

(19)



(11)

**EP 2 314 765 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.11.2017 Patentblatt 2017/48**

(51) Int Cl.:  
**D21H 17/67** (2006.01) **D21H 17/68** (2006.01)  
**D21H 17/69** (2006.01) **D21H 17/70** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10185955.1**

(22) Anmeldetag: **01.10.2010**

(54) **HERSTELLUNG EINES FASERVERBUNDES, DESSEN VERWENDUNG UND FASERVERBUND**  
PRODUCTION OF A FIBRE COMPOUND, USE OF SAME AND FIBRE COMPOUND  
FABRICATION D'UN COMPOSITE EN FIBRE, SON UTILISATION ET COMPOSITE EN FIBRE

(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 MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **01.10.2009 DE 102009043672**  
**12.10.2009 DE 102009049148**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.04.2011 Patentblatt 2011/17**

(73) Patentinhaber: **bene\_fit systems GmbH & Co. KG**  
**92242 Hirschau (DE)**

(72) Erfinder: **Kräuter, Reinhard**  
**92237 Sulzbach-Rosenberg (DE)**

(74) Vertreter: **Hannke, Christian**  
**Hannke Bittner & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte mbB**  
**Prüfeninger Straße 1**  
**93049 Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 692 456 EP-A1- 2 180 095**  
**DE-B3-102006 029 642 US-B1- 6 494 991**

**EP 2 314 765 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes gemäß Anspruch 1.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung einen Faserverbund gemäß Anspruch 6.

**[0003]** Außerdem betrifft die Erfindung die Verwendung eines derartigen Faserverbundes als Medium zur Informationsspeicherung, Verpackungsmaterial, Dekorationsmittel (z.B. Tapete), Hygieneartikel, Dämmmaterial, Gas-, Wasser- oder Dampfbarriere, Flammenschutzmaterial, Schallschutzmaterial, Werkstoff, Isolationsmittel oder ähnlichem.

**[0004]** Unter einem Faserverbund sollen im Folgenden jegliche Faserverbunde verstanden werden, wie sie bevorzugt in Form von Papier, Pappe, Wellpappe oder Platten oder aber auch in einer anderen Form z.B. als Verpackungsmaterial, Dekorationsmittel (z.B. Tapete), Hygieneartikel, Dämmmaterial, Gas-, Wasser- oder Dampfbarriere, Flammenschutzmaterial, Schallschutzmaterial, Werkstoff, Isolationsmittel Verwendung finden können. Ein erfindungsgemäßer Faserverbund ist beispielsweise Papier. Papier wird vorwiegend zum Beschreiben und Bedrucken verwendet und besteht bisher größtenteils aus pflanzlichen Fasern. Daneben kommen Füllstoffe, Pigmente und Additive zum Einsatz. Wichtige Einsatzgebiete sind Verpackungen (Pappe, Karton), Hygienepapiere wie Toilettenpapier und Spezialpapiere wie Tape-

**[0005]** Die für das Papier notwendigen Ausgangsmaterialien können in vier Gruppen eingeteilt werden:

- Faserstoffe (Holzschliff, Halbzellstoffe, Zellstoffe, andere Fasern)
- Leimung und Imprägnierung (tierische Leime, Harze, Paraffine, Wachse)
- Füllstoffe (Kaolin, Talkum, Gips, Bariumsulfat, Calciumcarbonat, Titanweiß)
- Hilfsstoffe (Wasser, Farbstoffe, Entschäumer, Dispergiermittel, Retentionsmittel, Flockungsmittel, Netzmittel).

**[0006]** Die Faserstoffe wiederum können in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Primärfaserstoffe, nämlich Rohstoffe, die erstmals in der Produktion eingesetzt werden, und
- Sekundärfaserstoffe, nämlich Recyclingstoffe, die nach dem Gebrauch noch einmal dem Produktionsprozess zugeführt werden.

**[0007]** Nach dem Stand der Technik werden rund 95 % des Papiers aus Holz in Form von Holzstoff, Halbzellstoff oder Zellstoff hergestellt. Häufig werden Nadelhölzer wie Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche verwendet. Aufgrund der längeren Fasern gegenüber Laubhölzern verfilzen Nadelholz-Fasern leichter und es ergibt sich eine höhere Festigkeit des Papiers.

**[0008]** Der im Papier eingesetzte Faserstoff ist einer der größten Kostenfaktoren bei den Papierrohstoffen, da er im Vergleich zu weiteren eingesetzten Füllstoffe teuer ist und zusätzlich auch in großen Mengenanteilen eingesetzt wird. Es wird global ein zunehmender Papierbedarf erwartet, verbunden mit weiter steigenden Preisen für Faserstoffe. Außerdem wird aufgrund des zukünftig zu erwarteten verschärften Wettbewerbs verschiedener Nutzungsarten für nachwachsende Rohstoffe (z.B. für energetische Nutzung, biobasierter Polymere) eine weitergehende erhebliche Verknappung von Faserstoffen erwartet, was mit weiteren Preissteigerungen verbunden sein könnte.

**[0009]** Neben den Faserstoffen werden dem Ganzstoff nach dem Stand der Technik bereits mehr als 30 % Füllstoffe hinzugefügt. Bei diesen kann es sich z.B. um Kaolin, Talkum, Titandioxid, gemahlenes Calciumcarbonat (GCC) und gefälltes Calciumcarbonat (PCC) handeln.

**[0010]** Einer der bei der Papierherstellung traditionell oft eingesetzten Materialien ist Kaolin, welches sowohl als Füllstoffe als auch als Streichpigment zugesetzt wird. Kaolin bleibt über ein weites pH-Spektrum chemisch inert und kann deshalb nicht nur in sauren, sondern auch in alkalischen Produktionsverfahren verwendet werden.

**[0011]** Talkum wird Papier zugesetzt, um die Porosität des Papiers zu verringern und somit eine Verbesserung der Bedruckbarkeit ungestrichener Papiere zu erreichen. Durch die Verwendung von qualitativ hochwertigem Talkum zur Beeinflussung der Holzfaserkörnung werden die Laufeigenschaften des Papiers verbessert.

**[0012]** Titandioxid ist ein besonders effektives Weißpigment, welches einem Papier zugesetzt werden kann, um eine besonders hohe Opazität, eine gute Lichtstreuung und ausgezeichneten Glanz zu erzielen. Da dieses Material um ein Vielfaches teurer als Calciumcarbonat ist, wird es nicht in standardmäßigen Füll- oder Streichanwendungen eingesetzt, sondern lediglich in besonders hochwertigen Papieren.

**[0013]** Calciumcarbonat kann Papieren in zwei verschiedenen Modifikationen, nämlich als gemahlenes oder gefälltes Calciumcarbonat, zugesetzt werden.

**[0014]** Gemahlenes Calciumcarbonat (GCC) mit einem Anteil von 40 - 75 % Partikel mit einer Größe von weniger als 2 µm wird vorwiegend als Füllstoff verwendet. Neben dieser Anwendung wird GCC insbesondere in Europa auch als Papierstreichpigment verwendet. Die wichtigsten für die Herstellung von GCC verwendeten CaCO<sub>3</sub>-haltigen Materialien sind Sedimentgesteine (Kalkstein oder Kreide) und das metamorphe Marmorgestein.

**[0015]** Gefälltes Calciumcarbonat (precipitated calcium carbonate (PCC)) ist ein synthetisches Industriemineral, das

aus gebranntem Kalk oder dessen Rohstoff, Kalkstein, hergestellt wird. Die Papierindustrie, wo es als Füllstoff und als Streichpigment verwendet wird, ist der größte Abnehmer von PCC. Zusätze von PCC wirken sich positiv auf eine Vielzahl von Eigenschaften des Papiers aus. Insbesondere weisen PCC-haltige Papiere eine größere Helligkeit, Lichtundurchlässigkeit und Dicke als GCC-haltige Papiere auf. PCC kann jedoch nicht unbegrenzt als Füllstoff verwendet werden, da es die Faserfestigkeit reduziert.

**[0016]** Durch das Ausfüllen der Zwischenräume zwischen den Fasern machen die Füllstoffe das Papier weicher und geschmeidiger und geben ihm eine glatte Oberfläche. Der Anteil der Füllstoffe am Flächengewicht drückt sich in der so genannten Aschezahl aus. Die Zusammensetzung und Kristallstruktur der Füllstoffe bestimmt Transparenz und Opazität eines Papiers sowie die Farbannahme beim Druck mit wegschlagenden Farben.

**[0017]** Eines der zentralen Ziele bei der Papierherstellung ist es, eine hohe Zugfestigkeit, wie z. B. bei der Herstellung von Kraftpapier, zu erreichen. Die Zugfestigkeit eines Papieres wird in N/m angegeben. Da die Zugfestigkeit vorwiegend von der Flächenmasse abhängt, wird oft auch der Zugfestigkeitsindex mit der Maßeinheit Nm/g angegeben.

**[0018]** Wie bereits beschrieben ist Faserstoff einer der größten Kostenfaktoren bei der Papierherstellung. Er ist z.T. um ein vielfaches teurer als die eingesetzten Füllstoffe. Vor allem aus diesem Grund besteht seitens der Papierindustrie großes Interesse daran, Möglichkeiten zur Verfügung zu haben, um zukünftig ein Papierprodukt mit gleicher oder besserer Eigenschaft und Funktionalität, insbesondere hoher Festigkeit, zu einem vertretbaren Preis bereitstellen zu können.

**[0019]** Möglichkeiten hierzu sind, die Fasern und/oder die Füllstoffe beispielsweise mittels physikalischer, chemischer oder mechanischer Verfahren (oder Kombinationen dieser) so zu verändern, dass diese dem Papier höhere Festigkeit bei gleichzeitig geringerer Fasermenge verleihen. Der relative Füllstoffanteil kann dadurch erhöht werden. Ein positiver Nebeneffekt hierbei ist, dass die optischen Eigenschaften und Verarbeitungseigenschaften so hergestellter Papiere aufgrund des höheren Füllstoffgehaltes ebenfalls verbessert werden. Das Flächengewicht könnte dadurch ebenfalls reduziert werden, ohne dass andere Parameter wesentlich negativ beeinflusst werden.

**[0020]** DE 10 2006 029 642 B3 beschreibt beispielsweise ein Verfahren zum Beladen einer Faserstoffsuspension mit Füllstoffen, insbesondere Calciumcarbonat (PCC) wobei Calciumhydroxid in flüssiger oder trockener Form in die Fasersuspension eingebracht und der Füllstoff durch eine chemische Reaktion in der Faserstoffsuspension ausgefällt wird. Das PCC fällt rhomboedrisch, skalenoeedrisch oder kugelförmig an und die Kristalle haben Abmessungen von 0,05-5  $\mu\text{m}$ , insbesondere 0,3-2,5  $\mu\text{m}$ .

**[0021]** Weiterhin ist es möglich, durch mehrfache, wechselnde Anlagerung von kationischen und anionischen Polyelektrolyten an der geladenen Oberfläche von cellulosischen Fasern diese so zu beschichten, dass - ohne vorherige Mahlung - erhebliche Papierfestigkeiten erzeugt werden können (ERIKSSON M., The Influence of Molecular Adhesion on Paper strength, Dissertation KTH Stockholm, Department of Fibre and Polymer Technology, Stockholm 2006 und LINGSTRÖM R., Formation and Properties of Polyelectrolyte Multilayers on Wood fibres: Influence on Paper Strength and fibre Wettability, Dissertation KTH Stockholm, Department of Fibre and Polymer Technology, Stockholm, 2006).

**[0022]** Daneben können auch durch Anlagerung von Carboxy-Methyl-Cellulose die Festigkeit von gebleichtem Zellstoff oder Altpapierstoff aus gemischtem Altpapier erhöht werden (ERHARD K. und K. FROHBURG, Verbesserung der Spaltfestigkeit von Papier durch CMC-modifizierte Faserstoffe, PTS Forschungsbericht zum Forschungsvorhaben BM-WA 408/03 und ERHARD K. und T. GÖTZE, Verbesserung der Gebrauchswerteigenschaften von Altpapierstoff für die Herstellung von Wellpappenrohmaterial durch chemische Reaktivierung der Faseroberfläche, PTS Forschungsbericht zum Forschungsvorhaben AiF 12110B).

**[0023]** Nach dem bisherigen Stand der Technik wird versucht, durch physikalische und/oder mechanische und/oder chemische Modifizierung der Fasern und/oder der Füllstoffe oder einer Kombinationen dieser Verfahren z. B. in Kombination mit anderen Verfahren oder Materialien, wie z.B. Füllstoffen, eine Möglichkeit bereitzustellen, um die relative Fasermenge im Papier zu reduzieren und die Papierfestigkeit zu erhalten oder auch das Blattgewicht zu reduzieren und gleichzeitig die Papiereigenschaften wie z.B. die optischen Eigenschaften und die Verarbeitungseigenschaften beizubehalten.

**[0024]** Diese Maßnahmen sollen der Reduzierung der Herstellkosten bei möglichst gleicher oder besserer Papierqualität bei langfristig gesicherter Produktion durch ebenfalls langfristig gesicherte Rohstoffe dienen. Die Herstellungsprozesse sollten möglichst leicht auf neue Methoden anpassbar sein. Diese Ziele werden im Hinblick auf die beschriebenen zukünftigen Anforderungen, der zu erwartenden Faserverknappung und der daraus resultierenden zunehmenden Faserkosten nach dem Stand der Technik nicht befriedigend gelöst.

**[0025]** Ziel der Erfindung ist daher Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes wie z.B. Papier, Pappe oder Karton bereitzustellen, wobei der Faserverbund mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff umfasst und diesem mindestens ein Additiv zugesetzt wird, welches Ca- und/oder Mg-Verbindungen umfasst und welches in dem Faserverbund seine Struktur ändert und/oder eine Struktur ausbildet und nach der Strukturänderung und/oder der Strukturbildung als dreidimensionaler Verbund zur Stabilisierung des Faserverbundes vorliegt. Durch ein derartiges Verfahren sollte der Anteil organischer Fasern bei der Herstellung eines Faserverbundes reduziert und gleichzeitig dessen Festigkeit nur unwesentlich zu verringert, konstant gehalten oder gesteigert, sowie die Kosten zur Herstellung reduziert werden.

**[0026]** Ziel der Erfindung ist es weiterhin, einen Faserverbund bereitzustellen, welcher mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff aufweist, wobei mindestens eines der Additive eine Ca- und/oder Mg-Verbindung umfasst, welche in einen dreidimensionalen Verbund zur Stabilisierung des Faserverbundes überführbar ist.

**[0027]** Gleichzeitig sollten andere Eigenschaften des Faserverbundes, wie z.B. die optischen Eigenschaften wie beispielsweise Opazität, Weißgrad, Helligkeit, Gelbwert und/oder die physikalischen Eigenschaften wie beispielsweise Luftdurchlässigkeit oder Porosität, nur unwesentlich zu verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert werden. Weiterhin sollten die Verarbeitungseigenschaften des Faserverbundes beim z.B. Bedrucken, Schneiden, Falzen, Kaschieren, Färben, Verbinden usw. ebenfalls nur unwesentlich verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert werden.

**[0028]** Nach Möglichkeit sollte die Herstellung des Faserverbundes z.B. in Bezug auf die Blattbildung, die Entwässerung, die Trocknung oder die Papierveredelung nur unwesentlich beeinträchtigt, beibehalten oder sogar vereinfacht bzw. beschleunigt werden. Insbesondere soll durch die Erfindung Energie bei der Entwässerung und der Trocknung eingespart bzw. reduziert werden. Außerdem sollte möglichst die Abluft- und Abwassermenge nur unwesentlich erhöht, beibehalten oder sogar verringert werden sowie die CO<sub>2</sub>-Bilanz bei der Herstellung eines Faserverbundes nur unwesentlich verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert werden.

**[0029]** Gelöst werden diese Aufgaben durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche 1 und 6 sowie den abhängigen Anspruch 13.

