

Zusammensetzung zur Herstellung von Bauteilen

Die Erfindung betrifft eine Zusammensetzung zur Herstellung von Bauteilen, umfassend feste Anteile, die zumindest ein Basismaterial sowie Meta-Ton aufweisen, sowie eine Aktivierungslösung.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Zusammensetzungen und Verfahren bekannt, um Bauteile, wie bspw. Mauersteine oder Wände herzustellen. Mauersteine können z.B. direkt aus einem Gestein gehauen oder als Lehmziegel oder Tonziegel geformt und gebrannt werden, um ausreichende Festigkeitswerte zur Herstellung von Mauern zu erhalten.

Eine bekannte Möglichkeit zur Herstellung von Bauteilen ist das Herstellen einer geopolymeren Zusammensetzung und das anschließende Extrudieren, wodurch ein Bauteil geformt wird. Eine spezielle Zusammensetzung bzw. ein Verfahren zur Herstellung eines geopolymeren Bauteils werden in der EP 2727894 B1 beschrieben. Bei diesem Verfahren werden zunächst Meta-Tonerde, Tonerde sowie eine Aktivierungslösung miteinander vermischt, anschließend wird die erhaltene Zusammensetzung extrudiert und abschließend wird der geformte Bauteil getrocknet. Bei der verwendeten Zusammensetzung wird Ton hinzugegeben, der eine Masse von 5 % bis 40 % Massenanteilen der Masse des Meta-Tons aufweist. Das Verhältnis zwischen der Aktivierungslösung und den festen Bestandteilen, insbesondere des Meta-Tons und des Tons, beträgt zwischen 0,25 und 0,85. Die Aktivierungslösung weist weiters Natrium- oder Kaliumsilikat mit einem Anteil zwischen 0 und 20 % Massenanteilen auf. Bei diesem Verfahren können Bauteile

mit einer Festigkeit von bis zu ca. 30 MPa hergestellt werden.

Nachteilig bei den bekannten Verfahren bzw. Zusammensetzungen zur Herstellung von geopolymeren Bauteilen ist die geringe Festigkeit, die deutlich unter der Festigkeit liegt, die bspw. bei herkömmlichen gebrannten Mauerziegeln erreicht werden kann.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Zusammensetzung bereitzustellen, welche eine höhere Festigkeit des fertigen Bauteils ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist bei einer Zusammensetzung der eingangs genannten Art vorgesehen, dass die Aktivierungslösung mehr als 5% Massenanteile Alkalisilikate aufweist, die Masse des Basismaterials 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons beträgt und das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons größer als 1 ist.

Die festen Anteile umfassen also erfindungsgemäß Meta-Ton. Weiters umfassen die festen Anteile ein Basismaterial, das bevorzugt entweder (nur) aus Ton, (nur) aus Sand oder Ton und Sand besteht. Die Masse des Tons und/oder des Sands beträgt weiters 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons. Falls das Basismaterial nur Ton und keinen Sand aufweist, beträgt die Masse des Tons 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons. Falls das Basismaterial nur Sand und keinen Ton aufweist, beträgt die Masse des Sands 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons. Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Basismaterial Ton und Sand umfasst bzw. aus Ton und Sand besteht. Besonders bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass

das Verhältnis zwischen der Masse des Tons und der Masse des Sands zwischen 0,2:1 und 4:1, bevorzugt zwischen 0,5:1 und 2:1, besonders bevorzugt zwischen 0,8:1 und 1,2:1, insbesondere ca. 1:1 beträgt.

Die Zusammensetzung kann vermischt werden, um eine im Wesentlichen homogene Masse zu bilden, die anschließend zum Formen eines Bauteils genutzt wird. Die durch die Zusammensetzung bereitgestellte Masse ist weiters bevorzugt knetbar, um eine gute Formbarkeit sicherzustellen. Die Zusammensetzung erhält bevorzugt, ggf. abgesehen von geringfügigen Verunreinigungen, neben den explizit angeführten Bestandteilen, insbesondere dem Basismaterial, dem Meta-Ton sowie der Aktivierungslösung, keine weiteren Bestandteile.

