

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **714 991 A2**

(51) Int. Cl.: **B01F 7/00** (2006.01)  
**B28C 5/16** (2006.01)

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00628/19

(22) Anmeldedatum: 14.05.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2019

(30) Priorität: 15.05.2018 CH 00603/18

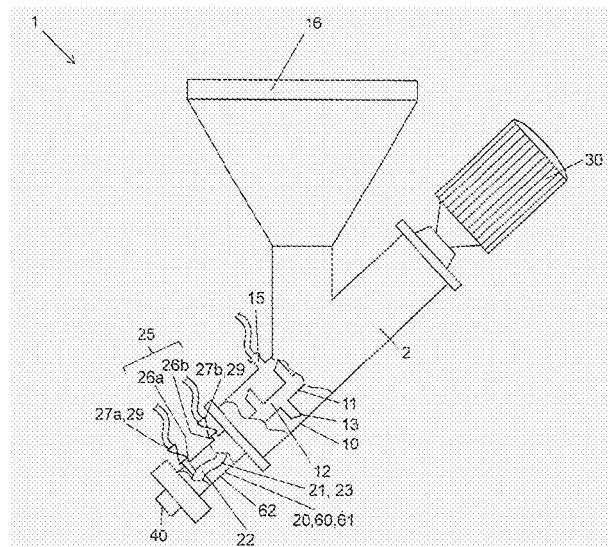
(71) Anmelder:  
Saint-Gobain Weber AG, Täferstrasse 11 b  
5405 Dättwil (CH)

(72) Erfinder:  
René Wicki, 6017 Ruswil (CH)  
Johann Balau, 97753 Karlstadt (DE)  
Clemens Rabadi, 6700 Bludenz (AT)

(74) Vertreter:  
Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772  
8027 Zürich (CH)

(54) **Mobile Mischvorrichtung zur Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle.**

(57) Mischvorrichtung (1) zur Herstellung unterschiedlicher Baustoffe aus einem Schüttgut. Die Mischvorrichtung (1) weist einen Motor (30), eine Mischeinheit (10) und eine Gas-Zumischeinheit (20) auf. Die Mischeinheit (10) umfasst eine Schüttgut-Zufuhr (16), eine Flüssigkeit-Zufuhr (15) sowie ein Mischwerkzeug (11). Die Gas-Zumischeinheit (20) umfasst eine Gas-Zufuhr (25) sowie ein Gas-Zumischwerkzeug. Die Erfindung betrifft zudem Baustoff-Systeme aufweisend eine solche Mischvorrichtung (1) sowie Schüttgüter mit mindestens einem Bindemittel und mindestens einer Gas-Poren-Packung. Gemäss dem ferner offenbarten Verfahren zur Herstellung unterschiedlicher Baustoffe aus einem Schüttgut wird dem Nassgut dosiert Gas zugemischt, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches kontrolliert zu reduzieren.



## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Schüttgüter sowie Vorrichtungen und Verfahren zur Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut.

### STAND DER TECHNIK

[0002] Auf Baustellen werden Baustoffe, wie z.B. Mörtel, Putz, Estrich, Beton oder Gips, häufig in unterschiedlichen Dichten bzw. Festigkeiten benötigt. Zum Erreichen einer bestimmten Dichte bzw. Festigkeit sind dem Schüttgut, aus dem der Baustoff vor Ort unter Zusetzen von Anmachwasser erzeugt wird, sogenannte Leichtzuschläge beigemischt, welche Luft enthalten. Die in dem angemachten Baustoff enthaltene Luft beeinflusst dessen Dichte und Festigkeit.

[0003] Baustoffe werden auf Baustellen zumeist in grossen Mengen benötigt und das entsprechende Schüttgut wird oft in Silos zur Baustelle transportiert und vor Ort gelagert. Für die Herstellung von Baustoffen mit unterschiedlichen Festigkeiten und Dichten, wird Schüttgut mit unterschiedlichen Leichtzuschlägen bzw. Leichtzuschlaganteilen benötigt, sodass oft mehrere Silos zur Baustelle transportiert und dort gelagert werden müssen. Dies kann zu logistischem, ökonomischem und ökologischem Aufwand führen, auch weil der Inhalt einzelner Silos oft nicht voll verbraucht wird. Beim Wechsel des Silos zur Herstellung von Baustoffen unterschiedlicher Dichte/Festigkeit kann es zudem sein, dass die Baumischmaschine, ab- und wiederaufgebaut werden muss.

[0004] Das Zusetzen von Leichtzuschlägen in der Fabrik kann Aufwand und zusätzliche Anlagen benötigen und die Produktivität der Fabrik beeinträchtigen. Zudem kann die Produktion bzw. der Abbau von Leichtzuschlägen Ökologisch problematisch sein. Auch müssen bei dem herkömmlichen Verfahren Schüttgut in grossen Volumina zur Baustelle transportiert werden, was ebenfalls logistisch, ökonomisch und ökologisch problematisch ist. Vor Ort entsteht Arbeitsaufwand, da grosse Volumina an Material in die Baumischmaschine eingebracht werden müssen. Zudem besteht die Gefahr, dass beim Befüllen, Fördern, Transport oder Anmachen die Leichtzuschläge mechanisch zerstört werden und somit ihre Wirksamkeit verlieren.

[0005] Mischvorrichtungen, wie z.B. Verputzmaschinen oder Betonmischer, zum Anmachen von Baustoffen vor Ort sind prinzipiell bekannt.

[0006] DE 20 2016 004 782 beschreibt beispielsweise ein Mischgefäss mit einem Rührer zum Anmachen von Mörtel, wobei der Rührer eine vertikale Antriebswelle mit Röhrelementen, wie z.B. einem Schneckengewinde, aufweist.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Besonders bevorzugt werden eine verbesserte Mischvorrichtung zur Herstellung von Baustoffen, eine Baumaschine und ein Baustoff-System, welche jeweils eine solche verbesserte Mischvorrichtung aufweisen, ein verbessertes Schüttgut sowie ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von Baustoffen zur Verfügung gestellt.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemässe Mischvorrichtung zur Herstellung von Baustoffen zu Bauzwecken mischt einen Ausgangsrohstoff, nämlich Schüttgut, mit Flüssigkeit, normalerweise Wasser, sodass ein zähflüssiges Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch, auch Nassgut genannt, entsteht. Dieser Herstellungsprozess wird auch Anmachen und das verwendete Wasser Anmachwasser genannt. Die erfindungsgemässe Mischvorrichtung umfasst

- eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, sowie
- eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zu einem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch.

[0010] Das Schüttgut kann Bindemittel, Gesteinskörnung und Zusatzstoffe bzw. Zusatzmittel aufweisen. Das Schüttgut kann dazu geeignet sein mit Flüssigkeit, wie z.B. Wasser, zu einem nassen Baustoff vermischt zu werden, der bei Austrocknen erhärtet. Schüttgut kann trocken sein und aus körnigem Gemenge bestehen. Das Nassgut kann als Baumaterial verwendet werden und z.B. auftragen bzw. aufgespritzt werden.

[0011] Geeignete Schüttgute im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Schüttgute in denen hydraulische oder nicht hydraulische Bindemittel enthalten sind. Dem Fachmann sind sowohl hydraulische und nicht hydraulische Bindemittel bekannt, die in Baustoffen Verwendung finden.

[0012] Das hydraulische Bindemittel kann ausgewählt werden aus Zement, hydraulischem Kalk oder Kalkhydrat und aus Kombinationen der vorgenannten Bindemittel. Bevorzugt enthält das Schüttgut mindestens ein hydraulisches Bindemittel, insbesondere in der Form von Zement, und eventuell ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut den hydraulischen Binder in einem Anteil von bis zu 65 Gew.-%, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden Anteile an hydraulischem Binder von 7 bis 25 Gew.-% bevorzugt wobei weiter ein Anteil an hydraulischem Binder von 10 bis 20 Gew.-% bevorzugt wird. Für den Fall dass das Schüttgut mindestens ein hydraulisches Bindemittel

## CH 714 991 A2

in der Form von Zement und ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel enthält, ist der gewichtsbezogene Anteil an Zement bevorzugt höher als der gewichtsbezogene Anteil an dem oder den weiteren hydraulischen Mittel/n.

**[0014]** In dem Fall, in dem es sich bei dem Schüttgut um ein Schüttgut handelt in dem ein hydraulisches Bindemittel als Bindemittel verwendet wird, beträgt der Anteil an Gesteinskörnung bevorzugt 10 bis 90 Gew.-%, wobei weiter ein Anteil an Gesteinskörnung von 10 bis 45 Gew.-% bevorzugt wird.