**[0030]** Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes, welcher mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff umfasst, wobei der Faserstoff ausgewählt ist aus einer Gruppe, welche Holzschliff, Halbzellstoff, Zellstoff, Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle, synthetische Polymerfasern und/oder andere Faserstoffe mit Faserstärken von weniger als 0,5 mm umfasst, wobei mindestens ein Additiv zugesetzt wird, welches Ca- und/oder Mg-Verbindungen umfasst und welches in dem Faserverbund seine Struktur ändert und/oder eine Struktur ausbildet und nach der Strukturänderung und/oder der Strukturbildung eine netzartige Faserstoffstruktur, welche durch den Faserstoff gebildet wird, zur Stabilisierung des Faserverbundes als dreidimensionaler Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen durchsetzt.

**[0031]** Bei diesen zugesetzten Ca- und/oder Mg-Verbindungen ist der Einsatz einer großen Vielzahl von Verbindungen möglich, sofern diese in dem Faserverbund einen dreidimensionalen Verbund, oder dreidimensionale netzartige Struktur ausbilden. Als dreidimensionaler Verbund oder dreidimensionale netzartige Struktur wird in diesem Zusammenhang eine räumliche Verknüpfung einzelner Kristalle oder anderer fester Partikel dieser Ca- und/oder Mg-Verbindungen verstanden. Die einzelnen Kristalle oder Partikel sind miteinander verbunden und/oder stehen in einer physikalischen Wechselwirkung miteinander, welche zu der netzartigen (oder gerüstartigen) Anordnung der einzelnen Kristalle oder Partikel führt. Der so gebildete dreidimensionale Verbund weist zwischen den Kristallen und/oder anderen festen Partikeln Freiräume auf, durch die Gase hindurch diffundieren können oder in denen einzelne Fasern des Faserstoffes oder weitere Additive angeordnet sein können. Sofern dieser Verbund aus überwiegend kristallinen Ca- und/oder Mg-Verbindungen gebildet wird, wird diese (Über-) Struktur in diesem Zusammenhang als Kristallstruktur bezeichnet. In Verbindung mit bestimmten Formen einzelner Kristalle wie z.B. stäbchenförmigen, plättchenförmigen, faserförmigen, sternförmigen oder büschelförmigen Kristallen wird der Begriff Kristallstruktur für die homogene dreidimensionale Anordnung einzelner Atome innerhalb eines kristallinen Partikels verwendet.

**[0032]** Durch die Fasern des Faserstoffes in den Freiräumen der durch die Ca- und/oder Mg-Verbindungen gebildeten dreidimensionalen Verbundes wird ein weiteres netzartiges (oder gerüstartiges) Fasergeflecht ausgebildet. Dadurch liegen in dem Faserverbund zwei netzartige Fasergeflechte vor, welche sich in ihrer Eigenschaft als Gerüst des Faserverbundes gegenseitig unterstützen. Es ist daher möglich, zwei ineinander liegende netzartige Strukturen auszubilden, die jeweils einen positiven Einfluss auf die Stabilität des Faserverbundes haben. Insbesondere ist es möglich, dass eine der strukturbildenden Substanzen - also entweder die Ca- und/oder Mg-Verbindung oder die Fasern des Faserstoffes - deutlich kleiner ist als die jeweils andere strukturbildende Substanz. Dadurch ist es möglich, dass diese jeweils eine deutlich unterschiedliche Gerüst- bzw. Netzstruktur mit z.B. anderer Geometrie, Maschenweite, Vernetzungsgrad, Größe, Bindungsstärke oder sonstiger physikalischer Eigenschaften ausbilden. Ebenso ist es möglich, dass die kleinere der strukturbildenden Substanzen mit Poren, Risse, Furchen, Erhebungen, Kanten oder sonstigen Oberflächenbesonderheiten der größeren der strukturbildenden Substanzen wechselwirkt und so diese größere Struktur in die eigene netzartige Struktur integriert. Dies ist insbesondere der Fall, wenn vergleichsweise kleine Ca- und/oder Mg-Verbindungen mit größeren Fasern des Faserstoffes wechselwirken und sich fest auf dessen Oberfläche anordnen. Dieses Anordnen auf der Oberfläche erfolgt üblicherweise lediglich punktuell, um die Materialeigenschaften der Fasern des Faserstoffes und z.B. die Bindung der Fasern untereinander nicht übermäßig negativ zu beeinflussen. Bevorzugt umschließen die Ca- und/oder Mg-Verbindungen innerhalb des Faserverbundes die Fasern des Faserstoffes nicht vollständig, sondern bedecken die Oberfläche der Fasern nur abschnittsweise. Der Anteil dieser von den Ca- und/oder Mg-Verbindungen überdeckten Abschnitte beträgt weniger als 95 %, bevorzugt weniger als 90 %, besonders bevorzugt weniger als 80 %, kann aber auch weniger als 70 % oder weniger als 50 % betragen.

**[0033]** Im Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes wird die Ca- und/oder Mg-Verbindung als Sulfat, Hydroxid, Silikat, Aluminat, Ferrit und/oder Mischungen dieser mit einem Anteil von 1 - 50 Ma-%, bevorzugt 2 - 40 Ma-% eingesetzt

und diese durch eine Reaktion mit Wasser, CO<sub>2</sub>, Carbonat-Ionen, Sulfat-Ionen, Sauerstoff, weiteren Additiven und/oder Kombinationen davon oder durch Abspaltung von Wasser oder Gasen, wie CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder anderen, optional unter Energiezu- oder-abfuhr, zu dem dreidimensionalen Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen umgesetzt. Die Ca- und/oder Mg-Verbindung können beispielsweise Zement oder Gipsvorprodukte wie CaSO<sub>4</sub> ("Anhydrit") oder CaSO<sub>4</sub> • ½ H<sub>2</sub>O ("Bassanit", auch "Halbhydrat" oder "Hemihydrat") sein, jedoch wie oben beschrieben auch jede andere Ca- und/oder Mg-Verbindung, welche netzartige, dreidimensionale Überstrukturen bzw. Verbunde ausbildet. Die Ca- und/oder Mg-Verbindung kann dabei als Lösung, Suspension oder Feststoff eingesetzt werden. Bevorzugt handelt es sich um lösliche Salze.

**[0034]** Die Herstellung und Verwendung eines Faserverbunds kann erfolgen, indem zusätzlich zu den Faserstoffen die erwähnten strukturbildenden Ca- und/oder Mg-Verbindungen eingesetzt werden. Diese werden auch als strukturbildende Materialien oder als kristallstrukturbildende Materialien bezeichnet, um zu verdeutlichen, dass sie dreidimensional vernetzte Strukturen ausbilden, bei denen einzelne Kristalle oder Kristallverbunde dieser Verbindungen und/oder aus diesen Verbindungen entstehender Folgeprodukte einen dreidimensionalen Verbund ausbilden. Erfindungsgemäß geschieht dies, indem in einem ersten Schritt ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt und dieses gegebenenfalls weiter veredelt wird und anschließend das strukturbildende Material:

- entweder getrennt von anderen oder zusammen mit anderen Materialien (z.B. organischen oder anorganischen Fasern, Additiven oder Füllstoffen) gemischt wird, danach die Strukturen, wie z.B. die Kristallstrukturen, zur Ausbildung gebracht werden und anschließend der Faserverbund, z.B. aus einer Mischung der separat hergestellten Strukturen, wie z.B. Kristallstrukturen, und anderer Komponenten (Fasern, Additiven oder Füllstoffen) gebildet wird, und/oder
- getrennt von anderen oder zusammen mit anderen Materialien (z.B. organischen oder anorganischen Fasern, Additiven oder Füllstoffen) gemischt wird, danach der Faserverbund z. B. aus einer Mischung der getrennt hergestellten Komponente und anderer Komponenten (Fasern, Additiven oder Füllstoffen) gebildet wird und die Strukturen, wie z.B. die Kristallstrukturen, erst dann zur Ausbildung gebracht werden, und/oder
- alleine oder zusammen mit anderen auf einen ersten Faserverbund aufgetragen wird und die Strukturen, wie z.B. die Kristallstrukturen, auf diesem oberflächennah zur Ausbildung gebracht werden, wobei der erste Faserverbund wie z. B. Papier, Pappe, Karton oder ein anderer Faserverbund oder ein Faserverbund wie unter a) oder b) beschrieben sein kann

wobei jeweils der resultierende Faserverbund Papier, Pappe oder Karton oder vergleichbare Materialien und Folgeprodukte dieser, z. B. in Kombination mit anderen Materialien, sein kann.

**[0035]** Die Ausbildung der Strukturen, bzw. der vernetzten Kristallstrukturen, kann beispielsweise durch eine Reaktion mit Wasser, CO<sub>2</sub>, Sauerstoff, weiteren Additiven und/oder Kombinationen davon oder durch Abspaltung von Wasser oder Gasen, wie CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder anderen ausgelöst werden. Optional kann dazu auch eine Energiezu- oder-abfuhr notwendig sein. So kann z.B. Luftkalk durch Aufnahme von CO<sub>2</sub> aushärten und sich verfestigen. Zement reagiert beispielsweise mit Wasser unter Bildung unlöslicher, stabiler Calciumsilikathydrate, welche feine nadelförmige Kristalle ausbilden, die sich untereinander verzahnen und so zur hohen Festigkeit des daraus resultierenden Faserverbundes führen. Ebenso sind auch Oxidationsprozesse denkbar, die zur Ausbildung der vernetzten Kristallstrukturen führen. Weitere mögliche Reaktionen laufen unter Abspaltung kleinerer Moleküle wie z.B. Wasser, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, anderen Gasen o.ä. ab, wie dies beispielsweise bei Kondensationsreaktionen oder Polymerisationsreaktionen der Fall ist.

**[0036]** Unter den geeigneten strukturbildenden Materialien sind stäbchen-, stern-, büschelbildende oder ähnliche Strukturen bildende Materialien oder Mischungen dieser miteinander oder mit anderen Materialien bevorzugt.

**[0037]** Die Auswahl eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials oder Mischungen dieser miteinander oder mit anderen erfolgt abhängig von den Gegebenheiten und den erwünschten Produkteigenschaften. Abhängig von diesen lässt sich eine spezifische Auswahl treffen. Eine Übersicht geeigneter strukturbildender Materialien, nach chemisch-mineralogischen Gesichtspunkten, zeigt Tabelle 1:

Tabelle 1

| Strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material | Beispiel                                                   | Strukturbildung z.B. Kristallstrukturbildung                                    |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Gips, bzw. entwässerte oder teilentwässerte Gipsvorprodukte             | CaSO <sub>4</sub> *0,5 H <sub>2</sub> O, CaSO <sub>4</sub> | Durch Reaktion mit Wasser mit oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen |

## EP 2 314 765 B1

(fortgesetzt)

|    | <b>Strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material</b>                                                   | <b>Beispiel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Strukturbildung z.B. Kristallstrukturbildung</b>                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Mg-Verbindungen                                                                                                                  | $\text{Mg}(\text{OH})_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Durch Reaktion mit $\text{CO}_2$ in Wasser mit oder ohne anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen |
| 10 | Ca und/oder Al-Silikate                                                                                                          | Tricalciumsilikat, C3S ( $3 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$ )<br>Dicalciumsilikat, C2S ( $2 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$ )<br>Tricalciumaluminat, C3A ( $3 \text{ CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ )<br>Tetracalciumaluminatferrit<br>C4AF ( $4 \text{ CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) | Durch Reaktion mit Wasser mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen      |
| 15 | Ca und/oder Al-Silikate mit                                                                                                      | Tricalciumsilikat, C3S                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Durch Reaktion mit Wasser                                                                             |
| 20 | einem niedrigen $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt <5 Ma-%, bevorzugt <3 Ma-%, meist bevorzugt <1 Ma-%                              | ( $3 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$ ),<br>Dicalciumsilikat, C2S ( $2 \text{ CaO} \times \text{SiO}_2$ )<br>Tricalciumaluminat, C3A ( $3 \text{ CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ )<br>Tetracalciumaluminatferrit,<br>C4AF ( $4 \text{ CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{Fe}_2\text{O}_3$ ).                     | mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen                                |
| 25 |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                       |
| 30 | Gefällte Calciumaluminat                                                                                                         | $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12} =$<br>Tricalciumaluminat-Hydrat<br>bzw. $[\text{3CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 6 \text{ H}_2\text{O}]$<br>$\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14} =$<br>Tetracalciumaluminat-Hydrat<br>bzw. $[\text{4CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 7 \text{ H}_2\text{O}]$                            | Mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven in Wasser unter bestimmten Bedingungen                    |
| 35 | Gefällte Calciumaluminat mit einem niedrigen $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt <5 Ma-%, bevorzugt <3 Ma-%, meist bevorzugt <1 Ma-% | $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12} =$<br>Tricalciumaluminat-Hydrat<br>bzw. $[\text{3CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 6 \text{ H}_2\text{O}]$<br>$\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14} =$<br>Tetracalciumaluminat-Hydrat<br>bzw. $[\text{4CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 7 \text{ H}_2\text{O}]$                            | Mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven in Wasser unter bestimmten Bedingungen                    |
| 40 |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                       |
| 45 | Gebrannte Calciumaluminat                                                                                                        | $\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$ , [CA]<br>$3\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$ , [C3A]<br>$\text{CaO} * 2\text{Al}_2\text{O}_3$ , [CA2]<br>$12\text{CaO} * 7\text{Al}_2\text{O}_3$ , [C12A7]                                                                                                                              | Durch Reaktion mit Wasser mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen      |
| 50 | Gebrannte Calciumaluminat mit einem $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt <5 Ma-%, bevorzugt <3 Ma-%, meist bevorzugt <1 Ma-%          | $\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$ , [CA]<br>$3\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$ , [C3A]<br>$\text{CaO} * 2\text{Al}_2\text{O}_3$ , [CA2]<br>$12\text{CaO} * 7\text{Al}_2\text{O}_3$ , [C12A7]                                                                                                                              | Durch Reaktion mit Wasser mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen      |
| 55 | Calciumsulfoaluminat                                                                                                             | C4A3s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Durch Reaktion mit Wasser mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen      |
|    | Calciumsulfoaluminat mit einem $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt <5 Ma-%, bevorzugt <3 Ma-%, meist bevorzugt <1 Ma-%               | C4A3s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Durch Reaktion mit Wasser mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven bei bestimmten Bedingungen      |

## EP 2 314 765 B1

(fortgesetzt)

| Strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material                              | Beispiel                  | Strukturbildung z.B. Kristallstrukturbildung                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Katoit mit einem $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt <5 Ma-%, bevorzugt <3 Ma-%, meist bevorzugt <1 Ma-% | Tricalciumaluminat-Hydrat | Mit oder ohne Sulfat oder anderen Additiven in Wasser unter bestimmten Bedingungen |

**[0038]** Tabelle 2 zeigt eine Übersicht chemisch-physikalischer Parameter zur weiteren Beschreibung der Eigenschaften der strukturbildenden Materialien, wie z.B. der kristallstrukturbildenden Materialien, welche durch die Erfindung zum Einsatz kommen können:

Tabelle 2

| Parameter                                                                                                                                                                                                                                                      | Einheit           | Bereich             | bevorzugt           | Meist bevorzugt     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Reinheit****)                                                                                                                                                                                                                                                  | Ma-%              | 1-100               | 5-100               | 10-100              |
| Schwermetalle***)                                                                                                                                                                                                                                              | Ma-%              | <1                  | <0,5                | <0,1                |
| Feuchtigkeit bei Verwendung als Pulver                                                                                                                                                                                                                         | Ma-%              | <10                 | <7,5                | <5                  |
| Feuchtigkeit bei Verwendung als Slurry                                                                                                                                                                                                                         | Ma-%              | <99                 | <95                 | <90                 |
| BET                                                                                                                                                                                                                                                            | m <sup>2</sup> /g | 0,001-1000          | 0,01-500            | 0,01-100            |
| Brechungsindex                                                                                                                                                                                                                                                 |                   | 1,0-3,0             | 1,2-2,9             | 1,4-2,7             |
| Weißgrad R457, nach ISO 2470                                                                                                                                                                                                                                   | %                 | 1-100               | 5-100               | 10-100              |
| Teilchengröße*)                                                                                                                                                                                                                                                | µm                | 0,001-1000          | 0,001-500           | 0,001-250           |
| Teilchengröße**)                                                                                                                                                                                                                                               | µm                | 0,001-1000          | 0,001-500           | 0,001-250           |
| Abrasion, nach Einlehner                                                                                                                                                                                                                                       | mg                | <5000               | <4000               | <3000               |
| Spez. Gewicht                                                                                                                                                                                                                                                  | g/cm <sup>3</sup> | <8                  | <7                  | <6                  |
| Kornverteilung                                                                                                                                                                                                                                                 |                   | Uni- bis multimodal | Uni- bis multimodal | Uni- bis multimodal |
| Partikelstruktur                                                                                                                                                                                                                                               |                   | unregelmäßig        | unregelmäßig        | unregelmäßig        |
| *) gemessen als $d_{50}$ (Volumen) mittels Sedimentation, z.B. Sedigraph<br>**) gemessen als $d_{50}$ (Volumen) mittels Laserbeugung, z.B. Cilas<br>***) Summe aus: Cu, Pb, Hg, Zn, Ni, Cd, Cr<br>****) Reinheit als Einzelstoff oder als Mischung von Stoffen |                   |                     |                     |                     |

**[0039]** Chemisch ähnliche synthetische oder natürliche Verbindungen, die ebenfalls dreidimensionale vernetzte Strukturen bzw. Verbunde mit vergleichbaren Eigenschaften ausbilden, jedoch nicht explizit in Tabelle 1 erwähnt sind, sind ebenfalls Teil der Erfindung. Ebenso sind Mischungen der strukturbildenden Verbindungen untereinander oder mit anderen Materialien in jedem Mischungsverhältnis Gegenstand der Erfindung.