Ton (bzw. Tonminerale) umfasst Schichtsilikate, die eine schichtartige Kristallstruktur aus Silizium und Sauerstoff, sowie Wasserstoff und meist Magnesium und Aluminium aufweisen. Die Silikatanionen bestehen hierbei aus Schichten eckenverknüpfter SiO_4 -Tetraeder. Hierzu gehören bspw. Glimmer, Chlorit, Smektit und Kaolin. Der Ton kann getrocknet oder feucht sein, bevor er mit den anderen Bestandteilen gemischt wird. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Ton vor dem Mischen mit den anderen Bestandteilen der erfindungsgemäßen Zusammensetzung nicht thermisch behandelt wird.

Unter Meta-Ton wird im Rahmen der Erfindung Ton verstanden, der unter hohen Temperaturen (ca. 500°C bis 900°C) behandelt worden ist, sodass gebundenes Wasser entfernt wird und sich die Struktur bzw. das Kristallgitter verändert. Meta-Ton besteht überwiegend aus

reaktionsfähigem Siliziumdioxid und Aluminiumoxid. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist Meta-Kaolin, welches Kaolin ist, das bei ca. 550°C bis 850°C behandelt wurde.

Durch das Mischen der erfindungsgemäßen Zusammensetzung wird, aufgrund einer chemischen Reaktion zwischen den festen Bestandteilen, insbesondere dem Meta-Ton, und der Aktivierungslösung, ein Geopolymer gebildet. Das erfindungsgemäße Geopolymer hat die Eigenschaft, dass es nach einer an das Formen eines Bauteils anschließenden Härtingszeit (ca. 14 Tage) eine hohe Druckfestigkeit besitzt, die bspw. ca. 60 MPa (N/mm²) betragen kann. Weiters ist es nicht erforderlich, dass während der Härtung aktiv Wärme oder Druck zugeführt wird. Die Härtung kann also an der Umgebungsluft stattfinden. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Härtung bei einer Lufttemperatur von mindestens 20°C und mindestens 50% Luftfeuchtigkeit (rH; Relative Feuchtigkeit) erfolgt. Besonders bevorzugt wird die Härtung bei einer Lufttemperatur von 20°C-30°C und einer relativen Feuchtigkeit der Luft von 50% bis 90%, bevorzugt 50% bis 80%, durchgeführt.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Basismaterial Sand, bevorzugt Quarzsand, aufweist, wobei die Masse des Sandes bevorzugt 10 % bis 500 %, besonders bevorzugt 100 % bis 300 % der Masse der Meta-Tonerde beträgt. Dies erhöht die Festigkeit der Zusammensetzung im ausgetrockneten Zustand weiter. Die festen Bestandteile, insbesondere der Ton und der Meta-Ton sowie ggf. der Sand sind bevorzugt pulverförmig, wenn sie mit der Aktivierungslösung vermischt werden. Der Sand kann hierbei vor dem Mischen mit den anderen Bestandteilen trocken oder feucht sein.

Der Sand, insbesondere der Quarzsand, weist bevorzugt eine Korngröße von 0,05 bis 0,5 mm, besonders bevorzugt 0,1 bis 0,2 mm auf.

Der Feuchtegehalt der einzelnen Bestandteile, insbesondere von Ton und/oder Sand, kann vor bzw. während der Herstellung der Zusammensetzung ermittelt und die Rezeptur der Zusammensetzung kann ggf. angepasst werden, indem bspw. der Aktivierungslösung mehr oder weniger Wasser zugeführt wird.

Das Basismaterial kann weiters ein oder mehrere der folgenden Materialien sein bzw. aufweisen:

- Holz(werkstoffe), wie z.B.
 - Furnierstreifen
 - Furnierreste
 - Holzspäne (bevorzugt 100 bis 200 mm lang, 10 bis 50 mm breit und 0,6 bis 1,5 mm dick)
 - Hackschnitzel (bevorzugt 0,5 bis 3 cm lang)
 - Holzchips, Holzhackschnitt, Holzfurnier
- Kunststoff(reste), wie z.B.
 - Fein gemahlenes Kunststoffpulver (bevorzugt mit Korngrößen von 0,15 bis 0,50 mm)
 - Kunststoffgranulat, gemahlen oder extrudiert (bevorzugt mit Korngrößen von 1 bis 5 mm)
 - Gehackte Kunststoffschnipsel
- Rezyklate, wie z.B.
 - aus Kunststoffen
 - aus Baumaterial, Keramik, Straßenbelag und/oder Metallen
 - aus mineralischen Bauresten (bevorzugt in Korngrößen von 0,1 bis 50 mm gemahlen)
- Mineralische Leichtfüllstoffe, wie