**[0015]** Das nicht hydraulische Bindemittel kann ausgewählt werden aus Gips wie beispielsweise Stuckgips oder  $\alpha$ -Halbhydrat, hydraulischem Kalk oder Kalkhydrat und aus Kombinationen der vorgenannten Bindemittel. Bevorzugt enthält das Schüttgut mindestens ein nicht hydraulisches Bindemittel, insbesondere in der Form von Gips, und eventuell ein oder mehrere weitere nicht hydraulische Bindemittel.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut den nicht hydraulischen Binder in einem Anteil von bis zu 95 Gew.-%, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden Anteile an nicht hydraulischem Binder von 20 bis 85 Gew.-% bevorzugt, wobei weiter ein Anteil an hydraulischem Binder von 60 bis 85 Gew.-% bevorzugt wird. Für den Fall dass das Schüttgut mindestens ein nicht hydraulisches Bindemittel in der Form von Gips und ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel enthält, ist der gewichtsbezogene Anteil an Gips bevorzugt höher als der gewichtsbezogene Anteil an dem oder den weiteren hydraulischen Mittel/n.

**[0017]** In dem Fall, in dem es sich bei dem Schüttgut um ein Schüttgut handelt in dem ein nicht hydraulisches Bindemittel als Bindemittel verwendet wird, beträgt der Anteil an Gesteinskörnung bevorzugt 3 bis 20 Gew.-%, wobei weiter ein Anteil an Gesteinskörnung von 5 bis 10 Gew.-% bevorzugt wird.

**[0018]** Die Gesteinskörnung enthält natürliche oder künstliche mineralische Gesteinskörner, Geeignete mineralische Gesteinskörner sind Sande und Steinmehle verschiedenen Ursprungs und deren Mischungen, insbesondere aber Quarzsand und Kalksteinmehl. Beispielsweise kann die Gesteinskörnung einer Mischung von Quarzsand und Kalksteinmehl umfassen.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut bis zu einem Anteil von 95 Gew.-% an Gesteinskörnung.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann das Schüttgut die folgende Zusammensetzung haben:

Zement	7–35	Gew.-%
Kalkhydrat	0–10	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk	0–20	Gew.-%
Quarzsand	0–90	Gew.-%
Kalksteinmehl	0–10	Gew.-%
Kalksteinbrechsand	0–90	Gew.-%
Stärkeaether	0–0,3	Gew.-%
Celluloseaether	0,05–0,2	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,05–0,9	Gew.-%
Tonmineralien	0–2	Gew.-%
Alginate	0,0–0,5	Gew.-%

**[0021]** Ein Rezepturbeispiel dafür ist:

Zement CEM I 42,5	14	Gew.-%
Kalkhydrat CL90	J	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk(NHL)	2	Gew.-%
Quarzsand 0,1–0,5mm	20	Gew.-%
Kalksteinmehl	14	Gew.-%
Kalksteinbrechsand 0,5–1,0	40	Gew.-%

## CH 714 991 A2

Celluloseaether	0,13	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,07	Gew.-%
Kaolin	1,6	Gew.-%
Alginate	0,1	Gew.-%

**[0022]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann das Schüttgut die folgende Zusammensetzung haben:

Gips	20–95	Gew.-%
Kalkhydrat	0–10	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk	0–20	Gew.-%
Quarzsand	0–30	Gew.-%
Kalksteinmehl	0–10	Gew.-%
Kalksteinbrechsand	0–70	Gew.-%
Stärkeaether	0–0,5	Gew.-%
Celluloseaether	0,10–0,5	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,05–0,9	Gew.-%
Tonminerale	0–2	Gew.-%
Alginate	0–0,8	Gew.-%
Abbinderegler	0,01–1	Gew.-%

**[0023]** Ein Rezepturbeispiel dafür ist:

Stuckgips	60	Gew.-%
Alpha Halbhydrat	10	Gew.-%
Kalkhydrat CL90	3	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk(NHL)	10	Gew.-%
Quarzsand 0,1–0,5mm	3	Gew.-%
Kalksteinmehl	5	Gew.-%
Kalksteinbrechsand 0,5–1,0	5	Gew.-%
Celluloseaether	0,24	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,2	Gew.-%
Kaolin	2,9	Gew.-%
Alginate	0,16	Gew.-%
Abbinderegler	0,5	Gew.-%

**[0024]** Das Schüttgut kann generell weitere Bestandteile in Form von Zusatzstoffen bzw. Zusatzmitteln enthalten, insbesondere kann das Schüttgut Wasserretentionsmittel wie Zelluloseether, Füllstoffe wie Kalksteinbrechsand, Stellmittel wie Stärkeäther, Abbinderegler sowie eventuell weitere, dem Fachmann bekannten Zusatzstoffe enthalten.

**[0025]** In einer bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst das Schüttgut weiter eine Gas-Poren-Packung, wobei die besagte Gas-Poren-Packung beim Zumischen von Gas zu dem Nassgut die Entstehung und den Fort-

bestand der gebildeten Gas-Poren erleichtert. Die Gas-Poren-Packung umfasst mindestens ein Luftporenbildner oder ein Luftporenstabilisierer, wobei bevorzugt sowohl Luftporenbildner als auch Luftporenstabilisierer zum Einsatz kommen.

**[0026]** Geeignete Luftporenbildner sind beispielsweise Tenside, insbesondere amphotere Tenside, wobei die Luftporenbildner bevorzugt in einem Anteil von bis zu 2 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 0,05 bis 1 Gew.-% vorkommen, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.

**[0027]** Geeignete Luftporenstabilisierer sind beispielsweise organische oder mineralische Luftporenstabilisierer, wie Tonmineralien und Alginat, wobei die organischen und mineralischen Luftporenstabilisierer bevorzugt als Gemisch Verwendung finden. Die Luftporenstabilisierer sind bevorzugt in einem Anteil von bis zu 5 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 1,5 bis 3 Gew.-% enthalten, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.

**[0028]** Das Schüttgut ist vorzugsweise Leichtzuschlagsarm und umfasst beispielsweise weniger als 10 Gew.-%, bevorzugt weniger als 5 Gew.-%, Leichtzuschlag. Das Schüttgut ist bevorzugt Leichtzuschlagsfrei und umfasst im Wesentlichen keinen Leichtzuschlag. Leichtzuschläge können beispielsweise Stoffe mit einer Schüttdichte zwischen 12 kg/m<sup>3</sup>, wie z.B. expandierendes Styropor, und 800 kg/m<sup>3</sup>, wie z.B. Blähton, sein. Häufig verwendete Leichtzuschläge sind z.B. Bims, Schaumlava, Perlit, Styropor, Blähglas, Blähton, Blähschiefer und Kesselsand.

**[0029]** Zur Vereinfachung wird die Erfindung im Folgendem mitunter beispielhaft für Mörtel beschrieben; dies hat aber rein beispielhaften Charakter und die Erfindung bezieht sich ebenso auf andere geeignete Baustoffe, wie z.B. Putz, Estrich, Beton und Gips. So kann die erfindungsgemäße Mischvorrichtung beispielsweise zur Herstellung von Mörtel eingerichtet sein und eine Mischeinheit zum Mischen von Nassmörtel aus Trockenmörtel und Anmachwasser sowie eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen von Umgebungsluft zu dem Nassmörtel umfassen.

**[0030]** Bevorzugt ist die Mischmaschine zur in-situ Herstellung von Baustoffen auf einer Baustelle eingerichtet.

**[0031]** Die Mischvorrichtung kann mobil sein. Mobil kann heissen, dass die Mischvorrichtung als handhabbare, oder fahrbare und/oder transportierbare Vorrichtung ausgebildet ist. Die Mischvorrichtung kann insbesondere tragbar ausgebildet sein.

**[0032]** Die Mischeinheit kann einen Motor aufweisen, welcher beispielsweise als Diesel- oder als Elektromotor ausgebildet sein kann.

**[0033]** Die Mischeinheit kann eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, wie z.B. einen Trichter oder einen Anschluss an ein Silo, umfassen. Die Mischeinheit kann eine Flüssigkeits-Zufuhr, wie z.B. eine Öffnung mit einem angeschlossenen Schlauch, zur Zufuhr von Flüssigkeit aufweisen. Die Mischeinheit kann ein Mischwerkzeug, wie z.B. einen Kreuzbalkenrührer, zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfassen.

**[0034]** Die Gas-Zumischeinheit kann eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas, wie z.B. eine Öffnung mit Ventil, umfassen. Die Gas-Zumischeinheit kann ein Gas-Zumischwerkzeug, wie z.B. eine Schneckenpumpe, zum Zumischen von Gas aufweisen.

