

(19)



(11)

EP 4 772 692 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.07.2026 Patentblatt 2026/28

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
D06M 11/57 ^(2006.01) **D06M 15/263** ^(2006.01)
D06M 23/08 ^(2006.01) **D06Q 1/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25150574.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
D06M 23/08; D06M 11/57; D06M 15/263;
D06Q 1/10

(22) Anmeldetag: **07.01.2025**

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

(72) Erfinder:
• **ROMEN, Arabella Alexandra Lucia**
12053 Berlin (DE)
• **SAHM, Nadine Vanessa**
12043 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **ashes GbR**
12053 Berlin (West) (DE)

(74) Vertreter: **WSL Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Kaiser-Friedrich-Ring 98
65185 Wiesbaden (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HYBRIDMATERIALS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hybridmaterials, ein Hybridmaterial und eine Verwendung eines Hybridmaterials.

EP 4 772 692 A1

Beschreibung

GEGENSTAND DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hybridmaterials, ein Hybridmaterial und eine Verwendung eines Hybridmaterials.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Seit jeher werden Zierelemente wie Perlen oder Pailletten in der Mode für Schmuckapplikationen in Kleidung oder Accessoires eingesetzt. Aufgrund ihrer Struktur, die eine Lichtbrechung ermöglicht, erzeugen diese eine spezielle Ästhetik und geben den Kleidungsstücken oder anderen Textilien mit ihrem Glanz ein besonders hochwertiges Erscheinungsbild. Traditionell werden diese dekorativen Effekte durch die Verwendung von Kristallen, Perlen oder Pailletten aus Glas oder Kunststoff erzielt, die auf Stoffe aufgenäht oder aufgeklebt werden. Insbesondere Kristalle erzeugen aufgrund ihrer geordneten Struktur eine hohe Lichtbrechung, wodurch diese besonders funkeln und ein sehr elegantes Design ermöglichen.

[0003] Die am häufigsten in der höherwertigen Textilindustrie verarbeiteten Kristalle sind Glaskristalle. Oft werden diese durch ein Loch im Kristall mit einem Faden an dem Kleidungsstück oder dem Accessoire einzeln befestigt. Kunststoff- oder Harzkristalle sind günstigere Alternativen zu Glaskristallen, die ebenfalls in einem aufwändigen Verarbeitungsschritt auf das Textilmaterial appliziert werden müssen. Gemeinsam ist diesen Materialien, dass sie zwar eine hohe optische Attraktivität besitzen, jedoch aus ökologischer Sicht problematisch sind und den Fertigungsaufwand des Hybridmaterial deutlich erhöhen. Insbesondere Kunststoffkristalle sind mit negativen Umweltfolgen verbunden, da diese Materialien nur schwer recycelbar sind und zu Mikroplastikverunreinigungen führen können. Glasperlen und Glaskristalle sind zwar langlebig, jedoch energieintensiv in der Herstellung, was ihren ökologischen Fußabdruck erhöht. Das Recycling dieser Applikationen ist komplex, weil es ein aufwändiges Separieren der Kristalle, Perlen oder Pailletten von dem Textilmaterial vor dem eigentlichen Recycling erfordert. Darüber hinaus sind viele der herkömmlichen Verfahren zur Befestigung dieser Dekorationen auf Textilien ressourcenintensiv und können die Lebensdauer des Textils beeinträchtigen, da Nähte oder Klebstoffe die textile Struktur schwächen oder sich im Laufe der Zeit lösen können.

[0004] Mit dem zunehmenden Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Umweltschutz ist ein dringender Bedarf an alternativen Ansätzen für insbesondere textile Dekorationen entstanden, die sowohl ästhetisch ansprechend als auch umweltfreundlich sind. Es besteht insbesondere Interesse an neuen Hybridmaterialien sowie Verfahren zur Herstellung solcher, die nachhaltiger sind und/oder ein einfaches Recycling ermöglichen und/oder einen ge-

ringeren Fertigungsaufwand aufweisen und/oder eine hohe Materialflexibilität ermöglichen und/oder ressourcenschonend sind und/oder die Langlebigkeit des Produktes verbessern.

AUFGABE

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines Hybridmaterials zur Verfügung zu stellen, welches die obigen Probleme zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig löst, insbesondere eine weniger aufwändige und somit kostengünstigere und zeitsparendere Herstellung eines solchen Materials erlaubt und/oder welches nachhaltiger und ressourcenschonender ist als die Verfahren, die aus dem Stand der Technik bekannt sind und/oder welches die Herstellung eines Hybridmaterials ermöglicht, welches einfach zu recyceln und/oder langlebig ist und/oder das eine hochwertige Ästhetik bietet.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Hybridmaterials umfassend ein faserhaltiges Trägermaterial auf dessen Oberfläche mindestens ein Kristall angeordnet ist; das nachfolgenden Schritte aufweist:

- a) Bereitstellen einer kristallisationsfähigen, vorzugsweise wässrigen, Lösung umfassend ein Lösungsmittel und einen gelösten Stoff;
- b) Bereitstellen eines faserhaltigen, vorzugsweise textilen, Trägermaterials;
- c) In Kontakt bringen zumindest eines Teils des faserhaltigen, vorzugsweise textilen Trägermaterials aus Schritt b) mit der kristallisationsfähigen Lösung aus Schritt a) bei einer Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung von $\geq 20^\circ\text{C}$, vorzugsweise $\geq 30^\circ\text{C}$; noch bevorzugter, vorzugsweise $\geq 40^\circ\text{C}$;
- d) Kristallisation zumindest eines Teils, vorzugsweise des gesamten gelösten Stoffes aus der kristallisationsfähigen Lösung zu mindestens einem Kristall auf der Oberfläche des mit der kristallisationsfähigen Lösung in Kontakt gebrachten faserhaltigen, vorzugsweise textilen Trägermaterials, um das Hybridmaterial zu erhalten.

[0007] Ein "Hybridmaterial" (auch Verbundstoff) ist ein Werkstoff, der aus zwei oder mehr unterschiedlichen Materialien aufgebaut ist. Dabei können die Materialien unterschiedlichen Materialklassen angehören. Hybridmaterialien zeichnen sich oft durch verbesserte mechanische, chemische oder physikalische Eigenschaften aus, zu denen auch ästhetische Eigenschaften zählen können. Die mit einem einzelnen Material nicht oder nicht in dieser Form erreichbar wären. Im Falle der Erfindung umfasst das Hybridmaterial mindestens einen Kristall und ein vorzugsweise textiles Trägermaterial, kann je-

doch auch noch weitere Materialien aufweisen.

[0008] Eine "kristallisationsfähige Lösung" (hier auch "Lösung" genannt) umfasst ein Lösungsmittel und einen gelösten Stoff (auch "Solut" genannt). Unter geeigneten Bedingungen (z. B. durch Abkühlen, Verdampfen des Lösungsmittels oder Zugabe eines Kristallisationskeims) ist eine Kristallbildung zu beobachten und der gelöste Stoff fällt in Form von Kristallen aus.

[0009] Ein Trägermaterial ist ein festes oder flexibles Substrat, das ein Fasermaterial umfasst und als physikalische Basis dient, um andere Materialien, Stoffe oder Wirkstoffe aufzunehmen, zu unterstützen oder zu fixieren. Es bietet eine geeignete Oberfläche oder Struktur, auf der bestimmte Prozesse oder chemische Reaktionen, vorliegend die Kristallisation des in der kristallisationsfähigen Lösung enthaltenen Stoffes, ablaufen können. Als Trägermaterial kann beispielsweise ein ein- oder zweidimensionales Textilgebilde, ein Leder, insbesondere ein veganes Leder, Federn oder Felle und Schuppen dienen. Bevorzugt umfasst oder besteht das Trägermaterial aus biobasierten und/oder kompostierbaren Materialien. Dies gilt ebenso für das Hybridmaterial als Ganzes.

[0010] Ein Fasermaterial bezeichnet einen Werkstoff, der aus feinen, langgestreckten Strukturen, den Fasern besteht. Die Fasern können natürlicher oder synthetischer Herkunft sein. Das Fasermaterial umfasst oder besteht vorzugsweise aus Lang- und/oder Endlosfasern.

[0011] Ein "Kristallit" ist ein einzeln orientierter Bereich innerhalb eines kristallinen Materials, d.h. eines Kristalls, in dem die Atome in einer regelmäßigen, kristallinen Struktur angeordnet sind. Kristallite bilden sich häufig in polykristallinen Materialien, bei denen das gesamte Material aus vielen dieser Kristallite besteht, die in zufälligen Orientierungen aneinandergrenzen. Die Grenzen zwischen den Kristalliten, sogenannte Korngrenzen, beeinflussen die mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Materials. Im Gegensatz zu polykristallinen Materialien besteht ein "Einkristall" aus einem einzigen Kristallit. Die Bezeichnung "Kristall" umfasst erfindungsgemäß sowohl Einkristalle als auch polykristalline Materialien.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren reduziert den Aufwand, um dekorative Materialien mit Kristallapplikationen herzustellen, erheblich. Das einzelne Aufnähen, Aufkleben oder sonstige Aufbringen von separat gefertigten Kristallen, beispielsweise Glas- oder Kunststoffkristallen, kann durch das erfindungsgemäße Verfahren vollständig ersetzt werden. Dies führt zu vergleichsweise niedrigen Produktionskosten.

[0013] Darüber hinaus ist das erfindungsgemäße Verfahren besonders energieeffizient. Zur Herstellung der Kristallite bedarf es keines Verfahrensschritts, der besonders viel Energie benötigt, wie beispielsweise eines Schmelzschriffs, welcher für die Herstellung von Glas- kristallen durchgeführt werden müssen. Damit ist das Verfahren ressourcenschonend und nachhaltig.

[0014] Weiterhin ist die hohe Skalierbarkeit ein beson-

derer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens. Während einzeln aufzubringende Applikationen in großen Maßstäben schwierig und/oder nur kosten- und zeitintensiv umzusetzen sind, bietet die vorliegende Erfindung eine einfache Skalierbarkeit und kann auch in industriellem Produktionsumfang eingesetzt werden.

[0015] Das in Kontakt bringen zumindest eines Teils des faserhaltigen, vorzugsweise textilen Trägermaterials aus Schritt b) mit der kristallisationsfähigen Lösung aus Schritt a) bei einer Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung von $\geq 30^\circ\text{C}$, vorzugsweise $\geq 40^\circ\text{C}$; verbessert die Anbindungsfähigkeit der Fasern, wodurch die Kristallisation des gelösten Stoffes und die Haftung an das Trägermaterial positiv beeinflusst wird. Besonders bevorzugt wird die kristallisationsfähige Lösung bis zu einer Temperatur in dem Bereich von 60 bis 100°C , vorzugsweise 70 bis 95°C , erhitzt und das Trägermaterial auch in diesem Temperaturbereich mit der kristallisationsfähigen Lösung kontaktiert. Einer der wesentlichen Vorteile ist die erhöhte Zugänglichkeit der Fasern für die Kristallisation. Durch das Aufquellen wird die Oberfläche der Fasern vergrößert, was die Durchdringung mit der kristallisationsfähigen Lösung erleichtert und eine Keimbildung und Kristallisation auch zwischen den Fasern ermöglicht.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die kristallisationsfähige Lösung während des Schrittes d) zumindest abschnittsweise, vorzugsweise kontinuierlich, durchmischt. Alternativ oder zusätzlich wird die kristallisationsfähige Lösung in einem Zeitraum ≤ 1 h, bevorzugt ≤ 30 min, noch bevorzugter ≤ 10 min und am bevorzugtesten ≤ 5 oder sogar 2 min vor dem in Kontakt bringen in Schritt c) zumindest abschnittsweise, vorzugsweise kontinuierlich, durchmischt. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt eine derartige Durchmischung vor in Kontakt bringen und anschließend in Schritt d) keine weitere Durchmischung. Hierdurch wird die Zahl an Kristallisationskeimen geringgehalten.

