

Silos und Anlagen zur Herstellung von Beton

Technisches Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Silo, in welches Bestandteile zur Herstellung von Beton, sog. Komponenten, separat voneinander
5 eingebracht und separat voneinander bevorratet werden, um sie dann zu einer Baustelle zu transportieren und dort auf der Baustelle unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen zu Beton, insbesondere zu Porenleichtbeton, auch Schaumbeton genannt, mit individuell bestimmbarer Rezeptur zu mischen. Die vorliegende Erfindung betrifft ausserdem
10 eine Anlage, welche ein erfindungsgemässes Silo umfasst.

Stand der Technik

Üblicherweise werden die Betonkomponenten bereits in einem Trockenmörtelwerk gemischt und dann mit einem Trockenmörtelfahrzeug (Eutersilofahrzeug / Silofahrzeuge) in ein Silo geliefert und so verarbeitet.
15 Die Betonkomponenten können alternativ auch in einen dafür konzipierten Lkw eingeblasen und so als Trockenmörtel verarbeitet oder als Sackware angeliefert und verarbeitet werden. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Methoden ist es nicht möglich, die Zusammensetzung des Betons ad hoc anzupassen, um z.B. die äusseren Bedingungen zu be-
20 rücksichtigen. Auch war es nicht möglich, das Material bei tiefen Temperaturen zu transportieren, da sonst Frostschäden beim Material befürchtet werden mussten. Ein weiteres Problem war, eine effiziente und zuverlässige Befüllung des Silos oder der Trockenmörtelfahrzeuge zu gewährleisten, da es dabei oft zum Überlaufen des Materials kam.

Es war daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Silo bereitzustellen, das diese Nachteile beseitigt.

Beschreibung der Erfindung

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Silo für die Herstellung von
5 Beton umfassend eine Hauptkammer für die Aufbewahrung einer ersten
Komponente sowie mindestens eine darin befindliche, Nebenkammer für
die Aufbewahrung einer zweiten Komponente, wobei die Längsachsen
der Hauptkammer und der mindestens einen Nebenkammer parallel zu-
einander angeordnet sind; die Hauptkammer und die mindestens eine
10 Nebenkammer jeweils erste, vorzugsweise untere, Öffnungen aufweisen,
die so ausgestaltet sind, dass die Hauptkammer und die mindestens eine
Nebenkammer unabhängig voneinander durch diese befüllbar sind; die
Hauptkammer und die mindestens eine Nebenkammer jeweils zweite,
vorzugsweise untere, Öffnungen aufweisen, die so ausgestaltet sind, dass
15 die Hauptkammer und die mindestens eine Nebenkammer unabhängig
voneinander durch diese entleerbar sind; die Hauptkammer eine dritte,
vorzugsweise untere, Öffnung aufweist, die so ausgestaltet ist, dass die
Hauptkammer entlüftbar ist; die mindestens eine Nebenkammer jeweils
mindestens eine weitere, vorzugsweise erste obere, Öffnung aufweist, die
20 so ausgestaltet ist, dass die Nebenkammer be- und entlüftbar ist; wobei
diese Öffnungen mit entsprechend ausgestalteten Absperrorganen öf-
fen- und verschliessbar sind.

Bevorzugt sind die Hauptkammer und die mindestens eine Ne-
benkammer zylindrisch, was bedeutet, dass die Hauptkammer und die
25 mindestens eine Nebenkammer Hohlzylinder sind. Der Querschnitt der
Hauptkammer und der mindestens einen Nebenkammer kann jedoch
nicht nur kreisförmig, sondern auch eckig sein, d.h. beispielsweise

quadratisch, rechteckig, fünfeckig, sechseckig, achteckig oder jede andere geeignete Form aufweisen.

- Die Nebenkammern weisen vorzugsweise über ihre gesamte Längserstreckung annähernd denselben Querschnitt auf. Vorzugsweise
- 5 variiert der Querschnitt einer Nebenkammer über die gesamte Längserstreckung um nicht mehr als 50%. Bevorzugt variiert der Querschnitt einer Nebenkammer über die gesamte Längserstreckung um maximal 30%, besonders bevorzugt um maximal 20%, ganz besonders bevorzugt um maximal 10%.
- 10 Dass die Längsachsen der Hauptkammer und der mindestens einen Nebenkammer parallel zueinander angeordnet sind, bedeutet, dass sich die mindestens eine Nebenkammer nicht in der Mitte bzw. im Zentrum der Hauptkammer befindet, sondern zumindest teilweise ausserhalb davon (siehe beispielsweise Fig. 22). Bevorzugt befindet sich die
- 15 mindestens eine Nebenkammer auch nicht teilweise in der Mitte bzw. im Zentrum der Hauptkammer, sondern komplett ausserhalb davon. Besonders bevorzugt befinden sich alle vorhandenen Nebenkammern vollständig ausserhalb der Mitte bzw. dem Zentrum der Hauptkammer. Mit Mitte bzw. Zentrum der Hauptkammer ist deren zentrale Längsachse gemeint
- 20 (siehe Fig. 6c).

