
Verfahren zur Herstellung eines Bindemittels

B e s c h r e i b u n g

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bindemittel, ein Verfahren zur Herstellung eines Bindemittels sowie die Verwendung eines Bindemittels. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein bauchemisches Produkt, umfassend ein derartiges Bindemittel.
- 10 Die Bauindustrie verzeichnet angetrieben von staatlichen Investitionen in den letzten Jahren stetig steigende Auftragseingänge und nimmt einen erheblichen Teil des produzierenden Gewerbes ein. Im Hinblick auf die Einhaltung zuletzt immer stärker in den Fokus gerückten klimapolitischen Ziele ist daher in steigendem Maße auch die Bauindustrie gefordert, umweltfreundliche und
- 15 nachhaltige Konzepte zu verfolgen. Aus diesem Grund hat sich seit einiger Zeit das Konzept eines nachhaltigen Bauens etabliert, das verschiedene Ansätze

verfolgt, Baumaßnahmen unter Bewahrung des Ökosystems und der Umwelt durchzuführen.

Hinsichtlich möglicher Ansatzpunkte besitzen hierbei insbesondere die den Klimawandel am Stärksten vorantreibenden Faktoren besondere Aufmerksamkeit. So fördert neben dem in
5 der Bauindustrie notwendigerweise hohen Bedarf an fossilen Energieträgern, vor allem der hohe Bedarf an Baumaterialien den Klimawandel erheblich. Im Gegensatz zu Methoden zur Reduzierung des Bedarfs an fossilen Energieträgern besitzt die Entwicklung nachhaltiger Baumaterialien zudem noch Entwicklungsbedarf. So ist bspw. die Herstellung heute bekannter Bindemittel häufig noch mit einem erheblichen Einsatz natürlicher Ressourcen
10 und mit einem hohen energetischen Aufwand verbunden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend genannten Nachteile bekannter Bindemittel oder bauchemischer Produkte zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Bindemittel oder bauchemisches Produkt
15 zur Verfügung zu stellen, das höchste Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit erfüllt und trotzdem vielseitig einsetzbar und einfach und kostengünstig herstellbar ist.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des
20 unabhängigen Verfahrensanspruchs, ein Bindemittel oder bauchemisches Produkt mit den Merkmalen der unabhängigen Stoffansprüche sowie eine Verwendung mit Merkmalen des unabhängigen Verwendungsanspruchs. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen
25 Bindemittel bzw. bauchemischen Produkt beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Verwendung und umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

30 Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Herstellung eines Bindemittels vorgesehen. Hierbei umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die Schritte eines Aufbereitens eines Reststoffes, der amorphe aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Bestandteile aufweist und eines Erhitzens des Reststoffes zur Herstellung eines gebrannten Materials, wobei das Erhitzen des Reststoffes bei einer Temperatur von $> 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ erfolgt.

35

Ein erfindungsgemäßes Bindemittel kann dann insbesondere in bauchemischen Produkten, wie Estrichen, Spachtelmassen, Fliesenklebern, Ausgleichsmassen, Mörteln, Fugenmörteln oder Putzen oder dergleichen eingesetzt werden, die dann wiederum bspw. zum Verlegen von Natursteinen, Werksteinen, Fliesen, Platten oder dergleichen eingesetzt werden können.

5

Unter einem Bindemittel kann im Rahmen der Erfindung vorzugsweise ein Material verstanden werden, welches in bauchemischen Produkten als erhärtendes Element Verwendung finden kann. Erfindungsgemäße Bindemittel können nach dem Anmachen mit Wasser vorzugsweise infolge chemischer Reaktionen mit dem Anmachwasser selbstständig
10 erhärten bzw. erstarren und nach dem Erhärten fest und raumbeständig bleiben. Das erfindungsgemäße Bindemittel kann dabei vorzugsweise in Form eines hydraulischen Bindemittels gebildet sein, das nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt. Als Bindemittel können im klassischen Sinne beispielsweise
15 und/oder Portlandzemente und/oder Kalkhydrat und/oder Calciumoxid und/oder Calciumhydroxid und/oder Calciumsulfat. Ebenso Puzzolane, Kalk oder ähnliche Stoffe die als Bindemittel fungieren können.

Unter einem Reststoff wird erfindungsgemäß insbesondere ein in einem Prozess anfallender
20 Rückstand verstanden, für den keine oder nur bedingte Wiederverwendung vorgesehen ist und der daher – teils aufwändig und kostenintensiv – entsorgt werden muss. Unter einem Aufbereiten kann im Rahmen der Erfindung insbesondere eine Form der Behandlung verstanden werden, die beispielsweise ein Aufsammeln, Filtern, Trocknen, Zerkleinern oder dergleichen umfasst.

25

Unter einem amorphen Reststoff bzw. einem amorphen Material kann gegenständlich insbesondere ein Material verstanden werden, das zumindest zu einem Anteil von 50 Gew.-% in einem nicht kristallinen Zustand vorliegt. Das Material kann hierbei insbesondere zu
30 mindestens 50 Gew.-% röntgenamorph sein, d.h. das insbesondere mindestens 50 Gew.-% des Materials in Röntgenbeugungsexperimenten keine scharfen Reflexe liefert, sondern nur breite diffuse Maxima.

Der erfindungsgemäße aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Reststoff kann vorteilhafterweise einen Aluminiumoxid- bzw. einen Aluminiumhydroxidanteil (der
35 Summe des Aluminiumoxids und Aluminiumhydroxids) von zumindest 5 Gew.-%,

vorzugsweise von zumindest 30 Gew.-%, insbesondere von zumindest 50 Gew.-% bezogen auf den Trockenanteil des Materials bzw. Reststoffs aufweisen. Es versteht sich hierbei, dass das Material im Wesentlichen auch nur in Form einer der beiden Komponenten gebildet sein kann.

