

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Januar 2002 (03.01.2002)

PCT

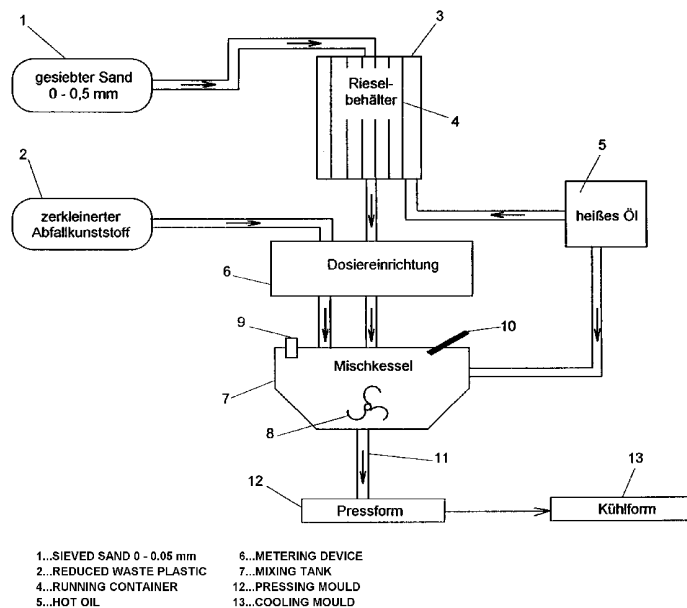
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/00567 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C04B 26/02 Gebiet (RU). SHUKOW, Alexander, Iwanowitsch [RU/RU]; Watutinstrasse 79, Wohnung 92, Stadt Podolsk, 143100 Moskauer Gebiet (RU).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/06910
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juni 2001 (19.06.2001) (74) **Anwalt:** ENGEL, Christoph, K.; Engel & Wehrauch, Marktplatz 6, 98527 Suhl (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
2000116996 30. Juni 2000 (30.06.2000) RU
- (71) **Anmelder und**  
(72) **Erfinder:** MANES, Michael [DE/DE]; Am Kirchberg 18, 99310 Wachsenburggemeinde (DE). TARASSENKO, Alexander, Michailowitsch [RU/RU]; Dshershinskistrasse 3, Wohnung 9, Stadt Podolsk, 142100 Moskauer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** MATERIAL AND METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING THE SAME

(54) **Bezeichnung:** WERKSTOFF SOWIE VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZU SEINER HERSTELLUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a material which consists essentially of sand and polymers as well as optionally, a small quantity of aggregates. The invention also relates to a method for producing this material, comprising the following steps: producing a hot molten mixture consisting of sand and polymers; introducing said molten mixture into a mould; cooling the molten mixture under pressure until the molten mixture hardens in the mould. The material can be used e.g. for producing building blocks, pavement slabs, manhole covers, housings in electrical engineering and insulators for high-voltage applications.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/00567 A2



ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Werkstoff, der im wesentlichen aus Sand und Polymeren sowie ggf. Zuschlagstoffen in geringer Menge besteht. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung dieses Werkstoffes, welches die folgenden Schritte umfasst: Erzeugen eines heißen Schmelzgemisches aus Sand und Polymeren; Einbringen des Schmelzgemisches in eine Pressform; Abkühlen des Schmelzgemisches unter Druck bis zum Erstarren des Schmelzgemisches in der Pressform. Der Werkstoff kann beispielsweise zur Herstellung von Bausteinen, Gehwegplatten, Kanaldeckeln, Gehäusen in der Elektrotechnik und Isolatoren für Hochspannungsanwendungen eingesetzt werden.

Werkstoff sowie  
Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen einen  
neuartigen Werkstoff, der im Wesentlichen aus Sand und Poly-  
meren besteht, wobei weitere Zuschlagsstoffe in dem Werkstoff  
enthalten sein können. Außerdem betrifft die Erfindung ein  
Verfahren zur Herstellung dieses Werkstoffes. Schließlich  
10 wird durch die Erfindung eine Vorrichtung angegeben, mit  
welcher das Verfahren ausgeführt werden kann, um den erfin-  
dungsgemäßen Werkstoff herzustellen.

Es sind verschiedentlich Versuche bekannt geworden, neuartige  
15 Verbundwerkstoffe herzustellen, insbesondere um die vorhande-  
nen Ressourcen besser zu nutzen und recycelbare Werkstoffe  
einer Wiederverwertung zuzuführen. Generell ist es bekannt,  
bestimmte Kunststoffe (d.h. auch Polymere) in einem Wieder-  
verwertungsprozess einzuschmelzen und als Ausgangsmaterialien  
20 für neue Kunststoffherzeugnisse zu verwenden.