**[0040]** Die strukturbildenden Materialien, wie z.B. die kristallstrukturbildenden Materialien, können vor der Verwendung zusätzlich noch chemisch und/oder physikalisch und/oder mechanisch oder durch Kombinationen dieser Verfahren zusätzlich aufbereitet werden. Diese Verfahren können z.B. sein:

- Trockenmahlung und/oder z.B. Sichtung, Magnetscheidung, Beschichtung, Homogenisierung oder Aktivierung mittels aller dafür geeigneter Aggregate oder z.B.
- Nassmahlung und/oder z. B. Feinstofftrennung mittels Zyklon oder Zentrifuge und/oder Kreislaufführung, Magnetscheidung, chemischer oder physikalischer Bleiche, optional mit Additivierung, Homogenisierung, Beschichtung oder Abtrennung von Bestandteilen mittels aller dafür geeigneten Aggregate.

**[0041]** Die zur Trocken- oder Nassmahlung verwendete Aggregate können beispielsweise sein: Kugelmøhlen, Stiftmøhlen, Strahlmøhle oder Perlmøhlen, Røhrwerkskugelmøhlen, Hochleistungsdispersierier oder Hochdruckhomogenisatoren.

## EP 2 314 765 B1

**[0042]** Den strukturbildenden Materialien können andere, insbesondere organische oder anorganische Fasermaterialien jeglicher Herkunft und Reinheit (natürlich, synthetisch, Recyclate) und jeglicher Faserlänge (Langfaser, Kurzfaser, Nanofaser, mikrofibriillierte Faser und Mischungen daraus), Füllstoffe und/oder Pigmente sowie Additive einzeln oder in Mischungen zugesetzt werden.

**[0043]** Die nach einer jeweiligen Reaktion aus den Ca- und/oder Mg-Verbindungen gebildeten Strukturen weisen üblicherweise die in Tabelle 3 aufgelisteten Eigenschaften auf.

Tabelle 3

| Parameter                                                                                                                                                                                                                                                 | Einheit           | Bereich                                                                                                               | bevorzugt                                                                                                             | Meist bevorzugt                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Brechungsindex                                                                                                                                                                                                                                            |                   | 1-3                                                                                                                   | 1,2-2,9                                                                                                               | 1,4-2,7                                                                                                               |
| Weißgrad R457, ISO 2470                                                                                                                                                                                                                                   | %                 | 1-100                                                                                                                 | 5-100                                                                                                                 | 10-100                                                                                                                |
| Teilchengröße*)                                                                                                                                                                                                                                           | μm                | 0,001-10000                                                                                                           | 0,01-7500                                                                                                             | 0,05-5000                                                                                                             |
| Teilchengröße**)                                                                                                                                                                                                                                          | μm                | 0,001-10000                                                                                                           | 0,01-7500                                                                                                             | 0,05-5000                                                                                                             |
| Abrasion nach Einlehne                                                                                                                                                                                                                                    | mg                | <5000                                                                                                                 | <4000                                                                                                                 | <3000                                                                                                                 |
| Spez. Gewicht                                                                                                                                                                                                                                             | g/cm <sup>3</sup> | <8                                                                                                                    | <7                                                                                                                    | <6                                                                                                                    |
| Strukturdurchmesser****)                                                                                                                                                                                                                                  | μm                | 0,001-10000                                                                                                           | 0,001-7500                                                                                                            | 0,001-5000                                                                                                            |
| Strukturlänge****)                                                                                                                                                                                                                                        | μm                | 0,01-10000                                                                                                            | 0,01-7500                                                                                                             | 0,02-5000                                                                                                             |
| Aspektverhältnis***)                                                                                                                                                                                                                                      |                   | 1-10000                                                                                                               | 2-7500                                                                                                                | 2-5000                                                                                                                |
| Kristallstruktur                                                                                                                                                                                                                                          |                   | stäbchen-, plättchen-,<br>faser-, stern, büschel-<br>oder andersförmig                                                | stäbchen-, plättchen-,<br>faser-, stern, büschel-<br>oder andersförmig                                                | stäbchen-, plättchen-,<br>faser-, stern, büschel-<br>oder andersförmig                                                |
| Strukturform und Lage<br>Kristallstrukturen zu<br>anderen Partikeln / Fasern                                                                                                                                                                              |                   | Jede, z.B. einzeln,<br>Zwilling, Bündel, Stern,<br>Büschel, mit und ohne<br>ein- und angelagerte<br>Partikel / Fasern | Jede, z.B. einzeln,<br>Zwilling, Bündel, Stern,<br>Büschel, mit und ohne<br>ein- und angelagerte<br>Partikel / Fasern | Jede, z.B. einzeln,<br>Zwilling, Bündel, Stern,<br>Büschel, mit und ohne<br>ein- und angelagerte<br>Partikel / Fasern |
| Beschreibung<br>Verbundmaterial                                                                                                                                                                                                                           |                   | Netzwerk aus<br>Strukturen mit z.B.<br>anderen anorg. und/<br>oder org. Fasern oder<br>Füllstoffen / Pigmenten        | Netzwerk aus<br>Strukturen mit z.B.<br>anderen anorg. und/<br>oder org. Fasern oder<br>Füllstoffen / Pigmenten        | Netzwerk aus<br>Strukturen mit z.B.<br>anderen anorg. und/<br>oder org. Fasern oder<br>Füllstoffen / Pigmenten        |
| *) gemessen als d <sub>50</sub> (Volumen) mittels Sedimentation, z.B. Sedigraph<br>**) gemessen als d <sub>50</sub> (Volumen) mittels Laserbeugung, z.B. Cilas<br>***) Partikellänge/Partikeldurchmesser, Bereich<br>****) Rasterelektronenmikroskop, REM |                   |                                                                                                                       |                                                                                                                       |                                                                                                                       |

**[0044]** In einer bevorzugten Variante des Verfahrens zur Herstellung eines Faserverbundes liegt die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindungen in Form zusammenhängender Ca- und/oder Mg-enthaltender Partikel vor, welche eine Partikelgröße, gemessen als d<sub>50</sub> (Volumen) zwischen 0,001 und 10000 μm, bevorzugt zwischen 0,01 und 7500 μm, besonders bevorzugt zwischen 0,05 und 5000 μm aufweisen.

**[0045]** In einer bevorzugten Variante des Verfahrens zur Herstellung eines Faserverbundes wird daher eine Ca- und/oder Mg-Verbindung verwendet, welche nach der Strukturänderung und/oder der Strukturbildung in dem Faserverbund einen Brechungsindex n<sub>D</sub> von 1 - 3, bevorzugt von 1,2 - 2,9, besonders bevorzugt von 1,4 - 2,7 aufweist und einen Weißgrad R457 nach ISO 2470 von 1 - 100, bevorzugt 5 - 100, besonders bevorzugt 10 - 100 aufweist.

**[0046]** Bevorzugt wird je nach dem vom Faserverbund geforderten Eigenschaften, z.B. Weißgrad und Preis oder Festigkeit ein dafür geeignetes strukturbildendes Material ausgewählt und zur Herstellung des Faserverbundes verwendet. Die an einen Faserverbund (z.B. Papier, Pappe, Karton) gestellten Anforderungen können dabei sehr unterschiedlich sein. Durch die Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten strukturbildender Materialien und der Eigenschaften der sich bildenden Strukturen, bzw. Kristallstrukturen, können die an einen Faserverbund gestellten Anforderungen in einen weiten Bereich erfüllt werden.

**[0047]** Nach der Auswahl des geeigneten strukturbildenden Materials erfolgt die Herstellung des Faserverbundes. Hierfür stehen verschiedene Vorgehensweisen zur Verfügung:

Beispielsweise kann das strukturbildende Material, bzw. die Ca- und/oder Mg-Verbindung, in geeigneter Form (z. B. nach Aufbereitung, wie oben ausgeführt) in einem ersten Schritt zur Ausbildung der Strukturen, wie z.B. der Kristallstruktur, gebracht werden (z.B. auch vermischt mit anderen Materialien) und in einem zweiten Schritt auf einen bereits bestehenden ersten Faserverbund gebracht werden, um diesen dann oberflächennah z.B. zu verfestigen. Dies kann auch mehrmals erfolgen, wobei Geräte und Bedingungen hierzu dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannt sind (z.B. Bladeauftrag, Curtaincoating, Filmpresse, Leimpresse usw.). Auch jegliche Vorbehandlung des unbeschichteten Faserverbundes oder auch eine Nachbehandlung des Faserverbundes mit bekannten geeigneten technischen Verfahren ist möglich.

**[0048]** Der oben genannte Faserverbund kann ein bekanntes Material nach dem Stand der Technik sein, z.B. Papier, Pappe, Karton, Vlies oder ein vergleichbares Material sein. Es kann aber auch ein strukturaltiger Faserverbund sein.

**[0049]** Weiterhin kann das strukturbildende Material, bzw. die Ca- und/oder Mg-Verbindung, in geeigneter Form (z. B. nach Aufbereitung, wie oben ausgeführt) auch auf einen bereits bestehenden ersten Faserverbund gebracht werden und dort in einem folgenden Prozessschritt die Strukturen, wie z.B. die Kristallstrukturen, zur Ausbildung gebracht werden. In einer Variante davon kann das strukturbildende Material, wie z.B. das kristallstrukturbildende Material, dabei zusammen mit anderen Materialien gemischt und in dieser Form auf einen Faserverbund aufgebracht werden. Dies kann auch mehrmals erfolgen, wobei Geräte und Bedingungen hierzu verschiedenartig sein können und dem Fachmann bekannt sind (wie z.B. Bladeauftrag, Curtaincoating, Filmpresse, Leimpresse usw.). Auch jegliche Vorbehandlung des unbeschichteten Faserverbundes oder auch eine Nachbehandlung des Faserverbundes nach der Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindung, auf bzw. in diesem nach den bekannten geeigneten technischen Verfahren, ist möglich. Das Ausbilden der Strukturen, wie z.B. der Kristallstrukturen, kann auch unterbrochen werden, z.B. durch Entzug der reaktiven Komponente (wie z.B. Wasser) und kann z. B. zeitlich und später durch die Zugabe einer reaktiven Komponente (wie z.B. Wasser) zeitlich und evtl. auch räumlich getrennt fortgesetzt werden.

**[0050]** In einer bevorzugten Variante des Verfahrens zur Herstellung eines Faserverbundes wird die Strukturänderung und/oder die Strukturbildung der Ca- und/oder Mg-Verbindungen vor der vollständigen Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes durch eine Änderung von Umgebungsbedingungen unterbrochen und die Strukturänderung und/oder die Strukturbildung bis zur vollständigen Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes zu einem späteren Zeitpunkt, optional nachdem der Faserverbund in eine vorbestimmte Form gebracht wurde, durch erneute Änderung der Umgebungsbedingungen weitergeführt.

**[0051]** Alternativ zu der Beschichtung eines bestehenden ersten Faserverbundes können Strukturen, wie z.B. Kristallstrukturen, auch direkt in dem Faserverbund zur Ausbildung gebracht werden. Hierzu gibt es mehrere Möglichkeiten:

Einerseits besteht die Möglichkeit, die Strukturen alleine zur Ausbildung zu bringen, danach mit anderen Fasern zu mischen und erst in einem folgenden Prozessschritt den Faserverbund auszubilden.

**[0052]** In einer weiteren Variante kann das strukturbildende Material vor, während oder nach der Strukturbildung, wie z.B. der Kristallstrukturbildung, mit anderen Materialien (wie z.B. Füllstoffen, Additiven) gemischt werden. Weiterhin kann auch die Faser für diese Variante vor, während oder nach der Mischung mit den ausgebildeten Strukturen der Ca- und/oder Mg-Verbindungen und mit anderen Materialien (z.B. Füllstoffen, Additiven) gemischt werden.

**[0053]** Weiterhin ist es möglich, das strukturbildende Material vor, während oder nach der Strukturbildung, wie z.B. der Kristallstrukturbildung, mit den Fasern und/oder anderen Materialien gemischt werden. wie bereits oben beschrieben kann auch die Faser vor, während oder nach der Mischung mit dem strukturbildende Material mit anderen Materialien und/oder Fasern gemischt werden.

**[0054]** In einer weiteren Variante ist es möglich, einen Faserstoff mit einem strukturbildenden Material, wie z.B. einem kristallstrukturbildende Material, und weiteren Zusätzen zu einem Faserverbund zu bringen und die Strukturen erst zu einem späteren Zeitpunkt zur Ausbildung zu bringen. Dies kann z.B. geschehen, indem der Faserverbund nach der Ausbildung noch eine reaktive Komponente, z.B. Wasser enthält und die strukturbildenden Komponente, wie z.B. die kristallstrukturbildende Komponente, zusammen mit diesem Wasser die Strukturen innerhalb dieses Faserverbundes ausbildet. Danach kann der Faserverbund getrocknet oder weiterverarbeitet werden.

**[0055]** Dadurch sind neuartige gestalterisch-technische Anwendungen möglich, indem in einer Variante ein Faserverbund beispielsweise einer gezielten Formgebung ausgesetzt und diese Form dann durch Ausbildung von Strukturen z.B. Kristallstrukturen beibehalten, bzw. fixiert wird, indem dem Faserverbund eine reaktive Komponente, z.B. Wasser zugegeben wird.

**[0056]** Die Strukturen im Faserverbund können außerdem derart zur Ausbildung gebracht werden, dass diese sehr feinteilig sind, wodurch ein schwer brennbares und/oder Wärme dämmendes Material erzeugt wird.

**[0057]** Weiterhin ist es zudem möglich, einen Faserstoff mit einem strukturbildenden Material und weiteren Zusätzen zu einem Faserverbund umzusetzen und die Strukturen der Ca- und/oder Mg-Verbindungen erst zu einem späteren Zeitpunkt zur Ausbildung zu bringen. Dies kann beispielsweise geschehen, indem dem Faserverbund eine reaktive, zur Ausbildung der Strukturen, wie z.B. der Kristallstrukturen, nötige Komponente (wie z.B. Wasser) entzogen oder diese nicht zugesetzt wird und somit die Strukturbildung, bzw. die Kristallstrukturbildung, zeitlich unterbrochen wird. Die Ausbildung der Strukturen, wie z.B. der Kristallstrukturen, und eine damit weitergehende Vernetzung kann dann zu einem späteren Zeitpunkt für die gleiche oder eine andere Anwendung ausgelöst werden, indem dem Faserverbund die reaktive Komponente, z.B. Wasser zugegeben wird.

**[0058]** In einer bevorzugten Variante des Verfahrens zur Herstellung erfolgt daher die Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindungen vor, während oder nach einer Vernetzung der organischen Faserstoffe.

**[0059]** Die oben genannten Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes können zeitlich und räumlich nebeneinander oder versetzt voneinander ablaufen. Daneben können diese kontinuierlich oder im Batchbetrieb oder in Form von Zwischenstufen dieser Verfahren ablaufen.