[0017] Eine vorzugsweise kontinuierliche Durchmischung der kristallisationsfähigen Lösung in Schritt d) ermöglicht eine kontrollierte Kristallisation, indem die Reaktionsbedingungen über das gesamte Volumen der Lösung hinweg konstant gehalten werden. Dies bezieht sich insbesondere auf die Temperatur und den Sättigungsgrad, bzw. die Stoffkonzentration in der Lösung. Auch andere Bedingungen wie pH-Wert oder Additivverteilung werden durch die vorzugsweise kontinuierliche Durchmischung homogen gehalten.

[0018] Die vorzugsweise kontinuierliche Durchmischung verhindert somit beispielsweise lokale Übersättigungsherde, die zu unkontrollierter Kristallbildung führen können. Weiterhin ergibt sich daraus auch eine gleichmäßige Kristallkeimbildung, die ein gleichmäßiges Wachstum ermöglicht. Hierdurch werden Kristallmuster mit besonders homogenem Erscheinungsbild erhalten.

[0019] Bevorzugt erfolgt die Durchmischung mit Hilfe von mindestens einer Mischvorrichtung, die besonders

bevorzugt innerhalb der kristallisationsfähigen Lösung platziert ist. Beispielhafte Mischvorrichtungen erlauben ein mechanisches Durchmischen der Lösung, ein Durchmischen der Lösung mittels Turbulenzgenerierung oder durch Scherkräfte, mittels Schüttelns oder Vibration oder mittels Ultraschall.

[0020] Die Mischvorrichtung kann in unterschiedlichen Ausführungen realisiert werden und sowohl auf aktiven als auch passiven Mischprinzipien beruhen. Aktive Mischvorrichtungen verwenden mechanische oder elektrische Komponenten wie Rührwerke, Schneckenmischer, Turbinen oder Rotor-Stator-Systeme, um eine gezielte Durchmischung der Komponenten zu erreichen.

[0021] Alternativ kann die Mischvorrichtung auch passiv ausgestaltet sein, d. h. ohne bewegliche Teile, beispielsweise in Form eines statischen Mixers. Bei dieser Variante wird die Vermischung durch die Strömungsdynamik der Komponenten und die Integration feststehender Mischelemente innerhalb der Vorrichtung erzielt. Eine solche passive Vorrichtung kann vorteilhaft sein, um eine homogene Durchmischung zu erreichen, ohne zu viel Turbulenz zu erzeugen, die die Keimbildung negativ beeinflussen kann.

[0022] Auch wird die Prozessstabilität durch das vorzugsweise kontinuierliche Durchmischen erhöht, indem ungewollte Ablagerungen an Behälterwänden oder anderen Behälteroberflächen, die mit der Lösung in Kontakt treten, verhindert werden. So bleibt die Konzentration, bzw. der Sättigungsgrad der Lösung kontrollierbar und eine Thermoregulation, die beispielsweise über die Behälterwände stattfindet, kann ungehindert auf die Lösung übertragen werden, was wiederum Energiekosten einspart.

[0023] Darüber hinaus kann die Mischvorrichtung und/oder das Behältnis in welchem die kristallisationsfähige Lösung mit dem Trägermaterial kontaktiert wird optional mit zusätzlichen Funktionen kombiniert werden, wie beispielsweise einer Temperaturkontrolle durch einen Temperatursensor.

[0024] Die Mischvorrichtung ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Rührwerken, wie Propellerrührer, Paddelrührer oder Ankerrührer; Magnetrührer oder Schüttelmaschinen, bevorzugt Linear-schüttler oder Orbital-Schüttler. Diese Mischvorrichtungen sind einfach in der Installation und lassen sich vergleichsweise unkompliziert skalieren. Sie sorgen für eine konstante Durchmischung, was die kontrollierte Kristallisation ermöglicht und somit die Herstellung eines hochwertigen und gleichmäßigen Hybridmaterials ermöglicht.

[0025] Bevorzugt ist die Mischvorrichtung innerhalb der kristallisationsfähigen Lösung platziert. Dies ist besonders bevorzugt, wenn die kristallisationsfähige Lösung in Schritt a) in Behältern bereitgestellt wird.

[0026] Besonders bevorzugt findet die erfindungsgemäße Kristallisation mittels der Abkühlmethode statt. Hierbei wird die kristallisationsfähige Lösung in einem bevorzugt präzise gesteuerten Temperaturzeitverlauf abgekühlt. Dazu können Vorrichtungen zur Temperatur-

regulation, auch Thermoelemente genannt, vorzugsweise Wärme- und/oder Kälteplatten, genutzt werden, die vorzugsweise innerhalb eines die kristallisationsfähige Lösung fassenden Behälters oder außerhalb dieses, bevorzugt unmittelbar an den Wänden bzw. dem Boden des Behälters, angebracht sind.

[0027] Insbesondere wird mindestens eine Wärmeplatte am Boden des Behälters befestigt, sodass sedimentierende Kristalle wieder aufgelöst werden können, was eine ausreichende Konzentration bzw. einen ausreichenden Sättigungsgrade der Lösung während der Kristallisation ermöglicht, da nicht benötigte freie Kristalle gelöst werden können und zur Erzeugung des Hybridmaterials zur Verfügung stehen.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Thermoelemente steuerbar und mit Temperatursensoren kombinierbar. Mittels der Temperatursensoren kann konstant Feedback an ein Regelungselement gesendet werden, welches wiederum die Thermoelemente so steuert, dass eine konstante Temperatur oder ein bestimmter Temperaturverlauf gehalten werden kann. Dies ist besonders wichtig für ein kontrolliertes Kristallwachstum und ein homogenes Erscheinungsbild des Hybridmaterials.

[0029] Weitere Sensoren wie Leitfähigkeitssensoren (Konduktometer), pH-Meter, Refraktometer und/oder ionenselektive Elektroden können ebenfalls in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden und zusammen mit entsprechenden Regelungs- bzw. Steuervorrichtungen die Bedingungen während der kontrollierten Kristallisation homogen halten.

[0030] Das Verfahren kann mittels der eingesetzten Steuer- bzw. Regelungselemente präzise reguliert werden, sämtliche Prozessschritte können dokumentiert werden und somit mögliche Fehlproduktionen geringgehalten werden. Dies reduziert den entstehenden Ausschuss, was erhebliche Vorteile für die Nachhaltigkeit der Produktion solcher Hybridmaterialien mit sich bringt. Auch reduziert dies die Kosten in der Produktion und steigert die Effektivität.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren einen weiteren Schritt e) in welchen der in Schritt d) erzeugte mindestens eine Kristall beschichtet wird. Beschichten ist ein Verfahren, bei dem eine oder mehrere Schichten eines Materials auf eine Oberfläche aufgebracht werden, um dessen Eigenschaften zu verändern oder zu verbessern. Bevorzugt erfolgt das Beschichten mittels einer Sprühbeschichtung, Tauchbeschichtung, Schleudern (Spin-Coating) oder Pulverbeschichtung.

[0032] Das Beschichten erfolgt bevorzugt mit einem Polymermaterial, insbesondere einem Poly(meth)acrylat (PMA) wie Polymethyl(meth)acrylat (PMMA). PMA und PMMA-Beschichtungen sind optisch klar und bieten eine hohe Lichtdurchlässigkeit, weshalb sie die vorteilhaften Charakteristika von Kristallen nicht überdecken und eine hohe optische Ästhetik gewährleisten. PMMA bildet zudem eine harte und widerstandsfähige Schicht,

die vor mechanischen Defekten wie Kratzern schützt, und hat zudem hydrophobe Eigenschaften, sodass Wasser abgewiesen wird, was vorteilhaft gegenüber Außen- einflüssen wie Feuchtigkeit oder Nässe ist. Das Beschichtungsmaterial ist vorzugsweise aus nachfolgenden Gruppen ausgewählt:

Organische Beschichtungsmaterialien

[0033] Organische Beschichtungsmaterialien bieten vielseitige Schutz- und Funktionseigenschaften für Feststoffe, insbesondere gegen Feuchtigkeit, Chemikalien oder Abrieb. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Polyurethanen (PU), die elastische und widerstandsfähige Oberflächen erzeugen, Epoxidharzen, die für hohe Härte und chemische Beständigkeit bekannt sind, Silikonpolymeren, die sich durch Temperatur- und UV-Beständigkeit auszeichnen, sowie Acrylharzen, die häufig für dekorative oder witterungsbeständige Beschichtungen eingesetzt werden.

Biobasierte und/oder kompostierbare Beschichtungsmaterialien

[0034] Biobasierte und/oder kompostierbare Beschichtungen bieten nachhaltige Alternativen zu herkömmlichen Materialien und sind daher besonders bevorzugt. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Polysacchariden wie Stärke und Cellulose, die biologisch abbaubar und vielseitig einsetzbar sind, Proteinen wie Kasein und Sojaprotein, sowie Polylactiden (PLA) und anderen biobasierten Polyestern, die durch hohe Transparenz und gute mechanische Eigenschaften überzeugen.

Anorganische Beschichtungsmaterialien

[0035] Anorganische Beschichtungsmaterialien bieten hervorragenden Schutz gegen Hitze, Korrosion und Abrieb und sind daher besonders geeignet für technische Anwendungen. Beispiele aus der Gruppe bestehen aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Zirkonoxid (ZrO_2) für Verschleißschutz, Titandioxid (TiO_2) für UV-Schutz und selbstreinigende Eigenschaften, sowie Siliziumdioxid (SiO_2), das als transparente, chemisch resistente Schutzschicht dient.

Metallische Beschichtungsmaterialien

[0036] Metallische Beschichtungen schützen Feststoffe vor Korrosion, verbessern ihre mechanischen Eigenschaften oder bieten elektrische Leitfähigkeit. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Zink und Aluminium, Edelmetallen wie Gold, Silber und Platin; sowie Kupfer und Nickel, die in funktionalen Anwendungen verwendet werden.

Hybride Beschichtungsmaterialien

[0037] Hybride Beschichtungen kombinieren organische und anorganische Komponenten, um spezifische Anforderungen zu erfüllen. Beispiele hierfür sind Materialien aus der Gruppe bestehend aus Sol-Gel-Beschichtungen, die aus Silikaten und organischen Polymeren bestehen, nanostrukturierte Beschichtungen, die Nanopartikel wie Titandioxid (TiO_2), Zinkoxid (ZnO) oder Siliziumoxid (SiO_2) enthalten und verbesserte mechanische, optische oder thermische Eigenschaften bieten, sowie Hybridpolymere, die chemische Beständigkeit und Flexibilität vereinen.