- o Glaskugeln
 - o Polystyrol, bspw. expandiertes Polystyrol EPS („Styropor“) oder extrudiertes Polystyrol XPS
 - o PU-Schaum (Reste)
 - o Füllstoffe für Leichtmaterialien wie Schaumstoff, Blähton, Blähglas, Blähschiefer, Schaumglas, Perlite, Vermiculite, Zellulosefasern bzw. -flocken, expandierte Kunststoffe
- Glas(reste), wie z.B.
 - o Glasscherben
 - o Optische Funktionselemente wie Glaskugeln als Reflektoren
- Faserstoffe, wie z.B.
 - o Mineralwolle, Glasfasern, Kohlenstofffasern, Holzwolle, Pflanzenfasern, Stroh, Haare
- Abfälle aus der Lebensmittelindustrie (bevorzugt schwer kompostierbar), wie z.B.
 - o Kerne und Schalen

Die Aktivierungslösung ist bevorzugt eine Flüssigkeit. Dies erlaubt ein einfaches Mischen mit den festen Anteilen der Zusammensetzung.

Die Aktivierungslösung umfasst neben den Alkalisilikaten bevorzugt ein Hydroxid, besonders bevorzugt Kaliumhydroxid und/oder Natriumhydroxid, und/oder Rubidiumhydroxid und/oder Caesiumhydroxid.

Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die Alkalisilikate Natriumsilikate und/oder Kaliumsilikate sind. Alternativ oder zusätzlich können die Alkalisilikate auch Lithiumsilikate umfassen. Die Verwendung von Natriumsilikaten, Kaliumsilikaten und/oder Lithiumsilikaten

(Wasserglas) in flüssiger Form ermöglicht die einfache alkalische Aktivierung der festen Bestandteile der erfindungsgemäßen Zusammensetzung. Hierbei weist Lithiumwasserglas zwar die beste Reaktionsfähigkeit auf, ist allerdings teurer als Natriumwasserglas und Kaliumwasserglas.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Aktivierungslösung Kaliumhydroxid und Kaliumsilikat umfasst. Bevorzugt ist bei einer Aktivierungslösung, die Kaliumhydroxid und Kaliumsilikat umfasst, kein weiteres Hydroxid und kein weiteres Silikat enthalten. Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die Aktivierungslösung Natriumhydroxid und Natriumsilikat umfasst. Bevorzugt ist bei einer Aktivierungslösung, die Natriumhydroxid und Natriumsilikat umfasst, kein weiteres Hydroxid und kein weiteres Silikat enthalten.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Aktivierungslösung zwischen 20% und 90% Massenanteile, besonders bevorzugt zwischen 40% und 80%, insbesondere ca. 50% bis 70% Massenanteile Alkalisilikate aufweist. In diesen Bereichen ist die zu erreichende Festigkeit des Endproduktes, also eines Bauteiles, am höchsten.

Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das Basismaterial Ton aufweist, wobei der Massenanteil des Tons bevorzugt 200% bis 400%, besonders bevorzugt 250% bis 350%, des Massenanteils des Meta-Tons beträgt. Bei diesem Verhältnis zwischen Ton und Meta-Ton besteht ein günstiges Verhältnis zwischen reaktionsaktivem Material und Füllstoffen, um einen stabilen Bauteil herstellen zu können.

Um die Festigkeit des gebildeten Bauteils weiter zu erhöhen, ist bevorzugt vorgesehen, das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons zwischen 1,1 und 1,6, besonders bevorzugt zwischen 1,25 und 1,35 liegt. Zusätzlich wirkt sich dieses Verhältnis positiv auf die Fließfähigkeit der Zusammensetzung und damit die einfache Verarbeitbarkeit der Zusammensetzung aus.

Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse der festen Anteile zwischen 0,2 und 0,4, besonders bevorzugt zwischen 0,25 und 0,35 liegt. Bei diesem Verhältnis kann eine gute Knetbarkeit der Zusammensetzung erzielt werden, die die Verarbeitbarkeit zu einem Bauteil verbessert.

Bei einer bevorzugten Ausbildung ist vorgesehen, dass der Meta-Ton Meta-Kaolin umfasst. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Meta-Ton Meta-Kaolin ist. Meta-Kaolin ist für die Verwendung in Geopolymeren erprobt und gut geeignet.