**[0060]** Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Erfindung ist ein Faserverbund, welcher mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff aufweist, wobei der Faserstoff ausgewählt ist aus einer Gruppe, welche Holzschliff, Halbzellstoff, Zellstoff, Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle, synthetische Polymerfasern und/oder andere Faserstoffe mit Faserstärken von weniger als 0,5 mm umfasst, wobei mindestens eines der Additive eine Ca- und/oder Mg-Verbindung umfasst, welche in einen dreidimensionalen Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen vorliegt oder in diesen überführbar ist, welcher eine eine netzartige Faserstoffstruktur, welche durch den Faserstoff bildbar oder gebildet ist, durchsetzende Struktur zur Stabilisierung des Faserverbundes aufweist.

**[0061]** Derartige Faserverbunde können durch die Substitution der vergleichsweise teuren organischen Faserstoffe in den Materialkosten günstiger sein als vergleichbare Faserverbunde bei denen die dreidimensionale Vernetzung ausschließlich auf der Vernetzung der organischen Faserstoffe beruht. Gleichzeitig können diese Faserverbunde aufgrund des dreidimensional vernetzten Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindung eine ähnliche, oder sogar verbesserte Festigkeit wie vergleichbare Faserverbunde auf Basis von ausschließlich organischen Faserstoffen aufweisen.

**[0062]** Ein derartiger Faserverbund umfasst die Ca- und/oder Mg-Verbindung mit einem Anteil von 1 - 50 Ma-%, bevorzugt 2 - 40 Ma-% und die Ca- und/oder Mg-Verbindung ist ausgewählt aus einer Gruppe, welche Sulfate, Hydroxide, Silikate, Aluminate, Ferrite und/oder Mischungen dieser, insbesondere Zemente, Gips und/oder Vorprodukte dieser umfasst und durch eine Reaktion mit Wasser, Gasen, insbesondere CO<sub>2</sub> oder Sauerstoff, Carbonat-Ionen, Sulfat-Ionen, weiteren Additiven und/oder Kombinationen davon oder durch Abspaltung von Wasser oder Gasen wie CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder anderen, optional unter Energiezu- oder-abfuhr, liegt ein dreidimensionaler Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen im Faserverbund vor oder ist ausbildbar.

**[0063]** Bevorzugt liegen in einem Faserverbund die Ca- und/oder Mg-Verbindung innerhalb des dreidimensionalen Verbundes in weitgehend homogenen Kristallstrukturen vor, welche bevorzugt vorwiegend stäbchenförmig, plättchenförmig, faserförmig, sternförmig oder büschelförmig sind. Diese Kristallstrukturen sind aufgrund ihrer Geometrie besonders geeignet, da sie z.B. durch Interaktionen ihrer Enden, Ecken oder Kanten mit benachbarten Kristallen eine dreidimensionale netzartige Struktur bzw. einen dreidimensionalen Verbund ausbilden können. Diese dreidimensionale Struktur kann als netzartig oder gerüstartig bezeichnet werden, da aufgrund der Geometrie der Kristalle Hohlräume gebildet werden können, die den Maschen eines Netzes oder den Freiräumen innerhalb eines Gerüsts vergleichbar sind. Die Interaktionen zwischen den einzelnen Kristallen können physikalischer oder chemischer Natur sein. Beispielsweise kann es sich um ein Verhaken oder von Vorsprüngen o.ä. handeln. Ebenso sind aber auch elektronische oder elektrostatische Wechselwirkungen zwischen den Enden sowie ein Verkleben (z.B. durch ein Bindemittel) von Enden miteinander möglich.

**[0064]** Ein Faserverbund umfasst bevorzugt neben der strukturbildenden Ca- und/oder Mg-Verbindung organische Faserstoffe welche einzelne Fasern umfassen, welche einen weitgehend kreisförmigen Durchmesser einer Größe von weniger als 0,5 mm, bevorzugt weniger als 0,25 mm, besonders bevorzugt weniger als 0,01 mm aufweisen. Diese Fasern können beispielsweise Holzschliff, Halbzellstoff, Zellstoff, Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle und andere Naturprodukte, jedoch auch synthetische Polymerfasern organischen Ursprungs wie beispielsweise (Polyamide, Polyester, Polyether, Polyolefine wie z.B. PE, PP etc., Polyurethane und andere Polymere organischer Substanzen) sein. Die durchschnittliche Länge der einzelnen Fasern beträgt bevorzugt weniger als 10 mm. Sie kann aber auch je nach Art und Material der Faser größer sein.

**[0065]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Faserverbundes weist die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Änderung und/oder Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes einen Brechungsindex  $n_D$  von 1 - 3, bevorzugt von 1,2 - 2,9, besonders bevorzugt von 1,4 - 2,7 auf. Durch die große Differenz des Brechungsindex im besonders bevorzugten Bereich von  $n_D = 1,4 - 2,7$  zu dem Brechungsindex der Luft ( $n_D \approx 1$ ) weisen diese Substanzen besonders gute optische Eigenschaften, wie hohe Opazität, hohen Weißgrad usw. auf.

**[0066]** Da insbesondere bei Anwendungen von Faserverbunden als Papier besonders weißes Papier in großen Men-

gen benötigt wird, weist in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Faserverbundes die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Änderung und/oder Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes einen Weißgrad R457 nach ISO 2470 von 1 - 100, bevorzugt 5 - 100, besonders bevorzugt 10 - 100 auf. Um den Weißgrad des Faserverbundes weiter zu steigern, ist es möglich, weitere Additive zuzusetzen, die den Weißgrad positiv beeinflussen. Diese sind nach dem Stand der Technik bekannt und können z.B.  $\text{TiO}_2$ , Kaolin,  $\text{CaCO}_3$  usw. sein.

**[0067]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Faserverbundes ist auf den Faserverbund eine Oberflächenbeschichtung aufstreichbar, aufdruckbar, aufsprühbar, aufkaschierbar, aufwalzbar, aufklebbar oder auf eine andere geeignete Weise auftragbar. Dadurch ist es möglich, den Faserverbund weiter zu veredeln. Diese Oberflächenbeschichtung kann beispielsweise in Form von Schrift als Informationsmedium dienen. Außerdem sind jedoch auch weitere Oberflächenbeschichtungen denkbar, die den Faserverbund lediglich für spätere Anwendungen (wie z.B. zur Informationsspeicherung, als Verpackungsmaterial, als Dekorationsmittel (z.B. Tapete), als Hygieneartikel, als Dämmmaterial, als Gas-, Wasser- oder Dampfbremse, als Flammenschutzmaterial, als Schallschutzmaterial, als Werkstoff, als Isolationsmittel oder ähnlichem) vorbereiten. Diese Oberflächenbeschichtungen können die Oberflächeneigenschaften verändern und beispielsweise die Porosität, die Farbe, den Glanz, die Opazität, die Haptik, die Transparenz, die Wasserbeständigkeit, die Benetzbarkeit und viele andere entsprechend der Anforderungen anpassen.

**[0068]** Es ist weiterhin möglich, die oben beschriebenen Faserverbunde auch durch mehrere Lagen dieser jeweiligen Faserverbunde aufeinander oder gemischt miteinander oder mit anderen Materialien (z.B. Polymerfolien, Metallfolien), zu einem mehrschichtigen Faserverbundwerkstoff zusammenzuführen. Für die jeweiligen Prozesse können alle geeigneten, dem Fachmann bekannten technischen Verfahren und Materialien zum Einsatz kommen.

**[0069]** Die Faserverbunde können je nach Anforderung und Verwendungszweck oder Anwendung weiter bearbeitet werden, wie z.B. gestrichen, bedruckt, besprüht, gewalzt, kaschiert, gefalzt, geschnitten, beklebt, beschichtet usw. werden.

**[0070]** Erfindungsgemäß können die oben genannten Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes zeitlich und räumlich nebeneinander oder versetzt voneinander ablaufen. Daneben können diese kontinuierlich oder im Batchbetrieb oder in Form von Zwischenstufen dieser Verfahren ablaufen.

**[0071]** Nachfolgend wird die Herstellung eines erfindungsgemäßen flächigen Faserverbundes an konkreten Beispielen, hier Papier, beschrieben, selbstverständlich ohne dabei andere Anwendungen auszuschließen.

**[0072]** Die Verbundstrukturen werden jeweils, anhand von Rasterelektronenmikroskopaufnahmen (REM) gezeigt. Zur Ausbildung des Faserverbundes wird in den nachfolgenden Beispielen ungemahlener Laubholzzellstoff (Eucalyptus Grandis) als Faserstoff verwendet. Aus einer wässrigen Suspension dieses Faserstoffes und gegebenenfalls weiteren Zusätzen wird mittels Filtration ein Faserverbund (Papier) hergestellt, dieser danach getrocknet und die Verbundstruktur mittels Rasterelektronenmikroskop untersucht.

**[0073]** Darin zeigen:

- |    |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35 | Fig. 1a und 1b     | eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbunds ohne Zusatz von strukturbildenden Materialien;                                                                                                                                                                                                       |
| 40 | Fig. 2a und 2b     | eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbunds mit ausgebildeten netzartigen Strukturen, hier eines u.a. stäbchen- und nadelförmige Kristallstrukturen ausbildenden Materials, wobei die Stäbchen- und Kristallstrukturen bereits vor der Faserverbundherstellung ausgebildet worden sind;          |
| 45 | Fig. 3a und 3b     | eine weitere rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbunds mit ausgebildeten netzartigen Strukturen, hier eines u.a. Stäbchen- und nadelförmige Kristallstrukturen ausbildenden Materials, wobei die Stäbchen- und Kristallstrukturen einen besonders engmaschigen, filzartigen Faserverbund ausbilden; |
| 50 | Fig. 4a und 4b     | eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbunds mit ausgebildeten netzartigen Strukturen, wobei Strukturen nach der Herstellung des Verbundes der organischen Fasern ausgebildet worden sind und wiederum einen filzartigen Faserverbund ausbilden;                                                  |
| 55 | Fig. 5a            | eine rasterelektronische Aufnahme von Ca-Al-Silikat als Beispiel für ein strukturbildendes Material;                                                                                                                                                                                                       |
|    | Fig. 5b            | eine rasterelektronische Aufnahme von Wollastonit als weiteres Beispiel für ein Material, welches keine dreidimensionale Verbundstruktur ausbildet;                                                                                                                                                        |
|    | Fig. 6a, 7a und 8a | eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbunds mit ausgebildeten netzartigen Strukturen unter Verwendung von Ca-Al-Silikat als strukturbildendes Material;                                                                                                                                          |

Fig. 6b, 7b und 8b eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbands ohne ausgebildeten netzartigen Strukturen der den organischen Fasern zugesetzten Ca- und/oder Mg-Verbindung Wollastonit ( $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ ) und

5 Fig. 9a und 9b eine rasterelektronische Aufnahme eines Faserverbands mit ausgebildeten netzartigen Strukturen, wobei das Strukturbildende Ca-Al-Silikat nach Ausbildung eines ersten Faserverbandes aus organischen Fasern mittels Rakel auf diesen aufgetragen wurde und anschließend zur Ausbildung der dreidimensional vernetzten Struktur gebracht wurde.

10 **[0074]** Diese Figuren und einige exemplarische und nicht einschränkende Beispiele zur Ausbildung eines erfindungsgemäßen Faserverbandes sind im folgenden genauer beschrieben:

Beispiel 1:

15 **[0075]** Herstellung eines Faserverbandes ohne Zusatz von strukturbildenden Materialien, wie z.B. kristallstrukturbildenden Materialien (Fig. 1a und 1b).

**[0076]** In Fig. 1a ist der Faserverband dargestellt, in welchem kein strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material, enthalten ist. Es sind hier nur die Fasern zu erkennen. Diese bilden ein lockeres, unregelmäßiges Netzwerk, dazwischen vergleichsweise große Poren. Die Festigkeit dieses Netzwerkes beruht alleine auf den Wechselwirkungen dieser Fasern zueinander und ist damit gering. Fig. 1b zeigt eine vergrößerte Ansicht.

Beispiel 2:

25 **[0077]** Fig. 2a zeigt einen Faserverband mit ausgebildeten Strukturen, wie z.B. Kristallstrukturen. Fig. 2b zeigt eine Vergrößerung. Fig. 2a und Fig. 2b zeigen einen Faserverband, aus der Verwendung eines strukturbildenden Materials, hier eines stäbchen- und kristallstrukturbildenden Materials in Mischung mit organischen Fasern resultiert, wobei die Stäbchen- und Kristallstrukturen bereits vor der Faserverbandherstellung ausgebildet sind.

**[0078]** Die Ausbildung des Faserverbandes zusammen mit dem strukturbildenden Material, wie z.B. kristallstrukturbildenden Material, in diesem Beispiel ein eisenarmes Ca-Al-Silikat mit einer bestimmten Feinheit, erfolgt zunächst, indem ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt und dieses dann zusammen mit Faserstoff in wässriger Suspension gemischt, die Strukturen, wie z.B. Kristallstrukturen, zur Ausbildung gebracht und schließlich der Faserverband ausgebildet wird.

35 **[0079]** Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert ist, wird ein strukturbildendes, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material, mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat. Im Falle der Verwendung von Pappe wäre z. B. auch nichteisenarmes Ca-Al-Silikat mit niedrigerem Weißgrad geeignet. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall dahingehend, dass die Feinheit (gemessen als  $d_{50}$ , Laserbeugung ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) mittels Trockenmahlung (z. B. mit einer Kugelmühle) ausgehend von  $d_{50} = 20 \mu\text{m}$  um 50 % reduziert wird.

40 **[0080]** Zur Ausbildung des Faserverbandes wird ein Faserstoff wie im Beispiel 1 verwendet und diesem ein strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material (eisenarmes Ca-Al-Silikat), mit einem Anteil  $> 0,1 \text{ Ma-\%}$ , bevorzugt 1-50 Ma-% bezogen auf den Faserstoff, zugegeben und eine wässrige Suspension hergestellt. Aus dieser wird der Faserverband, bestehend aus Faserstoff und ausgebildeten Strukturen, hier z.B. Kristallstrukturen, mittels Filtration hergestellt, dieser Verbund danach getrocknet und die Verbundstruktur mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht.

45 **[0081]** Der resultierende Faserverband (Fig. 2a und Fig. 2b) zeigt sowohl die Fasern als auch die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen. Diese sind innig miteinander verbunden und bilden einen Filz. Die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, bilden Netzwerke und sind sowohl miteinander als auch mit dem Faserstoff verbunden, sodass auch die Poren weitgehend überbrückt sind. Die Festigkeit eines derartigen Papiers beruht ebenfalls auf Wechselwirkungen der enthaltenen Bestandteile. Aufgrund der hohen Vernetzung ist auch die Wechselwirkung sehr hoch, verbunden mit einer deutlichen Zunahme der Festigkeit.

50 **[0082]** Alternativ kann zunächst auch ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt werden und dieses dann aber getrennt vom Faserstoff in eine wässrige Suspension überführt und darin die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen zur Ausbildung gebracht und erst dann mit dem Faserstoff vereint und schließlich der Faserverband ausgebildet werden.

55 **[0083]** Hierzu erfolgt zunächst die Auswahl eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials: Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert wird, wird ein strukturbildendes z.B. kristallstrukturbildendes Material mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall dahingehend, dass die Feinheit (gemessen als  $d_{50}$ ,

Laserbeugung ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) mittels Trockenmahlung (z. B. mit einer Kugelmühle) ausgehend von  $d_{50} = 20 \mu\text{m}$  um 50 % reduziert wird.

**[0084]** Zur Ausbildung des Faserverbundes wird als Faserstoff erneut ungemahlener Laubholz Zellstoff verwendet (Eucalyptus Grandis) und von diesem eine erste Suspension 1 hergestellt. Von dem strukturbildenden Material, wie z.B. kristallstrukturbildenden Material (eisenarmes Ca-Al-Silikat), wird eine zweite Suspension 2 hergestellt und darin die Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen, zur Ausbildung gebracht. Danach werden die beiden Suspension gemischt, so dass strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material, mit einem Anteil  $> 0,1 \text{ Ma-\%}$  bevorzugt 1-50 Ma-% bezogen auf Faserstoff, enthalten ist.

**[0085]** Aus dieser Mischung der beiden Suspensionen wird schließlich der Faserverbund, bestehend aus Faserstoff und ausgebildeten Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, mittels Filtration hergestellt, danach getrocknet und die Verbundstruktur mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht.