- In einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos befinden sich in der Hauptkammer mindestens drei Nebenkammern. Bevorzugt befindet sich in der Hauptkammer der Hauptbestandteil des Betons, und in den Nebenkammern weitere Betonzusatz-
- 25 stoffe, um die Anpassung des Produkts wie in einem Betonwerk zu gewährleisten. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform befindet sich in der Hauptkammer eine pulverförmige Komponente, insbesondere

eine Betonkomponente, und in der mindestens einen Nebenkammer bzw. den Nebenkammern die flüssige Komponente bzw. die flüssigen Komponenten, insbesondere flüssige Betonkomponenten und/oder Schaummittel. Vorteilhafterweise ist die Hauptkammer des Silos daher
5 aus Stahl gefertigt, und die Nebenkammern des Silos aus Edelstahl. Die Kammern können auch aus anderen der Fachperson bekannten Materialien gefertigt sein, die für die Aufbewahrung und/oder den Transport von Beton bzw. Betonzusatzstoffen geeignet sind.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf ein Silo mit drei
10 Nebenkammern limitiert, sondern kann eine beliebige Anzahl von Nebenkammern aufweisen, vorzugsweise mindestens zwei Nebenkammern. Damit jedoch der apparative Aufbau des Silos bzw. der erfindungsgemässen Anlage vorteilhafterweise überschaubar bleibt, wird die Zahl der Nebenkammern bevorzugt im Bereich von 2 bis 6, besonders bevorzugt
15 im Bereich von 2 bis 5, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 4 sein.

Die Nebenkammern können sowohl gleich gross als auch unterschiedlich gross sein. Sie erstrecken sich in Längsrichtung des Silos in aufgestellter Position. In einer Ausführungsform des erfindungsgemässen
20 Silos hat jeder der vorhandenen Nebenkammern ein Volumen von mindestens 2 m³ und das Silo ein Gesamtvolumen von bis zu 100 m³. Diese Angaben sind rein illustrativ und das erfindungsgemässe Silo ist nicht darauf beschränkt.

In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos umfasst dieses Mittel zum Halten des Silos in einer senkrechten Position. Vorteilhafterweise ist dieses Mittel ein Stützgerüst, welches am Silo angebrachte vertikale Längsstreben, ein auf den Boden

stellbares Gestell sowie zusätzliche Füsse aufweist. Dies garantiert eine stabile Position des Silos auf dem Untergrund und in der vertikalen Ausrichtung. Zudem dienen die vertikalen Längsstreben dazu, das Silo in einer liegenden Position stabil auf einem Transportfahrzeug oder auf dem

5 Untergrund zu lagern. Dieses Stützgerüst entspricht vorteilhafterweise der deutschen DIN Norm DIN 30734.

In einer dritten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos weist das Silo eine Kontrolleinrichtung auf, durch die das Füllniveau der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer und/oder die Temperatur der ersten Komponente in der Hauptkammer und/oder die Temperatur der zweiten Komponente in der mindestens einen Nebenkammer kontrollierbar ist. Ist mehr als eine Nebenkammer vorhanden, so ist vorteilhafterweise das Füllniveau und/oder die Temperatur jede dieser Nebenkammern durch die Kontrolleinrichtung

10 kontrollierbar. Ebenso kann der Druck der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer kontrollierbar sein.

In einer vierten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos weist die Hauptkammer eine erste obere Öffnung und/oder die mindestens eine Nebenkammer eine zweite obere Öffnung

20 auf, durch die eine Mess-Sonde einführbar ist, mit der das Füllniveau F1 der Hauptkammer und/oder das Füllniveau F2 der mindestens einen Nebenkammer bestimmbar ist, wobei diese Öffnungen mit entsprechend ausgestalteten Absperrorganen öffnen- und verschliessbar sind. Mit der Mess-Sonde kann auch der Grenzstand bestimmt werden, bis zu dem die

25 Füllung vorgenommen werden soll. Alternativ wird in eine weitere obere Öffnung der mindestens einen Nebenkammer ein Grenzstandsmelder eingeführt, der anzeigt, wenn die Nebenkammer maximal gefüllt ist.