**[0035]** Das Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch bzw. das Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch mit zugesetztem Gas wird vereinfacht auch Nassgut genannt.

**[0036]** Durch das Zumischen von Gas zu dem Nassgut entsteht ein Baumaterial mit erhöhtem Gasanteil, z.B. erhöhtem Gas-Poren-Gehalt, und somit reduzierter Dichte. Damit kann, z.B. in-situ, Baumaterial mit gewünschter Dichte oder mit der Dichte im Zusammenhang stehenden Eigenschaften, wie z.B. Festigkeit oder Wärmeleitfähigkeit, erzeugt werden. Insbesondere kann es möglich sein, vor Ort an der Baustelle aus dem gleichen Schüttgut Baustoffe mit unterschiedlichen Anforderungen, wie beispielsweise Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, herzustellen.

**[0037]** Die Mischvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Menge des, zu dem Nassgut zugemischten Gases zu dosieren. Die Mischvorrichtung kann eine Gas-Zufuhr-Regulierung zur Dosierung der Menge des, dem Nassgut zugemischten Gases aufweisen. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann an der Gas-Zumischeinheit, insbesondere an einer oder mehreren Gas-Zufuhr-Öffnungen, angeordnet sein. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann zur stufenlosen Dosierung und/oder zur stufigen Dosierung der Zumischung von Gas eingerichtet sein. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann ein oder mehrere Ventile aufweisen, insbesondere Regelventile und/oder Ventile zur stufigen Regulierung wie sie weiter unten beschrieben werden. Insbesondere kann die Gas-Zufuhr-Regulierung ein oder mehrerer Schalter, also ein Ventil mit im Wesentlichen zwei Öffnungszuständen (Offen/Zu), aufweisen. Schalter eignen sich besonders zu dem Einsatz auf einer Baustelle, da sie stabil und einfach bedienbar konstruiert werden können.

**[0038]** Durch das Dosieren der Menge an Gas, welche pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit Nassgut bzw. Schüttgut zugemischt wird, kann der Gas-Anteil in dem Baustoff kontrolliert werden. Dadurch ist es möglich Baustoff mit einer spezifischen Anforderung, insbesondere in-situ, herzustellen.

**[0039]** Die Nutzung der vorgestellten Mischvorrichtung erlaubt es zukünftig auf einer Baustelle nur noch ein Schüttgut desselben Typs, z.B. nur noch einen Typ Mörtel, zu lagern, da dasselbe Schüttgut mit Hilfe des Mischwerkzeuges in-situ zu Nassgut mit unterschiedlichen Anforderungen verarbeitet werden kann. Dieses einzige zu lagernde Schüttgut ist bevorzugt ein leichtzuschlagsfreies oder zumindest leichtzuschlagsarmes Schüttgut. Durch die Nutzung der vorgestellten Mischvorrichtung kann der Wirkungsgrad der Schüttgutfabriken erhöht, Transport- und Lagerungsaufwand minimiert und

die Umwelt geschützt werden. Das verwendete Schüttgut kann rein mineralisch sein und z.B. kein Styropor mehr beinhalten. Der so hergestellte Baustoff kann auf allen mineralischen Untergründen verwendbar sein.

**[0040]** Bevorzugt umfasst das Mischwerkzeug eine rotierende Rührvorrichtung. Die Rührvorrichtung kann auf einer Welle gelagert sein. Die Welle kann von dem Motor angetrieben werden. Die Rührvorrichtung kann einen Kreuzbalkenrührer aufweisen. Die Rührvorrichtung kann Rührblätter umfassen, welche senkrecht zu einer Welle angeordnet sein können. Die Rührvorrichtung kann eine Rührwendel aufweisen.

**[0041]** Bevorzugt weist die Mischvorrichtung eine Pumpe auf. Insbesondere kann die Gas-Zumischeinheit eine Pumpe aufweisen. Die Pumpe kann beispielsweise als Schneckenpumpe und/oder als Kolbenpumpe ausgebildet sein.

**[0042]** Die Mischvorrichtung kann eine Fördervorrichtung, beispielsweise zur Förderung des Nassgutes, aufweisen. Die Fördervorrichtung kann eine Pumpe umfassen.

**[0043]** Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Flüssigkeit in die Mischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Gas in die Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut aus der Mischeinheit in die Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut aus der Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut durch einen Auslass zu drücken. Das Mischwerkzeug kann als Pumpe ausgebildet sein. Das Gas-Zumischwerkzeug kann als Pumpe ausgebildet sein.

**[0044]** Bevorzugt umfasst das Gas-Zumischwerkzeug eine rotierende Rührvorrichtung und/oder eine rotierende Pumpvorrichtung. Beispielsweise kann das Gas-Zumischwerkzeug eine Schneckenpumpe aufweisen, welche sowohl als Rührvorrichtung wie auch als Pumpvorrichtung fungieren kann. Die Schneckenpumpe kann dazu eingerichtet sein das Nassgut in der Mischvorrichtung bewegen und gleichzeitig dem Nassgut Gas zuzumischen. Eine von dem Gas-Zumischwerkzeug umfasste Pumpe kann auch dazu eingerichtet sein, einen Unterdruck zu erzeugen, welcher der Gas-Zufuhr ermöglicht, Gas anzusaugen.

**[0045]** Eine Schneckenpumpe, auch archimedische Schraube oder Schraubenpumpe genannt, weist einen Rotor und einen Stator auf, wobei der Rotor Röhrelemente, z.B. in Form einer Helix oder einer Doppelhelix, aufweist. Beispielsweise kann der Rotor als Stahlwelle ausgebildet sein. Der Stator kann beispielsweise als elastisches Gummigehäuse ausgebildet sein. Die Geometrie der Schnecke beeinflusst den Durchsatz und den Druck der Schneckenpumpe. Die Schneckenpumpe kann direkt oder indirekt, also kraftwirkend, mit dem Motor verbunden sein und von diesem angetrieben werden.

**[0046]** Optional kann das Gas-Zumischwerkzeug als Schneckenpumpe ausgebildet sein und dazu eingerichtet sein,

- das Nassgut in der Mischvorrichtung zu bewegen,
- dem Nassgut Gas zuzumischen, und
- Gas durch eine, zwei oder mehr Gas-Zufuhr-Öffnungen in dem Stator anzusaugen.

**[0047]** Die Mischvorrichtung, insbesondere die Gas-Zufuhr, kann dazu eingerichtet sein, Umgebungsluft anzusaugen. Die Umgebungsluft kann dem Nassgut zur Dichterreduktion zugemischt werden. Umgebungsluft eignet sich als zugemischtes Gas besonders, da sie überall vorhanden und kostenlos ist.

**[0048]** Die Gas-Zufuhr kann mindestens eine Gas-Zufuhr-Öffnung, insbesondere zwei oder mehr Gas-Zufuhr-Öffnungen, aufweisen. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann an der Gas-Zumischeinheit, insbesondere an einem Gehäuse der Gas-Zumischeinheit, angeordnet sein. Beispielsweise kann die Gas-Zufuhr-Öffnung in dem Stator, insbesondere einem elastischen Stator, einer Schneckenpumpe der Gas-Zumischeinheit ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann als Kanal, beispielsweise als Kanal in einem elastischen Stator einer Schneckenpumpe, ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann einen Durchmesser von 0,5 mm–3 mm, insbesondere von 1 mm–2,5 mm, beispielsweise von 1,4 mm bis 2,1 mm, aufweisen.

**[0049]** Die Gas-Zufuhr kann mit Unterdruck betreibbar sein, z.B. mit einem durch eine Pumpe erzeugten Unterdruck. Beispielsweise kann eine Gas-Zufuhr-Öffnung in dem Stator einer Schneckenpumpe der Gas-Zumischeinheit ausgebildet sein, sodass durch einen, durch die Schneckenpumpe erzeugten Unterdruck, Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung gesaugt wird. Das so angesogene Gas kann dem Nassgut in der Gas-Zumischeinheit durch das Rühren der Schneckenpumpe zugemischt werden, sodass die Wirkung der Schneckenpumpe das Gas sowohl zuführt wie auch zumischt.

**[0050]** Die Gas-Zufuhr kann mit Druckluft betreibbar sein, beispielsweise mit einem Druck zwischen 1 bar und 60 bar, bevorzugt mit einem Druck zwischen 2 bar und 40 bar, besonders bevorzugt mit einem Druck zwischen 4 bar und 12 bar. Zu diesem Zweck kann eine Druckluftquelle, wie z.B. eine Druckluftflasche, ein Druckluftforderer (z.B. ein Kompressor) oder ein Druckluftnetz, an die Mischvorrichtung angeschlossen sein.