5

Unter einem gebrannten Material kann im Rahmen der Erfindung insbesondere das bei einem thermischen Verfahren, wie einem Brennprozess, anfallende Material verstanden werden, das durch die Energiezufuhr beim Brennvorgang eine gegenüber seinem Ausgangszustand veränderte Struktur, insbesondere eine veränderte chemische Struktur aufweist. Als gebranntes Material kann je nach Art des durchgeführten thermischen Verfahrens auch ein gesintertes Material ein verkoktes Material, ein pyrolysiertes Material, ein kalziniertes oder ein geröstetes Material oder dergleichen verstanden werden.

Den nachfolgenden Ausführungen sei an dieser Stelle bereits vorangestellt, dass der Fachmann bezüglich der Angabe von bevorzugten Gewichtsanteilen der Komponenten innerhalb eines Gemisches sehr wohl in der Lage ist, die Anteile so miteinander zu kombinieren, dass der Gesamtanteil aller Komponenten des Gemisches 100 Gew.-% beträgt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist erkannt worden, dass insbesondere über die Verwendung eines aufbereiteten amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoffes auf einfache und kostengünstige Weise ein vielseitig einsetzbares Bindemittel herstellbar ist, das gleichzeitig einen Beitrag zu nachhaltigem Bauen liefert, wobei der Beitrag vorliegend insbesondere dadurch geliefert wird, dass natürliche Ressourcen geschont werden, indem Rest- bzw. Abfallstoffe zur Herstellung des Bindemittels verwendet werden, die ansonsten aufwändig und kostenintensiv entsorgt werden müssten. Ferner ist im Rahmen der Erfindung erkannt worden, dass zur Verarbeitung eine Temperatur oberhalb von 800 °C notwendig ist.

Im Hinblick auf eine besonders einfache, effiziente und kostengünstige Möglichkeit der Verwendung von wiederaufbereiteten amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoffen kann erfindungsgemäß vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass der Reststoff zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in Form von Wasseraufbereitungsrückständen gebildet ist. Besonders bevorzugter Weise kann der Reststoff zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in Form von

- Trinkwasseraufbereitungsrückständen gebildet sein. Trinkwasseraufbereitungsrückstände weisen hierbei insbesondere sehr hohe Aluminiumoxid- und/oder Aluminiumhydroxidgehalte auf und sind deutlich unaufwändiger aufzureinigen als andere Rückstände, wie beispielsweise Abwasseraufbereitungsrückstände oder ähnliche Rückstände, insbesondere
- 5 weil sie weniger schadstoffbelastet sind. Aufgrund der verschiedenen Inhaltsstoffe vom Trinkwasser und Abwasser sind diese (Trinkwasser / Abwasser) nicht direkt vergleichbar. Der Reststoff kann zudem vorzugsweise schlammartig ausgebildet sein, bspw. in Form eines Trinkwasseraufbereitungsschlammes gebildet sein.
- 10 Im Hinblick auf die Herstellung eines schnell abbindenden Bindemittels mit hohem Wasserrückhaltevermögen kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der amorphe aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Reststoff einen röntgenamorphen Anteil von mehr als 80 Gew.-%, vorzugsweise von mehr als 85 Gew.-%, insbesondere von mehr als 90% aufweist. Somit weist der amorphe Reststoff vorteilhafterweise zu weniger als
- 15 20 Gew.-%, vorzugsweise zu weniger als 15 Gew.-%, insbesondere zu weniger als 10 Gew.-% über Röntgenbeugungsexperimente nachweisbare kristalline Anteile auf. Röntgenbeugungsexperimente zur Bestimmung des amorphen Anteils des Reststoffs können hierbei bspw. nach DIN EN 13925-1 durchgeführt werden.
- 20 Im Hinblick auf die einfache und exakte Einstellung vorgegebener Mischungsverhältnisse kann es zudem vorteilhaft sein, wenn das Aufbereiten des Reststoffes das Entfernen von Wasser umfasst, wobei das Entfernen des Wassers vorzugsweise über ein Erhitzen und/oder einen mechanischen Entwässerungsprozess oder bevorzugt über ein einfaches Haldenlagern des Reststoffs erfolgt. Bei einem getrockneten Produkt ist die Bestimmung des
- 25 Anteiles der betreffenden Komponente zur Herstellung eines vorbestimmten Gemisches deutlich exakter und einfacher durchführbar, weil der exakte Wasseranteil nicht herausgerechnet werden muss bzw. vernachlässigbar ist.
- Im Hinblick auf einen vereinfachten Einsatz in nachfolgenden Produktionsprozessen zur
- 30 Bindemittelherstellung kann gegenständlich vorteilhafter Weise ebenso vorgesehen sein, dass das Aufbereiten des Reststoffes ein Zerkleinern umfasst, wobei der amorphe aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Reststoff vorzugsweise auf eine Partikelgröße von weniger als 100 µm, besonders bevorzugt auf eine Partikelgröße von weniger als 50 µm, insbesondere auf eine Partikelgröße von weniger als 40 µm zerkleinert
- 35 wird.

Im Hinblick auf einen besonders energiesparenden Herstellungsprozess kann gegenständlich ebenso vorgesehen sein, dass das Aufbereiten des Reststoffes derart erfolgt, dass ein Restgehalt an organischem Material als Brennstoffquelle in dem amorphen
5 aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff verbleibt. Das organische Material kann entsprechend bei einem nachfolgenden Erhitzen als Brennstoff fungieren und so Energie und Ressourcen sparen. Unter einem organischem Material wird hierbei vorzugsweise ein Material verstanden, das Kohlenstoffverbindungen umfasst und nicht zu einer der folgenden Verbindungstypen gehört: wasserfreie Chalkogenide,
10 Kohlensäure, Carbonate, Carbide, Cyanide, Cyanate und Thiocyanate.

Da der amorphe aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Reststoff unerwünschte Mikroorganismen enthalten kann, kann erfindungsgemäß vorteilhafter Weise zudem vorgesehen sein, dass das Aufbereiten des Reststoffes ein Entfernen von
15 Mikroorganismen umfasst, wobei das Entfernen der Mikroorganismen vorzugsweise eine thermische Behandlung und/oder eine Trocknung umfassen kann.