**[0086]** Der hierbei resultierende Faserverbund (Fig. 3a und Fig. 3b) zeigt sowohl die Fasern als auch die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen. Diese sind innig miteinander verbunden und bilden einen Filz. Die Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen, bilden Netzwerke und sind sowohl miteinander als auch mit dem Faserstoff verbunden, so dass auch die Poren weitgehend überbrückt sind. Die Festigkeit eines derartigen Papiers beruht ebenfalls auf Wechselwirkungen der enthaltenen Bestandteile. Aufgrund des hohen Vernetzungsgrades ist auch die Wechselwirkung sehr hoch, verbunden mit einer deutlichen Zunahme der Festigkeit.

**[0087]** Verglichen mit den REM-Aufnahmen des Faserverbunds Fig. 2a und Fig 2b. zeigt dieser ein ähnliches Bild. Im Beispiel 2 konnten also zwei Wege zur Herstellung des Faserverbundes aufgezeigt werden, wobei beiden gemeinsam ist, dass die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen zu einem großen Teil ausgebildet sind, bevor es zur Faserverbundbildung, also zur Blattbildung kommt. Die Wechselwirkung und damit auch die Papierfestigkeit im Verbund ist bei beiden Verfahren größer, verglichen mit dem Verfahren, welches im Beispiel 1 angeführt ist.

Beispiel 3:

**[0088]** Fig. 4a und Fig. 4b zeigen einen Faserverbund, hergestellt durch Verwendung eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials, und die Ausbildung dieses Faserverbundes, wobei die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, erst nach der Faserverbundherstellung ausgebildet werden.

**[0089]** Dies geschieht, indem ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt und dieses dann zusammen mit Faserstoff in wässriger Suspension gemischt und der Faserverbund ausgebildet wird. Ein Großteil der Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, wird erst danach zur Ausbildung gebracht und der Faserverbund dadurch auch weitergehend vernetzt.

**[0090]** Hierzu erfolgt im ersten Schritt die Auswahl des strukturbildenden Materials, wie z.B. kristallstrukturbildenden Materials. Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert wird, wird ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall dahingehend, dass die Feinheit (gemessen als  $d_{50}$ , Laserbeugung ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) mittels Trockenmahlung (z. B. mit einer Kugelmühle) um 50 % ausgehend von  $d_{50} = 20 \mu\text{m}$  reduziert wird.

**[0091]** Zur Ausbildung des Faserverbundes wird ein Faserstoff wie im Beispiel 1 verwendet und diesem ein strukturbildendes Material, wie z.B. kristallstrukturbildendes Material (eisenarmes Ca-Al-Silikat), mit einem Anteil  $> 0,1 \text{ Ma-\%}$  bevorzugt 1-50 Ma-% bezogen auf Faserstoff zugegeben und eine wässrige Suspension hergestellt. Aus dieser wird der Faserverbund, bestehend aus Faserstoff und dem strukturbildenden Material, wie z.B. dem kristallstrukturbildenden Material, bei welchem die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen größtenteils noch nicht ausgebildet sind, mittels Filtration hergestellt. Anschließend werden die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen in dem Verbund ausgebildet. Danach wird dieser Verbund getrocknet und die Verbundstruktur mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht.

**[0092]** Auch der hierbei resultierende Faserverbund (Fig. 4a und Fig. 4b) zeigt sowohl die Fasern als auch die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen. Diese sind innig miteinander verbunden und bilden einen Filz. Die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, bilden Netzwerke und sind sowohl miteinander als auch mit dem Faserstoff verbunden, so dass auch die Poren weitgehend überbrückt sind. Die Festigkeit eines derartigen hergestellten Papiers beruht ebenfalls auf Wechselwirkungen der enthaltenen Bestandteile. Aufgrund der hohen Vernetzung ist auch die Wechselwirkung sehr hoch, verbunden mit einer deutlichen Zunahme der Festigkeit.

**[0093]** Es wird also ein weiterer Weg zur Herstellung eines Faserverbundes aufgezeigt, wobei sich bei diesem Faserverbund der Großteil der Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, erst dann bildet, wenn der Faserverbund, also die Blattbildung bereits geschehen ist. Die Wechselwirkungen im Verbund und damit auch Papierfestigkeit nimmt auch in diesem Fall zu. Ein besonderer Vorteil bei der Strukturbildung, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturbildung, nach der Faserverbundbildung ist, dass ein Teil des enthaltenen Restwassers durch die Strukturbildungsreaktion, hier die Stäbchen- bzw. Kristallstruktur-bildungsreaktion, chemisch gebunden wird und nicht mittels Trocknung entfernt werden

muss, wodurch ein zusätzlicher Nutzen durch Energieeinsparung gegeben ist.

Beispiel 4:

**[0094]** Fig. 5a zeigt Ca-Al-Silikat als Beispiel für ein strukturbildendes z.B. kristallstrukturbildendes Material und Fig. 5b zeigt Wollastonit als Beispiel für ein nichtstrukturbildendes aber stäbchenförmiges Material. Wollastonit ist demnach unter den gewählten Bedingungen nicht zur Ausbildung der dreidimensionalen Verbundstruktur geeignet, auch wenn die einzelnen Wollastonitpartikel in Form von Kristallen mit einer regelmäßigen Kristallstruktur vorliegen. Der Faserverbund wird durch Verwendung eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials, bei steigender Konzentration und anschließender Ausbildung dieses Faserverbundes hergestellt. Die Strukturen hier Stäbchen- und Kristallstrukturen (Fig. 5a), werden erst nach der Faserverbundherstellung ausgebildet - im Gegensatz zu einem Faserverbund, welcher mit Faserstoff und einem nichtstrukturbildenden Mineral aber stäbchenförmigen Mineral (Wollastonit) hergestellt wird (Fig. 5b).

**[0095]** Bei diesem Beispiel wird ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt und dieses dann zusammen mit Faserstoff in wässriger Suspension gemischt und der Faserverbund ausgebildet. Der größte Teil der Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen wird erst danach zur Ausbildung gebracht und der Faserverbund dadurch auch weitergehend vernetzt.

**[0096]** Hierzu erfolgt im ersten Schritt die Auswahl des strukturbildenden Materials, wie z.B. des kristallstrukturbildenden Materials. Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert ist, wird ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall nicht.

**[0097]** Zur Ausbildung des Faserverbundes wird ein Faserstoff wie im Beispiel 1 verwendet und diesem ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material (eisenarmes Ca-Al-Silikat), zugegeben und eine wässrige Suspension hergestellt. Aus dieser wird der Faserverbund, bestehend aus Faserstoff und dem strukturbildenden Material, wie z.B. dem kristallstrukturbildenden Material, welches aber die Strukturen (hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen) größtenteils noch nicht ausgebildet hat, mittels Filtration hergestellt. Erst danach werden die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, in dem Verbund ausgebildet. Danach wird dieser Verbund getrocknet und die Verbundstruktur mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht.

**[0098]** In gleicher Weise wird ein Faserverbund aus Faserstoff und einem nicht strukturbildenden, dafür aber einem stäbchenförmigen Material hergestellt, wobei das Verhältnis von Faserstoff und stäbchenförmigen Material gleich ist. Nach dem Trocknen wird auch dieser Faserverbund mittels REM untersucht.

**[0099]** Als nichtstrukturbildendes dafür aber stäbchenförmiges Material, wird hier Wollastonit ( $d_{50} = 10 \mu\text{m}$ , ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) eingesetzt. Wollastonit hat die Eigenschaft, dass es bereits als stäbchenförmiges Material vorliegt. Das Ziel ist hierbei, den Vorteil der Strukturbildung, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturbildung gegenüber der Verwendung eines nichtstrukturbildenden, dafür aber stäbchenförmigen Materials aufzuzeigen.

**[0100]** Bei den Versuchen wurden folgende Verfahrensweisen angewendet:

- Einwiegen von Faserstoff und eisenarmes Ca-Al-Silikat (bzw. Wollastonit)
- Dispergieren der Komponenten in 50 ml Wasser
- Verdünnen der Suspension auf 1 Liter mit Wasser
- Entwässern der Suspensionen über einem Sieb
- Lagerung der feuchten Blätter unter Luftabschluss
- Trocknung der Blätter, nachdem die Ausbildung der Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen vollzogen ist. Wollastonit wurde analog dazu behandelt.

**[0101]** Bei den Versuchen wurde eine Materialzusammensetzung entsprechend der Tabelle 4 ausgewählt:

Tabelle 4

|                                        | Einheit | 10 Ma-% | 25 Ma-% | 50 Ma-% |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Vorlagewasser                          | ml      | 50      | 50      | 50      |
| Zellstoff                              | g       | 3,6     | 3,0     | 2,0     |
| eisenarmes Ca-Al-Silikat               | g       | 0,4     | 1,0     | 2,0     |
| Mineralischer Faserstoff (Wollastonit) | g       | 0,4     | 1,0     | 2,0     |
| Verdünnungswasser                      | ml      | 950     | 950     | 950     |

**[0102]** Die morphologischen Unterschiede der beiden Einsatzstoffe eisenarmes Ca-Al-Silikat (Fig. 5a) und Wollastonit (Fig. 5b) sind in den REM-Aufnahmen eindeutig zu erkennen.,

**[0103]** Die Faserverbunde, hergestellt unter Verwendung von eisenarmen Ca-Al-Silikat und Wollastonit unterscheiden sich ebenfalls deutlich. Die Faserverbunde auf Basis von eisenarmen Ca-Al-Silikat (Fig. 6a, 7a, 8a.) zeigen sowohl die Fasern als auch die Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen. Diese sind innig miteinander verbunden und bilden einen Filz. Die Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen, bilden Netzwerke und sind sowohl miteinander als auch mit dem Faserstoff verbunden, sodass auch die Poren weitgehend überbrückt sind. Die Festigkeit eines derartig hergestellten Papiers beruht ebenfalls auf Wechselwirkungen der enthaltenen Bestandteile. Aufgrund der hohen Vernetzung ist auch die Wechselwirkung sehr hoch, verbunden mit einer deutlichen Zunahme der Festigkeit. Dagegen zeigen die Faserverbunde auf Basis von Wollastonit (Fig. 6b, 7b, 8b) nur eine lose, lockere Zusammenlagerung der jeweiligen Bestandteile, ohne dass diese erkennbar miteinander verbunden sind.

**[0104]** Beispiel 4 zeigt den Unterschied bei der Verwendung eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials, im Vergleich zu einem nichtstrukturbildenden, dafür aber stäbchenförmigen Material. Die Wechselwirkungen im Verbund und damit auch die Papierfestigkeit sind im ersten Fall deutlich stärker ausgeprägt. Ein besonderer Vorteil bei der Strukturbildung (hier Stäbchen- und Kristallstrukturbildung) nach der Faserverbundbildung ist, dass ein Teil des enthaltenen Restwassers durch die Strukturbildung (hier Stäbchen- und Kristallstrukturbildungsreaktion) chemisch gebunden wird und nicht mittels Trocknung entfernt werden muss, wodurch ein zusätzlicher Nutzen durch Energieeinsparung gegeben ist.

Beispiel 5:

**[0105]** In Beispiel 5 wird ein Faserverbund durch die Verwendung eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials hergestellt, wobei das strukturbildende Material, wie z.B. kristallstrukturbildende Material, erst nachträglich auf einen bereits gebildeten ersten Faserverbund aufgebracht und die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, anschließend ausgebildet werden.

**[0106]** Dies geschieht, indem ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, ausgewählt und dieses dann in einer wässrigen Suspension auf einen ersten Faserverbund aufgebracht wird. Der größte Teil der Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen, wird erst nach dem Auftrag auf den Faserverbund zur Ausbildung gebracht und der Faserverbund dadurch oberflächennah vernetzt.

**[0107]** Hierzu erfolgt im ersten Schritt die Auswahl des strukturbildenden Materials, wie z.B. des kristallstrukturbildenden Materials. Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert wird, wird ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat.. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall dahingehend, dass die Feinheit (gemessen als  $d_{50}$ , Laserbeugung, ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) mittels Trockenmahlung (z. B. mit einer Kugelmühle) ausgehend von  $d_{50} = 20 \mu\text{m}$  um 50 % reduziert wird.

**[0108]** Zur Ausbildung des ersten Faserverbundes wird ein Faserstoff wie im Beispiel 1 verwendet und von diesem eine wässrige Suspension hergestellt. Aus dieser wird der erste Faserverbund, bestehend nur aus Faserstoff mittels Filtration hergestellt. Dieser erste Faserverbund kann dann trocken oder nass weiterverarbeitet werden. In diesem Beispiel wurde in trockener Form weiter verarbeitet.

**[0109]** Parallel dazu wird eine wässrige Suspension aus eisenarmen Ca-Al-Silikat hergestellt und diese mittels Rakel auf den ersten Faserverbund aufgetragen. Der Großteil der Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen, bildet sich an der Oberfläche des ersten Faserverbundes aus und vernetzt diese. Danach wird der Faserverbund getrocknet und die Struktur mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht. Auch der hierbei resultierende Faserverbund (Fig. 9a und Fig. 9b) zeigt sowohl die Fasern als auch die Strukturen, hier Stäbchen- und Kristallstrukturen. Diese sind innig miteinander verbunden und bilden einen Filz. Die Stäbchen bilden Netzwerke und sind sowohl miteinander als auch mit dem Faserstoff verbunden, so dass auch die Poren weitgehend überbrückt sind. Die Festigkeit eines derartigen Papiers beruht ebenfalls auf Wechselwirkungen der enthaltenen Bestandteile. Aufgrund der hohen Vernetzung ist auch die Wechselwirkung sehr hoch, verbunden mit einer deutlichen Zunahme der Festigkeit.

**[0110]** Bei der erfindungsgemäßen Herstellung eines Faserverbundes nach Beispiel 5 wird das strukturbildende z.B. kristallstrukturbildende Material auf einen Faserverbund aufgetragen, wobei die Strukturen, hier Stäbchen- bzw. Kristallstrukturen, den Faserverbund oberflächennah vernetzen. Die Wechselwirkung im gebildeten Faserverbund und damit auch die Papierfestigkeit nimmt auch in diesem Fall zu. Besonderer Vorteil bei der nachträglichen Beschichtung eines Faserverbundes mit einem strukturbildenden Material, wie z.B. einem kristallstrukturbildenden Material, ist, dass ein Teil des enthaltenen Restwassers durch die Strukturbildungsreaktion, hier eine Stäbchen- bzw. Kristallstrukturbildungsreaktion, chemisch gebunden wird und nicht mittels Trocknung entfernt werden muss, wodurch ein zusätzlicher Nutzen durch Energieeinsparung gegeben ist.

**[0111]** In einem alternativen Verfahren gemäß der Erfindung ist es auch möglich, den Faserverbund, nachdem er mit dem strukturbildenden Material, wie z.B. einem kristallstrukturbildenden Material, beschichtet worden ist, zu trocknen,

damit eine zur Strukturbildung notwendige reaktive Komponente zu entziehen und so die Strukturbildung, hier eine Stäbchen- bzw. Kristallstrukturbildung, zu unterbrechen. Zeitlich und räumlich getrennt davon kann dann in einem weiteren Schritt die Strukturbildung, hier Stäbchen- und Kristallstrukturbildung, durch Zugabe einer reaktiven Komponente (z. B. hier Wasser) wieder fortgesetzt werden.

#### Beispiel 6

**[0112]** In Beispiel 6 wird ein Papier beschrieben, hergestellt durch Verwendung eines strukturbildenden Materials, wie z.B. eines kristallstrukturbildenden Materials zusammen mit einem Füllstoff und Fasern.

**[0113]** Hierzu erfolgt im ersten Schritt die Auswahl des strukturbildenden Materials, wie z.B. kristallstrukturbildenden Materials. Da vom herzustellenden Papier ein hoher Weißgrad gefordert wird, wird ein strukturbildendes Material, wie z.B. ein kristallstrukturbildendes Material, mit einem hohen Weißgrad gewählt, in diesem Fall ein eisenarmes Ca-Al-Silikat. Eine Vorbehandlung des eisenarmen Ca-Al-Silikats erfolgt in diesem Fall dahingehend, dass die Feinheit (gemessen als  $d_{50}$ , Laserbeugung ("Cilas", Quantachrome, in volume / Durchgang) mittels Trockenmahlung (z. B. mit einer Kugelmühle) um 75 % ausgehend von  $d_{50} = 20 \mu\text{m}$  reduziert wird.