Funktionale Beschichtungsmaterialien

[0038] Funktionale Beschichtungen verleihen Feststoffen spezifische Eigenschaften wie Selbstreinigung, Leitfähigkeit oder thermische Isolation. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus hydrophoben und superhydrophoben Beschichtungen, beispielsweise basierend auf fluorierten Polymeren, elektrisch leitfähigen Materialien wie Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Graphen, wärmedämmenden Schichten, etwa auf Basis von Keramik oder Aerogelen, sowie thermochromen oder photochromen Beschichtungen, die ihre Eigenschaften in Abhängigkeit von Temperatur oder Licht verändern.

[0039] Bevorzugt ist der in der kristallisationsfähigen Lösung gelöste Stoff ein Salz.

[0040] Das Salz ist vorzugsweise ausgewählt aus den nachfolgenden Gruppen:

Anorganische Salze mit Alkali- und Erdalkalimetallionen

[0041] Anorganische Salze mit Alkali- und Erdalkalimetallen sind aufgrund ihrer hohen Löslichkeit in Wasser und der klaren Kristallstrukturen besonders gut für Kristallisationen geeignet. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Nitraten wie Natriumnitrat (NaNO_3), Kaliumnitrat (KNO_3) und Calciumnitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$); Chloriden wie Natriumchlorid (NaCl), Kaliumchlorid (KCl) und Calciumchlorid (CaCl_2); sowie Sulfaten wie Natriumsulfat (Na_2SO_4), Kaliumsulfat (K_2SO_4) und Calciumsulfat (CaSO_4). Auch Carbonate wie Natriumcarbonat (Na_2CO_3), Kaliumcarbonat (K_2CO_3) und Calciumcarbonat (CaCO_3) fallen in diese Kategorie.

Übergangsmetall-Salze

[0042] Übergangsmetall-Salze sind oft farbig und bilden interessante geometrische Kristallstrukturen, die für ästhetische Anwendungen besonders geeignet sind. Beispiele für geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Sulfaten wie Kupfersulfat (CuSO_4), Nickelsulfat (NiSO_4) und Zink-

sulfat (ZnSO_4); Chloriden wie Eisenchlorid (FeCl_3), Kobaltchlorid (CoCl_2) und Nickelchlorid (NiCl_2); sowie Nitraten wie Silbernitrat (AgNO_3), Eisen(III)-nitrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) und Cobaltnitrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$).

Aluminiumsalze und Komplexe

[0043] Aluminiumsalze und ihre kristallwasserhaltigen Komplexe eignen sich besonders gut für die Kristallisation und bieten stabile, symmetrische Strukturen. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumsulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), Kaliumaluminat ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$), bekannt als Alaun, sowie Ammoniumaluminat ($\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$).

Halogenide

[0044] Halogenidsalze kristallisieren leicht aus Lösungen und bilden oft klare, prismatische Kristalle. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Natriumhalogeniden wie Natriumfluorid (NaF), Natriumchlorid (NaCl) und Natriumbromid (NaBr); Kaliumhalogeniden wie Kaliumiodid (KI) und Kaliumchlorid (KCl); sowie Magnesiumhalogeniden wie Magnesiumchlorid (MgCl_2).

Organische Salze

[0045] Organische Salze, die aus organischen Säuren und Basen bestehen, eignen sich hervorragend für die Kristallisation und bieten oft interessante optische Eigenschaften. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Acetaten wie Natriumacetat (CH_3COONa), Kaliumacetat (CH_3COOK) und Calciumacetat ($\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$; Formiaten wie Natriumformiat (HCOONa) und Kaliumformiat (HCOOK); sowie Citraten wie Natriumcitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) und Kaliumcitrat ($\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$).

Doppelsalze und komplexe Salze

[0046] Doppelsalze und komplexe Salze kristallisieren oft in symmetrischen und ästhetischen Strukturen. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Alaunen wie Kaliumaluminiumalaun ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) und Ammoniumeisenalaun ($\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), sowie Tutton's Salzen wie Magnesiumammoniumsulfat ($\text{Mg}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) und Zinkammoniumsulfat ($\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Seltene Erden und ihre Salze

[0047] Die Salze der seltenen Erden bieten einzigartige optische und kristallographische Eigenschaften, die sie besonders interessant machen. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Lanthanidsalzen wie Lanthanchlorid (LaCl_3), Neodymnitrat ($\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$) und Europiumsulfat

($\text{Eu}_2(\text{SO}_4)_3$), sowie Yttriumsalzen wie Yttriumchlorid (YCl_3) und Yttriumsulfat ($\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3$).

Hydrate und kristallwasserhaltige Salze

[0048] Salze mit Kristallwasser sind besonders gut für die Kristallisation geeignet, da sie oft klare und stabile Kristalle bilden. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Kupfersulfat-Pentahydrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Magnesiumsulfat-Heptahydrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) und Zinksulfat-Heptahydrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Salze mit besonderen optischen Eigenschaften

[0049] Einige Salze weisen optische Eigenschaften wie Fluoreszenz oder Doppelbrechung auf und eignen sich hervorragend für spezielle Anwendungen. Geeignete Verbindungen können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Calciumfluorid (CaF_2), Natriumfluorid (NaF) und Lithiumfluorid (LiF).

[0050] Besonders bevorzugt ist das Salz ein Alaun, d.h. eine schwefelsaure Doppelverbindung entsprechend der Zusammensetzung $\text{M}^{\text{I}}\text{M}^{\text{III}}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, wobei M^{I} für ein einwertiges Metallkation und M^{III} für ein dreiwertiges Metallkation steht. Bevorzugt ist M^{I} Kalium oder Natrium, stärker bevorzugt Kalium. M^{III} ist bevorzugt Aluminium, Chrom, Cobalt oder Eisen, stärker bevorzugt Aluminium oder Chrom, insbesondere Aluminium. Alaune sind hautfreundliche Substanzen, die auch häufig in Deodorants oder Aftershave-Mitteln Verwendung finden. Sie zeichnen sich durch ihre antibakteriellen und entzündungshemmenden Eigenschaften aus, weshalb sie besonders in der Naturkosmetik zum Einsatz kommen. Somit eignen sich Alaune auch besonders für Textilien, da sie in der Regel keine Hautreaktionen bei der tragenden Person auslösen. Zudem sind Alaune nachhaltige Substanzen, da sie natürlich vorkommen und nicht, wie beispielsweise Kunststoffe, synthetisch erzeugt werden müssen. Weiterhin ist die Wachstumszeit der Alaunkristalle im Vergleich zu anderen Kristallen verhältnismäßig kurz. Zusammen sind diese Eigenschaften vorteilhaft für die Verwendung von Alaunkristallen zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Hybridmaterials. Alaune sind zudem wasserlöslich, weshalb sie einfach zu recyceln sind und somit weiter zur Nachhaltigkeit beitragen.

[0051] Bevorzugt enthält die kristallisationsfähige Lösung Kaliumaluminiumsulfat-Dodecahydrat (Kalialaun) und/oder Chrom(III)-kaliumsulfat-Dodecahydrat (Chromalaun). Besonders bevorzugt enthält die kristallisationsfähige Lösung nur eine der vorgenannten Substanzen. Kalialaun bildet farblose, durchsichtige, hochreine und kubische Kristalle, während Chromalaun dunkelviolette Kristalle in Oktaederform bildet. Beide Substanzen führen zu ästhetisch ansprechenden Kristallen, die zudem gut definiert wachsen können und ein elegantes Erscheinungsbild bieten.

[0052] Vorzugsweise weist das Salz ≤ 1 Atom-% an Metallen mit einer Dichte $> 5 \text{ g/cm}^3$ auf. Dies entspricht der Definition eines "Schwermetalls" gemäß Fachkunde- buch Metall, 56. Auflage, Europa Lehrmittel, S. 268: Tabelle 1: Einteilung der NE-Metalle. Hierunter fallen beispielsweise Kupfer, Eisen oder auch Zink. Aufgrund von Umweltaspekten ist der Gehalt solcher Metalle im Hybridmaterial möglichst gering zu halten.

[0053] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der Gehalt von Metallen, die eine Dichte $> 5 \text{ g/cm}^3$ aufweisen $\leq 0,5$ Atom-%, besonders bevorzugt $\leq 0,2$ Atom-% und am bevorzugtesten $\leq 0,1$ Atom-%. Vorzugsweise ist der Gehalt von Aluminium, Lithium, Beryllium, Strontium und Bor jeweils und/oder summiert in den vorgenannten Bereichen.

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Konzentration des gelösten, kristallisationsfähigen Stoffs in der kristallisationsfähigen Lösung in Schritt a) und/oder c) und/oder d) $0,1 - 1 \text{ g/ml}$, bevorzugt $0,2 - 0,9 \text{ g/ml}$, stärker bevorzugt $0,3 - 0,85 \text{ g/ml}$. Je nach Temperatur der Lösung kann dies einer ungesättigten, einer gesättigten oder einer übersättigten Lösung entsprechen.

[0055] Bevorzugt beträgt das Verhältnis von gelöstem Stoff zu Lösungsmittel $1:1 - 1:10$, bevorzugter $1:2 - 1:8$, stärker bevorzugt $1:5 - 1:8$ und am bevorzugtesten $1:6 - 1:8$ oder sogar $1:7 - 1:8$.

[0056] Bevorzugt wird eine ungesättigte Lösung in Schritt a) und/oder Schritt c) und/oder Schritt d) bereitgestellt. Hierdurch kann ein sehr kontrolliertes Kristallwachstum stattfinden, da die Kristallbildung langsamer verläuft, als bei gesättigten oder übersättigten Lösungen. Weiterhin neigen ungesättigte Lösungen weniger dazu, spontan Kristallkeime zu bilden. Statt vieler kleiner Kristalle können sich so eher wenige größere Kristalle bilden, was für dekorative Zwecke des Hybridmaterials besonders wünschenswert ist.

[0057] Bevorzugt liegt der Sättigungsgrad der kristallisationsfähigen Lösung in Schritt a) und/oder Schritt c) und/oder Schritt d) bei $60 - 95\%$, bevorzugt bei $70 - 90\%$, stärker bevorzugt bei $75 - 85\%$.

[0058] Bevorzugt umfasst der Schritt a) folgende Teilschritte:

- a₁) Bereitstellen einer Masse m_L eines Lösungsmittels, bevorzugt Wasser;
- a₂) Einwiegen einer Masse m_k eines kristallisationsfähigen Stoffs, bevorzugt eines Alauns, in das Lösungsmittel;
- optional: a₃) Erhitzen des Lösungsmittels auf eine Temperatur T_L ;
- optional: a₄) Durchmischen des Lösungsmittels und des kristallisationsfähigen Stoffs.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Lösungsmittel in Schritt a) auf eine Temperatur T_L erhitzt, die $70 - 95^\circ\text{C}$ beträgt, bevorzugt $75 - 90^\circ\text{C}$, stärker bevorzugt $80 - 85^\circ\text{C}$. Bevorzugt ist die Temperatur zumin-

dest abschnittsweise auch in den Schritten c) und d) in den obigen Bereichen.