Im Hinblick auf eine weitere Variation der Eigenschaften des Bindemittels kann erfindungsgemäß ferner vorgesehen sein, dass zusätzlich vor dem Erhitzen des Reststoffes
20 eine Calciumionenquelle zur Herstellung eines Materialgemisches zugegeben wird. Als Calciumionenquelle kann erfindungsgemäß insbesondere ein Stoff- oder Stoffgemisch verstanden werden, welcher Calciumionen freisetzen kann. Als Calciumionenquelle seien hier beispielhaft CaO , Ca(OH)_2 und CaCO_3 genannt. Vorteilhafterweise kann hierbei das Ca(OH)_2 aus Rest und Abfallstoffquellen verwendet werden.

25 Ebenso kann zur weiteren Variation der Eigenschaften des Bindemittels vorgesehen sein, dass zusätzlich vor dem Erhitzen des Reststoffes eine Sulfationenquelle zur Herstellung eines Materialgemisches zugegeben wird. Als Sulfationenquelle kann erfindungsgemäß insbesondere ein Stoff- oder Stoffgemisch verstanden werden, welcher Sulfationen
30 freisetzen kann. Als Sulfationenquelle seien hier beispielhaft Calciumsulfat- α -Hemihydrat, Calciumsulfat- β -Hemihydrat, Anhydrit, Calciumsulfatdihydrat oder Mischungen davon genannt. Vorteilhafterweise kann hierbei das CaSO_4 aus Rest und Abfallstoffquellen, wie beispielsweise REA-Gipsen verwendet werden.

Im Rahmen einer möglichst zielgerichtet steuerbaren Herstellung eines möglichst vielseitig einsetzbaren Bindemittels kann gegenständlich vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Stoffe:

- 5 1) eines Reststoffs,
- 2) einer voranstehend beschriebenen Calciumionenquelle und
- 3) einer voranstehend beschriebenen Sulfationenquelle

in folgenden Gewichtsverhältnissen vorgelegt werden:

10

Komponente 1 zu 10,0 - 100,0 Gew.-%, Komponente 2 zu 0,0 % - 90,0 Gew.-% und Komponente 3 zu 0,0 % - 90,0 Gew.-% bezogen auf den Trockenanteil der Summe des Gewichtes der Komponenten 1, 2 und 3.

- 15 Im Hinblick auf eine möglichst energie- und ressourcensparende Herstellung eines Bindemittels kann zudem vorgesehen sein, dass vor dem Erhitzen des Reststoffes und/oder vor dem Erhitzen des Materialgemisches ein Zugeben von Wasser zur Ausbildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten erfolgt. Durch die Bildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten ist es möglich, die notwendige
- 20 Produktionstemperatur für ein Bindemittel gegenüber üblichen Produktionstemperaturen für Bindemittel deutlich herabzusetzen. Verantwortlich dafür ist nach Erkenntnis der Erfindung insbesondere die gegenständlich vorgesehene Zugabe von Wasser zur Bildung von Hydraten. Dieser Aspekt senkt den notwendigen Energieeintrag.

- 25 Als hydratphasenhaltige Zwischenprodukte können Zwischenprodukte beschrieben werden, die durch die Vorlage einer Mischung von:

- 1) einem aufbereiteten amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff,
- 30 2) gegebenenfalls zusätzlich einer Calciumionenquelle,
- 3) gegebenenfalls zusätzlich einer Sulfationenquelle

und anschließender Zugabe von Wasser gebildet werden. Hydratphasenhaltige Zwischenprodukte können insbesondere in Form von Calciumaluminathydraten und/oder

- 35 Calciumsulfoaluminathydraten oder Mischungen hieraus gebildet sein.

Somit können im Rahmen der Erfindung vor einem Erhitzen verschiedene Bindemittel bzw. Materialgemische hergestellt werden. So kann zur Herstellung des Bindemittels erfindungsgemäß zusätzlich zu einem amorphen aluminiumoxid- und/oder aluminiumhydroxidreichen Reststoff eine Calciumionenquelle und/oder eine Sulfationenquelle zugegeben werden. Die Zugabe der Calciumionenquelle und/oder der Sulfationenquelle kann hierbei vorzugsweise vor dem Zugabe von Wasser zur Ausbildung von vorteilhaften Hydratphasen-Zwischenprodukten erfolgen, sodass vor Zugabe des Wassers eine Mischung von:

- 1) aufbereitetem amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff
- 2) ggf. zusätzlich eine Calciumionenquelle
- 3) ggf. zusätzlich eine Sulfationenquelle

vorbereitet werden kann.

Dem Reststoff bzw. dem Gemisch aus Reststoff und/oder einer Calciumionenquelle und/oder einer Sulfationenquelle kann anschließend Wasser zur Ausbildung eines hydratphasenhaltigen Zwischenproduktes hinzugegeben werden. Das entstehende Gemisch kann dabei vermengt und durch geeignete Verfahren miteinander homogenisiert werden. Vorteilhafterweise kann dem so entstandenen Gemisch eine Reaktionszeit von mindestens 30 Minuten, bevorzugt mindestens 12 Stunden, noch bevorzugter von mindestens 24 Stunden gewährt werden. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass sich ein Reaktionsgleichgewicht ausbilden kann, das frei von kristallinem Ca(OH)_2 oder CaO ist.

Im Hinblick auf einen besonders energiesparenden Herstellungsprozess kann ferner vorgesehen sein, dass zusätzlich ein Aufbereiten der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte vorgesehen ist, wobei das Aufbereiten vorzugsweise ein Trocknen umfasst. Das Trocknen der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte wirkt sich zudem energiesparend auf einen nachgelagerten Brennprozess aus und vereinfacht einen nachgelagerten Zerkleinerungsprozess der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte.

Im Hinblick auf einen vereinfachten Einsatz in nachfolgenden Produktionsprozessen zur Bindemittelproduktion kann gegenständlich vorteilhafter Weise ebenso vorgesehen sein,

dass das Aufbereiten der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte ein Zerkleinern umfasst, wobei der amorphe aluminiumoxidhaltige und/oder aluminiumhydroxidhaltige Reststoff vorzugsweise auf eine Partikelgröße von weniger als 100 µm, besonders bevorzugt auf eine Partikelgröße von weniger als 50 µm, insbesondere auf eine Partikelgröße von weniger als 40 µm zerkleinert wird.

