttsubstanz aus einem organischen Material eines nachwachsenden Rohstoffs mit der Fähigkeit zur Kohlenstoff-Speicherung gefüllt ist, also eine Schüttsubstanz, welche in der Lage ist, Kohlenstoff dauerhaft in das Bauprodukt einzulagern und/oder darin zu speichern, wobei das in die wenigstens eine Lochung der Matrix aus einem festen Baumaterial integrierte organische Füllmaterial eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 100 $kg/m^3$ oder mehr aufweist.

**[0011]** Bevorzugt wird dabei die Substanz mit der Fähigkeit zur Kohlenstoff-Speicherung dem ohne weiteren Brand verarbeitbaren Bauprodukt zugefügt, so dass es keiner erhöhten Temperatur ausgesetzt ist.

**[0012]** Es hat sich gezeigt, dass die Einlagerung von Kohlenstoff in den meisten Fällen temperaturabhängig ist, d.h., bei einer erhöhten Temperatur neigt die Wirts-Substanz dazu, den enthaltenen bzw. eingelagerten Kohlenstoff- oder Kohlendioxid-Anteil wieder freizusetzen, was im Hinblick auf die Folgen für das Klima unerwünscht ist. Deshalb soll bei der Verarbeitung der Wirts-Substanz mit der Fähigkeit zur Koihlenstoff-Speicherung darauf geachtet werden, dass diese Substanz keiner thermischen Behandlung größer 200 °C ausgesetzt wird, insbesondere keinem keramischen Brand.

**[0013]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Bauprodukt ein festes Baumaterial mit einer Lochung umfassen kann, mit einem Volumenanteil der Lochung, bezogen auf das durch die Außenabmessungen des Mauersteins umgrenzte Volumen von 25 Vol.-% oder mehr, insbesondere von 30 Vol.-% oder mehr, wobei in dem Hohlraum der Lochung wenigstens ein Füllmaterial aus einem organischen Material zur Kohlenstoff-Speicherung integriert ist, also ein Material, welches in der Lage ist, Kohlenstoff dauerhaft einzulagern und/oder zu speichern.

**[0014]** Bevorzugt handelt es sich bei dieser Lochung um eine makroskopische Lochung, wie sie bspw. bei Loch- oder

Hohlziegeln, insbesondere bei Hochlochziegeln als auch bei Langlochziegeln, od. dgl. zu finden ist. Sehr gut geeignet sind auch Elemente für eine Wärmedämmfassade, welche beispielsweise von der Firma Schlagmann Poroton GmbH & Co. KG angeboten wird.

**[0015]** Bereits bei der Herstellung von Mauerwerksprodukten ist darauf zu achten, dass diese - sowohl im Hinblick auf den Energiebedarf als auch hinsichtlich der Besonderheiten des Herstellungsprozesses - ein Geringstmaß an $CO_2$-Emissionen verursachen.

**[0016]** Erfindungsgemäß weist das in wenigstens eine Lochung integrierte, organische Füllmaterial eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 80 kg/m$^3$ oder mehr auf, insbesondere von 100 kg/m$^3$ oder mehr. Dadurch wird erreicht, dass eine große Menge an Kohlenstoff eingelagert und gespeichert werden kann.

**[0017]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Schüttsubstanz einen Kohlenstoff-Anteil von 40 kg Kohlenstoff pro Kubikmeter oder mehr aufweist, vorzugsweise einen Kohlenstoff-Anteil von 50 kg Kohlenstoff pro Kubikmeter oder mehr. Beispielsweise liegt der Anteil des reinen Kohlenstoffs bei trockenem Holz bei etwa 50 Gew-%.

**[0018]** Gemäß der Erfindung wird das in eine Lochung des festen Baumaterials einzufüllende Füllmaterial zu einem Mehl, Pulver oder Granulat und/oder zu Halmen, Fasern oder Pellets zerkleinert. Dadurch ist das Füllmaterial schüttfahig und kann in die Lochung(en) des festen Baumaterials hineingeschüttet oder bspw. -geblasen werden, und passt sich dabei stets optimal an die Geometrie der jeweiligen Lochung(en) an, selbst wenn eine Hohlraum Hinterschneidungen oder sonstige Vorsprünge aufweist.
im Gegensatz bspw. zu einem massiven Körper, der in einen Hohlraum hineinzustecken ist und deshalb für diese Bewegung einen Spielraum benötigt, den jeweiligen Hohlraum also nicht optimal ausfüllen kann, oder aber mit einem hohen Druck in einen Hohlraum hineingesteckt werden muss, wobei das feste Baumaterial Sprünge erhalten oder gar zerspringen kann.

**[0019]** Ein weiterer Vorteil ist, dass ein pulverförmiges Material im Allgemeinen nicht so dicht ist wie ein Massivholzkörper, so dass ein fertiger Baustein trotz des darin aufgenommenen Füllmaterials noch vergleichsweise leicht ist und dadurch auf einer Baustelle problemlos transportiert oder gehandhabt werden kann.

**[0020]** Darüber hinaus ist Luft, welche die Hohlräume in einem solchen Mehl, Pulver oder Granulat zwischen den Partikeln, Fasern, Halmen und/oder Pellets anfüllt, ebenfalls ein sehr guter thermischer Isolator, so dass das fertige Produkt dadurch optimale Wärmedeämmungseigenschaften erhält.

**[0021]** Da auch akustischer Schall von einem Mehl, Pulver oder Granulat schlechter weitergeleitet wird als von einem massiven Füllkörper, wird auch das Schalldämpfungsvermögen optimiert.

**[0022]** Die bevorzugte Partikelgröße des organischen Füllungsmaterials liegt zwischen 0,01 mm und 5 cm, beispielsweise zwischen 0,1 mm und 2 cm, insbesondere zwischen 0,5 mm und 1 cm, besonders bevorzugt zwischen 1 mm und 5 mm.

**[0023]** Es können in die Lochgeometrie des Bauproduktes biogene $CO_2$-Speicher integriert werden, welche durch Photosynthese der Luft $CO_2$ entnommen haben und als Kohlenstoff in der Struktur speichern. Hier ist insbesondere an Getreiderückstände, Heu, Stroh, Holz, Baumrinde, Rindenmulch, Dinkelspelzen, Sägespäne, Nussschalen, Obstkerne, Olivenkerne, Pinienrinde, Miscanthus, Hanf, Pflanzenkohle, Holzkohle, Bio-Kohle oder an organische Mischungen zu denken.

**[0024]** Wenn das biogene Füllmaterial vollständig oder nahezu vollständig aus Holz besteht, liegt der Anteil des Kohlenstoffs an der gesamten Füllmasse vorzugsweise in der Größenordnung von 50 Gew.-%, bspw. zwischen 35 Gew.-% und 65 Gew.-%.

**[0025]** Ferner ist zu bedenken, dass bei einem Kohlendioxid-Molekül ein Kohlenstoff-Atom mit zwei Sauerstoff-Atomen gebunden ist. Die atomare Masseneinheit u bzw. Da ist definiert als ein Zwölftel der Atommasse eines isolierten Atoms des Kohlenstoff-Isotops $^{12}C$ im Grundzustand. Andererseits hat ein SauerstoffAtom eine atomare Masse von ca. 16 u bzw. 16 Da.