Aus der GB 876 271 ist es bekannt, zur Herstellung eines  
Konstruktionsstoffes ein Schmelzgemisch aus Polyäthylen,  
Asphalt und Füllstoffen zu erzeugen. Als Füllstoff eignet  
25 sich insbesondere Sand, bis zu einem Gewichtsanteil von 50%.  
Das Hauptproblem dieses bekannten Stoffes ist seine leichte  
Brennbarkeit und die relativ geringe Festigkeit, wodurch  
seine Einsatzgebiete beschränkt sind. Das Herstellungsverfahren  
ist außerdem teuer. Die Einsatzmöglichkeiten dieses  
30 bekannten Stoffes sind auch dadurch beschränkt, dass er  
aufgrund der enthaltenen Grundstoffe toxische Eigenschaften  
aufweist.

Aus der CN 11 622 523 ist ein in Plattenform gepresster Stoff bekannt, der größere Anteile von Sand und Gummi enthält. Dieser Stoff dient vor allem der Herstellung von Gussformen. Die Herstellung ist teuer und der resultierende Verbundwerkstoff ist relativ unbeständig, vor allem gegen aggressive Substanzen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Werkstoff zur Verfügung zu stellen, der aufgrund der verwendeten Ausgangsmaterialien besonders preiswert hergestellt werden kann und gegenüber anderen Medien weitgehend resistent ist, verbesserte Materialeigenschaften aufweist, eine ökologische Wiederverwertung vorhandener Rohstoffe ermöglicht und sich beispielsweise aufgrund einer erhöhten Brandsicherheit zum Einsatz in den verschiedensten Bereichen der Technik eignet.

Diese und weitere Aufgaben werden von dem erfindungsgemäßen Werkstoff gelöst, der durch die folgenden Verfahrensschritte herstellbar ist:

- Erzeugen eines heißen Schmelzgemisches aus Sand und Polymeren;
- Einbringen des Schmelzgemisches in eine Pressform;
- Abkühlen des Schmelzgemisches unter Druck bis zum Erstarren des Schmelzgemisches in der Pressform.

Anschließend kann ein weiteres Abkühlen des Werkstoffes unter Normaldruck erfolgen, bis die Kristallisationsprozesse abgeschlossen sind.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Werkstoffes besteht darin, dass Sand als ein Hauptbestandteil des Werkstoffes in großen Mengen und zu geringen Kosten zur Verfügung steht. Da an die Qualität der verwendeten Polymere keine hohen Anforderungen

gestellt werden, können Abfallkunststoffe zur Herstellung des Werkstoffes wiederverwertet werden. Aufgrund der Abkühlung des Schmelzgemisches unter erhöhtem Druck entsteht ein Werkstoff, der hohe Festigkeiten aufweist und damit hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt werden kann. Durch die  
5 homogene Struktur des Werkstoffes ist sichergestellt, dass die Polymere den Sand und mögliche Zuschlagsstoffe umschließen, so dass das Austreten von Salzen oder anderen Spurenelementen weitgehend vermieden wird, wodurch der Werkstoff über  
10 einen langen Zeitraum seine vorteilhaften Eigenschaften behält und beispielsweise kaum Verwitterungserscheinungen zeigt.

Die vorteilhaften Eigenschaften des erfindungsgemäßen Werkstoffes lassen sich im Vergleich zu anderen Werkstoffen wie  
15 folgt zusammenfassen:

- unzerbrechlich und schlagfest wie Kunststoff,
- abriebfester als Beton,
- mechanisch bearbeitbar, beispielsweise durch Sägen,  
20 Bohren und Gewindeschneiden,
- wasserabweisend wie Glas,
- hohe Resistenz gegen Chemikalien (Laugen, Säuren, Salze),
- hoher elektrischer Widerstand,
- 25 • hoher Wärmewiderstand,
- gutes Anbindeverhalten beim Zusammenwirken mit Beton,
- spätere Wiederverwertbarkeit im gleichen Verarbeitungsprozess,
- Elastizität und Farbe sind durch unterschiedliche  
30 Zuschlagstoffe einstellbar,
- schwer entflammbar.

Aufgrund dieser Eigenschaften ist ein bedeutsames Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Werkstoffes im Bauwesen zu sehen. Aus dem Werkstoff können beispielsweise Steine, Platten oder speziell geformte Bauelemente hergestellt werden.

5

Ebenso ergeben sich wichtige Einsatzfelder im Bereich der Elektrotechnik, da die Isolationseigenschaften mit denen von Keramikisolatoren vergleichbar sind. Aus dem Werkstoff können daher Befestigungssysteme, Isolatoren oder Gehäuse von Elektrogeräten hergestellt. Der Werkstoff kann auch als Trägermaterial für elektrotechnische Systeme, insbesondere Photovoltaikmodule verwendet werden. Ebenso kann der Werkstoff metallische Materialien ersetzen, z.B. bei der Herstellung von energieintensiven Produkten aus Gusseisen oder Spitzgussaluminium. Denkbar ist der Einsatz des Werkstoffes zur Herstellung von Kanaldeckeln oder dergleichen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird der Schritt des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches bei der Herstellung des Werkstoffes in die folgenden Detailschritte untergliedert:

- Erhitzen des Sandes auf eine Temperatur von maximal 800°C;
- Zuführen des erhitzten Sandes und des Polymers in einen Mischkessel, unter Aufrechterhaltung einer Mischtemperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Polymers liegt;
- Mischen des Sandes und des Polymers zur Erzeugung des heißen Schmelzgemisches.