**[0051]** Die Gas-Zufuhr kann, z.B. an einer Gas-Zufuhr-Öffnung, ein Ventil aufweisen. Das Ventil kann zur Dosierung der Zumischung von Gas zu dem Nassgut eingerichtet sein. Das Ventil kann insbesondere zur Regulierung der Offenstellung einer oder mehrerer Gas-Zufuhr-Öffnungen eingerichtet sein. Das Ventil kann Teil einer Gas-Zufuhr-Regulierung sein.

**[0052]** Das Ventil kann als Regelventil, also als Stetigventil, ausgebildet sein. Mit anderen Worten kann das Ventil dazu eingerichtet sein, eine stufenlose, also kontinuierliche, Regulierung seiner Offenstellungen zu ermöglichen. Das Regelventil kann insbesondere eine Drehsteuerung aufweisen, welche dazu eingerichtet ist, dass mittels einer Drehung die Offenstellung des Ventils stufenlos reguliert werden kann.

**[0053]** Die Gas-Zufuhr kann zur stufenlosen Dosierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr kann ein Regelventil zur stetigen Dosierung der Zufuhr von Gas aufweisen. Beispielsweise kann ein, den Zufluss zu einer Gas-Zufuhr-Öffnung steuerndes Regelventil zur stufenlosen Dosierung der Zufuhr von Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung eingerichtet sein.

**[0054]** Das Ventil kann zur stufigen Regulierung seiner Offenstellung eingerichtet sein. Mit anderen Worten kann das Ventil dazu eingerichtet sein, nur eine diskrete, insbesondere eine endliche, Anzahl verschiedener Offenstellungen einzunehmen.

**[0055]** Die Gas-Zufuhr kann zur stufigen Dosierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr kann ein Ventil zur stufigen Dosierung der Zufuhr von Gas aufweisen. Beispielsweise kann ein, den Zufluss zu einer Gas-Zufuhr-Öffnung steuerndes Ventil zur stufigen Dosierung der Zuführung von Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung eingerichtet sein.

**[0056]** Das Ventil kann als Schalter, also als Ventil mit im Wesentlichen zwei Öffnungszuständen (Offen/Zu), ausgebildet sein.

**[0057]** Das Ventil kann als Rückschlagventil ausgebildet sein oder ein Rückschlagventil enthalten. Das Rückschlagventil kann so angeordnet sein, dass es verhindert, dass Nassgut durch die Gas-Zufuhr aus der Mischvorrichtung austreten kann.

**[0058]** Bevorzugt weist die Gas-Zufuhr mindestens zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen, insbesondere genau zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen, auf. Jede der Gas-Zufuhr-Öffnungen kann ein Ventil aufweisen. Die Ventile können insbesondere dazu eingerichtet, die Zufuhr von Gas zu jeder der Gas-Zufuhr-Öffnungen einzeln zu regulieren.

**[0059]** Zwei jeweils mit einem Schalter versehene Gas-Zufuhr-Öffnungen können, über die jeweilige Offen/Zu-Stellung der Schalter, bis zu vier unterschiedliche Stufen der Zufuhr von Gas erlauben. Wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen bei Offenstellung dieselbe Menge Gas zuführen können, sind drei unterschiedliche Stufen der Zufuhr von Gas möglich, nämlich:

- beide Gas-Zufuhr-Öffnungen sind geschlossen, sodass kein Gas zugeführt wird;
- genau eine der Gas-Zufuhr-Öffnungen ist geöffnet, sodass die einfache Menge an Gas zugeführt wird; und
- beide Gas-Zufuhr-Öffnungen sind geöffnet, sodass die doppelte Menge an Gas zugeführt wird.

**[0060]** Beispielsweise kann die Mischvorrichtung so ausgebildet sein, dass bei einem bestimmten Schüttgut, die Festigkeit des getrockneten Austrags

- ohne Gas-Zufuhr, also wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen geschlossen sind, ca. 6 N/mm<sup>2</sup>;
- mit einfacher Gas-Zufuhr, also wenn genau eine Gas-Zufuhr-Öffnung geöffnet ist, ca. 4 N/mm<sup>2</sup> und
- mit doppelter Gas-Zufuhr, also wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen geöffnet sind, ca. 2 N/mm<sup>2</sup>

beträgt. Die Werte können z.B. um  $\pm 10\%$  variieren.

**[0061]** Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können miteinander mechanisch gekoppelt sein. Beispielsweise kann eines der beiden Werkzeuge von dem Motor angetrieben werden und durch die mechanische Koppelung das andere Werkzeug antreiben. Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können jeweils rotierend auf jeweils einer Welle gelagert sein und die beiden Wellen, z.B. durch eine Einkerbung, miteinander mechanisch gekoppelt sein. Die mechanische Koppelung kann ein Getriebe aufweisen. Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können auch auf einer gemeinsamen Welle gelagert sein.

**[0062]** Die Gas-Zumischeinheit kann der Mischeinheit bezüglich der Fließrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung nachgelagert sein. Die Mischvorrichtung so ausgebildet sein, dass die Mischvorrichtung Nassgut aus der Mischeinheit in die Gas-Zumischeinheit bewegt.

**[0063]** Bevorzugt sind die Mischeinheit und die Gas-Zumischeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet.

**[0064]** Die Mischeinheit und die Gas-Zumischeinheit können als gemeinsame Einheit ausgebildet sein. Zum Beispiel können das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug als einziges Werkzeug, z.B. als eine einzige Schneckenpumpe ausgebildet sein.

**[0065]** Die Mischvorrichtung kann einen Auslass zum Auslassen von Nassgut aufweisen. Insbesondere kann der Auslass zum Auslassen des von der Mischvorrichtung produzierten Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch mit zugemischtem Gas eingerichtet sein. Der Auslass kann der Gas-Zumischeinheit bezüglich der Fließrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung nachgelagert sein.

**[0066]** Die Mischvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, Nassgut mit Druck auszulassen, beispielsweise mit einem Druck von 4 bar bis 20 bar, bevorzugt mit einem Druck von 6 bar bis 12 bar. Der Auslass kann insbesondere eine Spritzvorrichtung aufweisen, mit der das Nassgut aufgespritzt werden kann. Der Druck kann z.B. durch eine Pumpe, insbesondere durch ein als Schneckenpumpe ausgebildetes Gas-Zumischwerkzeug, erzeugt werden. Die Mischvorrichtung kann eine Vorrichtung zur Regulierung des Auslassdruckes aufweisen.

**[0067]** In einigen Ausführungsbeispielen ist die Mischvorrichtung mobil und zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle geeignet, und weist einen Motor und eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit auf, wobei die Mischeinheit eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, eine Flüssigkeit-Zufuhr zur Zufuhr von Flüssigkeit und ein Mischwerkzeug zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, wobei die Mischvorrichtung ferner eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas und ein

Gas-Zumischwerkzeug zum Zumischen von Gas umfasst, wobei das Gas-Zumischwerkzeug eine Schneckenpumpe umfasst und die Gas-Zufuhr mindestens zwei im Stator der Schneckenpumpe angeordnete Gas-Zufuhr-Öffnungen aufweist.

**[0068]** Die beschriebene Mischvorrichtung kann in einer Baumaschine, insbesondere in einem mobilen Arbeitsgerät, angeordnet sein. Die Baumaschine kann beispielsweise eine Verputzmaschine sein.

**[0069]** Die beschriebene Mischvorrichtung kann zusammen mit einer Lagerungseinheit zur Lagerung eines Schüttgutes und einem Wassertank und/oder einer Wasserleitung in einem Baustoff-System angeordnet sein. Die Mischvorrichtung kann insbesondere in einer Baumaschine angeordnet sein, welche in dem Baustoff-System angeordnet ist. Die Lagerungseinheit kann als ein Silo ausgebildet sein, wie es typischerweise auf Baustellen benutzt wird. Die Lagerungseinheit kann an die Schüttgut-Zufuhr so angeschlossen sein, dass Schüttgut aus der Lagerungseinheit in die Mischvorrichtung gelangen kann. Insbesondere kann das Baustoff-System eine Vorrichtung aufweisen, um die an die Mischvorrichtung abgegebene Menge an Schüttgut zu kontrollieren. Der Wassertank und/oder die Wasserleitung können an die Flüssigkeit-Zufuhr angeschlossen sein, sodass Wasser aus dem Wassertank und/oder der Wasserleitung in die Mischvorrichtung gelangen kann. Insbesondere kann das Baustoff-System eine Vorrichtung aufweisen, um die, an die Mischvorrichtung abgegebene Menge an Wasser zu kontrollieren. Die Gas-Zufuhr kann dazu eingerichtet sein, Umgebungsluft anzusaugen. Alternativ oder zusätzlich kann die Gas-Zufuhr an eine Druckluftversorgung angeschlossen sein.