**[0026]** Somit kann aus einem Kohlendioxid-Molekül mit einer atomaren Masse von ca. 44 u bzw. 44 Da ein Kohlstoff-Atom mit einer atomaren Masse von ca. 12 u bzw. 12 Da extrahiert werden. Das Massenverhältnis zwischen einem Kohlendioxid-Molekül einerseits und einem Kohlenstoff-Atom andererseits liegt somit bei 44 : 12 = 3,66 : 1:

$$CO_2 : C = 44 : 12 = 3{,}66 : 1$$

**[0027]** Wie weiter oben bereits ausgeführt wurde, liegt bei trockenem Holz das Massenverhältnis zwischen Holz und Kohlenstoff bei:

$$Holz : C = 100 : 50 = 2 : 1,$$

bzw. zwischen

$$Holz : C = 100 : 35 \approx 3 : 1,$$

und

$$Holz : C = 100 : 65 = 3 : 2,$$

**[0028]** Das Gewichtsverhältnis zwischen dem durch die Einlagerung von 1 kg Holz in der Atmosphäre eingesparten Kohlendioxid liegt demnach bei:

$$CO_2 : Holz = 3,66 : 2 = 1,83 : 1;$$

bzw., mit den Grenzwerten:

$$CO_2 : Holz = 3,66 : 3 = 1,22 : 1;$$

$$CO_2 : Holz = 3,66 : (3 / 2) = 2,44 : 1;$$

**[0029]** Da für pauschale Berechnungen von einer Referenznutzungsdauer eines Mauerziegels von 150 Jahren ausgegangen wird, so bleibt mindestens für eine derartige Zeitspanne ein dem eingelagerten Kohlenstoff bzw. Holz entsprechendes Kohlendioxid-Äquivalent der Umwelt entzogen.

**[0030]** Die Erfindung sieht vor, dass durch den C-Anteil in der Schüttsubstanz pro Kubikmeter der Schüttsubstanz der Luft 125 $kg_{CO2}$ oder mehr entzogen wurden, beispielsweise 150 $kg_{CO2}$ oder mehr, vorzugsweise 175 $kg_{CO2}$ oder mehr.

**[0031]** Andererseits kann durch den Kohlenstoff-Anteil in der Schüttsubstanz pro Kubikmeter der Schüttsubstanz der Luft bis zu 2.500 $kg_{CO2}$ entzogen wurden, beispielsweise 2.250 $kg_{CO2}$ oder weniger, vorzugsweise 2.000 $kg_{CO2}$ oder weniger. Messungen haben ergeben, dass durch den Kohlenstoff-Anteil in Holzkohle, aber auch in Presslingen aus Hanf, Stroh od. dgl. pro Kubikmeter der Schüttsubstanz der Luft bis zu 1.000 $kg_{CO2}$ entzogen wurden; bei Presslingen aus Holzkohle konnten der Luft bis zu 2.500 $kg_{CO2}$ pro Kubikmeter der Schüttsubstanz entzogen wurden.

**[0032]** Darüber hinaus ist vorgesehen, die in die Lochkanäle integrierten, organischen Materialien mit Stoffen zu versehen, welche zum Binden oder Tränken geeignet sind. insbesondere wird hier an den Einsatz von Lehm oder Ton gedacht, welcher durch einen Wassergehalt verarbeitbar ist.

**[0033]** Die Erfindung empfiehlt weiterhin, die in die Lochkanäle integrierten, organischen Materialien mit Stoffen zu versehen, welche zum Binden oder Tränken geeignet sind und/oder idealerweise ebenso $CO_2$ aus der Luft binden können. Insbesondere wird hier an Metalloxide bzw. -Hydroxide gedacht.

**[0034]** Weitere denkbare Einsatzstoffe zum Binden und/oder Tränken von Organik in Baumaterialien und/oder zur Aufnahme von $CO_2$ aus der Luft sind Alumosilikate, Zeolithe, Molekularsiebe, Silikagele, Amine, NaOH, KOH, und $Ca(OH)_2$.

**[0035]** Bevorzugt ist der gesamte Kohlenstoffanteil (TC-Wert, von "total carbon") im Bauprodukt organischen Ursprungs. Ferner kann der gesamte organische Kohlenstoffanteil (TOC-Wert, von "total organic carbon") im Bauprodukt biogenen Ursprungs ($TOC_{biogen}$) sein:

$$TC \geq TOC \geq TOC_{biogen},$$

bzw., idealerweise:

$$TC - TIC = TOC = TOC_{biogen},$$

wobei TIC den gesamten anorganisch gebundenen Kohlenstoffanteil (TIC-Wert, von "total inorganic carbon") im Bauprodukt beschreibt, bspw. in Form von Carbonaten.

**[0036]** Während der TOC-Wert demnach auch bspw. in Kunststoffen gebundenen Kohlenstoff enthält, würde der $TOC_{biogen}$-Wert nur pflanzliche Stoffe enthalten wie insbesondere Zellulose, Hemizellulose, Lignin, od. dgl.

**[0037]** Bevorzugt gilt:

$$TOC_{biogen,Füllung} \geq 0{,}8 * TOC_{Füllung};$$

insbesondere:

$$TOC_{biogen,Füllung} \geq 0{,}9 * TOC_{Füllung}.$$

**[0038]** Und der Kohlenstoffanteil des schüttfähigen Füllmaterials in den Lochungshohlräumen kann einen rein organischen Kohlenstoffanteil aufweisen:

$$TC_{Füllung} = TOC_{Füllung} = TOC_{biogen,Füllung};$$

$$TIC_{Füllung} = 0.$$

**[0039]** Allerdings könnte das Füllmaterial in den Lochungshohlräumen auch durch ein mineralisches Bindemittel gebunden sein, worin auch anorganischer Kohlenstoff enthalten sein könnte; dieser Anteil wurde bei obiger Formel jedoch nicht dem schüttfähigen Material zugerechnet. Würde man dies allerdings tun, könnte folgende Relation aufgestellt werden:

$$TOC_{biogen,Füllung} \geq 0{,}6 * TC_{Füllung};$$

insbesondere:

$$TOC_{biogen,Füllung} \geq 0{,}8 * TC_{Füllung}.$$

**[0040]** Darüber hinaus kann die feste Matrix des Bauproduktes außerhalb der Lochungs-Hohlräume ausschließlich einen rein anorganischen Kohlenstoffanteil aufweisen:

$$TC_{Matrix} = TIC_{Matrix};$$

$$TOC_{Matrix} = 0.$$

**[0041]** Allerdings könnten in der festen Matrix des Bauproduktes außerhalb der Lochungs-Hohlräume auch Armierungsfasern eingebettet sein, ggf. Fasern organischen oder gar biogenen Ursprungs, wie bspw. Holz-, Schilf- oder Reet-Fasern, die aber bei obiger Formel nicht als Bestandteil der festen Matrix gewertet sind. Würde man dies allerdings tun, könnte folgende Relation aufgestellt werden:

$$TIC_{Matrix} \geq 0{,}7 * TC_{Matrix};$$

insbesondere:

$$TIC_{Matrix} \geq 0{,}85 * TC_{Matrix}.$$

**[0042]** Die Werte für TC, TOC und $TOC_{biogen}$ können bei einem Bauprodukt dabei nach den in den folgenden Normen definierten Verfahren bestimmt bzw. gemessen werden:

| | |
|---|---|
| TC: | DIN EN 13137; DIN EN 15936:2012-11, DIN EN 15407:2011-05, DIN EN ISO 21663:2021-03; |
| TOC: | DIN EN 15936:2012-11; DIN EN 13137; ISO 10694:1995-03; |
| $TOC_{biogen}$: | DIN EN ISO 21644:2021-7. |

**[0043]** Der jeweilige TIC-Wert ergibt sich dabei als Differenz aus dem TC-Wert und dem TOC-Wert:

$$TIC = TC - TOC.$$

**[0044]** Der organische Kohlenstoffanteil wird vorzugsweise nach den aufgeführten Normen ermittelt. Der aufgeführte Kohlenstoffanteil wird jeweils auf die Trockenmasse bezogen. Die Ermittlung der Trockenmasse erfolgt ebenfalls nach den einschlägigen Normen.