30

Bei verschiedenen Ausführungsformen kann der eigentliche Mischvorgang auf unterschiedliche Weise erfolgen. Der heiße Sand und die Polymere können schrittweise miteinander

vermischt werden, so dass das angestrebte Gewichtsverhältnis im Wesentlichen während des gesamten Mischvorganges aufrechterhalten bleibt. Ebenso ist es möglich, einer größeren Menge erhitzten Sandes die gewünschte Menge der Polymere schrittweise zuzuführen, wodurch sichergestellt ist, dass die Polymere relativ schnell die gewünschte Temperatur erreichen. Außerdem ist es möglich, den erhitzten Sand in die gewünschte Gesamtmenge des Polymeren zuzuführen, wobei das Polymer entweder als Granulat oder bereits als Polymerschmelze vorliegen kann.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des Werkstoffs zeichnet sich dadurch aus, dass er mindestens zu 50% aus Sand und mindestens zu 15% aus Polymer besteht (bezogen auf die Gesamtmasse). Durch diese Grenzen ist der bevorzugte Bereich des Verhältnisses der Hauptstoffe Sand und Polymer bekannt gegeben. Vorzugsweise wird der Sand also 50% bis 85% der Gesamtmasse des Werkstoffes umfassen, während der Polymeranteil zwischen 15% und 50% liegt. Bei diesen Verhältnissen ergeben sich besonders feste Werkstoffe, die preiswert herzustellen sind, da der Polymeranteil relativ gering gehalten werden kann. Es ist vorteilhaft, wenn das Schmelzgemisch in der Pressform bei einem Druck von 1 bis 40 kPa bis auf eine Temperatur von 60 bis 100°C abgekühlt wird. Durch den erhöhten Druck während der Abkühlphase erhält der Werkstoff eine homogene Struktur, es werden Gaseinschlüsse vermieden und die Endfestigkeit des Werkstoffes erhöht sich.

Um dem Werkstoff besondere Eigenschaften zu verleihen, können bereits in der Phase des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches unterschiedliche Zuschlagstoffe zugesetzt werden. Beispielsweise ist es vorteilhaft, organische oder anorganische Fasern zuzusetzen, um damit eine Bewehrung auszubilden,

die dem Werkstoff erhöhte Biege- und Zugfestigkeit verleiht. Zur farblichen Gestaltung des Werkstoffes können dem Gemisch Farbstoffe bzw. Pigmente zugesetzt werden, wobei darauf zu achten ist, dass diese Farbstoffe in dem heißen Schmelzgemisch nicht zerstört werden. Um die Temperaturen des Schmelzgemisches an derartige Anforderungen anzupassen, können Polymere mit geringeren Schmelztemperaturen verwendet werden, wobei die Zuschlagstoffe erst bei einer Schmelzgemischtemperatur zugesetzt werden, die nur geringfügig oberhalb der Schmelztemperatur der Polymere liegt.

Wenn der Werkstoff eine höhere Elastizität besitzen soll, können dem Gemisch chemische Weichmacher oder Plastifikatoren zugesetzt werden. Schmierstoffe werden benutzt, um den Herstellungsprozess zu vereinfachen. Bei bestimmten Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, wenn als Zuschlagstoffe Silikate verwendet werden.

Es ist weiterhin zweckmäßig, wenn bei der Herstellung des Werkstoffes Kunststoffabfälle zerkleinert werden, um ein Polymergranulat bereitzustellen, welches als Ausgangsstoff für die Herstellung des Schmelzgemisches dient. Auf diese Weise können in großen Mengen zur Verfügung stehende Kunststoffabfälle verwertet werden, wobei auch aufgrund der Granulierung homogene Materialeigenschaften des Werkstoffes erzielbar sind.

Vorzugsweise besitzt der für den Werkstoff zu verwendende Sand eine Korngröße von 0,5 bis 0,9 mm. Bei anderen Ausführungsformen kann die Korngröße aber auch zwischen 0,005 und 5 mm variieren.

Zur Erreichung der Aufgabe der Erfindung wird weiterhin ein Verfahren angegeben, welches im beigefügten Patentanspruch 9 definiert ist.