Die Aktivierungslösung enthält bevorzugt Wasser (H_2O). Dies dient insbesondere einer besseren Mischbarkeit und Verbindung der einzelnen Komponenten der Zusammensetzung während des Mischens.

Die Zusammensetzung umfasst bevorzugt, bezogen auf die Gesamtmasse der Zusammensetzung, 50% bis 70% Massenanteil Basismaterial, 5% bis 20% Massenanteil Meta-Ton, 5% bis 20% Massenanteil Alkalisilikate, 0% bis 10% Massenanteil Hydroxid und 0% bis 25% Massenanteil Wasser.

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles, bei welchem in einem ersten Schritt eine Mischung aus einer Zusammensetzung, umfassend feste Anteile, die zumindest ein Basismaterial sowie Meta-Ton aufweisen, sowie eine Aktivierungslösung, hergestellt wird, wobei die Aktivierungslösung mehr als 5% Massenanteile Alkalisilikate aufweist, die Masse des Basismaterials 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons beträgt und das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons größer als 1 ist, und in einem zweiten Schritt die Mischung mithilfe eines Extruders zu einem Bauteil geformt wird.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung wird hierbei zunächst zusammengefügt und vermischt, sodass eine im Wesentlichen homogene Mischung entsteht. Um Luftblasen aus der Zusammensetzung zu entfernen, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Zusammensetzung nach dem Vermischen einer Vibration und/oder einem Unterdruck ausgesetzt wird. Anschließend wird die Zusammensetzung mithilfe eines Extruders (bzw. einer Strangpresse) in die gewünschte Form gebracht. Bspw. wird mithilfe des Extruders ein Endlosprofil eines Bauteiles wie bspw. eines Mauersteins geformt, welches in regelmäßigen Abständen abgeschnitten wird, um einzelne Mauersteine zu formen.

Nach dem Formen des Bauteils ist bevorzugt vorgesehen, dass an den zweiten Schritt anschließend in einem dritten Schritt der Bauteil ausgehärtet wird. Das Aushärten erfolgt bevorzugt an der Umgebungsluft, also ohne Wärme- oder Druckzufuhr. Hierdurch gelingt es auf besonders einfache Art und Weise, ein Bauteil wie einen Mauerstein herzustellen, der weiters eine hohe Druckfestigkeit

aufweist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Härtung bei einer Lufttemperatur von mindestens 20°C und mindestens 50% Luftfeuchtigkeit (rH; Relative Feuchtigkeit) erfolgt. Besonders bevorzugt wird die Härtung bei einer Lufttemperatur von 20°C-30°C und einer relativen Feuchtigkeit der Luft von 50% bis 90%, bevorzugt 50% bis 80%, durchgeführt. Bei diesen Bedingungen gelingt die Härtung schnell, kosteneffizient und unter Vermeidung von Rissen in den Bauteilen.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Mischen im ersten Schritt des Verfahrens wie folgt durchgeführt wird. Zunächst wird das Alkalisilikat mit Wasser gemischt. Anschließend wird ein Hydroxid in dem Alkalisilikat-Wasser-Gemisch aufgelöst, um die Aktivierungslösung zu erhalten.

Weiters werden die festen Anteile, nämlich ein Basismaterial, insbesondere Ton und Sand, mit dem Meta-Ton vermengt, bis eine im Wesentlichen homogene Masse der festen Anteile entsteht. Dieser Schritt kann gleichzeitig, nach oder vor dem Herstellen der Aktivierungslösung erfolgen.

Nach der Bereitstellung der Aktivierungslösung sowie der festen Anteile wird die Aktivierungslösung zu dem festen Anteil zudosiert und gemischt, bis eine im Wesentlichen homogene und knetbare Masse entsteht. Diese Masse kann anschließend zur Herstellung eines Bauteiles verwendet werden.

Alternativ können die einzelnen Bestandteile der Zusammensetzung auch in einer anderen Reihenfolge

miteinander vermischt werden, um eine im Wesentlichen homogene Masse zu erhalten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigt Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, welches für die Herstellung aller drei Beispiele im Wesentlichen gleich ist.