**[0045]** Zur Ermittlung der auf die Matrix oder auf die Füllung bezogenen Werte ist die Füllung zunächst von der Matrix zu trennen, was insbesondere durch Entnahme der Füllung aus den Hohlräumen der Lochung(en) erfolgen kann.

**[0046]** Das in die wenigstens eine Lochung des Bauprodukts integrierte organische Füllmaterial sollte in der Lage sein, Kohlenstoff in einem Gewichtsanteil von wenigstens 30 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, dauerhaft einzulagern und/oder zu speichern, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 35 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, bevorzugt in einem Gewichtsanteil von wenigstens 40 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, vorzugsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens - 45 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, insbesondere in einem Gewichtsanteil von wenigstens 50 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials.

**[0047]** Andererseits ist es denkbar, für das in die wenigstens eine Lochung des Bauprodukts integrierte organische Füllmaterial eine Subtanz zu verwenden, die in der Lage ist, Kohlenstoff in einem Gewichtsanteil von bis zu 90 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, dauerhaft einzulagern und/oder zu speichern, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von bis zu 85 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, insbesondere in einem Gewichtsanteil von bis zu 80 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials.

**[0048]** Die biogenen Einsatzstoffe können vor dem Einbringen in das Bauprodukt aufbereitet werden. Insbesondere wird daran gedacht, die Einsatzstoffe durch mechanische Einwirkungen zu zerkleinern. Dies kann beispielsweise über Häckseln, Mahlen und/oder über weitere Scherbeanspruchungen erfolgen. Eine weitere Möglichkeit, die biogenen Einsatzstoffe aufzubereiten, ist es, die Stoffe als Pellet oder Granulat vorzuformen.

**[0049]** Die biogenen Einsatzstoffe sollten als Schüttgut vorliegen und werden in das Bauprodukt beispielsweise eingeschüttet, eingerüttelt, oder auch eingepresst.

**[0050]** Wichtig ist, dass die eingebrachten biogenen Einsatzstoffe möglichst lange im Bauprodukt verbleiben. Sollte dies durch die mechanische Einbringung noch nicht gegeben sein, so können zusätzlich Bindemittel eingesetzt werden. Der Einsatz von Bindemitteln kann sich über das gesamte Volumen der biogenen Einsatzstoffe erstrecken, oder das Bindemittel wird nur an den äußeren Oberflächen aufgebracht, um ein Herausrieseln zu verhindern.

**[0051]** Eine bevorzugte Ausführungsform ist die Bindung der eingebrachten biogenen Einsatzstoffe mit Lehm oder Ton als Bindemittel. Der Lehm- oder Tonanteil in dem Füllmaterial kann hierbei 30 Gew.-% des Schüttmaterials übersteigen. Es sind auch Ausführungsformen von bis zu 90 Gew.-% Lehm- oder Tonanteil in dem Füllmaterial und/oder bezogen auf das Schüttmaterial möglich. Dabei kann das biogene Füllmaterial in das Bindemittel aus Lehm oder Ton eingerührt werden und sodann als noch feuchte Masse in die Lochung(en) des Mauersteins bzw. Bauproduktes eingefüllt werden. Die Zugabe erfolgt erst nach dem Brennen des Mauersteins bzw. Bauproduktes, also nach dem Verlassen des Ofens.

**[0052]** Allerdings kann - zur Beschleunigung des Trocknens - die feuchte Füllmasse aus in den Lehm oder Ton eingerührten, biogenen Einsatzstoffen bereits während der Abkühlphase des Mauerstein- oder Bauprodukt-Scherbens eingefüllt werden.

**[0053]** Nach dem Trocknen des Füllmaterials kann der Porenanteil in dem Füllmaterial mit in den Lehm oder Ton eingerührten, biogenen Einsatzstoffen sodann zwischen 5 Vol.-% und 50 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums liegen, vorzugsweise zwischen 10 Vol.-% und 40 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums, insbesondere zwischen 15 Vol.-% und 35 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums.

**[0054]** Eine bevorzugte Ausführungsform ist die Bindung der eingebrachten biogenen Einsatzstoffe mit Beton oder Zement als Bindemittel, bspw. unter Verwendung von Portland-Zement. Der Beton- oder Zementanteil in dem Füllmaterial kann hierbei 30 Gew.-% des Schüttmaterials übersteigen. Es sind auch Ausführungsformen von bis zu 90 Gew.-% Beton- oder Zementanteil in dem Füllmaterial und/oder bezogen auf das Schüttmaterial möglich. Bevorzugter organischer Einsatzstoff ist hierbei Pflanzen-, Bio- oder Holzkohle. Dabei kann das biogene Füllmaterial in das nass angemachte Bindemittel in Form von Beton oder Zement bzw. Portlandzement eingerührt werden und sodann als noch feuchte Masse in die Lochung(en) des Mauersteins bzw. Bauproduktes eingefüllt werden.

**[0055]** Die Zugabe sollte erst nach dem Brennen des Mauersteins bzw. Bauproduktes erfolgen, also nach dem Verlassen des Ofens. Allerdings kann - zur Beschleunigung des Abbindens - die feuchte Füllmasse aus in das nass angemachte Bindemittel in Form von Beton oder Zement bzw. Portlandzement eingerührten, biogenen Einsatzstoffen bereits während der Abkühlphase des Mauerstein- oder Bauprodukt-Scherbens eingefüllt werden.

**[0056]** Nach dem Abbinden des Bindemittels kann der Porenanteil in dem Füllmaterial mit in den nass angemachten Beton oder Zement bzw. Portlandzement eingerührten, biogenen Einsatzstoffen sodann zwischen 5 Vol.-% und 50 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums liegen, vorzugsweise zwischen 10 Vol.-% und 40 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums, insbesondere zwischen 15 Vol.-% und 35 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums.

**[0057]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist die Bindung der eingebrachten biogenen Einsatzstoffe mit Kieselsäure als Bindemittel. Der Kieselsäureanteil in dem Füllmaterial kann hierbei 30 Gew.-% des Schüttmaterials übersteigen. Es sind auch Ausführungsformen von bis zu 90 Gew.-% Kieselsäureanteil in dem Füllmaterial und/oder bezogen auf das Schüttmaterial möglich. Dabei kann das biogene Füllmaterial in das nasse Bindemittel eingerührt werden und sodann als noch feuchte Masse in die Lochung(en) des Mauersteins bzw. Bauproduktes eingefüllt werden.