[0060] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird das Lösungsmittel in den Schritten a) und/oder c) und/oder d) in einem Temperaturbereich von $20 - 50^\circ\text{C}$ gehalten. Dies wird insbesondere bei der Verdunstungsmethode genutzt, bei der die Kristallisation ohne aktive Temperaturveränderung durch Verdunsten des Lösungsmittels und somit Erhöhen der Konzentration des kristallisationsfähigen Stoffs bei weitestgehend gleichbleibender Umgebungstemperatur stattfindet.

[0061] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Trägermaterial ein Textilgebilde, vorzugsweise ein eindimensionales Textilgebilde. Ein eindimensionales Textilgebilde besitzt eine lineare Form und ist weitestgehend in nur eine Richtung ausgedehnt. Dies können bevorzugt Filamente, Fäden, Garne, Zwirne, Seile oder Kordeln sein.

[0062] Filamente sind im Sinne der Erfindung endlose Fasern, die aus natürlichen oder synthetischen Materialien bestehen. Natürliche Filamente, wie Seide, kommen in ihrer ursprünglichen Form vor, während synthetische Filamente durch Extrusion hergestellt werden. Sie zeichnen sich durch eine gleichmäßige, glatte Struktur aus und eignen sich besonders für feine, gleichmäßige Textilien. Filamente können einzeln verwendet oder zu Filamentgarnen gebündelt werden, um unterschiedliche Eigenschaften wie Festigkeit und Elastizität zu erzielen.

[0063] Erfindungsgemäß sind Fäden lineare Gebilde, die durch das Verspinnen von Fasern oder Filamenten entstehen. Sie bestehen aus einer oder mehreren Fasersträngen, die lose oder fest miteinander verbunden sind. Fäden sind vielseitig einsetzbar, etwa zum Nähen, Sticken oder Weben. Sie sind meist dünn und flexibel, können aber je nach Materialwahl unterschiedliche Festigkeiten und Texturen aufweisen. Garne sind aus versponnenen Fasern hergestellte Fäden, die entweder aus Kurzfasern (Stapelfasergarn) oder Filamenten (Filamentgarn) bestehen. Sie bilden die Grundlage für die meisten textilen Flächen wie Gewebe und Gestricke. Garne können einfach oder mehrfach gedreht sein, um spezifische Eigenschaften zu erzielen.

[0064] Im Sinne der Erfindung entstehen Zwirne durch das gezielte Verdrillen von zwei oder mehr Garnen miteinander, wodurch ein robustes und strapazierfähiges eindimensionales Textilgebilde entsteht. Durch die Zwirnung verbessern sich Festigkeit, Gleichmäßigkeit und die Widerstandsfähigkeit des Materials. Sie können insbesondere dann dekorative Effekte bieten, wenn unterschiedliche Farben oder Materialien kombiniert werden.

[0065] Bevorzugt umfassen die eindimensionalen Textilgebilde gedrehte oder geflochtene Fasermaterialien. Diese bieten eine besonders große Oberfläche zum Anheften der Kristalle, wodurch ein stabiles Wachstum über die gesamte Struktur hinweg gewährleistet wird.

[0066] Bevorzugt werden die mit Kristallen bewachsenen eindimensionalen Textilgebilde als Ausgangsmaterialien für die weitere Verarbeitung zu zwei- oder drei-

dimensionalen Textilgebilden eingesetzt. Vorzugsweise sind diese zwei- oder dreidimensionalen Textilgebilde dekorative Textilgebilde, besonders bevorzugt Spitzen. Dies ermöglicht die Herstellung von besonders hochwertigen und edlen Textilverzierungen die ein breites Anwendungsspektrum im Bereich der Kleidungsstücke, Modeaccessoires, Heimtextilien und ähnlichem finden.

[0067] Alternativ ist das Textilgebilde ein zweidimensionales Textilgebilde. Ein zweidimensionales Textilgebilde ist ein in Länge und Breite ausgedehntes textiles Flächengebilde, das eine geringe Dicke aufweist. Bevorzugt ist das zweidimensionale Textilgebilde durch Techniken wie Verflechten, Verschlingen, Verweben, Verfilzen, Verkreuzen erhalten worden.

[0068] In einer bevorzugten Ausführungsform liegt das zweidimensionale Textilgebilde zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, in einer Form ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Gelege, Maschenwaren, Gewebe, insbesondere Leinwandgewebe, oder Körpergewebe wie z.B. Denim, Gabardine, Twill oder Serge; Geflechte, Vlies, oder Mischungen davon vor. Besonders bevorzugt liegt das zweidimensionale Textilgebilde in Form eines Gewebes oder Geflechts vor. Das Kristallwachstum wird durch die Bindungsart beeinflusst. Eine lockerere Bindung (z.B. Leinwandbindung oder offene Körperbindung) fördert die Stabilität und das Wachstum der Kristalle, da die offenere Gewebestruktur mehr Raum für die Kristallbildung bietet und eine bessere Haftung an der Faseroberfläche ermöglicht. Diese Gewebearten begünstigen daher ein gleichmäßiges und stabiles Kristallwachstum auf der gesamten textilen Fläche.

[0069] Im Gegensatz dazu hemmt eine enge und stabile Bindung (wie bei Twill oder Atlasbindung) das Eindringen der Kristalle in das Gewebe und sorgt für ein langsames Wachstum. Eine solche Bindung bewirkt, dass sich die Kristalle nur auf einer Seite des Stoffes bilden können (bei vollständigem Eintauchen in die kristallisationsfähige Lösung ist die Innenseite entsprechend zu präparieren), was das Tragen des gewebten Textils erheblich vereinfacht, da der Kristallwuchs auf der Außenoberfläche des Materials bleibt und keine störenden Kristalle auf der Innenseite entstehen. Diese Eigenschaft ist besonders vorteilhaft, wenn der Textilstoff für Kleidungsstücke oder Accessoires verwendet wird, bei denen der Tragekomfort und die optische Gestaltung eine Rolle spielen.

[0070] Erfindungsgemäß wird unter Vlies ein Gebilde aus Fasern begrenzter Länge, Endlofasern (Filamenten) oder geschnittenen Garnen jeglicher Art und jeglichen Ursprungs verstanden, die auf irgendeine Weise zu einer Faserschicht zusammengefügt und auf irgendeine Weise miteinander verbunden worden sind. Hiervon ausgeschlossen ist das Verkreuzen bzw. Verschlingen von Garnen, wie es beim Weben, Wirken, Stricken, der Spitzenherstellung, dem Flechten und der Herstellung von getufteten Erzeugnissen geschieht. Diese Definition entspricht der Norm DIN EN ISO 9092. Unter den Begriff Vliesstoff fallen erfindungsgemäß auch die Filzstoffe.

Nicht zu den Vliesstoffen gehören hingegen Folien und Papiere.

[0071] Unter Flechten wird im Sinne der Erfindung das regelmäßige Ineinanderschlingen mehrerer Stränge aus biegsamem Material verstanden. Der Unterschied zum Weben liegt darin, dass beim Flechten die Fäden nicht rechtwinklig zu der Produkthauptrichtung zugeführt werden.

[0072] Besonders bevorzugt ist im Rahmen der Erfindung die Verwendung eines Textilgebilde in Form eines Gewebes. Erfindungsgemäß wird unter Gewebe ein textiles Flächengebilde verstanden, das aus zwei Fadensystemen, Kette (Kettfäden) und Schuss (Schussfäden), besteht, die sich in der Sicht auf die Gewebefläche unter einem Winkel von genau oder annähernd 90° mustermäßig kreuzen. Jedes der beiden Systeme kann aus mehreren Kett- bzw. Schussarten aufgebaut sein (z. B. Grund-, Pol- und Füllkette; Grund-, Binde- und Füllschuss). Die Kettfäden verlaufen in Längsrichtung des Gewebes, parallel zur Gewebekante, und die Schussfäden in Querrichtung, parallel zum Geweberand. Die Verbindung der Fäden zum Gewebe erfolgt vorwiegend durch Reibschluss. Damit ein Gewebe ausreichend schiebefest ist, müssen die Kett- und Schussfäden meistens relativ dicht gewebt werden. Deshalb weisen die Gewebe bis auf wenige Ausnahmen auch ein geschlossenes Warenbild auf. Diese Definition entspricht der Norm DIN 61100, Teil 1.

[0073] Die Dicke des zweidimensionalen Textilgebildes beträgt in einer bevorzugten Ausführungsform 0,1 bis 10 mm, bevorzugter 0,1 bis 5 mm, besonders bevorzugt 0,1 bis 2 mm, am bevorzugtesten 0,2 bis 1 mm.

[0074] Alternativ kann das Textilgebilde auch ein dreidimensionales Textilgebilde sein. Dreidimensionale Textilgebilde sind textile Strukturen, die neben Länge und Breite auch eine relevante Dicke (≥ 3 cm, bevorzugt ≥ 5 cm) besitzen und dadurch besondere ästhetische und funktionale Vorteile für Kleidungsstücke bieten. Beispiele sind Abstandsgewirke, die für voluminöse, aber leichte Effekte sorgen, oder Formgestricke, die bereits während der Herstellung dreidimensionale Formen annehmen. Durch ihre speziellen Eigenschaften lassen sich kreative Designs realisieren, die sowohl voluminös und plastisch als auch weich und fließend wirken können.

[0075] Das Flächengewicht (Grammatur) des Trägermaterials, bevorzugt des Textilgebildes, beträgt in einer bevorzugten Ausführungsform 50 bis 500 g/m², bevorzugter 65 bis 450 g/m², besonders bevorzugt 80-300 g/m², am bevorzugtesten 90-150 m². Durch ein niedriges Flächengewicht können sich besonders einfach Kristalle anhaften.

[0076] In einer bevorzugten Ausführungsform hat das Trägermaterial, bevorzugt das Textilgebilde, eine segmentvariierende Grammatur. Dabei besteht es bevorzugt aus mehreren Segmenten, deren Grammatur zwischen den Segmenten variiert. Die Stärke der Anhaftung der Kristalle wird durch die Grammatur beeinflusst. Je höher die Durchlässigkeit, also je niedriger die Gramma-

tur, desto besser die Anhaftung der Kristalle. Dies liegt zumindest teilweise am Kapillareffekt, welcher dafür sorgt, dass bei Segmenten mit niedriger Grammaturn die Flüssigkeit der Lösung intensiver in das Gewebe einziehen kann und dort die Kristallbildung ausgeprägter stattfinden kann.

[0077] In einer bevorzugten Ausführungsform hat das Trägermaterial, bevorzugt das Textilgebilde, eine segmentvariierende Grammaturn, wobei das Trägermaterial mindestens zwei Segmente umfasst, deren Grammaturnen im Verhältnis 1:2, bevorzugter 1:4, besonders bevorzugt 1:5 und am bevorzugtesten 1:10 zueinander variieren.

[0078] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist die Oberfläche des Trägermaterials, bevorzugt des Textilgebildes, vor dem in Kontakt bringen mit der kristallisationsfähigen Lösung zumindest teilweise modifiziert worden. Oberflächenmodifizierung bedeutet, dass die Oberfläche mittels externer physikalischer oder chemischer Methoden verändert wird. Bevorzugt ist die Oberflächenmodifizierung die Folge einer mechanischen Bearbeitung, stärker bevorzugt durch Aufrauen, Schleifen oder Bürsten, vor allem durch Aufrauen. Auch hierdurch wird das Anhaften der Kristalle an den bearbeiteten Regionen der Oberflächen verbessert, wodurch das Wachstum der Kristallite gesteuert werden kann.