In Fig. 1 ist der Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Zusammensetzung schematisch dargestellt. In Abschnitt 1 wird eine Aktivierungslösung hergestellt. In Abschnitt 2 werden feste Anteile hergestellt. Das Mischen der Aktivierungslösung (Abschnitt 1) und das Mischen der festen Anteile (Abschnitt 2) kann gleichzeitig oder auch zeitlich versetzt, bspw. nacheinander, erfolgen. Anschließend werden in Abschnitt 3 die Aktivierungslösung aus Abschnitt 1 und die festen Anteile aus Abschnitt 2 zusammengefügt. In Abschnitt 4 wird aus der im Abschnitt 3 gebildeten Zusammensetzung eine Form gebildet, bspw. mithilfe einer Form oder eines Extruders. Anschließend wird in Abschnitt 5 die Form gehärtet.

Im Folgenden werden drei Beispiele dieses Verfahrens beschrieben.

Beispiel 1

Im ersten Abschnitt 1 wird zunächst 1,535 kg Kaliumsilikat mit 0,768 kg Wasser gemischt. Anschließend wird 1,075 kg Kaliumhydroxid in dem Kaliumsilikat-Wasser-Gemisch aufgelöst, um eine Aktivierungslösung zu erhalten. Diese

Aktivierungslösung weist ca. 45% Massenanteile Alkalisilikate in Form von Kaliumsilikat auf.

Weiters werden die festen Anteile, nämlich 2,205 kg Metakaolin, 5,066 kg Ton und 5,066 kg Quarzsand bspw. in einem Zwangsmischer im zweiten Abschnitt 2 miteinander vermengt, bis eine im Wesentlichen homogene Masse entsteht. Die Masse von Ton und Sand (Quarzsand) beträgt hierbei ca. 460% der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin.

Anschließend wird die Aktivierungslösung zu dem festen Anteil im dritten Abschnitt 3 zudosiert und gemischt, bis eine im Wesentlichen homogene und knetbare Masse entsteht (Erster Verfahrensschritt). Hierbei beträgt das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (3,378 kg) und der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin (2,205 kg) ca. 1,53. Das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (3,378 kg) und der Masse der festen Anteile (12,337 kg) beträgt ca. 0,27.

Diese knetbare Masse kann nunmehr zur Herstellung eines Bauteils verwendet werden. In diesem Beispiel wird die Masse im vierten Abschnitt 4 (Zweiter Verfahrensschritt) dem Beschicker eines Extruders zugeführt. In der Vakuumkammer des Extruders wird die Masse entlüftet und durch das Mundstück des Extruders ein Strang extrudiert, der nach dem Austritt aus dem Extruder in kleinere Bauteile, bspw. Mauersteine, geschnitten wird.

Die entstandenen Bauteile werden abschließend im fünften Abschnitt 5 (Dritter Verfahrensschritt) bei mindestens 20°C und mindestens 50% rH (relative Feuchtigkeit) gehärtet.

Nach 28 Tagen wird die Druckfestigkeit ermittelt, die bei ca. 60 MPa liegt.

Beispiel 2

Im ersten Abschnitt 1 wird zunächst 1,520 kg Natriumsilikat mit 0,520 kg Wasser gemischt. Anschließend wird 0,200 kg Natriumhydroxid in dem Natriumsilikat-Wasser-Gemisch aufgelöst, um eine Aktivierungslösung zu erhalten. Diese Aktivierungslösung weist ca. 68% Massenanteile Alkalisilikate in Form von Natriumsilikat auf.

Weiters werden die festen Anteile, nämlich 1,800 kg Metakaolin, 3,600 kg Ton und 0,900 kg Quarzsand (mit einer Korngröße von 0,1 bis 0,2 mm) bspw. in einem Zwangsmischer im zweiten Abschnitt 2 miteinander vermengt, bis eine im Wesentlichen homogene Masse entsteht. Die Masse von Ton und Sand (Quarzsand) beträgt hierbei ca. 270% der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin.

Anschließend wird die Aktivierungslösung zu dem festen Anteil im dritten Abschnitt 3 zudosiert und gemischt, bis eine im Wesentlichen homogene und knetbare Masse entsteht (Erster Verfahrensschritt). Hierbei beträgt das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (2,240 kg) und der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin (1,800 kg) ca. 1,24. Das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (2,240 kg) und der Masse der festen Anteile (6,300 kg) beträgt ca. 0,36.

Diese knetbare Masse kann nunmehr zur Herstellung eines Bauteils verwendet werden. In diesem Beispiel wird die Masse dem Beschicker eines Extruders im vierten Abschnitt 4

(Zweiter Verfahrensschritt) zugeführt. In der Vakuumkammer des Extruders wird die Masse entlüftet und durch das Mundstück des Extruders ein Strang extrudiert, der in kleinere Bauteile, bspw. Mausersteine, geschnitten wird.