Ebenso kann im Rahmen der Erfindung ein Verdichten des Reststoffes und/oder des Materialgemisches und/oder der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte zur Minimierung des Anteils an Feinstmaterial vorgesehen sein, wobei das Verdichten vorzugsweise eine Brikettierung zur Herstellung von Briketts und/oder eine Pelletierung zur Herstellung von Pellets und/oder ein Granulieren zur Herstellung von Granulat und/oder ein Pressen zur Herstellung von Presskörpern umfassen kann. Eine solche Verdichtung bzw. Kompaktierung kann insbesondere dem Zweck eines einfachen und möglichst vollständigen Einbringens des Reststoffes und/oder des Materialgemisches und/oder der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte in einen Ofen dienen. Ebenso kann ein solcher Vorgang vorteilhaft sein, um vor einem Erhitzungsprozess bspw. genügend Kontaktpunkte zum Sintern oder dergleichen zu gewährleisten.

Übliche, in der Bauchemie eingesetzte, aluminathaltige Bindemittel (bspw. Calciumaluminatzemente) müssen energieintensiv hergestellt werden und werden typischerweise bei Brenntemperaturen von > 1400°C gebrannt. Calciumsulfoaluminathaltige Bindemittel werden üblicherweise bei Temperaturen von > 1250°C gebrannt. Auch für diese Bindemittel kann im Sinne der Erfindung die notwendige Produktionstemperatur gegenüber dem Stand der Technik deutlich herabgesetzt werden.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, die notwendige Produktionstemperatur für aluminathaltige Bindemittel gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren deutlich herabzusetzen. Verantwortlich dafür ist nach Erkenntnis der Erfindung insbesondere die vorgelagerte Bildung von Hydraten, die die notwendige Brenntemperatur zur Erzeugung des Bindemittels im Gegensatz zu bekannten Brenntemperaturen deutlich herabsetzt.

Im Sinne der Erfindung können aluminathaltige Bindemittel, bevorzugt calciumaluminathaltige bzw. calciumsulfoaluminathaltige Bindemittel bei Temperaturen deutlich unterhalb der üblichen Temperaturen hergestellt werden. Diese Bindemittel können

- anschließend in bauchemischen Produkten eingesetzt werden. Im Rahmen der Erfindung ist erkannt worden, dass bei einem Einsatz der erfindungsgemäßen Bindemittel in bauchemischen Produkten, die Verarbeitungszeit der bauchemischen Produkte von der Brenntemperatur bei der Herstellung der eingesetzten Bindemittel abhängt. Im Zuge der
- 5 Erfindung war es daher nötig, eine optimale Brenntemperatur zu finden, welche zum einen aus Umweltschutzaspekten heraus möglichst gering sein sollte und zum anderen hoch genug ist um Bindemittel herstellen zu können, welche bei Einsatz in bauchemischen Produkten praktikable Verarbeitungszeiten ermöglichen.
- 10 Im Rahmen der Erfindung ist dabei erkannt worden, dass über die erfindungsgemäß vorgesehenen Verfahrensschritte insbesondere bei einer Temperatur zwischen 800 °C und 1700 °C ein besonders vorteilhafter Kompromiss zwischen einer praktikablen Verarbeitungszeit bei Einsatz in einem bauchemischen Produkt sowie energiesparender Produktion erzielt werden kann. Das Erhitzen des Reststoffes und/oder des
- 15 Materialgemisches und/oder der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte sollte bei einer Temperatur von > 800 °C, vorzugsweise bei einer Temperatur zwischen 900 °C und 1150 °C, besonders bevorzugt bei einer Temperatur zwischen 950 °C und 1050 °C, insbesondere bei einer Temperatur von 980 °C erfolgen.
- 20 Das Erhitzen kann hierbei vorteilhafterweise in einem Drehrohrföfen und/oder in einem Schmelzföfen und/oder in einem Lichtbogenföfen und/oder in einem Wannenschachtföfen und/oder in einem Wirbelschichtkalkzinätor oder dergleichen erfolgen.
- Um die Verwendbarkeit des auf erfindungsgemäße Weise hergestellten Bindemittels zu
- 25 verbessern, kann gegenständlich abschließend noch ein Aufbereiten des gebrannten Materials vorgesehen sein, wobei das Aufbereiten ein Zerkleinern umfassen kann, wobei das Bindemittel vorzugsweise auf eine Partikelgröße von weniger als 100 µm, besonders bevorzugt auf eine Partikelgröße von weniger als 50 µm, insbesondere auf eine Partikelgröße von weniger als 40 µm zerkleinert werden kann.
- 30 Erfindungsgemäß kann ein Aufbereiten des gebrannten Materials überdies vorteilhafter Weise die Zugabe von Additiven, wie Mahlhilfen, Alterungsinhibitoren und/oder Antistaubmitteln umfassen.

Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Bindemittel, insbesondere hergestellt über ein voranstehend beschriebenes Verfahren. Hierbei weist das gegenständliche Bindemittel Aluminate und/oder Calciumaluminate und/oder Calciumsulfoaluminate auf. Damit bringt das Bindemittel die gleichen Vorteile mit sich, wie sie bereits ausführlich in Bezug auf das
5 erfindungsgemäße Verfahren beschrieben worden sind.