**[0114]** Zur Ausbildung des Faserverbundes werden 300 ml Zellstoffsuspension (2 Ma-%, gemahlener Zellstoff) mit 110 ml  $\text{TiO}_2$ -Suspension (4 Ma-%, Füllstoff) versetzt, und mit Trinkwasser auf 1000 ml aufgefüllt. Danach wird Nassfestmittel und strukturbildendes Material, hier kristallstrukturbildenden Materials laut Tabelle zugegeben und die Mischung homogenisiert. Für die Blattbildung werden jeweils 300 ml dieser Suspension verwendet und das gebildete Blatt bei 90°C über 10 min getrocknet (=Papier). Zur Laminierung wird dieses Blatt dann 30 sec. in Melaminharz getaucht, vollständig benetzt, überschüssiges Harz entfernt und danach 30 sec bei 100°C getrocknet. Danach wird das Papier durch Tauchen in Harz erneut vollständig benetzt, überschüssiges Harz entfernt und das Papier schließlich 120 sec bei 100°C getrocknet. Verpresst wird das so imprägnierte Papier schließlich bei 100 bar, 160°C, 120 sec., gefolgt durch Kühlung mittels Kühlplatten (=Laminat).

Tabelle 5

| Nr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\text{TiO}_2$ | WZ*                 | WZ*      | Blattgewicht | Asche | TI*** | Papier | Laminat |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------|--------------|-------|-------|--------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | g/Ansatz       | % $\text{TiO}_2$ ** | g/Ansatz | g            | %     | N     | ****   | ****    |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 0                   | 0        | 2,9          | 35,0  | 31,0  | 0      | nb      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 5                   | 0,22     | 3,2          | 37,6  | 40,0  | +      | 0       |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 15                  | 0,66     | 3,5          | 38,8  | 32,2  | -      | nb      |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 5                   | 0,22     | 3,3          | 37,3  | 38,0  | +      | +       |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 15                  | 0,66     | 3,5          | 38,7  | 31,5  | -      | nb      |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 0                   | 0        | 2,9          | 35,0  | 30,0  | 0      | 0       |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 5                   | 0,22     | 3,1          | 37,1  | 39,0  | +      | +       |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,4            | 15                  | 0,66     | 3,2          | 39,3  | 33,0  | -      | nb      |
| *: WZ = Kurzbezeichnung für strukturbildendes Material, hier kristallstrukturbildendes Material<br>**: Anteil WZ bezogen auf Masse Gesamtüllstoff, gerundet<br>***: Tensile Index<br>****: Visuelle Bewertung der optischen Eigenschaften: + = besser; - = schlechter Bewertungskriterien Papier: Weißgrad, Formation, Gleichmäßigkeit Bewertungskriterien Laminat: Opazität, Weißgrad, Gleichmäßigkeit<br>nb: nicht bestimmt |                |                     |          |              |       |       |        |         |

**[0115]** Aus den Ergebnissen geht eindeutig hervor, dass der Ascheanteil als Maß für den Füllgrad zunimmt, gleichzeitig nimmt die Festigkeit zum Teil deutlich zu. Sowohl die Papier- als auch die Lamineigenschaften können gleichbleibend gehalten oder tendenziell sogar verbessert werden. Es ist somit - wie in den angeführten Beispielen gezeigt - möglich, durch das erfindungsgemäße Verfahren und den Erfindungsgemäßen Faserverbund die eingangs genannten Aufgaben und Anforderungen in Bezug auf Funktion und Wirkung eines neuen Faserverbundes zu erfüllen.

**[0116]** Erfindungsgemäß können auch andere bei der Papierherstellung gebräuchliche, wie eingangs beispielhaft genannte Materialien an den verschiedenen Stellen der Papier, Pappe- oder Karton- (Faserverbund) Herstellung zum Einsatz kommen, wie beispielsweise Füllstoffe, Dispergiermittel, Pigmente oder Additive, welche zu verschiedenen Zeitpunkten während des Prozesses mit den strukturbildende Materialien, wie z.B. mit kristallstrukturbildende Materialien

sowie mit den Fasern, kombiniert werden können.

**[0117]** Nachfolgend ist eine Auswahl der Vorteile erfindungsgemäßer Faserverbunde, hergestellt unter Verwendung von strukturbildender z.B. kristallstrukturbildende Materialien, gemäß der vorliegenden Erfindung, gezeigt.

**[0118]** Durch die Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten bei den Eigenschaften strukturbildender Materialien bieten sich eine große Vielfalt, wodurch die Eigenschaften an spätere Applikation angepasst werden können. Mögliche Eigenschaften, die als Auswahlkriterium herangezogen werden können sind z. B. die Art des strukturbildenden Materials, Korngröße, Topcut, Korngrößenverteilung, Morphologie, chemische Zusammensetzung, mineralogische Zusammensetzung, Reinheit, Abrasion, Löslichkeit, Dispergierverhalten, Bindemittelbedarf, Rheologie, Optische Eigenschaften wie Weißgrad und Gelbwert, Opazität, Blainewert, Reaktivität, Kristallstruktur, spezifische Oberfläche, Oberflächenladung, Dichte, Schüttdichte, Aspektverhältnis, Struktur der zu bildenden Strukturen usw..

**[0119]** Die Eigenschaften können z.B. durch physikalische und/oder chemische und/oder mechanische Verfahren beeinflusst, modifiziert oder optimiert werden. Beispielsweise können derartige Eigenschaftsänderungen durch Zusatz von Beschleuniger oder Verzögerer, Dispergiermittel, Oberflächenbeschichtung, Mischungen mit organischen und/oder anorganischen Komponenten sowie Füllstoffen, Additiven, Fasern, Verdickern oder Polymeren usw. erreicht werden. Weiterhin können die Eigenschaften der verwendeten Materialien und somit auch des daraus hergestellten Faserverbundes z.B. durch Trockenmahlung, (beispielsweise mittels Kugelmühlen, Strahlmühlen, Walzenschüsselmühlen, Stiftmühlen, Hammermühlen, Attritionmühlen, Stabmühlen usw.), Abtrennung von Fein- und/oder Grobanteil (beispielsweise mittels Sichtung und ggf. Grobputzkreislaufführung oder elektrostatisch Behandlung sowie ggf. Magnetscheidung, Siebung usw.) oder mittels Nasszerkleinerung (beispielsweise mittels Rührwerkskugelmühle, Perlmühle, Kugelmühle oder Hochdruckhomogenisierer usw.) und gegebenenfalls Trennung nach Korngrößen verändert und den entsprechend der jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

**[0120]** Die dadurch zur Verfügung stehenden strukturbildenden Materialien können innerhalb des Produktionsprozesses eines Faserverbundes während verschiedener Prozessschritte (z.B. Faseraufbereitung, Blattbildung, Beschichtung, Veredelung, Sprühen, Coaten) oder als separater Prozessschritt und in verschiedenen Darreichungsformen (z.B. trocken, nass, alleine, mit anderen) zum Einsatz gebracht werden. Die Strukturen können den jeweiligen Anforderungen entsprechend (schnell, langsam) an verschiedenen Orten (am Ort der Herstellung, der Veredelung oder dem Ort der Verarbeitung) oder danach über verschiedene Verfahren zu unterschiedlichen Zeiten zur Ausbildung gebracht werden.

**[0121]** In einem Faserverbund mit den beschriebenen strukturbildenden Materialien lassen sich eine Vielzahl von Eigenschaften variabel einstellen bzw. beeinflussen. Mögliche Materialeigenschaften, auf die bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Faserverbundes einfluss genommen werden kann sind z.B. die Festigkeit, Nassfestigkeit, Dehnung, Optische Eigenschaften, Weißgrad, Helligkeit, Gelbwert, Opazität, Brechung, Streuung, Reflektion, Farbort, Glanz, Papiervolumen, Porengröße, -anzahl und -verteilung, Dampfdichtigkeit, Wasserdichtigkeit, Gasdichtigkeit, Glätte, Benetzbarkeit, Saugfähigkeit, Kopierbarkeit, Siegelbarkeit, Adhäsionswirkung, Antihafwirkung, Brennbarkeit, korrosionshemmende Wirkung, fungizide, bakterizide, insektizide Wirkung, Alterungsbeständigkeit, Staubfreiheit, hohe Nass- und Laugenfestigkeit, gute Prägefähigkeit, Kaschierbarkeit, Lackierfähigkeit, Bedruckbarkeit, Gleichmäßigkeit, Satinageverhalten, Dimensionsstabilität (z.B. Flachlage, Tellern, Cockling, Randwelligkeit), Welligkeit und Rollneigung, Druckfarbenaufnahme, Tintenadsorptionsfähigkeit, Wärmestabilität, Wärmeleitung, Abriebfestigkeit, Spaltbarkeit, Lichtechtheit, Wischbeständigkeit, geringe Rollneigung, Druckglanz, Farbwegschlagverhalten, Rupffestigkeit, Bindemittelbedarf, Faserabdeckung, Immobilisierung, Bruchkraft, Bruchdehnung, Falzfestigkeit, Biegefestigkeit, Rauigkeit und andere.

**[0122]** Daher eignen sich erfindungsgemäße Faserverbunde für eine große Anzahl von Verwendungsmöglichkeiten. Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist daher die Verwendung eines wie oben beschriebenen Faserverbundes als Medium zur Informationsspeicherung, Verpackungsmaterial, Dekorationsmittel (z.B. Tapete), Hygieneartikel, Dämmmaterial, Gas-, Wasser- oder Dampfbarrriere, Flammenschutzmaterial, Schallschutzmaterial, Werkstoff, Isolationsmittel oder ähnlichem.

**[0123]** In einer bevorzugten Verwendung des Faserverbundes wird der Faserverbund in Form von Papier als Medium zur Informationsspeicherung verwendet.

**[0124]** Durch die erfindungsgemäße Verwendung strukturbildender Materialien, wie z.B. kristallstrukturbildender Materialien, zur Herstellung eines Faserverbundes wird erreicht, dass insbesondere der Anteil organischer Fasern und damit die Kosten zur Herstellung eines Faserverbundes, wie z.B. Papier oder Pappe reduziert und gleichzeitig die Festigkeit nur unwesentlich verringert, beibehalten oder sogar gesteigert wird.

**[0125]** Weiterhin können durch die Verwendung von strukturbildenden Materialien, wie z.B. kristallstrukturbildenden Materialien, zur Herstellung eines Faserverbundes gleichzeitig andere Eigenschaften des Faserverbundes (z.B. Papier oder Pappe), wie z.B. die optischen Eigenschaften wie Opazität, Weißgrad, Helligkeit, Gelbwert oder die physikalischen Eigenschaften wie z.B. Luftdurchlässigkeit oder Porosität, nur unwesentlich verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert werden.

**[0126]** Vorteilhaft werden durch die Verwendung der strukturbildenden Materialien, wie z.B. kristallstrukturbildenden Materialien, zur Herstellung eines Faserverbundes gleichzeitig die Verarbeitungseigenschaften eines Faserverbundes (z.B. Papier oder Pappe) beim z.B. Bedrucken, Schneiden, Falzen, Kaschieren, Färben, Verbinden usw. nur unwesentlich

verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert.

**[0127]** Zusätzlich wird durch die erfindungsgemäße Verwendung der strukturbildenden Materialien, wie z.B. der kristallstrukturbildenden Materialien, zur Herstellung eines Faserverbundes gleichzeitig die Herstellung des Faserverbundes (z.B. Papier oder Pappe) nur unwesentlich beeinträchtigt, beibehalten oder sogar verbessert, z.B. durch Blattbildung, durch die Entwässerung und Trocknung oder die Papierveredelung. Insbesondere besteht zusätzlich die Möglichkeit die Energiekosten bei der Trocknung eines Faserverbundes zu reduzieren.

**[0128]** Aufgrund der besonders hohen Festigkeit der Faserverbunde ist es sogar möglich, Objekte die besondere Anforderungen in Bezug auf die Stabilität haben, aus derartigen Faserverbunden herzustellen. In einer Variante der Verwendung des Faserverbundes wird dieser als Möbelstück verwendet.

**[0129]** Durch die Verwendung von strukturbildenden Materialien bei der Herstellung eines Faserverbundes, wie z. B. Papier oder Pappe, können einige Produktionsprozesse hinsichtlich moderner ökologischer Anforderungen optimiert werden. So ist es bei der Herstellung eines wie oben beschriebenen Faserverbundes möglich die Abluft- und Abwassermenge nur unwesentlich zu erhöhen, beizubehalten oder sogar zu verringern. Ebenso kann die CO<sub>2</sub>-Bilanz nur unwesentlich verschlechtert, beibehalten oder sogar verbessert werden.

**[0130]** Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes, welcher mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff umfasst, wobei der Faserstoff ausgewählt ist aus einer Gruppe, welche Holzschliff, Halbzellstoff, Zellstoff, Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle, synthetische Polymerfasern und/oder andere Faserstoffe mit Faserstärken von weniger als 0,5 mm umfasst, wobei mindestens ein Additiv zugesetzt wird, welches Ca- und/oder Mg-Verbindungen als Sulfat, Hydroxid, Silikat, Aluminat, Ferrit und/oder Mischungen dieser umfasst,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die die Ca- und/oder Mg-Verbindungen mit einem Anteil von 1 - 50 Ma-% eingesetzt wird und diese durch eine Reaktion mit Wasser, CO<sub>2</sub>, Carbonat-Ionen, Sulfat-Ionen, Sauerstoff, weiteren Additiven und/oder Kombinationen davon oder durch Abspaltung von Wasser oder Gasen, wie CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder anderen, optional unter Energiezu- oder -abfuhr, zu dem dreidimensionalen Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen umgesetzt wird und in dem Faserverbund ihre Struktur ändern und/oder eine Struktur ausbilden und nach der Strukturänderung und/oder der Strukturbildung einzelne Kristalle oder Partikel miteinander verbunden sind und/oder in einer physikalischen Wechselwirkung miteinander stehen, um eine netzartige Faserstoffstruktur, welche durch den Faserstoff gebildet wird, zur Stabilisierung des Faserverbundes als dreidimensionaler Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen zu durchsetzen, wobei die Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindungen nach einer Vernetzung der organischen Faserstoffe erfolgt.

2. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Ca- und/oder Mg-Verbindung mit einem Anteil von 2 - 40 Ma-% eingesetzt wird.

3. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes nach einem der vorherigen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Ca- und/oder Mg-Verbindung verwendet wird, welche nach der Strukturänderung und/oder der Strukturbildung in dem Faserverbund einen Brechungsindex von 1 - 3, bevorzugt von 1,2 - 2,9, besonders bevorzugt von 1,4 - 2,7 aufweist und einen Weißgrad R457 nach ISO 2470 von 1 - 100, bevorzugt 5 - 100, besonders bevorzugt 10 - 100 aufweist.

4. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes nach einem der vorherigen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes der Ca- und/oder Mg-Verbindungen in Form zusammenhängender Ca- und/oder Mg-enthaltender Partikel vorliegt, welche eine Partikelgröße, gemessen als d<sub>50</sub> (Volumen) zwischen 0,001 und 10000 µm, bevorzugt zwischen 0,01 und 7500 µm, besonders bevorzugt zwischen 0,05 und 5000 µm aufweisen.

5. Verfahren zur Herstellung eines Faserverbundes nach einem der vorherigen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Strukturänderung und/oder die Strukturbildung der Ca- und/oder Mg-Verbindungen vor der vollständigen Aus-

bildung des dreidimensionalen Verbundes durch eine Änderung von Umgebungsbedingungen unterbrochen wird und die Strukturänderung und/oder die Strukturbildung bis zur vollständigen Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes zu einem späteren Zeitpunkt, nachdem der Faserverbund in eine vorbestimmte Form gebracht wurde, durch erneute Änderung der Umgebungsbedingungen weitergeführt wird.