**[0058]** Die Zugabe erfolgt erst nach dem Brennen des Mauersteins bzw. Bauproduktes, also nach dem Verlassen des Ofens. Allerdings kann - zur Beschleunigung des Abbindens - die feuchte Füllmasse aus mit Kieselsäure angerührten, biogenen Einsatzstoffen bereits während der Abkühlphase des Mauerstein- oder Bauprodukt-Scherbens eingefüllt werden.

**[0059]** Nach dem Erstarren der Kieselsäure kann der Porenanteil in dem Füllmaterial mit in die Kieselsäure eingerührten, biogenen Einsatzstoffen sodann zwischen 5 Vol.-% und 50 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums liegen, vorzugsweise zwischen 10 Vol.-% und 40 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums, insbesondere zwischen 15 Vol.-% und 35 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums.

**[0060]** Eine noch andere Möglichkeit besteht darin, ein organisches Bindemittel zu verwenden, bspw. ein Klebemittel oder ein Kunstharz mit adhäsiven Eigenschaften. Hierbei genügt es zumeist, wenn die Partikel des biogenen Füllmaterials nur oberflächlich beschichtet sind; an den Berührungsstellen zwischen den einzelnen Partikeln sorgt das erstarrende Klebemittel oder Kunstharz dann für eine gegenseitige Fixierung, die das Füllmaterial insgesamt in Form und dadurch an Ort und Stelle hält.

**[0061]** Die Zugabe erfolgt erst nach dem Brennen des Mauersteins bzw. Bauproduktes, also nach dem Verlassen des Ofens. Allerdings kann - bspw. zur Beschleunigung des Klebevorgangs - die noch plastische Füllmasse aus einem Mehl, Pulver oder Granulat von mit wenigstens einem organischen Bindemittel beschichteten oder getränkten Partikeln, Fasern, Halmen und/oder Pellets aus einem biogenen Einsatzstoff bereits während der Abkühlphase des Mauerstein- oder

Bauprodukt-Scherbens eingefüllt werden.

**[0062]** Bei dieser Ausführungsform mit einem organischen Bindemittel an den Oberflächen der einzelnen Partikel kann der Porenanteil in dem ausgehärteten bzw. durch Erstarren bzw. Abbinden des Klebemittels oder Kunstharzes verfestigte Füllmaterial zwischen 10 Vol.-% und 70 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums liegen, vorzugsweise zwischen 20 Vol.-% und 60 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums, insbesondere zwischen 30 Vol.-% und 50 Vol.-% des von der Füllmasse eingenommenen Raums bzw. Hohlraums.

**[0063]** Der jeweilige Poren-Volumenanteil kann bspw. auf mechanischem Wege durch Einpressen des Füllmaterials reduziert werden. Allerdings kann oftmals ein relativ großer Porenanteil durchaus erwünscht sein, bspw. um die Wärmedämmungs-Eigenschaften zu verbessern, und/oder zur Reduzierung des Gewichts des Bauproduktes.

**[0064]** Weitere Merkmale, Einzelheiten, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigt:

Fig. 1 einen erfindungsgemäß ausgerüsteten Hochlochstein in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 2 einen erfindungsgemäß ausgerüsteten Langlochstein in einer perspektivischen Ansicht; sowie

Fig. 3 einen erfindungsgemäß ausgerüsteten Wärmedämm-Fassadenstein in einer perspektivischen Ansicht.

**[0065]** Ein erfindungsgemäßes Bauprodukt 1 besteht substantiell aus zwei verschiedenen Substanzen, nämlich einer festen Matrix 2 aus einem ganz oder überwiegend anorganischen Material einerseits, wobei die feste Matrix 2 Lochungen oder sonstige Ausnehmungen 3 aufweist, sowie aus einer in die Lochungen oder sonstigen Ausnehmungen 3 eingebrachten Füllsubstanz 4 andererseits.

**[0066]** Bei dem Bauprodukt 1 kann es sich u.a. bspw. um einen Hochlochstein 5 handeln, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, insbesondere in Form eines Hochlochziegelsteins, oder um einen Langlochstein 6, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, insbesondere in Form eines Langlochziegelsteins, oder um einen Fassadenstein 7, wie er in Fig. 3 dargestellt ist, insbesondere einen Wärmedämm-Fassadenstein.

**[0067]** Die feste Matrix 2 aller Bauprodukt-Ausführungsformen 5-7 übernimmt im fertigen Bauprodukt 1 dabei ggf. sowohl statische, also tragende Aufgaben, und sorgt außerdem permanent für die äußere Gestalt des jeweiligen Bauproduktes 1 bzw. jeder Bauprodukt-Ausführungsform 5-7.

**[0068]** Insbesondere bei gebrannten Ziegelsteinen 5-7 kann die feste Matrix 2 aus gebranntem Ton oder Lehm bzw. aus einem gebrannten Scherben bestehen, also aus einem keramischen Material.

**[0069]** Andererseits ist es auch möglich, dass die feste Matrix 2 aus einem (kalt) abgebundenen Material besteht, bspw. in Form eines Betonsteins oder Betonwerksteins, oder eines Kalksandsteins, etc.

**[0070]** In jedem Falle weist die Komponente des Bauproduktes 1 mit der festen Matrix 2 ein oder mehrere Lochungen 8-10 auf, welche an mehreren Seiten von der Matrix 2 umgeben sind, aber auch in wenigstens einem Bereich nach außen offen sind, bspw. auch an zwei einander diametral gegenüber liegenden Flächen des Bauproduktes 1.

**[0071]** Bspw. verfügt der Hochlochstein 5 oder -ziegel gemäß Fig. 1 über mehrere, im Beispiel gemäß Fig. 1 insgesamt sechzehn Lochungen 8, die den betreffenden Hochlochstein 5 oder -ziegel von dessen in Fig. 1 sichtbarer Oberseite 11 bis zu seiner Unterseite 12 durchdringen und dort jeweils offen sind. Dadurch hat jede Lochung 8 die Gestalt eines durch den Hochlochstein 5 oder -ziegel durchgehenden Kanals. Andererseits wäre es auch möglich, dass die Lochungen 8 stattdessen in form von Sacklöchern ausgebildet sind, die nur zu einer Seite, bspw. zu der in Fig. 1 sichtbaren Oberseite 11 offen sind, im Bereich der Unterseite 12 jedoch verschlossen.

**[0072]** Bei dem dargestellten Beispiel sind die sechzehn Lochungen 8 allesamt nebeneinander angeordnet, insbesondere in Form eines horizontalen Rasters mit vier Reihen und 4 Spalten. Darüber hinaus können die Lochungen 8 auch in größeren oder kleineren Anzahlen vorhanden sein.

**[0073]** Jede Lochung kann dabei einen substantiell quadratischen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen, ggf. mit abgerundeten Längskanten 13.

**[0074]** Während bei Fig. 1 die Stege 14, 15 zwischen benachbarten Lochungen 8 den gesamten Hochlochstein 5 oder -ziegel von einer (sich in vertikaler Richtung erstreckenden) Stirnseite 16 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels bis zu der gegenüber liegenden Stirnseite 16 des betreffenden Hochlochsteins 5 oder - ziegels erstrecken, und/oder von einer (sich in vertikaler Richtung erstreckenden) Längsseite 17 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels bis zu der gegenüber liegenden Längsseite 17 des betreffenden Hochlochsteins 5 oder - ziegels, so ist dies nicht zwingend erforderlich.