[0079] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren als Teilschritt des Schrittes b), also dem Bereitstellen eines faserhaltigen Trägermaterials, das Imprägnieren eines linearen Textilgebildes und Herstellen des in Schritt b) verwendeten Trägermaterials, welches ein zwei- oder dreidimensionales Textilgebilde ist, das das imprägnierte lineare Textilgebilde umfasst.

[0080] Bevorzugt ist das lineare Textilgebilde ein Textilgebilde ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Fasern, Filamenten, Garnen, Zwrnen und Fäden.

[0081] Bevorzugt erfolgt das Imprägnieren mit einem wasserabweisenden Imprägniermittel, stärker bevorzugt einem wachsbasierten Imprägniermittel.

[0082] Unter Wachs werden erfindungsgemäß natürliche oder künstlich gewonnene Stoffe verstanden, die bei 20°C knetbar, fest bis brüchig-hart sind, eine grobe bis feinkristalline Struktur aufweisen, farblich durchscheinend bis opak, aber nicht glasartig sind, über 40°C ohne Zersetzung schmelzen, wenig oberhalb des Schmelzpunktes leicht flüssig, d.h. wenig viskos sind, eine stark temperaturabhängige Konsistenz und Löslichkeit aufweisen sowie unter leichtem Druck polierbar sind. Dies entspricht der Definition gemäß Römpp Chemie Lexikon, 10. Auflage, 1999 Georg Thieme Verlag.

[0083] Bei den Wachsen kann zwischen natürlichen Wachsen, chemisch modifizierten Wachsen und synthetischen Wachsen unterschieden werden. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Wachsmaterial ausgewählt aus der Gruppe der natürlichen Wachse, besonders bevorzugt aus der Gruppe der

pflanzlichen Wachse, insbesondere, Candelillawachs, Carnaubawachs, Japanwachs, Espartograswachs, Korkwachs, Guarumawachs, Reiskeimölwachs, Zuckerrohrwachs, Ouricurywachs, Montanwachs.

[0084] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist das natürliche Wachs ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus tierischen Wachsen und Mineralwachsen, insbesondere aus der Gruppe bestehend aus Bienenwachs, Schellackwachs, Walrat, Lanolin (Wollwachs), Bürzelfett, Ceresin, Ozokerit (Erdwachs).

[0085] Natürliche Wachse bieten den Vorteil, dass diese nicht erdölbasiert sind und somit zur Nachhaltigkeit und Bioabbaubarkeit des Hybridmaterials beitragen.

[0086] In einer anderen Ausführungsform ist das Wachs ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus chemisch modifizierten Wachsen oder synthetischen Wachsen, insbesondere aus der Gruppe ausgewählt aus Montanesterwachsen, Sasolwachsen, Paraffinen, hydrierten Jojobawachsen, Polyalkylenwachsen, Polyethylenglykolwachsen.

[0087] Alternativ kann auch ein silikonbasiertes Imprägniermittel verwendet werden.

[0088] Bevorzugt wird das lineare Textilgebilde mittels Besprühens, Wash-In-Imprägnierung oder Beschichtens mit dem Imprägniermittel und/oder mittels Eintauchens in das Imprägniermittel behandelt. Durch den Schritt des Imprägnierens mit einem wasserabweisenden Imprägniermittel können Teile des Textilgebildes, welches später mit der kristallisationsfähigen Lösung in Kontakt gebracht wird, frei von Kristallkeimbildung bleiben, solange der kristallisationsfähige gelöste Stoff wasserlöslich ist. Die Keimbildung findet bei wasserlöslichen kristallisationsfähigen gelösten Stoffen bevorzugt oder ausschließlich an polaren Oberflächen statt, während unpolare Oberflächen nicht oder weniger gut in der Lage sind, Kristallkeime anzuheften. So kann ein planbares Kristallwachstum ermöglicht werden. Des Weiteren erhöht dies die Beständigkeit des Materials gegenüber äußeren Einflüssen, wie feuchten oder nassen Umgebungen.

[0089] Diese Eigenschaft kann genutzt werden, um Muster und/oder Motive in das Hybridmaterial zu integrieren. Hierfür werden bevorzugt mindestens zwei lineare Textilgebilde verwendet, von denen mindestens eines imprägniert vorliegt. Aus diesen linearen Textilgebilden wird dann ein zwei- oder dreidimensionales Textilgebilde hergestellt, welches für die weiteren Schritte c) und d) des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt wird. Bevorzugt werden die mindestens zwei linearen Textilgebilde miteinander verwoben oder verflochten. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird ein imprägniertes lineares Textilgebilde genutzt, um ein Muster und/oder Motiv auf ein zwei- oder dreidimensionales Textilgebilde zu sticken. So werden mehr oder weniger zusammenhängende Regionen geschaffen, in denen sich die imprägnierten linearen Textilgebilde im finalen Hybridmaterial befinden. Diese Regionen sind im finalen Hybridmaterial dann weitestgehend oder vollständig frei

von Kristalliten, während die restlichen Regionen, die nicht imprägnierte lineare Textilgebilde aufweisen, mit Kristalliten besetzt sind.

[0090] Alternativ kann eine solche Muster- und/oder Motivbildung auch dadurch ermöglicht werden, dass nach dem Schritt b) Regionen auf dem Trägermaterial, z.B. in Form eines Textilgebildes, so bearbeitet werden, dass ein Kristallwachstum verhindert wird, bevorzugt indem diese Regionen für die kristallisationsfähige Lösung unzugänglich gemacht werden, insbesondere durch Versiegelung. Dies kann folgende Verfahrensschritte umfassen: Aufbringen von Abgrenzungsgegenständen, vorzugsweise Aufkleben und oder Aufnähen von Abgrenzungsgegenständen, insbesondere Formplatten oder sogar Abschnitten des Trägermaterials selbst; Imprägnieren der zu bearbeitenden Region mit einem bevorzugt wasserabweisenden Imprägniermittel, insbesondere Wachsen der Region mit Wachs oder Paraffin; Folienplotten und/oder Anwendung von chemotechnischen Verfahren zur Versiegelung der Region, insbesondere Nanoversiegelungen und/oder polymerbasierte Versiegelungen. Diese Methode hat den Vorteil, dass präzise Muster- und/oder Motive durch das Kristallwachstum gebildet werden können während gleichzeitig das gesamte Textilgebilde mit der kristallisationsfähigen Lösung in Kontakt gebracht werden kann, beispielsweise mittels Eintauchens. Durch das Anpassen der Bereiche des Textilgebildes, die mit der Lösung in Kontakt gebracht werden, zum Beispiel durch gezielte Benetzung, können zwar prinzipiell auch Muster und/oder Motive gebildet werden, jedoch können diese bei weitem nicht den Grad an Präzision aufweisen, der mit den oben beschriebenen Methoden erzielt werden kann.

[0091] Vorzugsweise ist das Fasermaterial des Trägermaterials pflanzlichen oder tierischen Ursprungs oder es handelt sich um Chemiefasern aus natürlichen Polymeren oder Polymeren auf Basis natürlicher Rohstoffe. Hierdurch kann der Anteil von natürlichen Bestandteilen des Schichtverbunds und damit dessen Nachhaltigkeit und Bioabbaubarkeit entsprechend verbessert werden.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Trägermaterial ein natürliches Fasermaterial auf, wobei das natürliche Fasermaterial bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Samenfasern, Bastfasern, Blattfasern und tierischen Fasern. Besonders bevorzugt sind diese ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Baumwolle, tierischer Wolle, Tierhaar, Seide, Kapok, Akon, Pappelflaum, Bambusfaser, Faser-nessel, Hanf, Hanfnessel, Jute, Urena, Leinen, Ramie, Kenaf, Roselle, Sunns, Abutilon, Pung, Rizinus, Sisal, Abaca, Curaua, Fibe, Ixtlefaser, Arenga, Afrik, Hequen, Fique, Phormium, Alfa, Maguey, Yucca, Pita, Kokos, Ginster, Hopfen, Rohrkolbenschiel und Bast. Besonders bevorzugt ist das natürliche Fasermaterial ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Baumwolle, tierischer Wolle, Seide und Leinen da diese hochwertige Materialien mit besonderen Eigenschaften wie hoher Hautfreundlichkeit, besonderer Temperaturregulation oder

guter Atmungsaktivität darstellen, die zudem ausgesprochen nachhaltig sind. Besonders bevorzugt ist Cheviot, ein fester, robuster Wollstoff mit einer leicht grob strukturierten Oberfläche, besonders bevorzugt in Form eines Köpergewebe.

[0093] Vorzugsweise sind die Chemiefasern aus natürlichen Polymeren oder Polymeren auf Basis natürlicher Rohstoffe ausgewählt. Besonders bevorzugt sind diese ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Viskose, Modal, Lyocell, Curpo, Celluloseacetaten, Proteinfasern wie Caseinfasern, Polylactiden, Alginaten, Chitin, biobasierten Polyamiden, Polyestern und Polyisoprenen.

[0094] In einer weiteren Ausführungsform sind die Chemiefasern aus synthetischen Polymeren ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyestern wie PET oder PBT, Polyamid, Polyimid, Polyamidimid, Aramid, Poly(metha)acrylaten, Polyacryl, Polytetrafluoroethylen (PTFE), Polyethylen, Polypropylen, Polychlorid, PVC, Elastan, Polystyrol, Polycarbonat, Polyvinylalkohol, Vinylal, Polyphenylsulfid, Melamin, Polyharnstoff, Polyurethan, Polybenzimidazol, Polybenzoxal.

[0095] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst oder ist das Lösungsmittel der kristallisationsfähigen Lösung Wasser, stärker bevorzugt destilliertes Wasser. Erfindungsgemäß ist destilliertes Wasser, das durch Destillation oder Entmineralisierung von Verunreinigungen wie Salzen, Mineralien und anderen Fremdstoffen gereinigt wurde. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist das Lösungsmittel der kristallisationsfähigen Lösung ein mehrfach destilliertes Wasser, bevorzugt ein zweifach destilliertes (bidestilliertes) Wasser. Je höherstufig die Destillation, desto reiner ist das resultierende Wasser.

[0096] Besonders bevorzugt ist das Lösungsmittel der kristallisationsfähigen Lösung ein wasserbasiertes Lösungsmittel, d.h. ein Lösungsmittel mit ≥ 50 Gew.-%, vorzugsweise ≥ 70 Gew.-% oder sogar ≥ 90 Gew.-% Wassergehalt.

[0097] Zur Kontrolle der Löslichkeit eignen sich besonders Mischungen aus Wasser mit einer weniger polaren Substanz wie Ethanol, Isopropanol oder Glycerol. Darüber kann die Kristallisationsgeschwindigkeit verlangsamt werden, wodurch eine präzise Kontrolle des Kristallwachstums ermöglicht werden kann und die Kristallqualität erhöht werden kann.