5 Der erfindungsgemäße Werkstoff kann in unterschiedlichen Bereichen der Technik eingesetzt werden. Insbesondere können Elektroisolationselemente aus dem Werkstoff hergestellt werden. Hierbei ist es vorteilhaft, dass der spezifische elektrische Volumenwiderstand des erfindungsgemäßen Werkstoffes sehr hoch ist. Weiterhin eignet sich der Werkstoff  
10 besonders zur Herstellung von Bodenbelagelementen, wie Bausteinen, Gehwegplatten und vergleichbaren Elementen. Bei derartigen Anwendungen ist es besonders vorteilhaft, dass der Werkstoff gegen die meisten Chemikalien resistent, wasserbeständig und UV-unempfindlich ist.  
15

Die Erfindung gibt außerdem eine Vorrichtung an, die sich zur Herstellung des erfindungsgemäßen Werkstoffes besonders eignet. Die wesentlichen Merkmale dieser Vorrichtung sind im  
20 Anspruch 21 definiert. Besonders hervorzuheben ist das Vorhandensein einer Erdungselektrode im Sandzuführungsabschnitt des Mischkessels, die der elektrischen Entladung des erhitzten Sandes dient. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass es im heißen Schmelzgemisch nicht zu elektrostatischen  
25 Entladungen kommt, die eine Entzündung des Gemisches und unter Umständen explosionsartige Verbrennungen zur Folge hätten.

30 Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, Herstellungsmöglichkeiten und Konfigurationsbeispiele.

Die einzige Figur zeigt in Form eines Blockschaltbildes eine Ausführungsform einer Vorrichtung, die zur Herstellung des erfindungsgemäßen Werkstoffes verwendet werden kann.

5

Als erstes wird ein Beispiel eines Werkstoffes und das für seine Herstellung auszuführende Verfahren erläutert. Der Werkstoff besitzt die folgenden Massebestandteile: 72% Sand, 27,5% Polyäthylen, 0,5% Farbstoff. Im konkreten Beispiel wird  
10 Sekundärpolyäthylen verwendet, d.h. aus Kunststoffabfällen gewonnenes Polyäthylen. Als Farbstoff dient bei dem hier angegebenen Beispiel Eisenmennige, woraus eine rotbraune Farbe des Werkstoffs resultiert. Generell können auch andere mineralische oder organische Farbstoffe, wie z.B. Kohlenmon-  
15 oxid, Titandioxid oder Kobaltblau verwendet werden. Bei der Herstellung wird als erstes der Sand auf etwa 400°C erhitzt. Es können verschiedene Sandarten eingesetzt werden, nämlich Natursand, wie z.B. Grubensand, Flusssand, Seesand oder Wüstensand; und künstlicher Sand, wie z.B. Nebenprodukte aus  
20 Steinbrüchen. Als Ausgangsstoff kann auch besonders hergestellter Sand aus grobkristallinem Marmor, Marmorkalksteinen, Dolomiten, grobkristallinem Granit, Syeniten, Ziegel, Dachziegel, Tuffen, Anthrazit, Tonrohren, Porzellan, Glas, Basalt, Quarzit, Bimsstein, Schlacken, Perlit, Vermikulit  
25 angewendet werden.

Dem erhitzten Sand (Korngröße etwa 0,5mm - 0,9mm) werden bei stetiger Vermischung die Sekundärpolymere zugesetzt. Beim konkreten Beispiel wurden als Polymere Haushaltsabfallpro-  
30 dukte, wie z.B. Folien, Flaschen und andere Verpackungen verwendet. Generell können Mischungen aus unterschiedlichen Polymeren oder reine Polymere eingesetzt werden. Es ist ebenso möglich, primäre oder sekundäre Polymere zu verwenden,

bzw. Mischungen aus solchen Polymeren einzusetzen. Üblicher Weise werden thermoplastische Polymere angewendet, was ökologische und ökonomische Vorteile mit sich bringt.

- 5 Neben dem Polymer wird dem Gemisch schrittweise der Farbstoff zugesetzt. Die Vermischung der Ausgangsmaterialien wird solange fortgesetzt, bis eine homogene plastische Masse vorliegt, wobei die Temperatur bis auf etwa 200°C sinkt, jedoch nicht unter den Schmelzpunkt der verwendeten Polymere.
- 10 Nach Fertigstellung des Schmelzgemisches wird die vorliegende Masse unter Einsatz herkömmlicher Verfahren in eine Pressform eingebracht. Die Pressform kann zur Abkühlung der Masse aktive Kühleinrichtungen besitzen oder eine passive Wärmeabgabe ermöglichen, was jedoch den Verarbeitungsprozess verlängert.
- 15 Während der nachfolgenden Abkühlung wird ein Pressdruck von etwa 29 kPa aufrecht erhalten, der erst nach Erstarrung der Masse, also nach Unterschreitung der Schmelztemperatur der Polymere aufgehoben wird, was im erläuterten Beispiel bei etwa 95°C der Fall ist. Es wird darauf hingewiesen, dass auch
- 20 mit deutlich höheren Drücken gearbeitet werden kann, wenn dies für bestimmte Eigenschaften der herzustellenden Produkte zweckdienlich ist. Bei einer geeigneten Kühlung der Pressform ergibt sich eine Verarbeitungszeit von etwa 150 Sekunden.
- 25 Nach Fertigstellung des Werkstoffes konnten an dem erzeugten Probestück die folgenden Eigenschaften nachgewiesen werden:
- |                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| Farbe:               | rotbraun                         |
| Oberfläche:          | homogen, matt glänzend, porenlos |
| Dichte:              | 2700 kg/m <sup>3</sup>           |
| 30 Wasserabsorption: | null                             |
| Bruchspannungen:     | Biegespannung = 150 MPa          |
|                      | Zugspannung = 90 MPa             |
|                      | Druckspannung = 200 MPa          |