Die möglichen resultierenden gebrannten Bindemittel können hierbei anschließend, je nach Rohstoffeinsatz, unter anderem die Mineralphasen CA und/oder CA₂ und/oder CA₃ und/oder C₁₂A₇ und/oder CSA, insbesondere Ye'elimit in verschiedenen Anteilen aufweisen. Ein
10 besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, dass das Verhältnis der entstehenden Hauptmineralphasen innerhalb des resultierenden Bindemittels einfach und flexibel durch das Mischungsverhältnis der drei Hauptkomponenten

- 1) Aufbereiteter aluminiumoxidhaltiger und/oder aluminiumhydroxidhaltiger Reststoff
- 15 2) gegebenenfalls zusätzliche Zugabe einer Calciumionenquelle
- 3) gegebenenfalls zusätzliche Zugabe einer Sulfationenquelle

eingestellt werden kann. Bezüglich der Bezeichnung der Mineralphasen wird gemäß der IUPAC-Nomenklatur der Zementterminologie unter C: CaO, unter A: Al₂O₃ und unter S: SO₃
20 verstanden.

Im Rahmen einer möglichst hohen Kostenersparnis und Nachhaltigkeit kann erfindungsgemäß vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass das Al₂O₃ aus dem aufbereiteten aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff zu
25 einem Anteil von mehr als 50 Mol.-%, vorzugsweise zu einem Anteil von mehr als 55 Mol.-%, insbesondere zu einem Anteil von mehr als 65 Mol.-% bezogen auf die Gesamtmasse des Bindemittels vorliegt.

Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung eines voranstehend
30 beschriebenen Bindemittels zur Herstellung eines bauchemischen Produktes vorzugsweise eines Estrichs, einer Spachtelmasse, eines Fliesenklebers, einer Ausgleichsmasse, eines Mörtels, eines Fugenmörtels oder eines Putzes. Damit bringt die erfindungsgemäße Verwendung die gleichen Vorteile mit sich, wie sie bereits ausführlich in Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren bzw. das erfindungsgemäße Bindemittel beschrieben worden

sind. Werden Bindemittel im Sinne der Erfindung hergestellt und in bauchemischen Produkten eingesetzt, so weisen diese eine besonders praktikable Verarbeitungszeit auf.

Als bauchemisches Produkt kann im Rahmen der Erfindung vorzugsweise ein
5 Trockengemisch verschiedener funktioneller Stoffe aus Bindemitteln, Füllstoffen und funktionellen Additiven verstanden werden, um ein Produkt zu erhalten, welches auf Baustellen zugeschnittene bauchemische Aufgaben erfüllen kann. Beispielhaft sei hier ein Estrich, eine Spachtelmasse, ein Fliesenkleber, eine Ausgleichsmasse und/oder ein Mörtel zum Verlegen von Natursteinen, Werksteinen, Fliesen oder Platten genannt.

10

Es versteht sich, dass die mit Hilfe der gegenständlichen Bindemittel herstellbaren bauchemischen Produkte neben einer Verlegung von Natursteinen, Werksteinen, Fliesen oder Platten auch zur Verlegung anderer Belegmaterialien, wie Matten, Holzböden, Parkett, Teppich, Laminat und ähnlichem geeignet sein können. Der gegenständliche Estrich kann
15 zudem als Fließ- oder Trockenestrich ausgeführt werden. Der gegenständliche Mörtel kann ebenfalls als Fugenmörtel oder Dünnbettmörtel ausgebildet sein. Die Spachtelmasse kann beispielsweise in Form eines Boden-, Wand- oder Deckenspachtels gebildet sein, wohingegen der Fliesenkleber auch als Boden- oder Wandfliesenkleber ausgebildet sein.

20 Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist ferner ein bauchemisches Produkt, umfassend ein voranstehend beschriebenes Bindemittel, wobei das Bindemittel in dem bauchemischen Produkt zu einem Anteil von 0,1 Gew.-% - 80 Gew.-%, bevorzugt zu einem Anteil von 1 Gew.-% – 50 Gew.-%, besonders bevorzugt zu einem Anteil von 5 Gew.-% - 30 Gew.-% vorliegt, wobei das bauchemische Produkt zusätzlich Füllstoffe und/oder Additive umfasst.
25 Als Füllstoffe können beispielsweise Sande, Kreiden und Leichtfüllstoffe oder dergleichen verstanden werden. Als Additive können beispielsweise Fließmittel und/oder Verdickungsmittel und/oder Farbstoffe und/oder Farbpigmente und/oder Entschäumer und/oder Stabilisierungsmittel und/oder Härungsverzögerer und/oder Kunststofffasern oder dergleichen verstanden werden. Damit bringt das erfindungsgemäße bauchemische Produkt
30 die gleichen Vorteile mit sich, wie sie bereits ausführlich in Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines bauchemischen Produktes beschrieben worden sind.

Das bauchemische Produkt kann hierbei insbesondere derart ausgebildet sein, dass die nach einem Ansetzen mit Wasser abgegebene Wärmemenge des Gemisches aus Wasser
35 und bauchemischem Produkt mit der Zeit ein absolutes Maximum aufweist, wobei das

absolute Maximum vorzugsweise bei mehr als 20 Minuten, besonders bevorzugt bei mehr als 45 Minuten, insbesondere bei mehr als 60 Minuten liegt.

5 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter teilweise erfolgender Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Hierbei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

10 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Phasendiagramms beispielhafter Phasen eines Calciumaluminatzementes,

15 Fig. 2a eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

20 Fig. 2b eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

25 Fig. 2c eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine schematische Darstellung verschiedener wärmekalorimetrischer Messungen a bis f.

30 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Phasendiagramms beispielhafter Phasen eines Calciumaluminatzementes. Zur Herstellung von Calciumaluminatzementen müssen die eingesetzten Rohstoffe auf die Temperaturen nahe des notwendigen Phasenübergangs fest/flüssig gebracht werden, die wie gemäß Fig. 1 zu erkennen, in der Regel mindestens $> 1700\text{ K}$ ($> 1430\text{ °C}$) liegen. Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens können
35 nicht nur Reststoffe sinnvoll wiederverwendet werden, sondern auch die notwendige

Produktionstemperatur zur Herstellung von aluminathaltigen Bindemitteln deutlich herabgesetzt werden. Verantwortlich dafür ist nach Erkenntnis der Erfindung insbesondere die vorgelagerte Bildung von Hydraten, die die notwendige Brenntemperatur zur Erzeugung des erfindungsgemäßen Bindemittels im Gegensatz zu bekannten Brenntemperaturen
5 deutlich herabsetzt.