[0098] Bevorzugt beträgt die Leitfähigkeit des Lösungsmittels der kristallisationsfähigen Lösung (ohne den gelösten Stoff) bei 25°C 0,1 - 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bevorzugt 0,1 - 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, besonders bevorzugt 0,1 - 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder sogar 0,1 - 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, und am bevorzugtesten 0,1 - 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Je niedriger die Leitfähigkeit, desto geringer ist der Anteil an Ionen und desto höher ist somit die Reinheit des destillierten Wassers.

[0099] Reines Wasser eignet sich besonders zur Herstellung des Hybridmaterials, da dieses eine kontrollierte Kristallisation begünstigt. Mit einem geringeren Gehalt an gelösten Salzen oder anderen Substanzen erhöht

sich die Gleichmäßigkeit des Kristallwachstums. Jegliche Substanzen, die sich in dem Lösungsmittel befinden, wie Verunreinigungen, können das Kristallwachstum stören, indem sie lokale Übersättigungen oder unkontrollierte Keimbildung verursachen. Weiterhin ermöglicht ein besonders reines Lösungsmittel eine präzise Steuerung des Sättigungsgrades der kristallisationsfähigen Lösung, wodurch ein hoher Grad an Reproduzierbarkeit erreicht werden kann. Auch die Qualität der sich bildenden Kristallite kann durch den Einsatz von besonders reinen Lösungsmitteln deutlich verbessert werden. Verunreinigungen im Lösungsmittel können während der Kristallbildung in die Kristallstruktur eingebaut werden, was zu Defekten führt und den Glanz des Materials verringern kann.

[0100] Bevorzugt wird der kristallisationsfähigen Lösung zusätzlich zu dem gelösten, kristallisationsfähigen Stoff ein Farbstoff zugesetzt, durch welche die Farbe der entstehenden Kristalle, besonders bevorzugt durch Einlagerung in den Kristall, beeinflusst wird.

[0101] Weiterhin kann der kristallisationsfähigen Lösung ein Wachstumsmodifikator oder Keimbildungshemmer zugesetzt werden, bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polymeren, Tensiden oder Chelatbildnern, besonders bevorzugt Natriumdodecylsulfat (SDS) oder Ethylendiamintetraacetat (EDTA). Diese Additive verhindern unerwünschte Ablagerungen im Kristallbild und/oder verhindern unkontrollierte Aggregation der Kristalle.

[0102] Der Anteil von Farbstoff, Wachstumsmodifikator und/ oder Keimbildungshemmer beträgt in der kristallisationsfähigen Lösung jeweils oder in der Summe bevorzugt 0,01 - 5 Gew.-%, bevorzugter 0,1 - 2 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 - 1 Gew.-% und am bevorzugtesten 0,5 - 1 Gew.-%.

[0103] Die einfachste Methode, um das faserhaltige, vorzugsweise textile, Trägermaterial mit der kristallisationsfähigen Lösung in Kontakt zu bringen, ist das Eintauchen zumindest eines Teils, bevorzugt des vollständigen Trägermaterials. Dies ist daher eine bevorzugte Ausführung des Schrittes c) des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0104] Besonders bevorzugt wird hierzu die kristallisationsfähige Lösung in Schritt a) in einem Behälter wie einem Becken, einer Wanne oder einer Schale bereitgestellt. Anschließend wird das in b) bereitgestellte Trägermaterial in Schritt c) in die kristallisationsfähige Lösung zumindest teilweise, bevorzugt vollständig eingetaucht. Dies erlaubt eine gleichmäßige Benetzung des gesamten oder zumindest des teilweise eingetauchten Trägermaterials und ist somit besonders effizient und gut skalierbar.

[0105] Bevorzugt wird das Trägermaterial 2 - 140 h, oder 1 min - 96 h in die kristallisationsfähige Lösung getaucht, bevorzugter 2 - 48 h, besonders bevorzugt 2 - 24 h, am bevorzugtesten 2 - 12 h oder sogar 4 - 8 h. Je länger das Trägermaterial in der Lösung bleibt, desto größere Kristalle können entstehen. Ein zu langes Ein-

tauchen hat jedoch die Folge, dass die Kristallite ungleichmäßig wachsen und kein homogenes Bild mehr erzeugen.

[0106] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird die kristallisationsfähige Lösung aus Schritt a) mittels eines Siebdruckverfahrens mit dem Trägermaterial aus Schritt b) in Kontakt gebracht. Hierfür wird die kristallisationsfähige Lösung mithilfe von Schablonen auf bestimmte Bereiche des Trägermaterials aufgetragen, was zu einer präzisen, musterbasierten Kristallisation führt und somit vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten erlaubt.

[0107] Auch kann die kristallisationsfähige Lösung durch ein Sprühverfahren mit dem Trägermaterial in Kontakt gebracht werden. Dabei wird die kristallisationsfähige Lösung durch Düsen oder Sprühköpfe auf die Oberfläche des Trägermaterials aufgetragen. Auch dies ermöglicht eine musterbasierte Kristallisation bei gleichzeitiger gleichmäßiger Benetzung der gewählten zu benetzenden Trägermaterialbereiche.

[0108] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform laufen die Schritte c) und d) zumindest teilweise parallel ab. Die kontrollierte Kristallisation erfolgt hierbei schon zumindest teilweise während des in Kontakt Bringens mit dem Trägermaterial.

[0109] Solche Ausführungsformen, die ein Auftragen der kristallisationsfähigen Lösung auf das Trägermaterial beispielsweise mittels Sprühverfahren oder Siebdruckverfahren umfassen, umfassen bevorzugt einen weiteren Schritt des Abkühlens des Trägermaterials zur Förderung bzw. Initiierung der kontrollierten Kristallisation auf dem Trägermaterial. Bevorzugt kann das in Kontakt bringen des Trägermaterials mit der kristallisationsfähigen Lösung und das Abkühlen des Trägermaterials in mehreren Zyklen durchlaufen werden, um eine größere Kristallbildung zu ermöglichen.

[0110] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die kristallisationsfähige Lösung mittels einer Düse auf das Trägermaterial aufgetragen, wobei die Düse gekühlt wird. Bevorzugt liegt die Temperatur der Düse bei 1 - 40°C, bevorzugter bei 1 - 30°C, besonders bevorzugt bei 5 - 20°C und am bevorzugtesten bei 5 - 10°C. Die Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung beträgt vor Eintritt in die Düse bevorzugt 70 - 95°C beträgt, bevorzugt 75 - 90°C, stärker bevorzugt 80 - 85°C. Durch den Temperaturabfall in der Düse beginnt bereits während des Auftragens die kontrollierte Kristallisation, so dass das Verfahren auch als additive Fertigungstechnik oder 3D Druck angesehen werden kann. Die zumindest teilweise bereits auskristallisierte Lösung wird dann auf die Oberfläche des Trägermaterials aufgetragen, wo eine weitere kontrollierte Kristallisation des Feststoffs aus der kristallisationsfähigen Lösung zu mindestens einem Kristall erfolgt. Mit dieser Technik können sehr gezielt und präzise Muster in Kristallform auf das Trägermaterial aufgetragen werden und so besonders hochwertige und komplexe Hybridmaterialien generiert werden.

[0111] Kristalle, die aus kristallisationsfähigen Lösun-

gen gebildet werden, haben die Eigenschaft, mit dem entsprechenden Lösungsmittel wieder in Lösung gehen zu können. Somit können aus bereits verwendeten und nicht mehr benötigten Hybridmaterialien oder aus Ausschussware neue Rohstoffe generiert werden, die für die kontrollierte Kristallisation zur Herstellung eines neuen Hybridmaterials eingesetzt werden können.

[0112] Bevorzugt umfasst der Schritt a) des erfindungsgemäßen Verfahrens daher folgenden Teilschritt a₁): Auflösen mindestens eines Kristalls eines Hybridmaterials umfassend ein faserhaltiges, vorzugsweise textiles, Trägermaterial auf dessen Oberfläche mindestens ein Kristall mit einem vorzugsweise wässrigen Lösungsmittel, um eine kristallisationsfähige Lösung zu erhalten.

[0113] Insbesondere erfolgt das Auflösen des mindestens einen Kristalls in Schritt a₁) mittels Wärmeeinwirkung. Durch Erhöhung der Temperatur des vorzugsweise wässrigen Lösungsmittels steigt die Löslichkeit des Kristalls, wodurch dieser effektiv zumindest teilweise, bevorzugt vollständig von dem Hybridmaterial gelöst werden kann.

[0114] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der Schritt a) des erfindungsgemäßen Verfahrens nach dem Teilschritt a₁) weiterhin nachfolgenden Teilschritt a₂): Filtrieren der kristallisationsfähigen Lösung aus Schritt a₁). Damit werden Verunreinigungen und unlösliche Kristalle aus der Lösung abgeschieden, sodass eine reine kristallisationsfähige Lösung für die Herstellung des Hybridmaterials bereitgestellt werden kann.

[0115] Die Filtration der Kristallisationslösung kann mit verschiedenen Methoden und Hilfsmitteln durchgeführt werden, um eine effiziente Reinigung zu gewährleisten. Dabei kann die Filtration beispielsweise durch Vakuumfiltration erfolgen, wobei ein Filtermedium wie Filterpapier, Glasfasermatten oder synthetische Membranen mit geeigneter Porengröße verwendet wird. Alternativ kann die Schwerkraftfiltration eingesetzt werden. Dies ist besonders schonend und eine vorzeitige Auskristallisation kann vermieden werden.

[0116] Zusätzlich und bevorzugt kann die Filtration mittels einer Membranfiltration durchgeführt werden, um feinste Partikel und Verunreinigungen effektiv zu entfernen. Bei höheren Feststoffkonzentrationen in der Lösung kann eine Druckfiltration eingesetzt werden, um die Filtrationsgeschwindigkeit zu erhöhen und eine effektive Trennung zu gewährleisten. Insbesondere für empfindliche Kristallstrukturen kann eine Filtration mit Schichtenfiltern oder Keramikfiltern bevorzugt sein, um mechanische Belastungen während des Prozesses zu minimieren.

[0117] Die Auswahl des geeigneten Verfahrens und der Hilfsmittel richtet sich dabei vorzugsweise nach den Eigenschaften der Kristallisationslösung, einschließlich Viskosität, Feststoffanteil und chemischer Zusammensetzung, sowie den spezifischen Anforderungen an die Reinheit und Beschaffenheit der gewonnenen Kristalle.

[0118] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Hybridmaterial hergestellt nach einem der Verfahren wie in den Ansprüchen 1-9 und oben beschrieben.

[0119] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Hybridmaterial, insbesondere zur Verwendung als Kleidungs- und/oder Modeaccessoirebestandteil oder als Kleidungs- und/oder Modeaccessoire, umfassend:

- i. ein faserhaltiges Trägermaterial umfassend ein oder mehrere Fasern, und
- ii. mindestens einen Kristall, der zumindest abschnittsweise die Umfangsfläche einer der ein oder mehreren Fasern zu mehr als 30 %, vorzugsweise vollständig umhüllt.

[0120] Die Umfangsfläche einer Faser bezeichnet die äußere Oberfläche, die die Faser vollständig umgibt. Sie entspricht der Fläche, die durch den Umfang der Faser entlang ihrer Länge gebildet. Erfindungsgemäß wird ein Abschnitt der Umfangsfläche, d.h. eine Fläche entlang einer Teillänge, zu mehr als 30 %, vorzugsweise mehr als 50 %, besonders bevorzugt mehr als 70 % umhüllt. Vorzugsweise ist ein solches Hybridmaterial nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt, wie in den Ansprüchen 1-9 und oben konkretisiert.