Säurefestigkeit: 99%  
Alkalifestigkeit: 96,5%  
spezifischer elektrischer  
Volumenwiderstand:  $1 \times 10^{15}$  Ohm x cm

- 5 Das Probestück ist schwer brennbar und wird bei der Einwirkung von Feuer allmählich verkohlt. Sobald das Feuer entfernt wird, stoppt die Verkohlung des Werkstoffes.

10 Es ist darauf hinzuweisen, dass abweichend von dem beschriebenen Beispiel andere Zusätze bzw. Zuschlagstoffe in das Schmelzgemisch eingefügt werden können, um andere Eigenschaften des Werkstoffes zu erzielen.

15 Zur Verbesserung der Druckfestigkeit können bewehrende Zusätze in Form von organischen oder mineralischen Fasern eingebracht werden. Dazu eignen sich beispielsweise Asbestfasern, Glasfasern, Azetatfasern oder Baumwollkämmlinge. Als Plastifikatoren eignen sich beispielsweise Dibutil- und Dioktilphthalat sowie Trikresilphosphat zur Erhöhung der Elastizität des Werkstoffes.  
20

Um während des Pressens das Ankleben des Schmelzgemisches in der Pressform zu verhindern, können Schmierstoffe wie Stearin oder Wachs hinzugefügt werden.

25 Während der Herstellung des Schmelzgemisches muss besonders darauf geachtet werden, dass der erhitzte Sand nicht zu einer elektrostatischen Aufladung führt, die Entladungserscheinungen hervorrufen könnte, durch welche das Schmelzgemisch entzündet wird. Dazu ist es zweckmäßig, wenn geeignete Erdungselemente im Mischkessel vorgesehen sind. Beispielsweise kann der erhitzte Sand bei der Zufuhr zum Mischkessel  
30

an einer geerdeten Elektrode vorbeigeführt werden, so dass die einzelnen Sandkörner auf Erdpotential gebracht werden.

Vor dem Erstarren des Schmelzgemisches in der Pressform  
5 können verschiedene Elemente und Stoffe in den Werkstoff eingepresst werden. Beispielsweise könnte der Werkstoff den Griff eines Schraubendrehers bilden, wenn der Metallhorn des Schraubendrehers in die Masse eingepresst wird. Ein solcher Schraubendreher würde sich aufgrund des hohen elektrischen  
10 Widerstandes des Werkstoffes auch zum Einsatz in elektrotechnischen Bereichen eignen. Wenn Kunststoffabfälle verwendet werden, muss in solchen Fällen darauf geachtet werden, dass die Kunststoffabfälle nicht mit elektrisch leitenden Materialien (beispielsweise Aluminiumfolien) verunreinigt sind, da  
15 dann die Gefahr einer elektrischen Verbindung zwischen der Außenseite des Griffs und dem Metallhorn des Schraubendrehers bestehen würde.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Werkstoffes ist es in  
20 jedem Fall erforderlich, dass heiße Schmelzgemisch aus Sand und Polymer bereitzustellen. Dies kann jedoch auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die generellen Möglichkeiten werden nachfolgend kurz erläutert.

25 Gemäß einer ersten Variante wird unter Umgebungstemperaturen ein mechanisch gut durchmisches Gemisch aus Sand und granuliertem oder zerkleinertem Polymer und gegebenenfalls Zuschlagsstoffen hergestellt. Dieses Gemisch wird unter  
30 stetigem weiterem Umrühren erhitzt, bis eine homogene plastische Masse vorliegt. In Abhängigkeit von den verwendeten Polymeren ist dies bei Temperaturen zwischen 90 und 500°C der Fall.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, den Sand vorerst allein auf eine Temperatur zwischen 200°C und 800°C zu erhitzen. Die erforderliche Endtemperatur ist wiederum abhängig von den eingesetzten Polymeren. In einem geeigneten Mischkessel wird unter stetigem Umrühren dem erhitzten Sand die erforderliche Menge des Polymers oder des Gemisches aus Polymeren und Zuschlagsstoffen allmählich zugeführt. Eine abgewandelte Herstellungsmöglichkeit besteht darin, den erhitzten Sand allmählich dem Polymer zuzuführen, wiederum unter steti-

5

10

15

ger Vermischung. Beim Zusammenführen der Hauptbestandteile sinkt die Temperatur des Gemisches, wobei darauf zu achten ist, dass die Temperatur des Gemisches immer oberhalb des Schmelzpunktes der Polymere liegt. Ergebnis dieser Vermischung ist wiederum eine homogene plastische Masse, die bei der gewünschten Temperatur der nachfolgenden Druckbearbeitung in der Pressform zugeführt wird.