Die entstandenen Bauteile werden abschließend im fünften Abschnitt 5 (Dritter Verfahrensschritt) bei mindestens 20°C und mindestens 50% rH (relative Feuchtigkeit) gehärtet. Nach 28 Tagen wird die Druckfestigkeit ermittelt, die bei ca. 55 MPa liegt.

Beispiel 3

Im ersten Abschnitt 1 wird zunächst 3,700 kg Kaliumsilikat mit 0,700 kg Wasser gemischt. Anschließend wird 0,500 kg Kaliumhydroxid in dem Kaliumsilikat-Wasser-Gemisch aufgelöst, um eine Aktivierungslösung zu erhalten. Diese Aktivierungslösung weist ca. 76% Massenanteile Alkalisilikate in Form von Kaliumsilikat auf.

Weiters werden die festen Anteile, nämlich 4,500 kg Metakaolin und 13,500 kg Quarzsand (mit einer Korngröße von 0,1 bis 0,2 mm) bspw. in einem Zwangsmischer im zweiten Abschnitt 2 miteinander vermengt, bis eine im Wesentlichen homogene Masse entsteht. Die Masse des Quarzsandes beträgt hierbei ca. 300% der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin.

Anschließend wird die Aktivierungslösung zu dem festen Anteil im dritten Abschnitt 3 zudosiert und gemischt, bis eine im Wesentlichen homogene und knetbare Masse entsteht (Erster Verfahrensschritt). Hierbei beträgt das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (4,900 kg) und

der Masse des Meta-Tons in Form von Metakaolin (4,500 kg) ca. 1,09. Das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung (4,900 kg) und der Masse der festen Anteile (18,000 kg) beträgt ca. 0,27.

Diese knetbare Masse kann nunmehr zur Herstellung eines Bauteils verwendet werden. In diesem Beispiel wird die Masse im vierten Abschnitt 4 (Zweiter Verfahrensschritt) in eine Form, bspw. für einen Mauerstein, dosiert und an einem Rütteltisch verdichtet und entlüftet.

Die entstandenen Bauteile werden abschließend im fünften Abschnitt 5 (Dritter Verfahrensschritt) bei mindestens 20°C und mindestens 50% rH (relative Feuchtigkeit) gehärtet. Nach 28 Tagen wird die Druckfestigkeit ermittelt, die bei ca. 65 MPa liegt.

Patentansprüche:

1. Zusammensetzung zur Herstellung von Bauteilen, umfassend feste Anteile, die zumindest ein Basismaterial sowie Meta-Ton aufweisen, sowie eine Aktivierungslösung, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktivierungslösung mehr als 5% Massenanteile Alkalisilikate aufweist, die Masse des Basismaterials 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons beträgt und das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons größer als 1 ist.
2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Basismaterial Sand aufweist, wobei die Masse des Sandes bevorzugt 10% bis 500% der Masse des Meta-Tons beträgt.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Alkalisilikate Natriumsilikate und/oder Kaliumsilikate sind.
4. Zusammensetzung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktivierungslösung zwischen 20% und 90% Massenanteile, besonders bevorzugt zwischen 30% und 50% Massenanteile Alkalisilikate aufweist.
5. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Basismaterial Ton aufweist, wobei der Massenanteil des Tons bevorzugt 200% bis 400% des Massenanteils des Meta-Tons beträgt.
6. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der

Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons zwischen 1,1 und 1,6, besonders bevorzugt zwischen 1,25 und 1,35 liegt.

7. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Meta-Ton Meta-Kaolin umfasst.

8. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles, bei welchem in einem ersten Schritt eine Mischung aus einer Zusammensetzung, umfassend feste Anteile, die zumindest ein Basismaterial sowie Meta-Ton aufweisen, sowie eine Aktivierungslösung, hergestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktivierungslösung mehr als 5% Massenanteile Alkalisilikate aufweist, die Masse des Basismaterials 200% bis 500% der Masse des Meta-Tons beträgt und das Verhältnis zwischen der Masse der Aktivierungslösung und der Masse des Meta-Tons größer als 1 ist, und in einem zweiten Schritt die Mischung mithilfe eines Extruders zu einem Bauteil geformt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass an den zweiten Schritt anschließend in einem dritten Schritt der Bauteil ausgehärtet wird.