**[0070]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut, wie z.B. Trockenmörtel, wobei das Schüttgut mit Flüssigkeit, wie z.B. Anmachwasser, vermischt wird und dem so entstandenen Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in-situ dosiert Gas, wie z.B. Umgebungsluft, zugemischt wird. Die dosierte Zumischung von Gas ermöglicht es die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches, wie z.B. Nassmörtel, zu reduzieren. Insbesondere kann durch die Dosierung der Menge des zugemischten Gases pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit Nassgut bzw. Schüttgut, die Dichte des herzustellenden Baustoffes kontrolliert werden. Dadurch ist es möglich, Baustoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften, wie beispielsweise Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, aus dem gleichen Schüttgut, insbesondere in-situ, herzustellen.

**[0071]** Das Verfahren betrifft insbesondere die in-situ Herstellung von Baustoffen. In-situ kann bedeuten den Baustoff auf einer Baustelle, also insbesondere ausserhalb einer Fabrik, herzustellen.

**[0072]** Das Verfahren betrifft insbesondere die leichtzuschlagsfreie Herstellung von Baustoffen. Leichtzuschlagsfreie Herstellung kann bedeutet, dass bei dem Verfahren dem Schüttgut kein Leichtzuschlag zugeführt wird und/oder dass das Schüttgut keinen Leichtzuschlag enthält.

**[0073]** Das Verfahren wird bevorzugt unter Verwendung einer der vorgestellten Mischmaschinen durchgeführt.

**[0074]** Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, aus dem gleichen Schüttgut zwei oder mehr Nassgüter unterschiedlicher Dichte zu erzeugen, indem jeweils unterschiedlich viel Gas zugemischt wird. Dadurch können die jeweiligen Baustoffe eine unterschiedliche, je nach Zweck individuell angepasste, Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Insbesondere kann das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung dazu verwendet werden, aus einem leichtzuschlagsfreien oder leichtzuschlagsarmen, beispielsweise weniger als 50 Gewichts-%, bevorzugt weniger als 20 Gewichts-%, Leichtzuschlag aufweisenden, Schüttgut einen Baustoff mit

- geringer Dichte, wie z.B. weniger als  $1500 \text{ kg/m}^3$ , insbesondere weniger als  $1000 \text{ kg/m}^3$ ,
- geringer Festigkeit, wie z.B. weniger als  $4 \text{ N mm}^{-2}$ , insbesondere weniger als  $2,5 \text{ N mm}^{-2}$ , und/oder
- geringer Wärmeleitfähigkeit, wie z.B. weniger als  $0,5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , insbesondere weniger als  $0,3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,

herzustellen.

**[0075]** Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, Leichtbeton aus Schüttgut für Normal- bzw. Schwerbeton zu erzeugen. Von Leichtbeton spricht man bei Betonen mit einer Trockenrohddichte mit bis zu  $2000 \text{ kg/m}^3$ , insbesondere zwischen  $800$  und  $2000 \text{ kg/m}^3$ , von Normal- bzw. Schwerbeton spricht man bei Betonen mit einer Trockenrohddichte von über  $2000 \text{ kg/m}^3$ , insbesondere von über  $2050 \text{ kg/m}^3$ .

**[0076]** Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, Leichtmörtel aus Schüttgut für Normal- bzw. Schwermörtel zu erzeugen. Von Leichtmörtel spricht man bei Mörteln mit einer Trockenrohddichte mit bis zu  $1500 \text{ kg/m}^3$ , insbesondere zwischen  $800$  und  $1500 \text{ kg/m}^3$ , von Normal bzw. Schwermörtel spricht man bei Mörteln mit einer Trockenrohddichte von über  $1500 \text{ kg/m}^3$ , insbesondere von über  $1550 \text{ kg/m}^3$ .

**[0077]** Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, so durchgeführt werden, dass der hergestellte Baustoff eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 40%, niedrigere Trockendichte als das Schüttgut aufweist.

**[0078]** Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, so durchgeführt werden, dass ein erster und ein zweiter Baustoff aus einem Schüttgut hergestellt werden und der erste hergestellte Baustoff eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 20%, niedrigere Trockendichte als der zweite hergestellte Baustoff aufweist.

**[0079]** Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, bevorzugt so durchgeführt werden, dass ein erstes und ein zweites Nassgut aus einem Schüttgut hergestellt werden und das erste hergestellte

Nassgut eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 20%, niedrigere Dichte als das zweite hergestellte Nassgut aufweist.

**[0080]** In einigen Varianten des Verfahrens wird ein Baustoff aus einem der vorgestellten Schüttgüter in-situ und unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle hergestellt, wobei die Mischvorrichtung einen Motor und eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit aufweist, wobei die Mischeinheit eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, eine Flüssigkeit-Zufuhr zur Zufuhr von Flüssigkeit und ein Mischwerkzeug zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, und die Mischvorrichtung ferner eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas und ein Gas-Zumischwerkzeug zum Zumischen von Gas umfasst, und wobei das Schüttgut in der mobilen Mischvorrichtung mit Flüssigkeit vermischt wird und dem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in der mobilen Mischvorrichtung dosiert Gas zugemischt wird, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren.

**[0081]** Bevorzugt wird bei dem Verfahren eine Anforderung an den herzustellenden Baustoff spezifiziert und die Dosierung des zugemischten Gases gemäss der spezifizierten Anforderung gewählt. Die Anforderung kann beispielsweise eine Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes sein. Mit Dosierung des Gases ist die Dosierung der Menge, also z.B. Volumen und/oder Masse, des zugemischten Gases pro Einheit, also z.B. pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit, Nassgut bzw. Schüttgut gemeint. Durch das Dosieren des zugemischten Gases kann der Gas-Anteil in dem Baustoff und dadurch eine Vielzahl von Eigenschaften des Baustoffes, wie beispielsweise dessen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, kontrolliert werden. Bei dem Verfahren kann eine mobile Mischvorrichtung mit einer Gas-Zufuhr-Regulierung verwendet und die Gas-Zufuhr-Regulierung, vorzugsweise Ventile mindestens zweier im Stator der Schneckenpumpe angeordneten Gas-Zufuhr-Öffnungen, gemäss der spezifizierten Anforderung eingestellt werden.

**[0082]** Bevorzugt wird bei dem Verfahren ein erster und ein zweiter Baustoff aus dem gleichen Schüttgut hergestellt, wobei der erste und der zweite Baustoff sich in ihrer jeweiligen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit voneinander unterscheiden, und zur Herstellung des ersten Baustoffs wird eine erste Gas-Dosierung und zur Herstellung des zweiten Baustoffes eine zweite Gas-Dosierung verwendet, wobei die erste und die zweite Gas-Dosierung sich voneinander unterscheiden. Mit anderen Worten wird dem Nassgut in dem einen Fall weniger oder mehr Gas als in dem anderen Fall zugemischt wird. Wenn der zweite Baustoff beispielsweise weniger dicht, fest und/oder wärmeleitend als der erste Baustoff sein soll, kann der zweite Baustoff mit einer höheren Gas-Dosierung als der erste Baustoff hergestellt werden, sodass dem zweiten Baustoff mehr Gas zugemischt wird. Vorzugsweise ist der erste Baustoff derart, dass die Dichte der erhärteten Masse mehr als  $800 \text{ kg/m}^3$  beträgt, und der zweite Baustoff derart, dass die Dichte der erhärteten Masse weniger als  $600 \text{ kg/m}^3$  beträgt. Ein Baustoff, dessen erhärtete Masse eine Dichte von unter  $600 \text{ kg/m}^3$  aufweist, kann verbesserte Schalldämpfung-Eigenschaften aufweisen.

**[0083]** In einem weiteren Verfahrensschritt kann das mit Gas vermischte Nassgut bautechnisch appliziert werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0084]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigt schematisch:

Fig. 1 eine Mischvorrichtung; und

Fig. 2 eine Schneckenpumpe.

#### BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0085]** Fig. 1 zeigt eine Mischvorrichtung 1 mit einer Mischeinheit 10 und einer Gas-Zumischeinheit 20. Die Mischvorrichtung 1 weist ferner einen Motor 30, eine Schüttgut-Zufuhr 16 in Form eines Trichters, eine Flüssigkeit-Zufuhr 15 sowie eine Gas-Zufuhr 25 auf.