Ein dritte Möglichkeit besteht darin, dem auf eine Temperatur zwischen 90 und 450°C erhitzten Sand ein bereits geschmolzenes Polymer oder ein geschmolzenes Gemisch aus Polymeren unter stetigem Umrühren zuzuführen. Zuschlagsstoffe werden dann ebenfalls zugeführt. Das Schmelzgemisch wird bis zum Erreichen eines homogenen plastischen Zustands gerührt.

20

Ebenso kann die Herstellung des Werkstoffes erfolgen, indem einem geschmolzenem Polymer der auf eine Temperatur zwischen 90 und 450°C erhitzte Sand sowie die Zuschlagsstoffe zugeführt werden, wobei durch stetiges Umrühren eine homogene plastische Masse erzielt wird.

25

30

Die fünfte Variante der Erzeugung des heißen Schmelzgemisches besteht darin, ein Sekundärgemisch einzusetzen, welches aus vorher miteinander verschmolzenen Polymeren und Sand besteht.

Das Sekundärgemisch wird zerkleinert und granuliert und bis zum Erhalt einer homogenen plastischen Masse erhitzt und umgerührt, wobei die Endtemperatur zwischen 90°C und 450°C liegt, in Abhängigkeit von den verwendeten Polymeren im Sekundärgemisch. Diese Variante ist besonders vorteilhaft, wenn der Werkstoff in dezentralen Fertigungsanlagen zur Herstellung unterschiedlicher Erzeugnisse eingesetzt werden soll, wobei in diesen Fertigungsanlagen nicht die engen Prozessbedingungen eingehalten werden müssen, die für die erste Erzeugung des Sekundärgemisches notwendig sind. Beim Einsatz des Sekundärgemisches besteht beispielsweise keine Gefahr einer Selbstentzündung, da eine elektrostatische Aufladung des bereits im Polymer gebundenen Sandes nicht eintritt.

15

Ebenso kann dieses Herstellungsverfahren genutzt werden, wenn aus dem Werkstoff bestehende Erzeugnisse in einem Recyclingprozess der Wiederverwertung zugeführt werden sollen. Bei der Wiederverwertung von solchen Werkstoffen können die Materialeigenschaften geändert werden, indem dem aus Altwerkstoffen bestehenden Schmelzgemisch weitere Teile von Sand, Polymeren oder anderen Zuschlagsstoffen zugeführt werden.

Der während der Abkühlung des Schmelzgemisches in der Pressform erforderliche Druck hängt von den angestrebten Eigenschaften des herzustellenden Produktes und von den Eigenschaften der verwendeten Ausgangsstoffe ab. Der verwendete Druck kann zwischen 1 kPa und 40 kPa liegen. Der benötigte Druck kann herkömmlicherweise durch Pressen, Walzen oder dergleichen aufgebaut werden.

30

Unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur wird nachfolgend eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung beschrieben, die zur Herstellung des erfindungsgemäßen Werkstoffes und zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens eingesetzt werden kann.

Die hauptsächlichen Ausgangsstoffe werden in einem Sandvorratsbehälter 1 bzw. einem Kunststoffvorratsbehälter 2 gespeichert. Bei der dargestellten Ausführungsform befindet sich in dem Sandvorratsbehälter 1 gesiebter Sand mit einer Korngröße von 0 bis 0,5 mm. Der gesiebte Sand wird von dem Sandvorratsbehälter 1 einem Rieselbehälter 2 zugeführt. Im Rieselbehälter 3 sind Wärmekontaktflächen 4 angeordnet, die von einem Wärmeträger 5 temperiert werden. Im gezeigten Beispiel wird als Wärmeträger heißes Öl verwendet, welches dem Rieselbehälter 3 und insbesondere den darin angeordneten Wärmekontaktflächen 4 zugeführt wird. Der gesiebte Sand durchströmt den Rieselbehälter 3, zweckmäßigerweise unter Ausnutzung der Schwerkraft, wobei der gesiebte Sand an den Wärmekontaktflächen 4 entlang gleitet und dabei erwärmt wird. Der Aufbau des Rieselbehälters 3 und die Rieselgeschwindigkeit sind so aufeinander abgestimmt, dass der Sand den Rieselbehälter 3 mit einer Temperatur von etwa 300 bis 400°C verlässt. Die Erwärmung des Sandes im Rieselbehälter 3 erfolgt vorzugsweise unter Nutzung des Gegenstromprinzips, wobei die ausreichende Wärmezufuhr durch das heiße Öl sichergestellt werden muss. Um Wärmeverluste zu vermeiden, ist der Rieselbehälter 3 wärmeisoliert.