[0121] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Hybridmaterial, insbesondere zur Verwendung als Kleidungs- und/oder Modeaccessoirebestandteil oder als Kleidungs- und/oder Modeaccessoire, umfassend:

- i. ein faserhaltiges Trägermaterial umfassend ein oder mehrere Fasern, und
- ii. mindestens einen Kristall, der eine Beschichtung, vorzugsweise eine Polymethyl(meth)acrylatbeschichtung, aufweist.

[0122] Das Beschichten erfolgt bevorzugt mit einem Polymermaterial, insbesondere einem Poly(meth)acrylat (PMA) wie Polymethyl(meth)acrylat (PMMA). PMA und PMMA-Beschichtungen sind optisch klar und bieten eine hohe Lichtdurchlässigkeit, weshalb sie die vorteilhaften Charakteristika von Kristallen nicht überdecken und eine hohe optische Ästhetik gewährleisten. PMMA bildet zudem eine harte und widerstandsfähige Schicht, die vor mechanischen Defekten wie Kratzern schützt, und hat zudem hydrophobe Eigenschaften, sodass Wasser abgewiesen wird, was vorteilhaft gegenüber Außeninflüssen wie Feuchtigkeit oder Nässe ist.

[0123] Das Hybridmaterial kann die in den Ansprüchen 11-14 und nachfolgend definierten zusätzlichen Eigenschaften aufweisen.

[0124] Das Beschichtungsmaterial ist vorzugsweise aus nachfolgenden Gruppen ausgewählt:

Organische Beschichtungsmaterialien

[0125] Organische Beschichtungsmaterialien bieten vielseitige Schutz- und Funktionseigenschaften für Fest-

stoffe, insbesondere gegen Feuchtigkeit, Chemikalien oder Abrieb. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Polyurethanen (PU), die elastische und widerstandsfähige Oberflächen erzeugen, Epoxidharzen, die für hohe Härte und chemische Beständigkeit bekannt sind, Silikonpolymeren, die sich durch Temperatur- und UV-Beständigkeit auszeichnen, sowie Acrylharzen, die häufig für dekorative oder witterungsbeständige Beschichtungen eingesetzt werden.

Anorganische Beschichtungsmaterialien

[0126] Anorganische Beschichtungsmaterialien bieten hervorragenden Schutz gegen Hitze, Korrosion und Abrieb und sind daher besonders geeignet für technische Anwendungen. Beispiele aus der Gruppe bestehen aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Zirkonoxid (ZrO_2) für Verschleißschutz, Titandioxid (TiO_2) für UV-Schutz und selbstreinigende Eigenschaften, sowie Siliziumdioxid (SiO_2), das als transparente, chemisch resistente Schutzschicht dient.

Biobasierte und/oder kompostierbare Beschichtungsmaterialien

[0127] Biobasierte und/oder kompostierbare Beschichtungen bieten nachhaltige Alternativen zu herkömmlichen Materialien und sind daher besonders bevorzugt. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Polysacchariden wie Stärke und Cellulose, die biologisch abbaubar und vielseitig einsetzbar sind, Proteinen wie Kasein und Sojaprotein, sowie Polylactiden (PLA) und anderen biobasierten Polyestern, die durch hohe Transparenz und gute mechanische Eigenschaften überzeugen.

Metallische Beschichtungsmaterialien

[0128] Metallische Beschichtungen schützen Feststoffe vor Korrosion, verbessern ihre mechanischen Eigenschaften oder bieten elektrische Leitfähigkeit. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Zink und Aluminium, Edelmetallen wie Gold, Silber und Platin; sowie Kupfer und Nickel, die in funktionalen Anwendungen verwendet werden.

Hybride Beschichtungsmaterialien

[0129] Hybride Beschichtungen kombinieren organische und anorganische Komponenten, um spezifische Anforderungen zu erfüllen. Beispiele hierfür sind Materialien aus der Gruppe bestehend aus Sol-Gel-Beschichtungen, die aus Silikaten und organischen Polymeren bestehen, nanostrukturierte Beschichtungen, die Nanopartikel wie Titandioxid (TiO_2), Zinkoxid (ZnO) oder Siliziumoxid (SiO_2) enthalten und verbesserte mechani-

sche, optische oder thermische Eigenschaften bieten, sowie Hybridpolymere, die chemische Beständigkeit und Flexibilität vereinen.

5 Funktionale Beschichtungsmaterialien

[0130] Funktionale Beschichtungen verleihen Feststoffen spezifische Eigenschaften wie Selbstreinigung, Leitfähigkeit oder thermische Isolation. Geeignete Materialien können ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus hydrophoben und superhydrophoben Beschichtungen, beispielsweise basierend auf fluorierten Polymeren, elektrisch leitfähigen Materialien wie Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Graphen, wärmedämmenden Schichten, etwa auf Basis von Keramik oder Aerogelen, sowie thermochromen oder photochromen Beschichtungen, die ihre Eigenschaften in Abhängigkeit von Temperatur oder Licht verändern.

[0131] Bevorzugt umfasst der Kristall mindestens einen Kristallit, wobei der mindestens eine Kristallit einen Durchmesser D_{Kx} aufweist, wobei der Durchmesser D_{Kx} 0,05 - 0,5 mm beträgt.

[0132] Diese Größenordnung von Kristalliten hat den Vorteil, dass sich besonders gleichmäßige und glatte Oberflächen bilden, was bei größeren Kristalliten weniger der Fall ist. Die Kristallite im Hybridmaterial haben somit ein homogenes Erscheinungsbild und eine feine Textur, was eine besondere ästhetische Wirkung mit einem hohen Grad an Eleganz bewirkt.

[0133] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine Kristallit teil eines polykristallinen Materials, wobei das polykristalline Material einen Durchmesser D_{px} aufweist. Der Durchmesser D_{px} beträgt vorzugsweise 1 mm - 5 cm, bevorzugter 1 mm - 3 cm, besonders bevorzugt 2 mm - 2 cm und am bevorzugtesten 2 mm - 8 mm. So hat das polykristalline Material eine optimale Größe für ein besonderes ästhetisches Erscheinungsbild, ohne dass das Hybridmaterial zu schwer wird und somit den Tragekomfort verliert.

[0134] Die Größe der Kristallite lässt sich je nach Größe mittels Röntgenbeugung (X-Ray Diffraction), Elektronenmikroskopie oder Lichtmikroskopie bestimmen. Für die hier angegebenen Durchmesser eignet sich besonders die Lichtmikroskopie, da diese ausreichend präzise ist und mit wenig Aufwand eingesetzt werden kann. Hierfür kann Bildanalysesoftware auf digitale Bilder angewendet werden, um den Kristallit- bzw. Kristalldurchmesser zu bestimmen. Geeignete Bildanalysesoftware ist beispielsweise ImageJ oder MATLAB.

[0135] In einer bevorzugten Ausführungsform hat der mindestens eine Kristall, der die Umfangsfläche einer der ein oder mehreren Fasern zu mehr als 30 % umhüllt, und/oder eine der Kristallite, die dieser aufweist, eine Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich von $\geq 30\%$, vorzugsweise $\geq 50\%$, bevorzugter $\geq 70\%$ und am bevorzugtesten von $\geq 90\%$ aufweist. Hierdurch wird ermöglicht, dass das Material besonders hochwertig er-

scheint.

[0136] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kristall und/oder das Hybridmaterial eine Gesamtmenge U mit n Kristalliten mit den Durchmessern D_{K1} , D_{K2} , ... - D_{Kn} auf, wobei $n \geq 10$ ist, und wobei eine Teilmenge A mit k Kristalliten mit den Durchmessern D_{K1} , D_{K2} , ... - D_{Kk} einen Mittelwert der Durchmesser $\overline{D_{KA}}$ aufweist, dessen Standardabweichung $\sigma_{DKA} \leq \overline{D_{KA}} \cdot 0,5$, bevorzugt $\sigma_{DKA} \leq \overline{D_{KA}} \cdot 0,4$, beträgt, wobei k bevorzugt 10 beträgt.

[0137] Je kleiner die Standardabweichung, desto gleichmäßiger ist das ästhetische Erscheinungsbild des Hybridmaterials, da homogene Kristallite für eine einheitliche Lichtreflexion sorgen und die Oberflächen ruhig und elegant glänzend erscheinen. Auch erhöht eine kleine Standardabweichung die Materialstabilität, da Schwachstellen im Materialgefüge vermindert werden und sie zudem weniger stark zu Ablösung tendieren. Eine zu kleine Standardabweichung geht jedoch mit Prozessbedingungen einher, die kaum Varianzen zulassen. So müssten hierfür die Verfahren extrem präzise kontrolliert und durchgeführt werden, was den Aufwand enorm vergrößern würde und sowohl die Effektivität senken als auch damit einhergehend die Kosten extrem steigern würde.

[0138] Die Standardabweichung des Mittelwertes der Durchmesser σ_{DKA} beträgt daher bevorzugt $\sigma_{DKA} \geq \overline{D_{KA}} \cdot 0,02$, stärker bevorzugt $\sigma_{DKA} \geq \overline{D_{KA}} \cdot 0,05$ und am stärksten bevorzugt $\sigma_{DKA} \geq \overline{D_{KA}} \cdot 0,1$.

[0139] Bevorzugter weist das Hybridmaterial eine Gesamtmenge U mit $n \geq 50$, besonders bevorzugt $n \geq 200$ und am bevorzugtesten $n \geq 1000$ Kristalliten auf.

[0140] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die k Kristalle der Teilmenge A beliebig aus der Gesamtmenge U ausgewählt. Dies führt zu einem besonders homogenen Hybridmaterial, was durch seine Gleichmäßigkeit besticht.

[0141] Wie zuvor beschrieben eignet sich auch für die Ermittlung der Standardabweichung σ_{DKA} des Mittelwertes der Durchmesser insbesondere die Lichtmikroskopie, da diese ausreichend präzise ist und mit wenig Aufwand eingesetzt werden kann. Hierfür kann Bildanalyse-Software auf digitale Bilder angewendet werden, um den Kristallit- bzw. Kristalldurchmesser zu bestimmen und so die Größenverteilung zu ermitteln.

[0142] Die Erfindung betrifft weiterhin verschiedene Verwendungen des erfindungsgemäßen Hybridmaterials. Die Kristallisation auf dem Trägermaterial findet durch das erfindungsgemäße Verfahren sehr kontrolliert statt, weshalb das Endprodukt, das Hybridmaterial, ein besonders ansprechendes homogenes Erscheinungsbild aufweist. Daher kann es vorzugsweise als Material zur Fertigung eines Kleidungsstückes, eines Modeaccessoires oder eines dekorativen Artikels verwendet werden. Kleidungsstücke, auch Bekleidung genannt, bezeichnet erfindungsgemäß die Gesamtheit aller Materialien, die als künstliche Hülle den Körper des Menschen oder eines Tieres mehr oder weniger eng anlie-

gend umgibt. Hierzu zählen auch Kopfbedeckungen, insbesondere Hüte, und Schuhe. Unter Modeaccessoires wird erfindungsgemäß Zubehör für Kleidung verstanden. Dies sind vorzugsweise Gürtel, Handschuhe, Fächer, Sonnen- oder Regenschirme, Taschen, Tücher und Schmuck. Das Hybridmaterial kann auch für Heimtextilien wie Gardinen, Kissenbezüge, Decken, Überwürfe, Bespannungen oder Bepolsterungen verwendet werden.