**[0075]** Allerdings ist es nicht erforderlich, dass die Lochungen 8 in einem reinen Rechteck-Raster angeordnet sind wie in Fig. 1; bspw. könnten innerhalb benachbarter Reihen die Lochungen 8 auch gegeneinder versetzt sein, bspw. um eine halbe Kantenlänge einer Lochung, so dass allenfalls in einer Richtung, bspw. in Längs- oder Querrichtung durch den Hochlochstein 5 oder - ziegel verlaufende Stege 14, 15 von einer Stirn- oder Längsseite 16, 17 zur diametral gegenüber liegenden Stirn- oder Längsseite 16, 17, nicht jedoch die dazu quer verlaufenden Stege 15, 14.

**[0076]** Andererseits können sich in einer oder beiden horizontalen Richtungen auch Lochungen 8 mit größeren und kleineren Querschnitten abwechseln.

**[0077]** Andererseits können eine, mehrere oder alle Lochungen 8 auch von der Form mit quadratischer oder rechteckiger Grundfläche abweichen. Sie könnten bspw. auch dreieckige Grundgestalt aufweisen und in einem dreieckigen Raster angeordnet sein mit drei Scharen von untereinander parallelen Stegen, welche mit den jeweils anderen Scharen von Stegen jeweils Schnittwinkel von 60° einschließen.

**[0078]** Auch Lochungen 8 mit einer sechseckigen Grundfläche können realisiert werden, welche dann in einem typischen Bienenwaben-Raster nebeneinander angeordnet sind.

**[0079]** Bevorzugt sind sämtliche Stege 14, 15 lückenlos und trennen benachbarte Lochungen 8 vollkommen voneinander.

**[0080]** Die Stirn- oder Längsseiten 16, 17 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels können entweder glatt sein wie in Fig. 1 dargestellt, oder mit verschiedenen Profilierungen versehen sein, bspw. mit langgestreckten Einkerbungen, welche für einen Mörtel od. dgl. die Benetzungsfläche im Bereich einer Stoßfuge vergrößern.

**[0081]** Darüber hinaus oder alternativ dazu können ein oder mehrere Stirn- oder Längsseiten 16, 17 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels auch mit Vorsprüngen versehen sein, bspw. mit einer oder mehreren, vorzugsweise in vertikaler Richtung verlaufenden Lisenen, oder mit einer oder mehreren Vertiefungen versehen sein, bspw. mit einer oder mehreren, vorzugsweise in vertikaler Richtung verlaufenden Nuten.

**[0082]** Besonders bevorzugt ist dabei, dass einem Vorsprung an einer Stirn- oder Längsseite 16, 17 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels (jeweils) eine Vertiefung an der diametral gegenüber liegenden Stirn- oder Längsseite 16, 17 des Hochlochsteins 5 oder -ziegels zugeordnet ist. Wenn dabei ein Vorsprung etwas kleiner ist als eine zugeordnete Vertiefung an der gegenüber liegenden Stirn- oder Längsseite 16, 17, können zwei derrtige Hochlochsteine 5 oder - ziegel im Bereich einer Stoßfuge nahe zusammen geschoben werden, so dass sich im Bereich der betreffenden Stoßfuge ein bspw. formschlüssiger Eingriff ergibt, so dass derartige Hochlochsteine 5 oder -ziegel bei Bedarf sogar trocken nebeneinander gesetzt werden könnten, also ohne ein Verfugen mit einem Mörtel oder nur unter Einlegen eines Dichtungselements.

**[0083]** Eine, mehrere oder alle Lochungen 8 sind jeweils teilweise oder vollständig mit der Füllsubstanz 4 angefüllt.

**[0084]** Bevorzugt ist die Füllsubstanz 4 ein Granulat, Pulver oder Mehl aus einer Vielzahl von Partikeln 18, wobei die einzelnen Partikel 18 auch durch Fasern, Halme oder Pellets gebildet sein können.

**[0085]** Die einzelnen Partikel 18 sind bevorzugt biogenen Ursprungs, d.h., es kann sich dabei um zerkleinertes Pflanzenmaterial handeln.

**[0086]** Das Schüttmaterial 4 in Form eines Granulats, Pulvers oder Mehls und/oder in Form von Fasern, Halmen oder Pellets aus einer Vielzahl von Partikeln 18 kann sozusagen trocken in die betreffenden Lochungen eingefüllt sein, insbesondere ohne Verwendung eines Bindemittels. Damit das Füll- bzw. Schüttmaterial 4 in den Lochungen 8 bleibt, können solchenfalls Lochungen 8 in Form von Sacklöchern verwendet werden anstelle von Lochungen 8 in Form von durchgehenden Kanälen.

**[0087]** Andererseits oder zusätzlich dazu kann das Füll- bzw. Schüttmaterial 4 auch in die Lochungen 8 hinein gepresst werden oder darin durch Rütteln des gesamten Bauproduktes verdichtet werden, vorzugsweise bis es die Lochungen 8 komplett ausfüllt und darin verfestigt ist.

**[0088]** Eine Fixierung innerhalb der Lochungen 8 kann das Füll- bzw. Schüttmaterial 4 auch durch Verwendung wenigstens eine Bindemittels erhalten. Als Bindemittel kommen einerseits feucht anmachbare anorganische Substanzen, bspw. auf der Basis von Zement, Portlandzement, Beton, Kalk, Kieselsäure, Ton oder Lehm od. dgl. in Betracht, als auch flüssig zubereitbare organische Klebemittel oder Kunstharze.

**[0089]** Unabhängig von dem verwendeten Bindemittel gibt es grundsätzlich zwei Arten der Verarbeitung:
Einerseits können die Partikel 18 biogenen Ursprungs in Form eines Granulats, Pulvers oder Mehls und/oder in Form von Fasern, Halmen oder Pellets in die feuchte (Bindemittel-) Komponente des Füllmaterials 4 eingerührt werden.

**[0090]** Das derart angemischte Füllmaterial 4 kann sodann einen Hohlraum nahezu vollständig ausfüllen, abgesehen von einem verbleibenden Poren-Volumen, welches vorzugsweise kl,einer ist als 50 Vol.-% des gesamten, von dem Füllmaterial 4 angefüllten Hohlraums. Insbesondere könnte dabei das Volumen der zu einer Matrix erstarrten (Bindemittel-) Komponente größer sein als das verbleibende Porenvolumen. Dies trifft auch auf das erstarrte bzw. verfestigte Füllmaterial 4 zu.

**[0091]** Andererseits können die Partikel 18 biogenen Ursprungs in Form eines Granulats, Pulvers oder Mehls und/oder in Form von Fasern, Halmen oder Pellets stattdessen mit der flüssigen (Bindemittel-) Komponente des Füllmaterials 4 auch nur oberflächlich beschichtet werden, bspw. durch Einsprühen der Partikel 18 mit der flüssigen (Bindemittel-) Komponente des Füllmaterials 4.

**[0092]** Ein derart zubereitetes Füllmaterial 4 füllt zwar äußerlich einen Hohlraum ggf. ebenfalls nahezu vollständig aus; allerdings verbleiben dabei zwischen den Partikeln Poren mit vergleichsweise großen Volumina, welche vorzugsweise größer sind als 25 Vol.-% des gesamten, von dem Füllmaterial 4 angefüllten Hohlraums. Insbesondere könnte dabei das Volumen der zu einer Matrix erstarrten (Bindemittel-) Komponente(n) kleiner sein als das verbleibende Po-

renvolumen. Dies trifft auch auf das erstarrte bzw. verfestigte Füllmaterial 4 zu.