Weiterhin ist eine Dosiereinrichtung 6 vorhanden, die sowohl den erwärmten Sand als auch Kunststoff aus dem Kunststoffvorratsbehälter 2 empfängt. Die dargestellte Vorrichtung arbeitet mit zerkleinertem Abfallkunststoff, der in dem

Kunststoffvorratsbehälter 2 gespeichert ist. In der Dosier-  
einrichtung wird die benötigte Menge Sand und Kunststoff  
abgewogen und kontinuierlich oder schrittweise in dem  
gewünschten Verhältnis an einen Mischkessel 7 abgegeben.

5

Im Mischkessel 7 werden Sand und Kunststoff miteinander  
vermischt, wobei die Temperatur des Gemisches so hoch  
gehalten wird, dass der Kunststoff in den flüssigen Aggre-  
gatzustand übergeht. Dazu ist es zweckmäßig, den Mischkessel  
10 7 ebenfalls wärmeisoliert aufzubauen und die zusätzlich benö-  
tigte Wärme wiederum durch den Wärmeträger 5 bereitzustellen,  
z.B. indem das heiße Öl ebenfalls geeigneten Wärmeübergangs-  
elementen im Mischkessel 7 eingespeist wird. Um Funktions-  
störungen, wie beispielsweise verstopfte Zuführungsleistungen  
15 zu vermeiden, werden Kunststoff und Sand getrennt zu dem  
Mischkessel 7 geführt und erst in diesem vermischt. Der  
Mischkessel 7 kann weitere Zuführungsleistung aufweisen  
(nicht gezeigt), über welche andere Zusatzstoffe (z.B. Farb-  
stoffe) zugeführt werden. Innerhalb des Mischkessels sind  
20 geeignete Mischelemente 8, z.B. Mischwalzen angeordnet.

Um gegebenenfalls entstehende Druckerhöhungen auszugleichen,  
besitzt der Mischkessel 7 ein Überdruckventil 9. Außerdem hat  
sich gezeigt, dass bei der Vermischung des erhitzten Sandes  
25 und des Kunststoffes die Gefahr von elektrostatischen Aufla-  
dungen besteht. Solche elektrostatischen Aufladungen können  
zur Selbstentzündung des Schmelzgemisches führen, da die  
Kunststoffe und die entstehenden Gase in der Regel brennbar  
sind. Bei einer Selbstentzündung besteht die Gefahr von  
30 Explosionen, wodurch die gesamte Vorrichtung gefährdet wäre.  
Um diese elektrostatischen Aufladungen zu vermeiden, ist eine  
Erdungselektrode 10 vorgesehen, über welche ein Potentialaus-  
gleich erfolgt und elektrische Spannungen abgeführt werden.

Das fertige Schmelzgemisch wird bei einer Temperatur von etwa 130°C (die jedenfalls oberhalb des Schmelzpunktes des jeweils verwendeten Kunststoffes liegt) aus dem Mischkessel abgeführt. Das Schmelzgemisch gelangt über entsprechende Transporteinrichtungen 11 zu beliebigen Pressformen 12, durch welche die Formgebung des zu erzeugenden Produktes erfolgen. In der Pressform 12 wird das Schmelzgemisch unter Aufrechterhaltung des oben näher erläuterten Drucks bis unter den Schmelzpunkt des Kunststoffes abgefüllt. Gewöhnlicherweise kann das erzeugte Werkstück bei einer Temperatur von etwa 60°C aus der Pressform entnommen werden und zum weiteren Abkühlen in eine Kühlform 13 überführt werden.

Der Fachmann wird erkennen, dass vielfältige Abwandlungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich sind und dass insbesondere eine Anpassung der Vorrichtung auf die jeweils herzustellenden Werkstücke erfolgen muss.

Neben den genannten Beispielen kann der erfindungsgemäße Werkstoff aufgrund seiner vielfältigen vorteilhaften Eigenschaften in unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt werden. Es sind sowohl großflächige Erzeugnisse herstellbar, als auch filigrane Produkte, wenn ein Schmelzgemisch verwendet wird, in welchem Sand mit geringer Korngröße eingesetzt wird.

### Patentansprüche

1. Werkstoff der im wesentlichen aus Sand und Polymeren sowie ggf. Zuschlagstoffen in geringer Menge besteht, herstell-  
5 bar durch die folgenden Verfahrensschritte:
- Erzeugen eines heißen Schmelzgemisches aus Sand und Polymeren;
  - Einbringen des Schmelzgemisches in eine Pressform;
  - Abkühlen des Schmelzgemisches unter Druck bis zum  
10 Erstarren des Schmelzgemisches in der Pressform.
2. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
der Werkstoff nach dem Erstarren des Schmelzgemisches unter Normaldruck weiter bis auf etwa 30°C abgekühlt wird.  
15
3. Werkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches die folgenden Teilschritte umfasst:
- Erhitzen des Sandes auf eine Temperatur von maximal  
20 800°C;
  - Zuführen des erhitzten Sandes und des Polymers in einen Mischkessel unter Aufrechterhaltung einer Mischtemperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Polymers liegt;
  - Mischen des Sandes und des Polymers zu Erzeugung des  
25 heißen Schmelzgemisches.
4. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass er mindestens zu 50% aus Sand und  
30 mindestens zu 15% aus Polymer besteht, bezogen auf die Gesamtmasse.

5. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzgemisch in der Pressform bei einem Druck von 1 bis 40 kPa bis auf 60°C bis 100°C abgekühlt wird.
- 5
6. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches dem Gemisch einer oder mehrere der folgenden Zuschlagstoffe zugesetzt werden:
- 10
- organische oder anorganische Fasern;
  - Farbstoffe;
  - chemische Weichmacher;
  - Plastifikatoren;
  - Schmierstoffe;
- 15
- Silikate.
7. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches weiterhin das Zerkleinern von Kunststoffabfällen zur Bereitstellung eines Polymergranulats umfasst.
- 20
8. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Sand eine Korngröße von 0,5 bis
- 25
- 0,9 mm hat.
9. Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffs der im wesentlichen aus Sand und Polymeren besteht, insbesondere zur Herstellung eines Werkstoffs nach einem der Ansprüche 1
- 30
- bis 8, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- Erzeugen eines heißen Schmelzgemisches aus Sand und Polymeren;
  - Einbringen des Schmelzgemisches in eine Pressform;
  - Abkühlen des Schmelzgemisches unter Druck bis zum Erstarren des Schmelzgemisches in der Pressform;
  - weiteres Abkühlen des erstarrten Werkstoffes unter Normaldruck.
- 5
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Erzeugens des heißen Schmelzgemisches die folgenden Teilschritte umfasst:
- Erhitzen des Sandes auf eine Temperatur von maximal 800°C;
  - Zuführen des erhitzten Sandes und des Polymers in einen Mischkessel unter Aufrechterhaltung einer Mischtemperatur, die oberhalb der Schmelztemperatur des Polymers liegt;
  - Mischen des Sandes und des Polymers zu Erzeugung des heißen Schmelzgemisches.
- 10
- 15
- 20
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den erhitzten Sand unter stetigem Vermischen Polymere zugeführt werden, bis der Polymeranteil 15 bis 50% der Gesamtmasse des Schmelzgemisches beträgt.
- 25
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in die Polymere der erhitzte Sand unter stetigem Vermischen zugeführt wird, bis der Sandanteil 50 bis 85% der Gesamtmasse des Schmelzgemisches beträgt.
- 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erhitzte Sand vor der Zuführung zu den Polymeren elektrisch entladen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer vor dem Vermischen mit dem Sand bis zum Schmelzen erhitzt wird.
- 5
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Granulatgemisch aus Sand und Polymer zur Herstellung des heißen Schmelzgemisches erhitzt wird.
- 10
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in das heiße Schmelzgemisch einer oder mehrere der folgenden Zuschlagstoffe eingemischt werden:
- 15
- organische oder anorganische Fasern;
  - Farbstoffe;
  - chemische Weichmacher;
  - Plastifikatoren;
  - Schmierstoffe;
- 20
- Silikate.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schrittes des Abkühlens unter Druck vor dem Erstarren des Werkstoffes feste Elemente in das Schmelzgemisch eingesetzt werden, um diese form- und kraftschlüssig im Werkstoff zu befestigen.
- 25
18. Elektroisolationselement, dadurch gekennzeichnet, dass es aus einem Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8 besteht.
- 30
19. Bodenbelagelement, dadurch gekennzeichnet, dass es aus einem Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8 besteht.

20. Deckel für Zugangsöffnungen zu unterirdisch verlegten Kanälen, dadurch gekennzeichnet, dass er aus einem Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8 besteht.

5

21. Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstoffes aus einem heißen Sand-Polymergemisch, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bestehend aus:

- 10 • einem Sandvorratsbehälter (1) und einem Kunststoffvorratsbehälter (2);
- einem Rieselbehälter (3), dem vom Sandvorratsbehälter (1) Sand zugeführt wird, mit Wärmekontaktflächen (4), die von einem Wärmeträger (5) erwärmt werden und an denen der Sand erwärmt wird;
- 15 • einer Dosiereinrichtung (6), die vom Kunststoffvorratsbehälter (2) Kunststoff und vom Rieselbehälter (3) erwärmten Sand empfängt und voreingestellte Mengen abgibt;
- einem Mischkessel (7), der die voreingestellten Mengen Sand und Kunststoff von der Dosiereinrichtung (6)  
20 empfängt, miteinander vermischt und ein Schmelzgemisch abgibt;
- einer Pressform (12), in welcher das vom Mischkessel (7) erhaltene Schmelzgemisch unter Druck bis zur  
25 Erstarrung abgekühlt wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass im Mischkessel (7) eine Erdungselektrode (10) zur Ableitungen elektrostatischer Spannungen angeordnet ist.