**[0086]** An der Mischeinheit 10 sind die Schüttgut-Zufuhr 16 und die Flüssigkeit-Zufuhr 15 so angeordnet, dass zugeführtes Schüttgut und zugeführte Flüssigkeit durch das in der Mischeinheit 10 angeordnete Mischwerkzeug 11 miteinander zu einem Nassgut gemischt werden können. Die Flüssigkeit-Zufuhr 15 ist über einen Schlauch an eine Flüssigkeitsquelle (nicht dargestellt), beispielsweise einen Wassertank oder einen Wasserleitungsanschluss, angeschlossen. In dem abgebildeten Beispiel ist das Mischwerkzeug 11 als auf einer Welle 12 gelagerter Kreuzbalkenrührer mit zur Welle senkrecht angeordneten Röhrelementen 13 ausgebildet. Das Röhrelement 13 können beispielsweise aber auch als Rührwendel ausgebildet.

**[0087]** Die Gas-Zumischeinheit 20 ist der Mischeinheit 10 nachgelagert, sodass Nassgut von der Mischeinheit 10 in die Gas-Zumischeinheit 20 transportiert wird. Das in der Gas-Zumischeinheit 20 angeordnete Gas-Zumischwerkzeug 21 ist als Schneckenpumpe 61, also als archimedische Schraube, ausgebildet. Die Schneckenpumpe 61 umfasst auf einer Welle 22 gelagerte Helix-förmige Röhrelemente 23 und wirkt als Pumpe 60, sodass sie das Nassgut aus der Mischeinheit 10 in die Gas-Zumischeinheit 20 saugt. An der Gas-Zumischeinheit 20 ist eine, zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b aufwei-

sende, Gas-Zufuhr 25 angeordnet Die Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b sind in dem Stator 62 der Schneckenpumpe 61 angeordnet und jeweils mit einem Ventil 27a, 27b (symbolisch eingezeichnet) versehen. Wenn das erste Ventile 27a geöffnet ist, wird Gas, vorzugsweise Umgebungsluft, durch die Schneckenpumpe 61 angesaugt und durch deren Rührbewegung mit dem Nassgut vermischt. Das Nassgut wird dadurch mit Gas angereichert, wodurch die Dichte sinkt und weitere Eigenschaften des Baustoffs, wie beispielsweise Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, modifiziert werden. Durch das Öffnen des zweiten Ventils 27b kann noch mehr Gas angesogen und so die Dichte des Nassgutes noch weiter reduziert werden. Die beiden Ventile 27a, 27b können als Gas-Zufuhr-Regulierung 29 fungieren und es erlauben, die Menge des, dem Nassgut zugemischten Gases zu dosieren. Die beiden Ventile 27a, 27b können als Regelventile ausgebildet sein, und so eine stufenlose Feineinstellung des Gas-Anteils in dem Nassgut ermöglichen. In alternativen Ausführungsbeispielen wird das Gas der Gas-Zumischeinheit 20 mittels und/oder als Druckluft zugeführt (nicht dargestellt).

**[0088]** In dem gezeigten Beispiel sind die Mischeinheit 10 und die Gas-Zumischeinheit 20 in einem gemeinsamen Gehäuse 2 angeordnet. Das Mischwerkzeug 11 und das Gas-Zumischwerkzeug 21 sind beide als rotierende Werkezeuge ausgebildet und jeweils auf einer Welle 12, 22 gelagert. Der Motor 40 ist an einem Ende des Gehäuses 2 angeordnet und treibt die Welle 12 des Mischwerkzeuges 11 an. Die Welle 12 des Mischwerkzeuges 11 ist mit der Welle 22 des Zumischwerkzeuges 21 mechanisch gekoppelt, sodass sie diese antreibt. Diese mechanische Koppelung kann beispielsweise durch eine Kerbe mit einem darin eingreifenden Flügel oder ein Getriebe (beides nicht dargestellt) erfolgen. An dem anderen Ende des Gehäuses 2 ist der Auslass 40 angeordnet, durch welchen das, ggf. mit Gas versetzte, Nassgut ausgelassen werden kann. Der Auslass 40 kann beispielsweise mit einer Spritzvorrichtung (nicht dargestellt) verbunden sein, sodass das Nassgut unter dem von der Pumpe 60 erzeugten Druck ausgespritzt werden kann. Dadurch kann die Mischvorrichtung 10 für die Technik des Haftspritzauswurfes geeignet sein und z.B. in einer Verputzmaschine verwendet werden.

**[0089]** Fig. 2 zeigt eine Schneckenpumpe 61 mit einem Rotor 63 und einen diesen umgebenden Stator 62. Das Rührelement 23 des Rotors 63 ist als Helix-förmige Stahlwelle und der Stator 62 als elastisches Gummigehäuse ausgebildet. Wie vom Prinzip der archimedischen Schraube bekannt, bilden sich beim Rotieren zwischen dem Stator 62 und dem Rotor 63 Kammern 64 aus, durch das Material von einem Ende der Schnecke zum anderen Ende der Schnecke transportiert wird. Durch die Rotation wird das in den Kammern 64 befindliche Material im Zusammenspiel mit der Gravitation durchgewirbelt. Wenn eine Kammer 64 Nassgut und Gas aufweist, werden dadurch z.B. Gas-Poren in dem Nassgut eingeschlossen und so die Dichte des Nassgutes reduziert.

**[0090]** In dem gezeigten Beispiel dreht sich der formstabile Rotor 63 so in dem elastischen Stator 62, dass die Kammern 64, zumindest im Wesentlichen, Gas-dicht ausgebildet sind. Dadurch entsteht am Anfang der Schnecke ein Unterdruck und am Ende der Schnecke ein Überdruck, sodass die Schnecke als Pumpe fungieren kann. Eine solche Schneckenpumpe 61 kann sowohl als Rührvorrichtung wie auch als Pumpe in der Mischvorrichtung fungieren und z.B. als Gas-Zumischwerkzeug verwendet werden.

**[0091]** Der Stator 62 kann als Gas-Zufuhr-Öffnungen ausgebildete Öffnungen aufweisen (nicht gezeigt). Durch die Öffnungen kann die Schnecke Gas, wie beispielsweise Umgebungsluft oder sonstiges, an die Öffnungen geleitetes Gas, in die Kammern 64 saugen. Die Öffnungen können beispielsweise einen Durchmesser von 1 mm bis 2,5 mm aufweisen.

**[0092]** Es werden folgende Aspekte vorgeschlagen:

- Aspekt 1: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle, aufweisend einen Motor 30 und eine Mischeinheit 10 zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, wobei die Mischeinheit 10
- eine Schüttgut-Zufuhr 16 zur Zufuhr von Schüttgut,
  - eine Flüssigkeit-Zufuhr 15 zur Zufuhr von Flüssigkeit und
  - ein Mischwerkzeug 11 zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst,
- dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung 1 eine Gas-Zumischeinheit 20 zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit 20
- eine Gas-Zufuhr 25 zur Zufuhr von Gas und
  - ein Gas-Zumischwerkzeug 21 zum Zumischen von Gas umfasst.
- Aspekt 2: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss dem vorstehenden Aspekt, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung 1, insbesondere die Gas-Zumischeinheit 20, eine Pumpe 60 aufweist.
- Aspekt 3: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas-Zumisch-Werkzeug 21 eine rotierende Rühr-und/oder Pump Vorrichtung, insbesondere eine Schneckenpumpe 61, umfasst.