**[0093]** Sowohl das Material der festen Matrix 2 als auch das Füllmaterial 4 ist von der Geometrie der Lochungen 8-10 weitgehend unabhängig.

**[0094]** So können die selben Materialien für die Matrix 2 als auch für die Füllung 4 sowohl bei dem Hochlochstein 5 oder -ziegel nach Fig. 1 verwendet werden als auch für den Langlochstein oder -ziegel 6 gemäß Fig. 2, wie auch für den Wärmedämm-Fassadenstein 7 aus Fig. 3.

**[0095]** Der primäre Unterschied zwischen den verschiedenen Steinformen 5-7 sind vor allem die unterschiedlichen Außenabmessungen einerseits und die unterschiedlichen Verläufe bzw. Richtungen der Lochungen 8-10 sowie deren Querschnitte.

**[0096]** Während bei dem Hochlochstein 5 oder -ziegel gemäß Fig. 1 die dortigen Lochungen 8 jeweils in vertikaler Richtung verlaufen, folgen sie bei dem Langlochstein 6 oder -ziegel gemäß Fig. 2 und dem Wärmedämm-Fassadenstein gemäß Fig. 3 jeweils horizontalen Verläufen.

**[0097]** Bei dem Langlochstein 6 oder -ziegel gemäß Fig. 2 erstrecken sich die Lochungen 9 von einer vertikalen Längsseite 19 zur diametral gegenüber liegenden Längsseite 19. Sie münden entweder an beiden Längsseiten 19 in Öffnungen oder können als nur einseitig offene Sacklöcher ausgebildet sein. Die Stirnseiten 20 sind wie auch die Ober- und Unterseiten 21 durchgehend geschlossen.

**[0098]** Bei dem Wärmedämm-Fassadenstein 7 gemäß Fig. 3 erstrecken sich die Lochungen 10 von einer vertikalen Stirnseite 22 bis zu der diametral gegenüber liegenden Stirnseite 22 und münden dort vorzugsweise jeweils in Öffnungen; alernativ dazu können sie auch als nur einseitig offene Sacklöcher ausgebildet sein. Die Längssseiten 23 sind wie auch die Ober- und Unterseiten 24 durchgehend geschlossen.

Bezugszeichenliste

**[0099]**

| | |
|---|---|
| 1 | Bauprodukt |
| 2 | Matrix |
| 3 | Ausnehmung |
| 4 | Füllsubstanz |
| 5 | Hochlochstein |
| 6 | Langlochstein |
| 7 | Fassadenstein |
| 8 | Lochung |
| 9 | Lochung |
| 10 | Lochung |
| 11 | Oberseite |
| 12 | Unterseite |
| 13 | Längskante |
| 14 | Steg |
| 15 | Steg |
| 16 | Stirnseite |
| 17 | Längsseite |
| 18 | Partikel |
| 19 | Längsseite |
| 20 | Stirnseite |
| 21 | Oberseite, Unterseite |
| 22 | Stirnseite |
| 23 | Längsseite |
| 24 | Oberseite, Unterseite |

**Patentansprüche**

1. Bauprodukt (1) zur Herstellung einer Wand und/oder zur Verkleidung einer Gebäudehülle, bspw. in Form eines Mauersteins (5,6) oder eines Fassadenelements (7), insbesondere eines Mauerziegels, wobei das Bauprodukt (1) eine Matrix (2) aus einem festen Baumaterial und mit wenigstens einer Lochung (8,9,10) aufweist, mit einem Volumenanteil aller Lochungen (8,9,10), bezogen auf das durch die Außenabmessungen des Bauproduktes (1) umgrenzte Volumen von 30 Vol.-% oder mehr, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Hohlräumen der wenigstens

einen Lochung (8,9,10) des Bauproduktes (1) wenigstens ein Füllmaterial (4) mit einer Schüttsubstanz aus einem organischen Material eines nachwachsenden Rohstoffs mit der Fähigkeit zur Kohlenstoff-Speicherung gefüllt ist, also eine Schüttsubstanz, welche in der Lage ist, Kohlenstoff dauerhaft in das Bauprodukt (1) einzulagern und/oder darin zu speichern, wobei das in die wenigstens eine Lochung (8,9,10) der Matrix (2) aus einem festen Baumaterial integrierte organische Füllmaterial eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 100 kg/m$^3$ oder mehr aufweist.

**2.** Bauprodukt (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schüttsubstanz (4) einen Kohlenstoff-Anteil von 40 kg Kohlenstoff pro Kubikmeter oder mehr aufweist, vorzugsweise einen Kohlenstoff-Anteil von 50 kg Kohlenstoff pro Kubikmeter oder mehr.

**3.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den Kohlenstoff-Anteil in der Schüttsubstanz pro Kubikmeter der Schüttsubstanz der Luft 146 $kg_{CO2}$ oder mehr entzogen wurde, vorzugsweise 183 $kg_{CO2}$ oder mehr.

**4.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in die wenigstens eine Lochung (8.9,10) des Bauprodukts (1) integrierte organische Füllmaterial in der Lage ist, Kohlenstoff in einem Gewichtsanteil von wenigstens 30 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, dauerhaft einzulagern und/oder zu speichern, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 35 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, bevorzugt in einem Gewichtsanteil von wenigstens 40 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, vorzugsweise in einem Gewichtsanteil von wenigstens 45 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, insbesondere in einem Gewichtsanteil von wenigstens 50 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials.

**5.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in die wenigstens eine Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierte organische Füllmaterial in der Lage ist, Kohlenstoff in einem Gewichtsanteil von höchstens 90 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, dauerhaft einzulagern und/oder zu speichern, beispielsweise in einem Gewichtsanteil von höchstens 85 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials, insbesondere in einem Gewichtsanteil von höchstens 80 Gew.-%, bezogen auf die Trockenmasse dieses Füllmaterials.

**6.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauproduktes (1) integrierte organische Füllmaterial nach dem Verfüllen auf mechanische Weise verdichtet ist, insbesondere durch Rütteln oder Pressen.

**7.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierte organische Füllmaterial durch wenigstens ein Bindemittel fixiert ist, vorzugsweise durch wenigstens ein organisches und/oder anorganisches Bindemittel, insbesondere durch wenigstens ein ton-, lehm, kalk-, wasserglas- und/oder zementhaltiges Bindemittel, und/oder durch Mischungen aus zwei oder mehreren dieser Bindemittel.

**8.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel des in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) als Füllmaterial integrierten Schüttgutes von wenigstens einer organischen und/oder anorganischen Substanz getränkt und/oder umhüllt sind, welche einen oder mehrere Stoffe zum Schutz vor Verrotten oder Verwittern und/oder zur hydrophoben und/oder antibakteriellen und/oder brandhemmenden Ausrüstung aufweisen.

**9.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der organische Bestandteil des in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierten Füllmaterials eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 120 kg/m$^3$ oder mehr aufweist.

**10.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der organische Bestandteil des in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierten Füllmaterials (4) eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 1.200 kg/m$^3$ oder weniger aufweist, beispielsweise eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 1.000 kg/m$^3$ oder weniger, vorzugsweise eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 800 kg/m$^3$ oder weniger, weiter bevorzugt eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 600 kg/m$^3$ oder weniger, insbesondere eine Schüttdichte oder Verfülldichte von 400 kg/m$^3$ oder weniger.