Fig. 2a zeigt eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

10 Hierbei kann das erfindungsgemäße Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel insbesondere als Calciumaluminat-Route bezeichnet werden und umfasst die Schritte eines Aufbereitens 20 eines amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoffes, eines Zugebens 22 einer Calciumionenquelle sowie eines Zugebens 26 von Wasser zur Ausbildung eines hydratphasenhaltigen Zwischenproduktes. Ferner umfasst das
15 Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ein Aufbereiten 28 des hydratphasenhaltigen Zwischenproduktes sowie ein Erhitzen 30 des Materials zur Herstellung eines gebrannten Materials, wobei das Erhitzen des vorgelegten Materials bei > 800°C erfolgt.

20 Anschließend erfolgt bei dem Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel noch ein Aufbereiten 32 des erhitzten Materials zum Erhalt von Bindemitteln, bevor ein Verwenden 34 des Bindemittels zur Herstellung eines bauchemischen Produktes sowie ein Verwenden 36 des bauchemischen Produktes als Estrich, Spachtelmasse, Fliesenkleber, Ausgleichsmasse oder Mörtel erfolgen kann.

25

Fig. 2b zeigt eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Das vorliegend als Calciumsulfoaluminat-Route bezeichnete Verfahren gemäß dem zweiten
30 Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel lediglich, indem zusätzlich zu einem Zugeben 22 einer Calciumionenquelle vor einem Zugeben 26 von Wasser zur Ausbildung eines hydratphasenhaltigen Zwischenproduktes noch ein Zugeben 24 einer Sulfationenquelle erfolgt.

35

Fig. 2c zeigt eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bindemittels gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel verläuft ohne Wasserzugabe und umfasst im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2a und b lediglich die Schritte eines Aufbereitens 20 eines amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoffes, eines Zugebens 22 einer Calciumionenquelle sowie eines Erhitzens 30 des Materials zur Herstellung eines gebrannten Materials, wobei das Erhitzen des vorgelegten Materials bei $> 800^{\circ}\text{C}$ erfolgt.

10

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung verschiedener wärmekalorimetrischer Messungen a) bis f).

Diese wärmekalorimetrischen Messungen zeigen die Wärmeentwicklung verschiedener bauchemischer Produkte, welche jeweils unterschiedliche erfindungsgemäß produzierte Bindemittel zu einem Anteil von 20 Gew. % beinhalten. Für die Bindemittelherstellung wurden zwei unterschiedliche hydratphasenhaltige Zwischenprodukte verwendet. Für die Vorbereitung der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte standen erfindungsgemäß

- 20 1) ein aufbereiteter amorpher aluminiumoxidhaltiger und/oder aluminiumhydroxidhaltiger Reststoff
2) eine Calciumionenquelle
3) eine Sulfationenquelle (hier nicht verwendet)

25 zur Verfügung.

Für (a, b, c) wurde ein molares Mischungsverhältnis von 50 % 1 (bezogen auf den Aluminiumanteil) und 50 % 2 (bezogen auf den Calciumionenanteil) verwendet. Diese entstehenden Bindemittel wurden intern als CA-Bindemittel bezeichnet. Für (d, e, f) wurde ein molares Mischungsverhältnis von 66,6 % 1 (bezogen auf den Aluminiumanteil) und 33,3 % 2 (bezogen auf den Calciumionenanteil) verwendet. Diese entstehenden Bindemittel wurden intern als CA₂-Bindemittel bezeichnet. Bei der Herstellung der Bindemittel wurden variierende Brenntemperaturen verwendet. Für (a, d) wurden 180°C verwendet. Für (b, e) wurden 800°C verwendet und für (c, f) wurden 980°C verwendet.

35

Die Messungen der Wärmeentwicklungen geben hierbei indirekt Aufschluss über das Abbindeverhalten des jeweiligen bindemittelbeinhaltenden bauchemischen Produktes. Eine schnelle und starke Wärmeentwicklung (hier gemessen in Form der Spannung in mV) entspricht hierbei einem schnellen Abbinden des bindemittelbeinhaltenden bauchemischen Produktes.

Wie aus der Auftragung gemäß Fig. 3 erkennbar ist, sind die bauchemischen Produkte für 2 Stunden nach Wasserzugabe wärmekalorimetrisch vermessen worden. Der Hauptreaktionspeak, der beim Abbinden der bauchemischen Produkte entstehende Wärme, verschiebt sich – wie aus Fig. 3 erkennbar – umso mehr zu späteren Zeitpunkten, je höher die Brenntemperatur des jeweiligen eingesetzten Bindemittels ist.

So ist bei den bauchemischen Produkten (a, d), deren Bindemittel bei einer Brenntemperatur von 180 °C gebrannt wurden eine starke Wärmeentwicklung direkt nach Wasserzugabe erkennbar. Solcherlei bauchemische Produkte sind nur schwer in der Anwendung einsetzbar, da sie zu schnell abbinden und aushärten und einem Verarbeiter nicht ausreichend Zeit lassen das bauchemische Produkt in eine gewünschte Form zu bringen.

Die bauchemischen Produkte, welche Bindemittel enthalten, die bei einer Brenntemperatur von 800°C gebrannt wurden (b, e), weisen eine schnelle aber kontrollierbare Wärmeentwicklung auf. Nach bereits etwa 5 bis 10 min ist hier ein scharfer Peak zu verzeichnen, der anschließend stark abflacht.

Die bauchemischen Produkte, welche Bindemittel enthalten, die bei 980 °C gebrannt wurden (c, f) weisen wiederum eine sehr praktikable Verarbeitungszeit auf.

Das absolute Maximum der Wärmeentwicklung, das einen einfach ermittelbaren und dennoch aussagekräftigen Parameter zur Bestimmung der Verarbeitungszeit eines bauchemischen Produktes darstellt, liegt bei beiden bauchemischen Produkten mit Bindemitteln mit Brenntemperatur von 980 °C (c, f) oberhalb von 60 Minuten.