## CH 714 991 A2

- Aspekt 4: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas Umgebungsluft ist und die Mischvorrichtung 1, insbesondere die Gas-Zufuhr 25, dazu eingerichtet ist, Umgebungsluft anzusaugen.
- Aspekt 5: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zufuhr 25 mindestens eine Gas-Zufuhr-Öffnung 26a, 26b, insbesondere mindestens zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b, aufweist.
- Aspekt 6: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss dem vorstehenden Aspekt, dadurch gekennzeichnet, dass jede der mindestens einen Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b ein Ventil 27a, 27b aufweist, insbesondere wobei das Ventil 27a, 27b dazu eingerichtet ist die Zufuhr von Gas durch die jeweilige Gas-Zufuhr-Öffnung 26a, 26b zu regulieren.
- Aspekt 7: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zufuhr 25 zur stufenlosen Regulierung der Zufuhr von Gas ausgebildet ist, insbesondere wobei die Gas-Zufuhr 25 ein Regelventil zur stetigen Regulierung der Zufuhr von Gas aufweist.
- Aspekt 8: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der Aspekte 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zufuhr 25 zur stufigen Regulierung der Zufuhr von Gas ausgebildet ist, insbesondere wobei die Gas-Zufuhr 25 ein Ventil zur stufigen Regulierung der Zufuhr von Gas aufweist.
- Aspekt 9: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung 1 eine Gas-Zufuhr-Regulierung 29 zur Dosierung der Zumischung von Gas aufweist, insbesondere wobei die Gas-Zufuhr-Regulierung 29 mindestens ein Ventil 27a, 27b aufweist.
- Aspekt 10: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zufuhr 25 dazu eingerichtet ist, mit Unterdruck betrieben zu werden.
- Aspekt 11: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zufuhr 25 dazu eingerichtet ist, mit Druckluft betrieben zu werden.
- Aspekt 12: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischwerkzeug 11 und das Gas-Zumischwerkzeug 21 mechanisch miteinander gekoppelt sind, insbesondere wobei eines der beiden von dem Motor 30 angetrieben ist und über die mechanische Koppelung das andere antreibt.
- Aspekt 13: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas-Zumischeinheit 20 der Mischeinheit 10 bezüglich der Fliessrichtung des Nassguts, also des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches bzw. des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches mit zugesetztem Gas, nachgelagert ist.
- Aspekt 14: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischeinheit 10 und die Gas-Zumischeinheit 20 in einem gemeinsamen Gehäuse 2 angeordnet sind.
- Aspekt 15: Eine Mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der vorstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung 1 einen Auslass 40 zum Auslassen, insbesondere zum Auslassen unter Druck, von Nassgut aufweist, insbesondere wobei der Auslass 40 der Gas-Zumischeinheit 20 bezüglich der Fliessrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung 1 nachgelagert ist.
- Aspekt 16: Eine Baumaschine, insbesondere eine Verputzmaschine, aufweisend eine mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der Aspekte 1 bis 15.
- Aspekt 17: Ein Baustoff-System aufweisend
- eine Lagerungseinheit, insbesondere ein Silo, zur Lagerung eines Schüttgutes,
  - eine mobile Mischvorrichtung 1 gemäss einem der Aspekte 1 bis 15,
  - einen Wassertank und/oder eine Wasserleitung,
- wobei
- die Lagerungseinheit an die Schüttgut-Zufuhr 16 und
  - der Wassertank und/oder die Wasserleitung an die Flüssigkeit-Zufuhr 15 angeschlossen ist, und

## CH 714 991 A2

- die Gas-Zufuhr 25 dazu eingerichtet ist Umgebungsluft anzusaugen und/oder an eine Druckluftversorgung angeschlossen ist.
- Aspekt 18: Ein Verfahren zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut, vorzugsweise unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung 1 gemäss einem der Aspekte 1 bis 15, wobei das Schüttgut mit Flüssigkeit vermischt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in-situ dosiert Gas zugemischt wird, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren.
- Aspekt 19: Ein Verfahren gemäss Aspekt 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Anforderung an den herzustellenden Baustoff, insbesondere eine Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes, spezifiziert wird; und
  - die Dosierung des zugemischten Gases gemäss der spezifizierten Anforderung gewählt wird.
- Aspekt 20: Ein Verfahren gemäss Aspekt 19, dadurch gekennzeichnet, dass
- für das Verfahren eine mobile Mischvorrichtung 1 mit einer Gas-Zufuhr-Regulierung 29 verwendet wird; und
  - die Gas-Zufuhr-Regulierung 29 gemäss der spezifizierten Anforderung eingestellt wird.
- Aspekt 21: Ein Verfahren gemäss einem der Aspekte 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein erster und ein zweiter Baustoff aus demselben Schüttgut hergestellt werden;
  - der erste und der zweite Baustoff sich in ihrer jeweiligen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit voneinander unterscheiden;
  - zur Herstellung des ersten Baustoffes eine erste Gas-Dosierung und zur Herstellung des zweiten Baustoffes eine zweite Gas-Dosierung verwendet wird; und
  - die erste und die zweite Gas-Dosierung sich voneinander unterscheiden.

### BEZUGSZEICHENLISTE

[0093]

- 1 Mischvorrichtung
- 2 Gehäuse
- 10 Mischeinheit
- 11 Mischwerkzeug
- 12 Welle
- 13 Rührelement
- 15 Flüssigkeit-Zufuhr
- 16 Schüttgut-Zufuhr
- 20 Gas-Zumischeinheit
- 21 Gas-Zumischwerkzeug
- 22 Welle
- 23 Rührelement/Helix
- 25 Gas-Zufuhr
- 26a Gas-Zufuhr-Öffnung
- 26b Gas-Zufuhr-Öffnung
- 27a Ventil

- 27b Ventil
- 29 Gas-Zufuhr-Regulierung
- 30 Motor
- 40 Auslass
- 60 Pumpe
- 61 Schneckenpumpe
- 62 Stator
- 63 Rotor
- 64 Kammer

#### Patentansprüche

1. Mobile Mischvorrichtung (1) zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle, aufweisend einen Motor (30) und eine Mischeinheit (10) zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, wobei die Mischeinheit (10)
  - eine Schüttgut-Zufuhr (16) zur Zufuhr von Schüttgut,
  - eine Flüssigkeit-Zufuhr (15) zur Zufuhr von Flüssigkeit und
  - ein Mischwerkzeug (11) zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, wobei die Mischvorrichtung (1) eine Gas-Zumischeinheit (20) zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit (20)
    - eine Gas-Zufuhr (25) zur Zufuhr von Gas und
    - ein Gas-Zumisch-Werkzeug (21) zum Zumischen von Gas umfasst, wobei das Gas-Zumischwerkzeug (21) eine Schneckenpumpe (61) umfasst und die Gas-Zufuhr (25) mindestens zwei im Stator (62) der Schneckenpumpe (61) angeordnete Gas-Zufuhr-Öffnungen (26a, 26b) aufweist.
2. Mobile Mischvorrichtung (1) gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede der mindestens zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen (26a, 26b) ein Ventil (27a, 27b) aufweist, welches vorzugsweise dazu eingerichtet ist die Zufuhr von Gas durch die jeweilige Gas-Zufuhr-Öffnung (26a, 26b) zu regulieren.
3. Mobile Mischvorrichtung (1) gemäss Ansprüche 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (27a, 27b) zur stufigen Regulierung der Zufuhr von Gas, vorzugsweise als Schalter, ausgebildet sind.
4. Baustoff-System aufweisend
  - eine Lagerungseinheit, insbesondere ein Silo, zur Lagerung eines Schüttgutes,
  - eine mobile Mischvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4,
  - einen Wassertank und/oder eine Wasserleitung, wobei
    - die Lagerungseinheit an die Schüttgut-Zufuhr (16) und
    - der Wassertank und/oder die Wasserleitung an die Flüssigkeit-Zufuhr (15) angeschlossen ist, und
    - die Gas-Zufuhr (25) dazu eingerichtet ist Umgebungsluft anzusaugen.
5. Schüttgut zum Herstellen eines Baumaterials, umfassend mindestens ein Bindemittel und mindestens eine Gas-Poren-Packung, wobei die Gas-Poren-Packung mindestens einen Luftporenbildner umfasst, wobei vorzugsweise der mindestens einen Luftporenbildner in einem Anteil von bis zu 2 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 0,05 bis 1 Gew.-% enthalten ist, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts, wobei es sich beim Luftporenbildner bevorzugt um ein amphoterer Tensid handelt.
6. Schüttgut zum Herstellen eines Baumaterials, gemäss Anspruch 5, wobei die Gas-Poren-Packung weiter mindestens einen Luftporenstabilisierer umfasst, wobei vorzugsweise der mindestens einen Luftporenstabilisierer in einem Anteil von bis zu 5 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 1,5 bis 3 Gew.-% enthalten ist, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.
7. Schüttgut zum Herstellen eines Baumaterials, gemäss Anspruch 5 oder 6, wobei das Schüttgut im Wesentlichen leichtzuschlagsfrei ist.
8. Verfahren zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut gemäss einem der Ansprüche 5 bis 7 unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung (1) zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle, aufweisend einen Motor (30) und eine Mischeinheit (10) zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, wobei die Mischeinheit (10)