**11.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenanteil

aller Lochungen (8,9,10), bezogen auf das durch die Außenabmessungen des Bauproduktes (1), bspw. des Mauersteins oder Fassadenelement, umgrenzte Volumen, gleich oder größer ist als 35 Vol.-%, vorzugsweise gleich oder größer als 45 Vol.-%, insbesondere gleich oder größer als 55 Vol.-%.

**12.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine, in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierte Füllmaterial (4) eine oder mehrere organische Substanzen aufweist, welche ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Getreiderückständen, Heu, Stroh, Holz, Baumrinde, Rindenmulch, Dinkelspelzen, Pflanzenkohle, Sägespäne, Nussschalen, Obstkerne, Olivenkerne, Pinienrinde, Miscanthus, Hanf, Bio-Kohle, Bio-Aktivkohle, Holzkohle, Carbonfasern biogenen Ursprungs, Maispindelgranulat, Algen, Seegras, Schilfrohr (Reet), Silphie-Fasern, Magaverde-Fasern oder Mischungen aus den genannten organischen Materialien.

**13.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine, in den Hohlraum der wenigstens einen Lochung (8,9,10) des Bauprodukts (1) integrierte organische Schüttgut vor dem Einfüllen einer Vorbehandlung unterzogen worden ist, bspw. zerkleinert worden ist und/oder gepresst worden ist, und/oder hydrophobiert oder antibakteriell oder brandhemmend ausgerüstet worden ist, und/oder mit einem Verrottungs- und/oder Verwitterungsschutz versehen ist, und/oder mit einem Bindemittel versetzt worden ist, und/oder als Pulver oder Granulat oder in Form von Fasern, Halmen und/oder Pellets vorliegt.

**14.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrix (2) aus einem festen Baumaterial ein anorganisches Baumaterial ist, insbesondere ein Ziegelscherben, ein Betonstein, Kalksandsein, Leichtbetonstein, Porenbetonstein, Lehmstein, Leichtelehmstein oder aus vorzugsweise gebranntem Ton besteht.

**15.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in die wenigstens eine Lochung (8,9,10) der Matrix (2) aus einem festen Baumaterial integrierte organische Füllmaterial mit einem vorzugsweise anorganischen Bindemittel vermischt ist, wobei der Anteil des Bindemittels an der gesamten Füllmasse 20 Gew.-% oder mehr betragen kann, beispielsweise 25 Gew.-% oder mehr, vorzugsweise 30 Gew.-% oder mehr, insbesondere 35 Gew.-% oder mehr.

**16.** Bauprodukt (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in die wenigstens eine Lochung (8,9,10) der Matrix (2) aus einem festen Baumaterial integrierte Füllmasse (4) wenigstens einen anorganischen Bestandteil mit der Fähigkeit zur Carbonatisierung und/oder mit der Fähigkeit, der Luft $CO_2$ zu entziehen und/oder in der Substanz einzulagern, aufweist, der insbesondere ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend mineralische Substanzen, Naturstein wie Basalt, Olivin, Serpentin, Dunit, Materialien aus dem Baustoffrecycling wie Recycling-Mischungen (RC-Mix), Betongranulat, Leichtbetongranulat, Ziegelbruchgranulat, Kalksandsteinbruchgranulat, Abfallprodukten der Stahlproduktion wie Stahlschlacke, Abfallprodukten aus Verbrennungsprozessen wie Flugasche, Papierasche, Klärschlammasche, und/oder Mischungen aus den genannten anorganischen Materialien, Metalloxide, Metallhydroxide, NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, Alumosilikaten, Zeolithen, Molekularsieben, Silikagelen, Aminen, Mischungen bestehend aus Wasser und insbesondere Flugasche, Papierasche und/oder Branntkalk, oder Mischungen zweier oder mehrerer dieser Substanzen, vorzugsweise wobei der Anteil der anorganischen Bestandteile mit der Fähigkeit zur Carbonatisierung und/oder mit der Fähigkeit, der Luft $CO_2$ zu entziehen und/oder in der Substanz einzulagern, an der gesamten Füllmasse (4) 20 Gew.-% oder mehr betragen kann, beispielsweise 25 Gew.-% oder mehr, bevorzugt 30 Gew.-% oder mehr, insbesondere 35 Gew.-% oder mehr.