Bei Brenntemperaturen > 800 °C lassen sich somit je nach Brenntemperatur zugeschnittene Bindemittel für verschiedenste bauchemische Produkte (schnell abbindende und langsam abbindende Produkte) herstellen.

35

Ausführungsbeispiele:

Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Bindemittels ist zunächst vorgesehen, dass zusätzlich zu einem aufbereiteten amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff, gegebenenfalls zusätzlich eine Calciumionenquelle und/oder gegebenenfalls zusätzlich eine Sulfationenquelle zugegeben wird. Die optionale Zugabe der Calciumionenquelle und/oder der Sulfationenquelle erfolgt dabei vorzugsweise vor dem optionalen Zugabe von Wasser, das vorteilhafterweise zur Ausbildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten zugegeben werden kann, sodass vor der optionalen Zugabe des Wassers eine Mischung vorliegen kann von:

- 1) aufbereitetem amorphem aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff
- 2) gegebenenfalls zusätzlich einer Calciumionenquelle
- 3) gegebenenfalls zusätzlich einer Sulfationenquelle.

Durch die Kennzeichnung der Zugabe von Wasser zur Ausbildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten als optionalen Schritt, versteht sich, dass die nachfolgenden Ausführungsbeispiele auch ohne die Zugabe von Wasser, bspw. lediglich über das Vorlegen von aufbereitetem amorphem aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff und einem anschließenden Erhitzen bei einer Temperatur von $> 800^{\circ}\text{C}$ bzw. über das Vorlegen von aufbereitetem amorphem aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff, einer Zugabe einer Calciumionenquelle und/oder einer Sulfationenquelle und einem anschließenden Erhitzen bei einer Temperatur von $> 800^{\circ}\text{C}$ herstellbar sind.

Die möglichen resultierenden Bindemittel weisen nach Durchführung der erfindungsgemäß vorgesehenen Verfahrensschritte, je nach Rohstoffeinsatz, unter anderem die Mineralphasen CA und/oder CA_2 und/oder CA_3 und/oder C_{12}A_7 und/oder CSA in verschiedenen Konzentrationen auf. Ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es dabei, dass die Hauptmineralphasen des resultierenden Bindemittels einfach und flexibel durch das Mischungsverhältnis der drei Komponenten 1, 2 und 3 eingestellt werden können.

Im Folgenden sind einige beispielhafte Rezepturen für diese Mischungen genannt. Die angegebenen Verhältnisse sind als molare Verhältnisse zu verstehen, bezogen auf den

Aluminiumanteil beim aufbereiteten amorphen aluminiumoxidhaltigen und/oder aluminiumhydroxidhaltigen Reststoff (1), auf den Calciumanteil bei der Calciumionenquelle (2) und auf den Sulfatanteil bei der Sulfationenquelle (3).

5 Bindemittelmischung 1 (CA-Mischung):

- 1) 76,2 %
- 2) 23,8 %
- 3) 0,0 %

10

Bindemittelmischung 2 (CA₂-Mischung):

- 1) 85,4 %
- 2) 14,6 %
- 3) 0,0 %

15

Bindemittelmischung 3 (C₁₂A₇-Mischung):

- 1) 66,1 %
- 2) 33,9 %
- 3) 0,0 %

20

Bindemittelmischung 4 (CSA-Mischung):

- 1) 53,3 %
- 2) 20,0 %
- 3) 26,7 %

25

Bindemittelmischung 5 (Reines aluminathaltiges Bindemittel):

- 1) 100 %
- 2) 0 %
- 3) 0 %

30

35

Die erfindungsgemäßen Bindemittel können hierbei insbesondere gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren über das Vorlegen von Komponenten (1) bzw. Mischungen der Komponenten 1, 2 und 3, das optionale Zugeben von Wasser zu diesen Komponenten bzw. Mischungen zur Bildung von Hydraten, das Aufbereiten dieser Hydrate, sowie das
5 Erhitzen der aufbereiteten Hydrate auf eine Temperatur von $> 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ hergestellt werden.

Wie oben beschrieben, können die erfindungsgemäßen Bindemittel auch ohne die Zugabe von Wasser zur Ausbildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten hergestellt werden.

10

Die über die in den Ausführungsbeispielen aufgeführten Mischungen herstellbaren vielseitigen, verschiedenen erfindungsgemäßen Bindemittel sind nicht nur vielseitig einsetzbar und einfach und kostengünstig herstellbar, sondern liefern ferner auch gleichzeitig einen Beitrag zu nachhaltigem Bauen, der insbesondere dadurch geliefert wird, dass zur
15 Herstellung der hydraulischen Bindemittel Ressourcen geschont werden, indem Rest- bzw. Abfallstoffe zur Herstellung der Bindemittel verwendet werden, die ansonsten aufwändig und kostenintensiv entsorgt werden müssten.

20

B e z u g s z e i c h e n l i s t e

	1	Reststoff-Komponente
	2	Calciumionenquellen-Komponente
5	3	Sulfationenquelle-Komponente
	20	Aufbereiten eines amorphen aluminiumoxidreichen und/oder aluminiumhydroxidreichen Reststoffes
	22	Zugeben einer Calciumionenquelle
10	24	Zugeben einer Sulfationenquelle
	26	Zugeben von Wasser zur Bildung von hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten
	28	Aufbereiten der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte
	30	Erhitzen des Reststoffs/des Materialgemischs/der aufbereiteten hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte
15	32	Aufbereiten des gebrannten Materials
	34	Verwenden des Bindemittels zur Herstellung eines bauchemischen Produktes,
	36	Verwenden des bauchemischen Produktes
20	U	Spannung
	mV	Millivolt
	T	Zeit
	h	Stunden
	K	Kelvin
25	C	CaO
	A	Al ₂ O ₃
	S	SO ₃
30	a	bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA“, hergestellt bei 180 °C
	b	bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA“, hergestellt bei 800 °C
	c	bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA“, hergestellt bei 980 °C
35		