- eine Schüttgut-Zufuhr (16) zur Zufuhr von Schüttgut,
  - eine Flüssigkeit-Zufuhr (15) zur Zufuhr von Flüssigkeit und
  - ein Mischwerkzeug (11) zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, wobei die Mischvorrichtung (1) eine Gas-Zumischeinheit (20) zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit (20)
  - eine Gas-Zufuhr (25) zur Zufuhr von Gas und
  - ein Gas-Zumischwerkzeug (21) zum Zumischen von Gas umfasst, vorzugsweise gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Schüttgut in der mobilen Mischvorrichtung (1) mit Flüssigkeit vermischt wird und dem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in der mobilen Mischvorrichtung (1) dosiert Gas zugemischt wird, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren.
9. Verfahren gemäss Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Anforderung an den herzustellenden Baustoff, vorzugsweise eine Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes, spezifiziert wird; und
  - die Dosierung des zugemischten Gases gemäss der spezifizierten Anforderung gewählt wird.
10. Verfahren gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- für das Verfahren eine mobile Mischvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 2 oder 3 verwendet wird; und
  - die Ventile (27a, 27b) der mindestens zwei im Stator (62) der Schneckenpumpe (61) angeordneten Gas-Zufuhr-Öffnungen (26a, 26b) gemäss der spezifizierten Anforderung eingestellt wird.
11. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein erster und ein zweiter Baustoff aus dem gleichen Schüttgut hergestellt werden;
  - der erste und der zweite Baustoff sich in ihrer jeweiligen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit voneinander unterscheiden;
  - zur Herstellung des ersten Baustoffs eine erste Gas-Dosierung und zur Herstellung des zweiten Baustoffes eine zweite Gas-Dosierung verwendet wird; und
  - die erste und die zweite Gas-Dosierung sich voneinander unterscheiden.

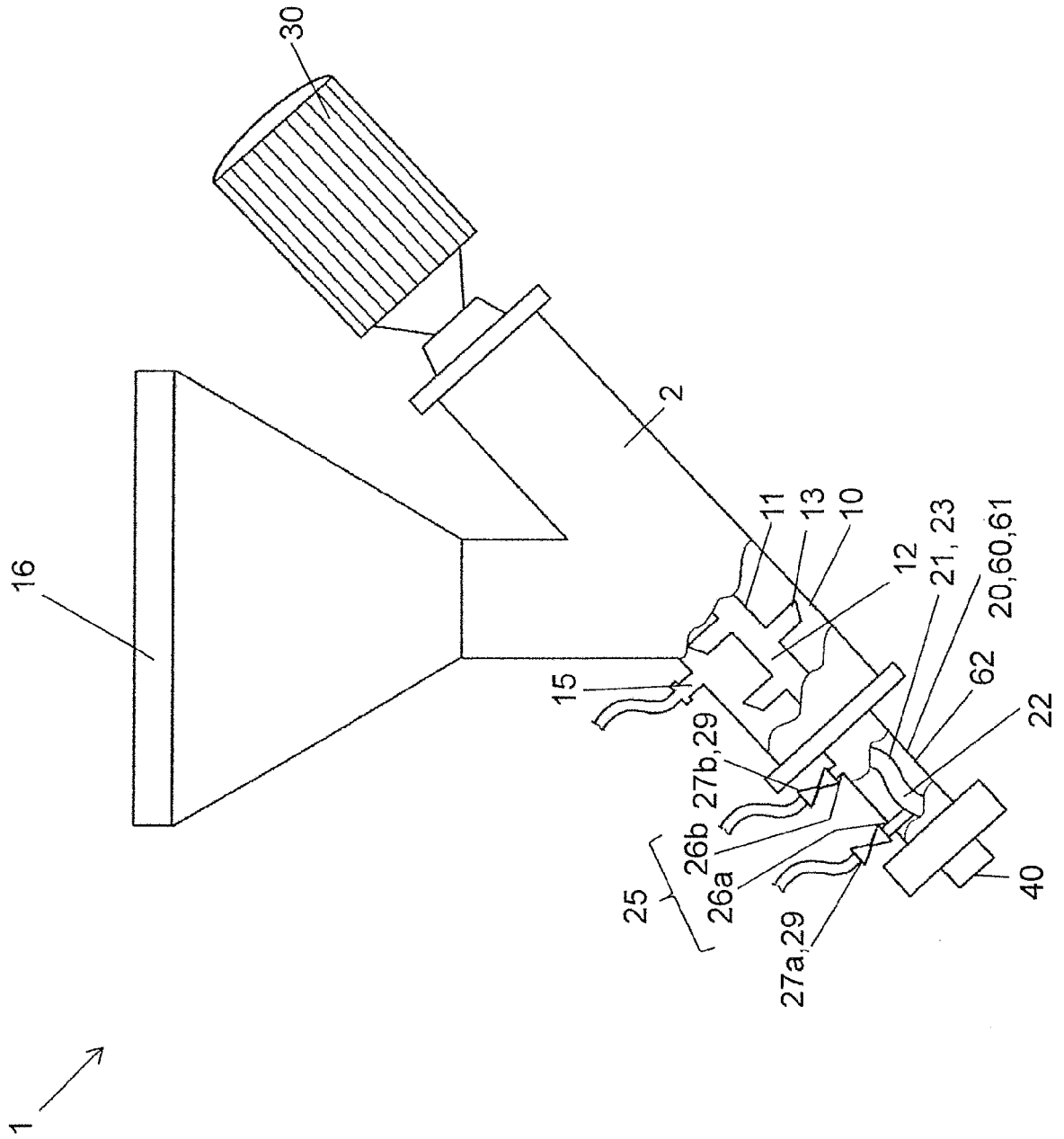


FIG. 1

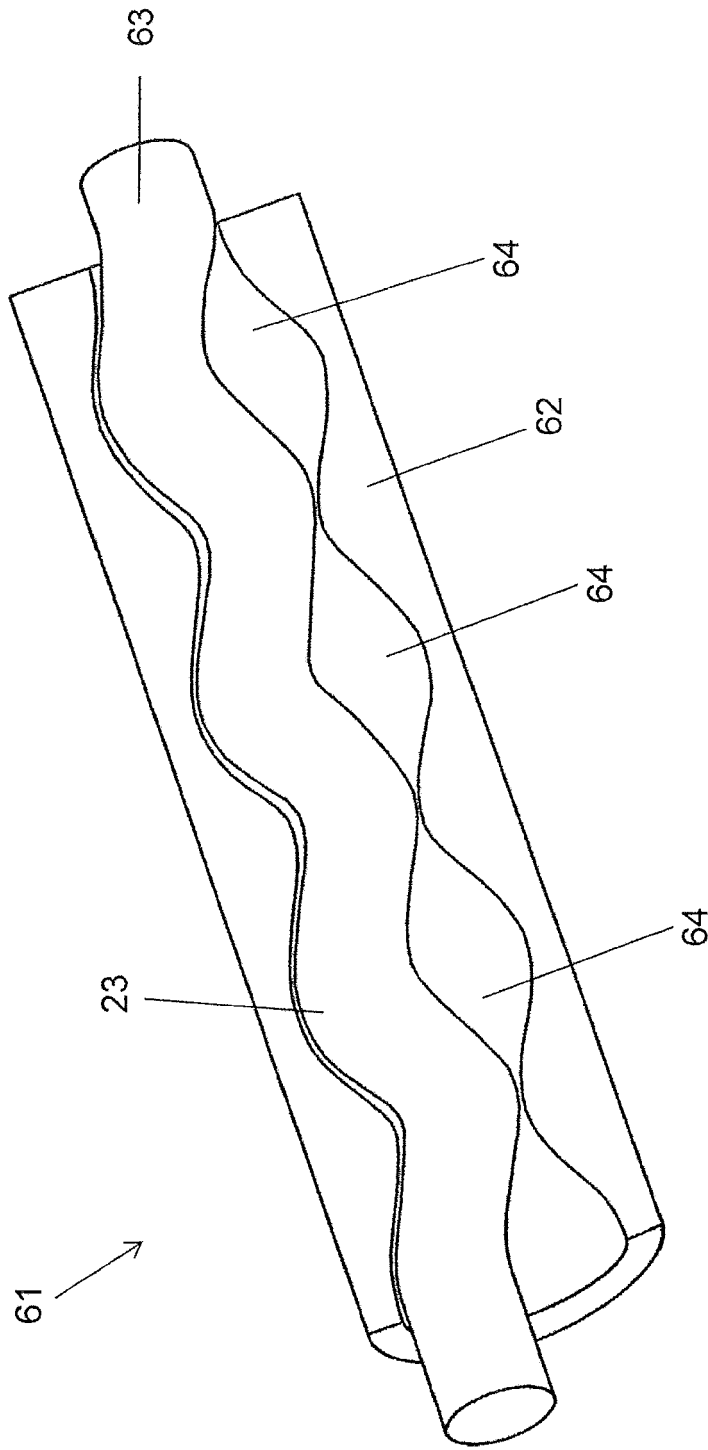


FIG. 2