Fig. 1

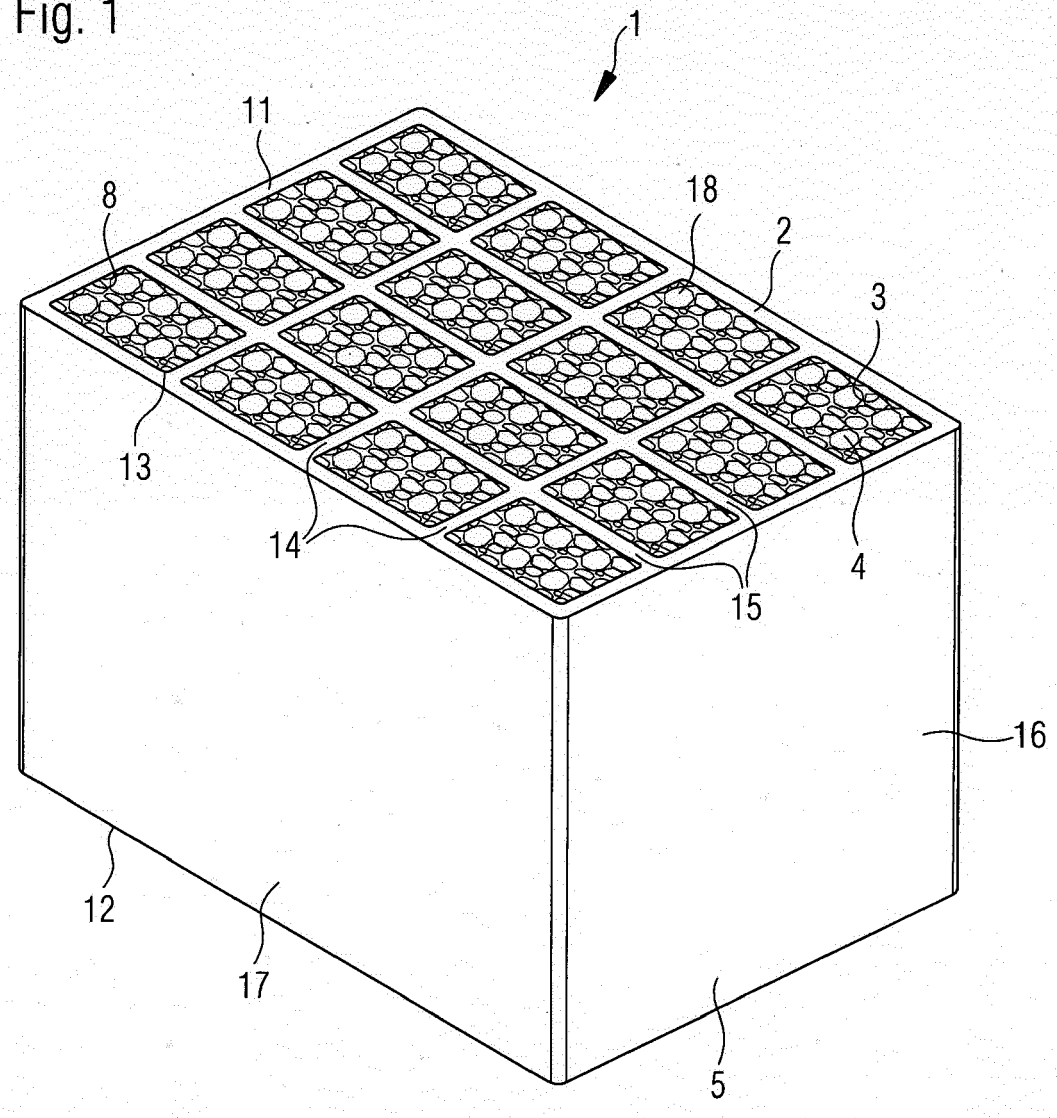


Fig. 2

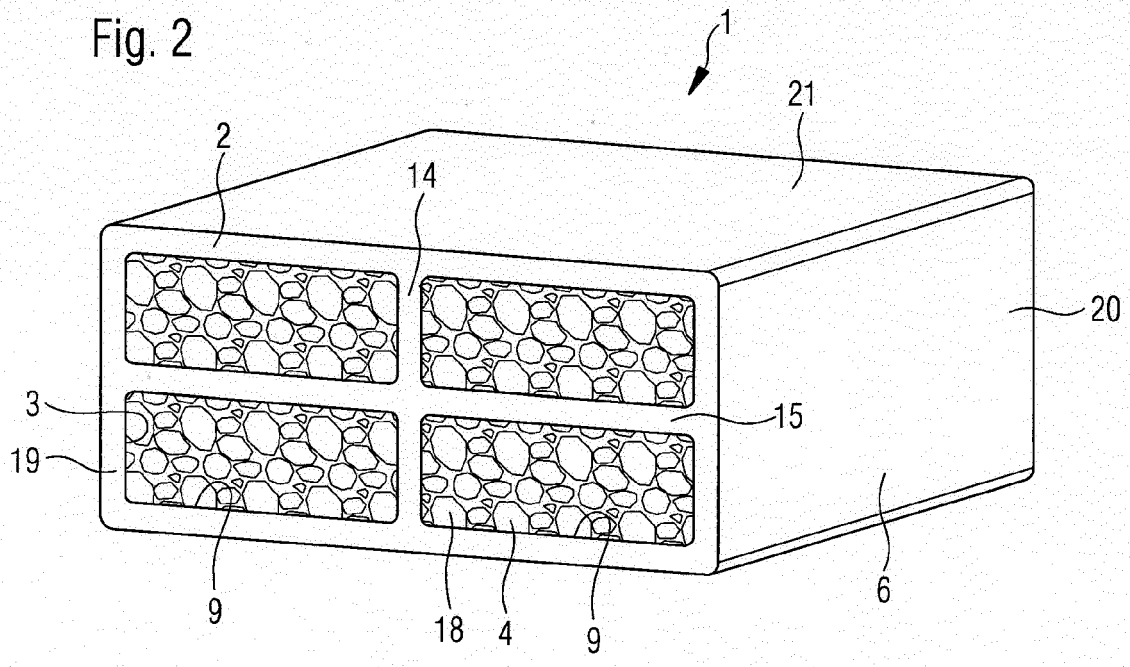
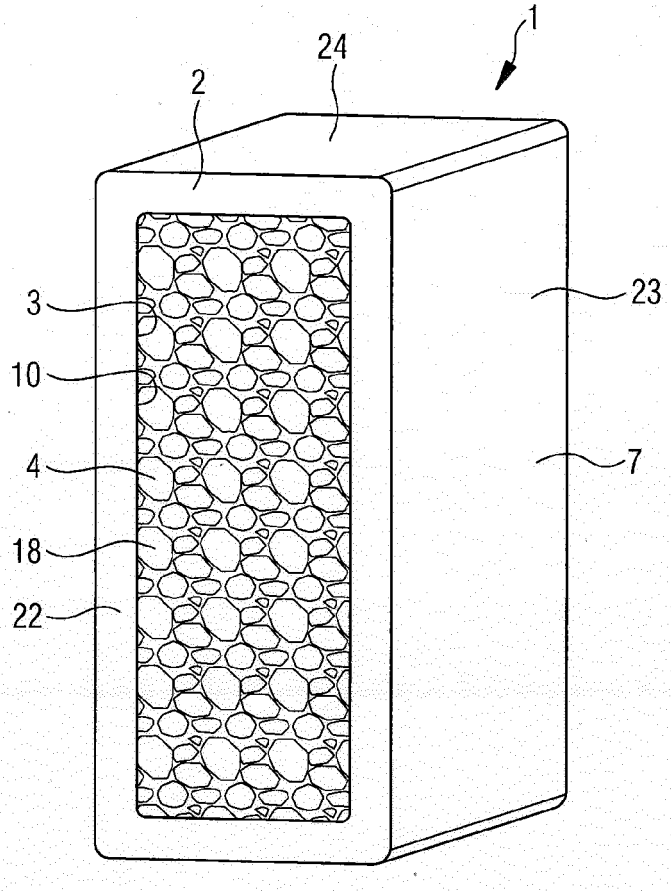



Fig. 3



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 02 0480

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
|---|---|---|---|
| X | DE 33 26 804 A1 (GEBHART SIEGFRIED) 7. Februar 1985 (1985-02-07) * Ansprüche 1-7 * * Abbildungen 3-4 * | 1-14 | INV. E04B2/02 |
| X | EP 2 093 201 A2 (IMERYS TC [FR]) 26. August 2009 (2009-08-26) * Absätze [0011], [0047], [0048]; Abbildungen * | 1-5,7-16 | |
| X | DE 10 2006 002825 A1 (ROCKWOOL MINERALWOLLE [DE]; MEIN ZIEGELHAUS GMBH & CO KG [DE]) 15. Februar 2007 (2007-02-15) * Absätze [0051] - [0068] * * Abbildungen * | 1 | |
| X | DE 20 2011 103069 U1 (BISOTHERM GMBH [DE]) 8. November 2011 (2011-11-08) * Absätze [0017] - [0029] * * Anspruch 9 * * Abbildungen * | 1 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| E | EP 4 311 894 A1 (ALKERN GROUPE [FR]) 31. Januar 2024 (2024-01-31) * Abbildungen * | 1 | E04B |

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer |
|---|---|---|
| München | 1. März 2024 | Durrenberger, Xavier |

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

## ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 23 02 0480

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2024

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| DE 3326804 A1 | 07-02-1985 | KEINE | |
| EP 2093201 A2 | 26-08-2009 | EP 2093201 A2 | 26-08-2009 |
| | | FR 2927623 A1 | 21-08-2009 |
| DE 102006002825 A1 | 15-02-2007 | DE 102006002825 A1 | 15-02-2007 |
| | | DE 202006007890 U1 | 20-07-2006 |
| | | EP 1752592 A2 | 14-02-2007 |
| | | ES 2595495 T3 | 30-12-2016 |
| | | HU E031024 T2 | 28-06-2017 |
| | | PL 1752592 T3 | 31-03-2017 |
| DE 202011103069 U1 | 08-11-2011 | KEINE | |
| EP 4311894 A1 | 31-01-2024 | EP 4311894 A1 | 31-01-2024 |
| | | FR 3138456 A1 | 02-02-2024 |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82