- d bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA₂“, hergestellt bei 180 °C
- e bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA₂“, hergestellt bei 800 °C
- 5 f bauchemisches Produkt, beinhaltend 20 Gew.% eines Bindemittels auf Rohstoffbasis, intern bezeichnet als „CA₂“, hergestellt bei 980 °C

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung eines Bindemittels, umfassend die Schritte:
 - Aufbereiten (20) eines Reststoffes, der amorphe aluminiumoxidreiche und/oder aluminiumhydroxidreiche Bestandteile aufweist,
 - Erhitzen (30) des Reststoffes zur Herstellung eines gebrannten Materials,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erhitzen (30) des Reststoffes bei einer Temperatur von > 800 °C erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Reststoff zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in Form von Wasseraufbereitungsrückständen, insbesondere in Form von Trinkwasseraufbereitungsrückständen gebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Reststoff einen röntgenamorphen Anteil von mehr als 80 Gew.-%, vorzugsweise von mehr als 85 Gew.-%, insbesondere von mehr als 90 Gew.-% aufweist.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbereiten (20) des Reststoffes das Entfernen von Wasser umfasst, wobei das Entfernen des Wassers vorzugsweise über ein Erhitzen und/oder einen mechanischen Entwässerungsprozess erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbereiten (20) des Reststoffes ein Zerkleinern umfasst, wobei der Reststoff vorzugsweise auf eine Partikelgröße von weniger als 100 µm, besonders bevorzugt auf eine Partikelgröße von weniger als 50 µm, insbesondere auf eine Partikelgröße von weniger als 40 µm zerkleinert wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbereiten (20) des Reststoffes derart erfolgt, dass ein Restgehalt an
5 organischem Material als Brennstoffquelle in dem Reststoff verbleibt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich vor dem Erhitzen (30) des Reststoffes eine Calciumionenquelle zur
10 Herstellung eines Materialgemisches zugegeben (22) wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich vor dem Erhitzen (30) des Reststoffes eine Sulfationenquelle zur
15 Herstellung eines Materialgemisches zugegeben (24) wird.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stoffe
20 1) eines Reststoffs,
2) einer Calciumionenquelle nach Anspruch 7 und
3) einer Sulfationenquelle nach Anspruch 8 in folgenden Gewichtsverhältnissen
vorgelegt werden:
Komponente 1 zu 10,0 - 100,0 Gew.-%, Komponente 2 zu 0,0 - 90,0 Gew.-% und
25 Komponente 3 zu 0,0 - 90,0 Gew.-% bezogen auf den Trockenanteil der Summe des
Gewichtes der Komponenten 1, 2 und 3.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass vor dem Erhitzen (30) des Reststoffes und/oder vor dem Erhitzen (30) des
Materialgemisches ein Zugeben (26) von Wasser zur Ausbildung von
hydratphasenhaltigen Zwischenprodukten erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich ein Aufbereiten (28) der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte
5 vorgesehen ist, wobei das Aufbereiten (28) vorzugsweise ein Trocknen und/oder ein Zerkleinern umfasst.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass ein Verdichten des Reststoffes und/oder des Materialgemisches und/oder der hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte zur Minimierung des Anteils an Feinstmaterial vorgesehen ist, wobei das Verdichten vorzugsweise eine Brikettierung zur Herstellung von Briketts umfasst und/oder eine Pelletierung zur Herstellung von Pellets und/oder ein Granulieren zur Herstellung von Granulat und/oder ein Pressen zur Herstellung von
15 Presskörpern umfasst.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erhitzen (30) des Reststoffs und/oder des Materialgemisches und/oder der
20 aufbereiteten hydratphasenhaltigen Zwischenprodukte bei einer Temperatur von > 800 °C, vorzugsweise bei einer Temperatur zwischen 800 °C und 1700 °C, besonders bevorzugt bei einer Temperatur zwischen 900 °C und 1150°C, insbesondere bei einer Temperatur zwischen 950 °C und 1050 °C erfolgt.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erhitzen (30) in einem Drehrohrofen und/oder in einem Schmelzofen und/oder in einem Lichtbogenofen und/oder in einem Wannenschachtofen und/oder in einem Wirbelschichtkalzinator erfolgt.
30

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Aufbereiten (32) des gebrannten Materials vorgesehen ist, wobei das
5 Aufbereiten (32) des gebrannten Materials ein Zerkleinern umfasst, wobei das gebrannte
Material vorzugsweise auf eine Partikelgröße von weniger als 100 µm, besonders
bevorzugt auf eine Partikelgröße von weniger als 50 µm, insbesondere auf eine
Partikelgröße von weniger als 40 µm zerkleinert wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbereiten (32) des gebrannten Materials die Zugabe von Additiven wie
Mahlhilfen, Alterungsinhibitoren und/oder Antistaubmitteln umfasst.
- 15 17. Bindemittel, insbesondere herstellbar über ein Verfahren nach einem der vorangehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bindemittel Aluminate und/oder Calciumaluminate und/oder
Calciumsulfoaluminate aufweist.
- 20 18. Bindemittel nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Calciumaluminat CA und/oder CA₂ und/oder C₃A und/oder C₁₂A₇ umfasst
und/oder die Calciumsulfoaluminate CSA, insbesondere Ye'elimit umfassen.
- 25 19. Verwendung (34) eines Bindemittels nach Anspruch 17 oder 18, zur Herstellung eines
bauchemischen Produktes, vorzugsweise eines Estrichs, einer Spachtelmasse, eines
Fliesenklebers, einer Ausgleichsmasse, eines Mörtels, eines Fugenmörtels oder eines
Putzes.
- 30 20. Bauchemisches Produkt, umfassend ein Bindemittel nach einem der Ansprüche 17 oder
18, wobei das Bindemittel in dem bauchemischen Produkt zu einem Anteil von 0,1
Gew.-% - 80 Gew.-%, bevorzugt 1 Gew.-% – 50 Gew.-%, besonders bevorzugt 5 Gew.-%
- 30 Gew.-% vorliegt, wobei das bauchemische Produkt zusätzlich Füllstoffe und/oder
35 Additive umfasst.