BEISPIELE

[0143] Die Erfindung wird nun anhand von konkreten Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Herstellungsbeispielen für Hybridmaterialien weiter erläutert.

Herstellungsbeispiel 1

[0144] 12 l Wasser wurden zum Sieden gebracht und 1,5 kg Alaun schrittweise nach und nach eingerührt, bis sich dieses vollständig gelöst hat, so dass eine klare kristallisationsfähige Lösung entstanden ist. Diese wurde im Anschluss noch fünf Minuten bei dieser Temperatur gehalten und gerührt.

[0145] Im nächsten Schritt wurde ein gewobener Wollstoff (Grammatur: 300 g/m², Naturwolle, Körperbindung) vollständig in die kristallisationsfähige Lösung eingetaucht.

[0146] Um das Mustermotiv gezielt zu gestalten, wurde vor dem Eintauchen ein Teil des gewobenen Stoffes mit einer Abdeckplatte versehen, wodurch bestimmte Bereiche des Stoffes für die kristallisationsfähige Lösung nicht zugänglich waren.

[0147] Nach dem Eintauchen des Stoffes wird die Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung über einen Zeitraum von 10 h schrittweise auf 30 °C gesenkt und nach Erreichen dieser Temperatur durch Temperatursteuerung die Temperatur über einen Zeitraum von 24 h langsam auf eine Zieltemperatur von 25 °C abgesenkt. Diese wird für mindestens weitere 96 h gehalten, in denen eine intensive Kristallbildung beobachtet werden konnte. Nach diesem Zeitraum wurde das Hybridmaterial aus der kristallisationsfähigen Lösung entfernt.

Herstellungsbeispiel 2

[0148] 12 l Wasser wurden zum Sieden gebracht und 2,4 kg Alaun schrittweise nach und nach eingerührt, bis sich dieses vollständig gelöst hat, so dass eine klare kristallisationsfähige Lösung entstanden ist. Diese wurde im Anschluss noch fünf Minuten bei dieser Temperatur gehalten und gerührt.

[0149] Im nächsten Schritt wurde ein gewobener Wollstoff (Grammatur: 120 g/m², Naturwolle, Körperbindung) vollständig in die kristallisationsfähige Lösung eingetaucht.

[0150] Um das Mustermotiv gezielt zu gestalten, wurde vor dem Eintauchen ein Teil des gewobenen Stoffes

mit einer Abdeckplatte versehen, wodurch bestimmte Bereiche des Stoffes für die kristallisationsfähige Lösung nicht zugänglich waren.

[0151] Nach dem Eintauchen des Stoffes wurde die Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung über einen Zeitraum von 10 h schrittweise auf 30 °C gesenkt.

[0152] Sobald diese Temperatur erreicht worden ist, wurde die Lösung für eine kurze Zeit auf 40 °C erhitzt (< 1 min) und dann die Temperatur wieder auf 30 °C abgesenkt. Dieser Zyklus wird im 2-Stunden-Rhythmus wiederholt und insgesamt fünfmal durchgeführt, um ein kontrolliertes und intensives Kristallwachstum zu ermöglichen.

[0153] Durch diesen zyklischen Temperaturwechsel wird das Kristallwachstum optimiert, sodass sich dichte Kristalle bilden, die eine Durchmesser von bis zu 3 cm erreichen können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Hybridmaterials umfassend ein faserhaltiges, vorzugsweise textiles, Trägermaterial auf dessen Oberfläche mindestens ein Kristall angeordnet ist; wobei das Verfahren nachfolgende Schritte aufweist:

- a) Bereitstellen einer kristallisationsfähigen, vorzugsweise wässrigen, Lösung umfassend ein Lösungsmittel und einen gelösten Stoff;
- b) Bereitstellen eines faserhaltigen, vorzugsweise textilen, Trägermaterials;
- c) In Kontakt bringen zumindest eines Teils des faserhaltigen, vorzugsweise textilen Trägermaterials aus Schritt b) mit der kristallisationsfähigen Lösung aus Schritt a) bei einer Temperatur der kristallisationsfähigen Lösung von ≥ 30 °C, vorzugsweise ≥ 40 °C;
- d) Auskristallisation zumindest eines Teils des gelösten Stoffes aus der kristallisationsfähigen Lösung zu mindestens einem Kristall auf der Oberfläche des mit der kristallisationsfähigen Lösung in Kontakt gebrachten faserhaltigen, vorzugsweise textilen Trägermaterials, um das Hybridmaterial zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die kristallisationsfähige Lösung während des Schrittes d) zumindest abschnittsweise, vorzugsweise kontinuierlich, durchmischt wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Verfahren nach dem Schritt d) den nachfolgenden zusätzlichen Schritt umfasst:

- e) Beschichten des in Schritt d) erzeugten mindestens einen Kristalls, wobei das Beschichten bevorzugt mit einem

Polymethyl(meth)acrylat oder Poly(meth)acrylat erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das vorzugsweise textile, faserhaltige Trägermaterial eine Flächenstruktur mit segmentvariierender Grammat aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das faserhaltige, vorzugsweise textile, Trägermaterial ein eindimensionales Textilgebilde ist, bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Filamenten, Fäden, Garnen und Zwirnen; oder ein zweidimensionales Textilgebildes, bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Geweben, Gelegen, Maschenwaren, Vliesen, Filzen und Geflechten, ist, wobei besonders bevorzugt das faserhaltige, vorzugsweise textile, Trägermaterial ein eindimensionales Textilgebilde ist und der Schritt b) den nachfolgenden Teilschritt aufweist:

bo) Imprägnieren des eindimensionalen Textilgebildes und Herstellen eines zweidimensionalen Textilgebildes umfassend das eindimensionale Textilgebilde, wobei das Imprägnieren bevorzugt mit einem wasserabweisenden Imprägniermittel, stärker bevorzugt einem wachsbasierten Imprägniermittel, erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das faserhaltige, vorzugsweise textile, Trägermaterial ein natürliches Fasermaterial aufweist, wobei das natürliche Fasermaterial bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wolle, insbesondere Baumwolle; Seide und Leinen.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die kristallisationsfähige Lösung in Schritt a) destilliertes Wasser als Lösungsmittel umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das in Kontakt bringen in Schritt c) durch Eintauchen zumindest eines Teils, bevorzugt des vollständigen faserhaltigen, vorzugsweise textilen, Trägermaterials in die kristallisationsfähige Lösung erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Schritt a) folgenden Teilschritt aufweist:

a₁) Auflösen mindestens eines Kristalls eines Hybridmaterials umfassend ein faserhaltiges, vorzugsweise textiles, Trägermaterial auf dessen Oberfläche mindestens ein Kristall mit einem vorzugsweise wässrigen Lösungsmittel, um eine kristallisationsfähige Lösung zu erhalten.

10. **Hybridmaterial** hergestellt nach einem der Verfahren wie in den Ansprüchen 1-9 beschrieben.
11. **Hybridmaterial**, insbesondere zur Verwendung als Kleidungs- und/oder Modeaccessoirebestandteil, umfassend: 5
- i. ein faserhaltiges Trägermaterial umfassend ein oder mehrere Fasern, und
 - ii. mindestens einen Kristall, der zumindest abschnittsweise die Umfangsfläche einer der ein oder mehreren Fasern zu mehr als 30 %, vorzugsweise vollständig, umhüllt. 10
12. **Hybridmaterial** nach Anspruch 10 oder 11, wobei der mindestens eine Kristall mindestens einen Kristallit mit einem Durchmesser D_{Kx} aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** 15
der Durchmesser D_{Kx} 0,05 - 0,5 mm beträgt. 20
13. **Hybridmaterial** nach einem der Ansprüche 10-12, wobei das Hybridmaterial eine Gesamtmenge U mit n Kristalliten mit den Durchmessern D_{K1} , D_{K2} , ... - D_{Kn} aufweist, wobei $n \geq 10$ ist, und wobei eine Teilmenge A mit k Kristalliten mit den Durchmessern D_{K1} , D_{K2} , ... - D_{Kk} einen Mittelwert der Durchmesser $\overline{D_{KA}}$ aufweist, dessen Standardabweichung $\sigma_{DKA} \leq \overline{D_{KA}} * 0,5$, bevorzugt $\sigma_{DKA} \leq \overline{D_{KA}} * 0,4$, beträgt, wobei k bevorzugt 10 beträgt. 25 30
14. **Hybridmaterial** nach Anspruch 13, wobei die k Kristallite der Teilmenge A beliebig aus der Gesamtmenge U ausgewählt sind.
15. **Verwendung** eines Hybridmaterials nach einem der Ansprüche 10-14 zur Fertigung eines Kleidungsstückes, eines Modeaccessoires oder eines dekorativen Artikels. 35 40 45 50 55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 15 0574

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2017 219662 A1 (STRIKER BEATRICE [DE]) 9. Mai 2019 (2019-05-09) * Absatz [0002] * * Absätze [0009] - [0010] * * Absatz [0017] * * Absätze [0032] - [0033] * * Absatz [0044] * * Absatz [0049] * * Absatz [0060] * * Absatz [0062] * * Abbildung 1 und 4 * * Ansprüche 12-13 *	1-7,9-15	INV. D06M11/57 D06M15/263 D06M23/08 D06Q1/10
X	WO 2007/039469 A2 (CLEMENTE ANTONIO [IT]) 12. April 2007 (2007-04-12) * Beispiel 1 * * Ansprüche 1-6 *	1-3,7-10	
X	DE 43 12 878 A1 (ROTHLUEBBERS HELGA [DE]) 27. Oktober 1994 (1994-10-27) * Anspruch 3 * * Beispiele 1-4 *	1,2,7,8,10,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	Helmenstine Anne: "How to Preserve Crystals", , 17. Juni 2020 (2020-06-17), Seiten 1-5, XP093289473, Gefunden im Internet: URL:https://sciencenotes.org/how-to-preserve-crystals/ [gefunden am 2025-06-24] * Preserve the Crystal in Plastic Polish; Seite 2 *	3	D06M D06Q B44C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2025	Prüfer Rella, Giulia
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 15 0574

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	Helmenstine Anne Marie: "How To Preserve Homemade Crystals", 4. Mai 2019 (2019-05-04), Seiten 1-8, XP093289481, Gefunden im Internet: URL:https://www.thoughtco.com/preserving-crystals-607652 [gefunden am 2025-06-24] * Perserving Crystals with Plastic; Seite 3 * -----	3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2025	
		Prüfer Rella, Giulia	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 25 15 0574

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

17-07-2025

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017219662 A1	09-05-2019	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2007039469 A2	12-04-2007	KEINE	
-----	-----	-----	-----
DE 4312878 A1	27-10-1994	KEINE	
-----	-----	-----	-----

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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

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 Nicht-Patentliteratur

- Römpp Chemie Lexikon. Georg Thieme Verlag, 1999
[0082]