- 5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55
6. Faserverbund, welcher mindestens ein Additiv und mindestens einen organischen Faserstoff aufweist, wobei der Faserstoff ausgewählt ist aus einer Gruppe, welche Holzschliff, Halbzellstoff, Zellstoff, Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle, synthetische Polymerfasern und/oder andere Faserstoffe mit Faserstärken von weniger als 0,5 mm umfasst, wobei mindestens eines der Additive eine Ca- und/oder Mg-Verbindung als Sulfat, Hydroxid, Silikat, Aluminat, Ferrit und/oder Mischungen dieser umfasst,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Faserverbund die Ca- und/oder Mg-Verbindung mit einem Anteil von 1 - 50 Ma-% umfasst und die Ca- und/oder Mg-Verbindung durch eine Reaktion mit Wasser, Gasen, insbesondere CO<sub>2</sub> oder Sauerstoff, Carbonat-Ionen, Sulfat-Ionen, weiteren Additiven und/oder Kombinationen davon oder durch Abspaltung von Wasser oder Gasen wie CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder anderen, optional unter Energiezu- oder -abfuhr, als ein dreidimensionaler Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen im Faserverbund vorliegt oder ein solcher ausbildbar ist, wobei das Additiv in einem dreidimensionalen Verbund der Ca- und/oder Mg-Verbindungen überführbar ist, in welcher einzelnen Kristalle oder Partikel miteinander verbunden sind und/oder in einer physikalischen Wechselwirkung miteinander stehen, um eine netzartige Faserstoffstruktur, welche durch den Faserstoff gebildet ist, durchsetzende Struktur zur Stabilisierung des Faserverbundes auszubilden.
7. Faserverbund nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Faserverbund die Ca- und/oder Mg-Verbindung mit einem Anteil von 2 - 40 Ma-% umfasst.
8. Faserverbund nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Ca- und/oder Mg-Verbindung innerhalb des dreidimensionalen Verbundes in weitgehend homogenen Kristallstrukturen vorliegt, welche bevorzugt vorwiegend stäbchenförmig, plättchenförmig, faserförmig, sternförmig oder büschelförmig sind.
9. Faserverbund nach einem der Ansprüche 6 - 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die organischen Faserstoffe einzelne Fasern umfassen, welche einen weitgehend kreisförmigen Durchmesser einer Größe von weniger als 0,5 mm, bevorzugt weniger als 0,25 mm, besonders bevorzugt weniger als 0,01 mm aufweisen.
10. Faserverbund nach einem der Ansprüche 6 - 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Änderung und/oder Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes einen Brechungsindex  $n_D$  von 1 - 3, bevorzugt von 1,2 - 2,9, besonders bevorzugt von 1,4 - 2,7 aufweist.
11. Faserverbund nach einem der Ansprüche 6 - 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Ca- und/oder Mg-Verbindung nach der Änderung und/oder Ausbildung des dreidimensionalen Verbundes einen Weißgrad R457 nach ISO 2470 von 1 - 100, bevorzugt 5 - 100, besonders bevorzugt 10 - 100 aufweist.
12. Faserverbund nach einem der Ansprüche 6 - 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 auf den Faserverbund eine Oberflächenbeschichtung aufstreichbar, aufdruckbar, aufsprühbar, aufkaschierbar, aufwalzbar, aufklebbar oder auf eine andere geeignete Weise auftragbar ist.
13. Verwendung eines Faserverbundes nach einem der Ansprüche 6 - 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Faserverbund als Medium zur Informationsspeicherung, Verpackungsmaterial, Dekorationsmittel, Hygieneartikel, Dämmmaterial, Gas-, Wasser- oder Dampfbarriere, Flammenschutzmaterial, Schallschutzmaterial, Werkstoff, Isolationsmittel oder ähnlichem verwendet wird.

14. Verwendung eines Faserverbundes nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Faserverbund in Form von Papier als Medium zur Informationsspeicherung verwendet wird.

5

## Claims

1. Method for producing a fibre compound that comprises at least one additive and at least one organic fibrous material, the fibrous material being selected from a group comprising mechanical wood pulp, semi-chemical pulp, chemical pulp, wool, silk, linen, cotton, synthetic polymer fibres and/or other fibrous materials having fibre thicknesses of less than 0.5 mm, at least one additive being added that comprises Ca and/or Mg compounds as a sulfate, hydroxide, silicate, aluminate, ferrite and/or mixtures thereof,  
**characterised in that**  
 the Ca and/or Mg compounds are used in an amount of from 1 to 50 wt.%, and said compounds are transformed into the three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds by a reaction with water, CO<sub>2</sub>, carbonate ions, sulfate ions, oxygen, further additives and/or combinations thereof or by separating water or gases, such as CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> or others, optionally while supplying or discharging energy, and the structure of said compounds changes in the fibre compound and/or said compounds form a structure in the fibre compound, and after the structural change and/or the structure formation, individual crystals or particles are interconnected and/or physically interact so as to achieve a cross-linked fibrous material structure, formed by the fibrous material, in order to stabilise the fibre compound as a three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds, the three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds being formed after the organic fibrous materials have been cross-linked.
2. Method for producing a fibre compound according to claim 1,  
**characterised in that**  
 the Ca and/or Mg compound is used in an amount of from 2 to 40 wt.%.
3. Method for producing a fibre compound according to any of the preceding claims,  
**characterised in that**  
 a Ca and/or Mg compound is used which, after the structural change and/or the structure formation in the fibre compound, has a refractive index n<sub>D</sub> of from 1 to 3, preferably from 1.2 to 2.9, particularly preferably from 1.4 to 2.7, and a brightness R<sub>457</sub> according to ISO 2470 of from 1 to 100, preferably from 5 to 100, particularly preferably from 10 to 100.
4. Method for producing a fibre compound according to any of the preceding claims,  
**characterised in that,**  
 after the three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds has been formed, the Ca and/or Mg compound is the form of connected, Ca-containing and/or Mg-containing particles that have a particle size, measured as d<sub>50</sub> (volume), of between 0.001 and 10,000 µm, preferably between 0.01 and 7,500 µm, particularly preferably between 0.05 and 5,000 µm.
5. Method for producing a fibre compound according to any of the preceding claims,  
**characterised in that**  
 the structural change and/or the structure formation of the Ca and/or Mg compounds is interrupted by a change in ambient conditions before the three-dimensional compound has been completely formed, and at a later time once the fibre compound has been made into a predetermined shape, the structural change and/or the structure formation can be continued until the three-dimensional compound has been completely formed by another change in the ambient conditions.
6. Fibre compound that comprises at least one additive and at least one organic fibrous material, the fibrous material being selected from a group comprising mechanical wood pulp, semi-chemical pulp, chemical pulp, wool, silk, linen, cotton, synthetic polymer fibres and/or fibrous materials having fibre thicknesses of less than 0.5 mm, at least one of the additives comprising a Ca and/or Mg compound as a sulfate, hydroxide, aluminate, ferrite and/or mixtures thereof,  
**characterised in that**  
 the fibre compound comprises the Ca and/or Mg compound in an amount of from 1 to 50 wt.%, and the Ca and/or Mg compound is in the form of a three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds in the fibre compound as a result of a reaction with water, gases, in particular CO<sub>2</sub> or oxygen, carbonate ions, sulfate ions, further additives

and/or combinations thereof or as a result of separating water or gases, such as CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> or others, optionally while supplying or discharging energy, or such a fibre compound can be formed, it being possible for the additive to be converted into a three-dimensional compound of the Ca and/or Mg compounds, in which individual crystals or particles are interconnected and/or physically interact so as to form a structure that achieves a cross-linked fibrous material structure, formed by the fibrous material, in order to stabilise the fibre compound.

7. Fibre compound according to claim 6,  
**characterised in that**  
the fibre compound comprises the Ca and/or Mg compound in an amount of from 2 to 40 wt. %.
8. Fibre compound according to either claim 6 or claim 7,  
**characterised in that**  
the Ca and/or Mg compound within the three-dimensional compound is in the form of largely homogeneous crystal structures which are preferably predominantly rod-shaped, platelet-shaped, fibrous, star-shaped or fascicular.
9. Fibre compound according to any of claims 6 to 8,  
**characterised in that**  
the organic fibrous materials comprise individual fibres that have a largely circular diameter of a size of less than 0.5 mm, preferably less than 0.25 mm, particularly preferably less than 0.01 mm.
10. Fibre compound according to any of claims 6 to 9,  
**characterised in that,**  
after the change and/or the formation of the three-dimensional compound, the Ca and/or Mg compound has a refractive index nD of from 1 to 3, preferably from 1.2 to 2.9, particularly preferably from 1.4 to 2.7.
11. Fibre compound according to any of claims 6 to 10,  
**characterised in that,**  
after the change and/or the formation of the three-dimensional compound, the Ca and/or Mg compound has a brightness R457 according to ISO 2470 of from 1 to 100, preferably from 5 to 100, particularly preferably 10 to 100.
12. Fibre compound according to any of claims 6 to 11,  
**characterised in that**  
a surface coating can be painted, printed, sprayed, laminated, rolled, adhesively bonded or applied in another suitable manner to the fibre compound.
13. Use of a fibre compound according to any of claims 6 to 12,  
**characterised in that**  
the fibre compound is used as a medium for storing information, packaging material, decoration means, sanitary article, insulation material, a gas, water or moisture barrier, flame-retardant material, sound-proofing material, material, insulant or the like.
14. Use of a fibre compound according to claim 13,  
**characterised in that**  
the fibre compound is used in the form of paper as a medium for storing information.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composite de fibres, lequel comporte au moins un additif et au moins une matière fibreuse organique, la matière fibreuse étant choisie dans un groupe qui comporte la pâte de bois, la pâte semi-chimique, la pâte à papier, la laine, la soie, le lin, le coton, les fibres polymères synthétiques et/ou autres matières fibreuses ayant une épaisseur de fibre de moins de 0,5 mm, au moins un additif étant ajouté, lequel comporte des composés de Ca et/ou de Mg en tant que sulfate, hydroxyde, silicate, aluminate, ferrite et/ou mélanges de ceux-ci,  
**caractérisé par le fait que**  
les composés de Ca et/ou de Mg sont utilisés avec une proportion de 1-50 % massique et ceux-ci sont mis à réagir par une réaction avec de l'eau, du CO<sub>2</sub>, des ions carbonate, des ions sulfate, de l'oxygène, d'autres additifs et/ou combinaisons de ceux-ci ou par séparation d'eau ou de gaz, comme CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ou autres, facultativement sous un apport d'énergie ou une dissipation d'énergie, en le composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg

et dans le composite de fibres modifient leur structure et/ou forment une structure et après la modification de structure et/ou la formation de structure, des cristaux individuels ou particules individuelles sont interconnectés et/ou sont en interaction physique les uns avec les autres, afin de réaliser une structure de matière fibreuse réticulée, laquelle est formée par la matière fibreuse, pour la stabilisation du composite de fibres en tant que composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg, la formation du composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg ayant lieu après une réticulation des matières fibreuses organiques.

2. Procédé de fabrication d'un composite de fibres selon la revendication 1,  
**caractérisé par le fait que**  
le composé de Ca et/ou de Mg est utilisé avec une proportion de 2-40 % massique.
3. Procédé de fabrication d'un composite de fibres selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé par le fait que**  
un composé de Ca et/ou de Mg est utilisé, lequel présente après la modification de structure et/ou la formation de structure dans le composite de fibres un indice de réfraction nD de 1-3, de préférence de 1,2-2,9, de manière particulièrement préférée de 1,4-2,7 et présente un degré de blancheur R457 selon ISO 2470 de 1-100, de préférence de 5-100, de manière particulièrement préférée de 10-100.
4. Procédé de fabrication d'un composite de fibres selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé par le fait que**  
le composé de Ca et/ou de Mg après la formation du composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg est présent sous forme de particules à teneur en Ca et/ou Mg, cohérentes, lesquelles présentent une dimension de particule, mesurée en tant que d50 (en volume) entre 0,001 et 10 000  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 0,01 et 7500  $\mu\text{m}$ , de manière particulièrement préférée entre 0,05 et 5000  $\mu\text{m}$ .
5. Procédé de fabrication d'un composite de fibres selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé par le fait que**  
la modification de structure et/ou la formation de structure des composés de Ca et/ou de Mg avant la formation complète du composite tridimensionnel est interrompue par une modification de conditions environnementales et la modification de structure et/ou la formation de structure est poursuivie par une nouvelle modification des conditions environnementales jusqu'à la formation complète du composite tridimensionnel à un moment ultérieur après que le composite de fibres a été amené dans une forme prédéterminée.
6. Composite de fibres, lequel présente au moins un additif et au moins une matière fibreuse organique, la matière fibreuse étant choisie dans un groupe qui comporte la pâte de bois, la pâte semi-chimique, la pâte à papier, la laine, la soie, le lin, le coton, les fibres polymères synthétiques et/ou autres matières fibreuses avec des résistances mécaniques de fibres de moins de 0,5 mm, au moins l'un des additifs comportant un composé de Ca et/ou de Mg en tant que sulfate, hydroxyde, silicate, aluminate, ferrite et/ou mélanges de ceux-ci,  
**caractérisé par le fait que**  
le composite de fibres comporte le composé de Ca et/ou de Mg avec une proportion de 1-50 % massique et le composé de Ca et/ou de Mg est présent dans le composite de fibres en tant que composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg par une réaction avec de l'eau, des gaz, en particulier CO<sub>2</sub> ou l'oxygène, des ions carbonate, des ions sulfate, d'autres additifs et/ou combinaisons de ceux-ci ou par séparation d'eau ou de gaz comme CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ou autres, facultativement sous un apport d'énergie ou une dissipation d'énergie, ou un tel composite est apte à être formé, l'additif pouvant être transféré dans un composite tridimensionnel des composés de Ca et/ou de Mg, dans lequel des cristaux individuels ou des particules individuelles sont interconnectés et/ou sont en interaction physique les uns avec les autres, afin de former une structure réalisant la structure de matière fibreuse réticulée, laquelle est formée par la matière fibreuse, pour la stabilisation du composite de fibres.
7. Composite de fibres selon la revendication 6,  
**caractérisé par le fait que**  
le composite de fibres comporte le composé de Ca et/ou de Mg avec une proportion de 2-40 % massique.
8. Composite de fibres selon l'une des revendications 6 ou 7,  
**caractérisé par le fait que**  
le composé de Ca et/ou de Mg est présent à l'intérieur du composite tridimensionnel en structures cristallines largement homogènes, lesquelles sont de préférence principalement en forme de bâtonnets, en forme de plaquettes, en forme de fibres, en étoile ou en forme de touffes.

9. Composite de fibres selon l'une des revendications 6 à 8,

**caractérisé par le fait que**

les matières fibreuses organiques comprennent des fibres individuelles, lesquelles présentent un diamètre largement circulaire d'une dimension de moins de 0,5 mm, de préférence de moins de 0,25 mm, de manière particulièrement préférée de moins de 0,01 mm.

10. Composite de fibres selon l'une des revendications 6 à 9,

**caractérisé par le fait que**

le composé de Ca et/ou de Mg après la modification et/ou la formation du composite tridimensionnel présente un indice de réfraction nD de 1-3, de préférence de 1,2-2,9, de manière particulièrement préférée de 1,4-2,7.

11. Composite de fibres selon l'une des revendications 6 à 10,

**caractérisé par le fait que**

le composé de Ca et/ou de Mg après la modification et/ou la formation du composite tridimensionnel présente un degré de blancheur R457 selon ISO 2470 de 1-100, de préférence de 5-100, de manière particulièrement préférée de 10-100.

12. Composite de fibres selon l'une des revendications 6 à 11,

**caractérisé par le fait que**

sur le composite de fibres un revêtement de surface est apte à être appliqué en couche, imprimé, pulvérisé, laminé, appliqué au rouleau, collé, ou appliqué d'une autre manière appropriée.

13. Utilisation d'un composite de fibres selon l'une des revendications 6 à 12,

**caractérisé par le fait que**

le composite de fibres est utilisé en tant que support pour l'enregistrement d'informations, matériau d'emballage, article de décoration, article d'hygiène, matériau d'isolation, barrière au gaz, à l'eau ou à la vapeur, matériau retardateur de flamme, matériau antibruit, matériau, moyen d'isolation ou similaires.

14. Utilisation d'un composite de fibres selon la revendication 13,

**caractérisé par le fait que**

le composite de fibres est utilisé sous forme de papier en tant que support pour l'enregistrement d'informations.

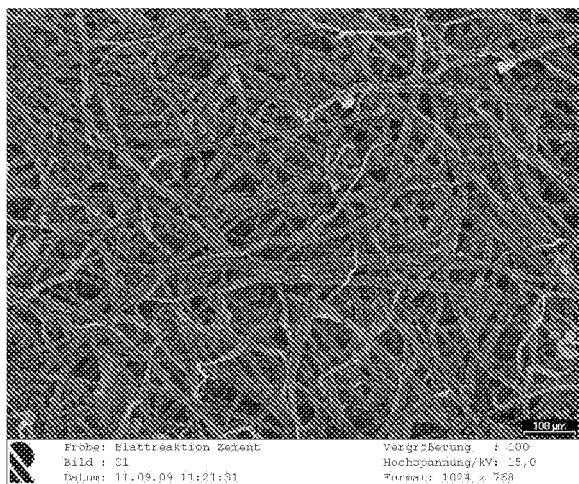


Fig. 1a

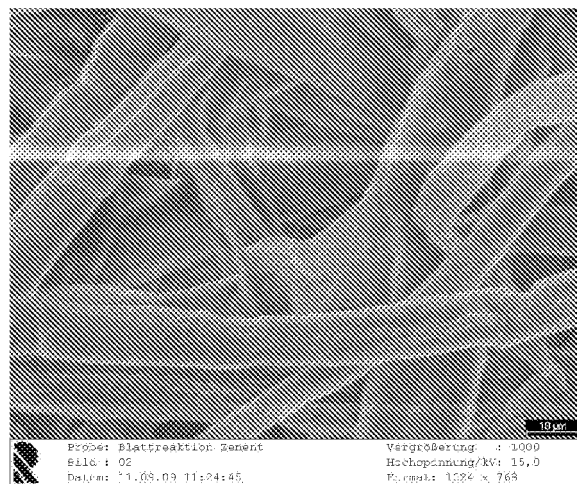


Fig. 1b

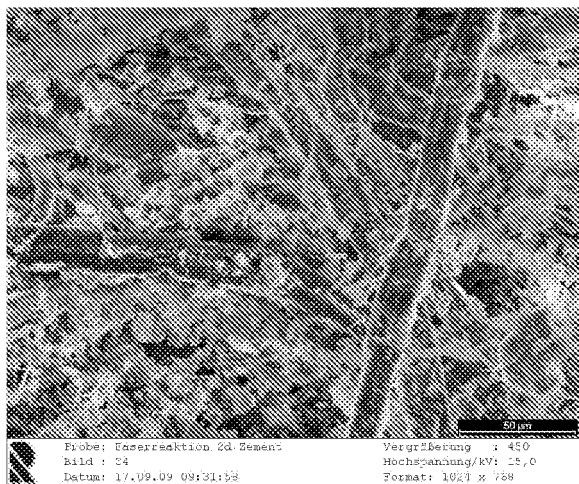


Fig. 2a

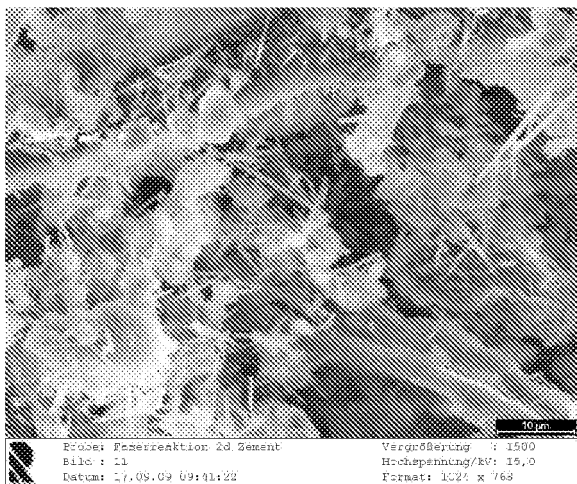


Fig. 2b

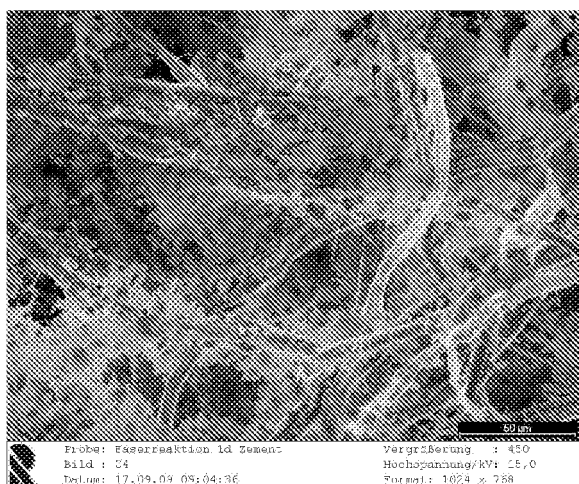


Fig. 3a

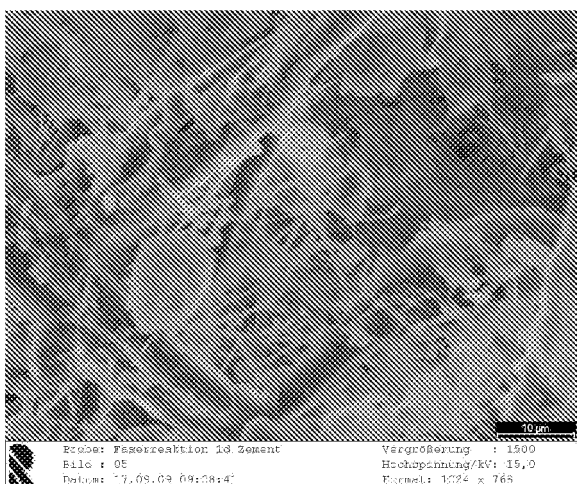


Fig. 3b

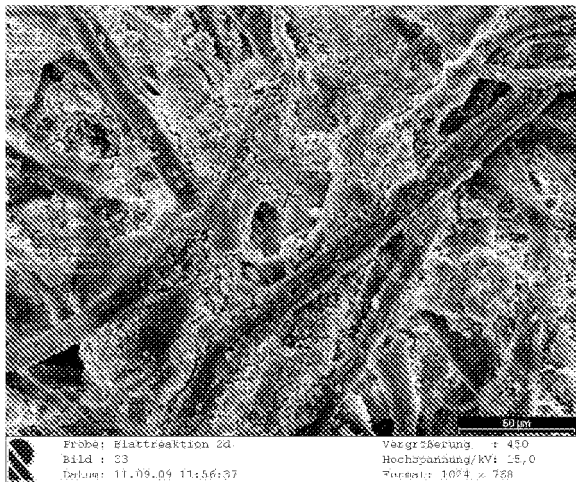


Fig. 4a

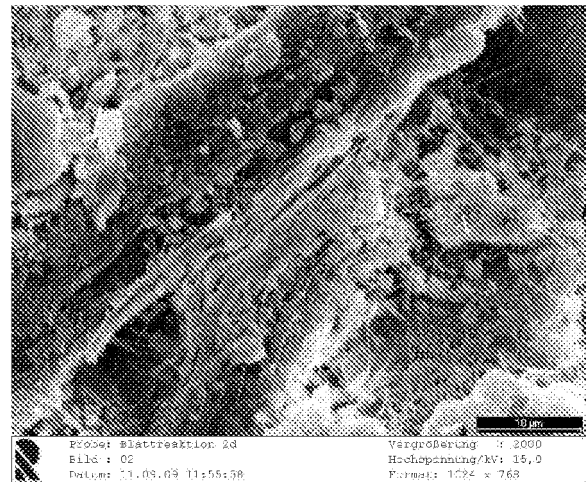


Fig. 4b

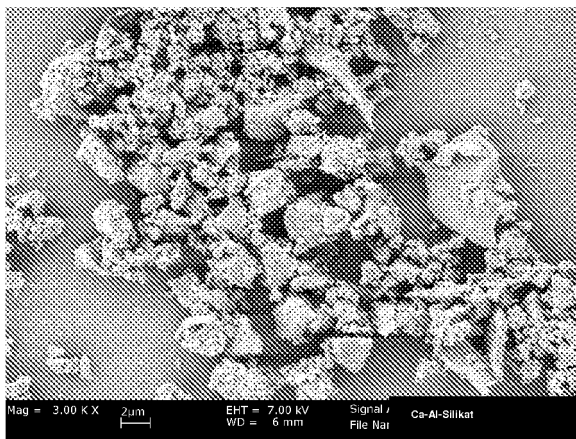


Fig. 5a

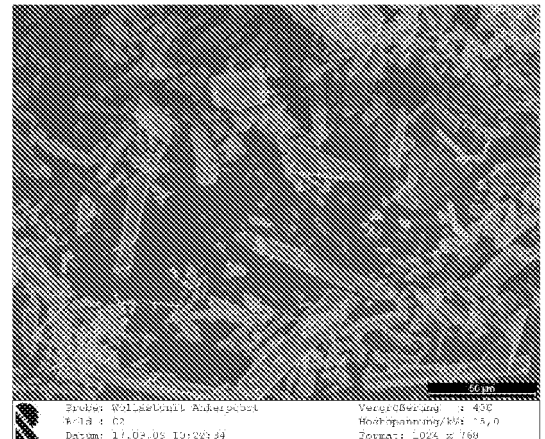


Fig. 5b

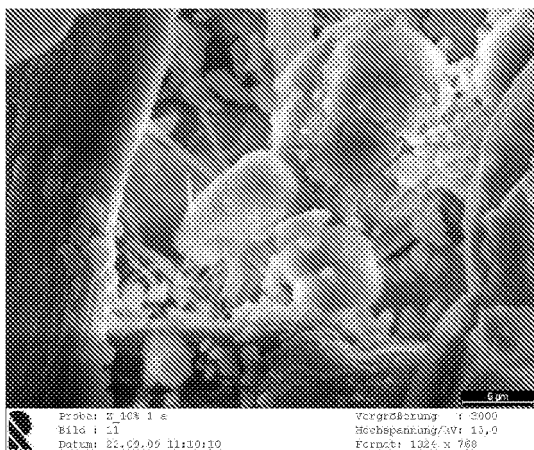


Fig. 6a

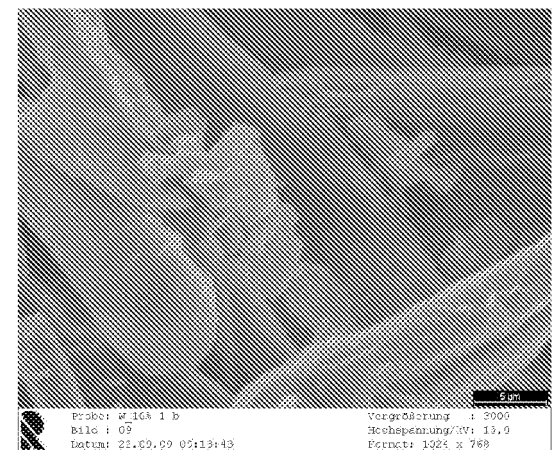


Fig. 6b

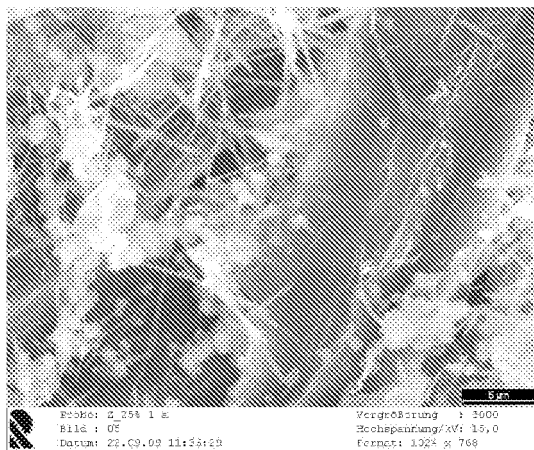


Fig. 7a

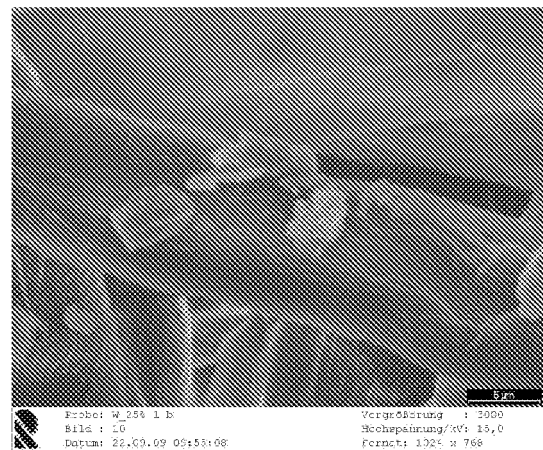


Fig. 7b

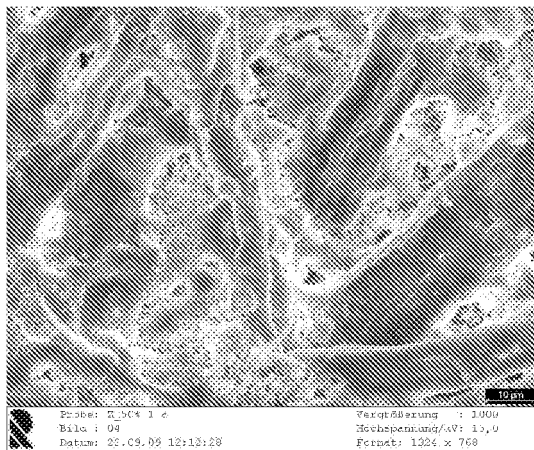


Fig. 8a

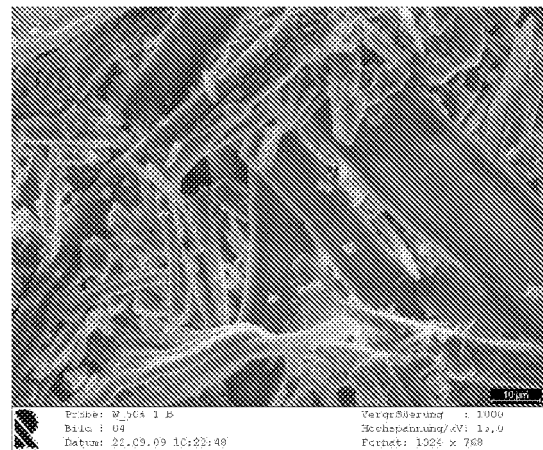


Fig. 8b

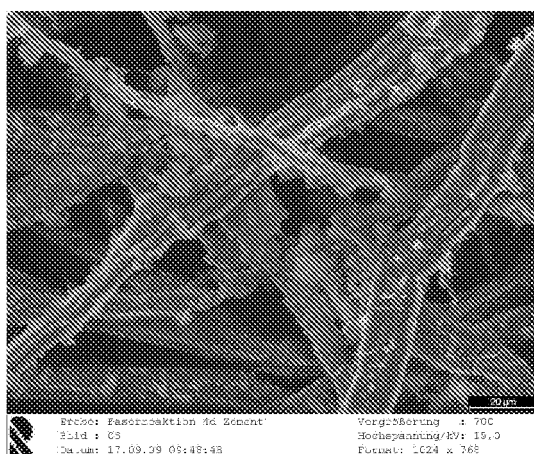


Fig. 9a

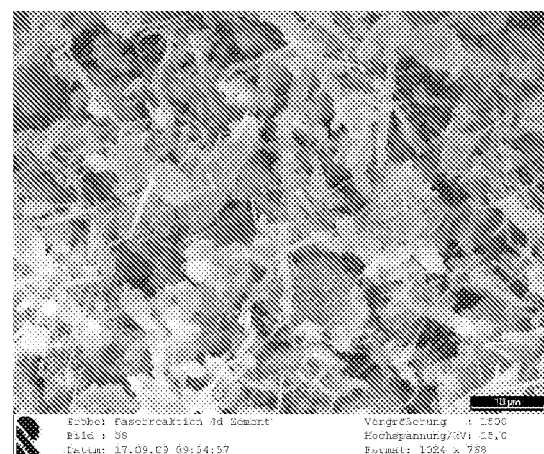


Fig. 9b

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006029642 B3 [0020]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- The Influence of Molecular Adhesion on Paper strength. **ERIKSSON M.** Dissertation KTH Stockholm. Department of Fibre and Polymer Technology, 2006 [0021]
- Formation and Properties of Polyelectrolyte Multilayers on Wood fibres: Influence on Paper Strength and fibre Wettability. **LINGSTRÖM R.** Dissertation KTH Stockholm. Department of Fibre and Polymer Technology, 2006 [0021]