Auch diese Öffnung ist mit einem entsprechend ausgestalteten Absperrorgan öffnen- und verschliessbar.

Um die Sicherheit der Anlage und der Befüllung weiter zu erhöhen, ist die Füllniveau-Mess-Sonde, beispielsweise eine Radar-Sonde, der
5 Hauptkammer oder der mindestens einen Nebenkammern so ausgestaltet, dass sie das automatische Verschliessen aller Ventile auslöst, wenn der gewünschte Füllstand überschritten ist, so dass die Befüllung gestoppt wird. Damit kann gewährleistet werden, dass die Kammern nicht überlaufen.

10 In einer fünften bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos sind die oberen Öffnungen der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer als Muffen mit Innengewinde ausgestaltet.

Die entsprechend gestalteten Absperrorgane dieser oberen
15 Öffnungen sind in einer sechsten bevorzugten Ausführungsform Magnetventile. Damit ist garantiert, dass die Öffnungen auch bei liegendem Silo verschlossen sind, ohne dass dies überprüft werden müsste. Statt Magnetventile zu verwenden, wäre es auch möglich, die Absperrorgane so zu gestalten, dass sie über eine Steuerung öffnen- und verschliessbar
20 sind. Vorteilhafterweise umfasst das erfindungsgemässe Silo also eine derartige Steuerung, die direkt am Silo angebracht sein kann. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist es auch möglich, die Ventile so zu gestalten, dass sie die Öffnungen automatisch verschliessen, wenn die Anlage ausser Betrieb genommen wird. So ist sicher gestellt, dass der Transport des Silos
25 ohne Verlust der pulverförmigen und flüssigen Komponenten erfolgen kann. Zudem kann noch eine weitere Sicherheitsfunktion eingebaut werden, die dafür sorgt, dass ein Sicherheitsrelais ausgelöst wird und alle

Öffnungen elektronisch verschliesst, sobald das Silo kippt oder in Schiefelage gerät. Damit ist gewährleistet, dass die Kammern beim Umfallen des Silos verschlossen sind, und kein Verlust der pulverförmigen und flüssigen Komponenten erfolgen kann.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Befüllung der Haupt- und der mindestens einen Nebenkammer bevorzugt von unten, kann jedoch auch durch eine entsprechende Öffnung von oben oder seitlich erfolgen. Letztere Varianten werden insbesondere angewendet, wenn das Silo liegend befüllt wird. Die Befüllung der Haupt- und der mindestens einen Nebenkammer von unten erfolgt bevorzugt, indem die jeweilige Komponente durch die jeweilige untere Öffnung mit Druck in die Kammer gepresst wird. Durch den Druck wird das Öffnen des entsprechenden Ventils ausgelöst. Der nötige Druckausgleich erfolgt durch die zur Entlüftung ausgestalteten Öffnungen. Sobald an die Kontrolleinrichtung ein Signal übermittelt wird, dass ein entsprechendes Füllniveau erreicht wurde, wird der Befüllvorgang gestoppt, indem die Absperrorgane der zur Entlüftung ausgestalteten Öffnungen sowie die Absperrorgane der zum Befüllen ausgestalteten Öffnungen automatisch geschlossen werden. Diese Absperrorgane können auch so ausgestaltet sein, dass sie sich automatisch verschliessen, wenn der jeweilige Schlauch zum Befüllen abgezogen wird.
- 10
15
20

- Um die Sicherheit beim Befüllen zu erhöhen und sicherzustellen, dass die jeweilige Kammer, also die Hauptkammer oder die jeweilige Nebenkammer, immer mit der gleichen Komponente befüllt wird, ist es möglich, die verschiedenen Öffnungen oder Kammern mit unterschiedlichen Farben oder unterschiedlichen Anschlüssen zu versehen, um so die Unterscheidbarkeit zu erhöhen.
- 25

In einer siebten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos sind die Enden der unteren Öffnungen der mindestens einen Nebenkammer als Flansche ausgestaltet, an die entsprechende Gegenstücke als Absperrorgane angeflanscht werden können. Vorteilhaft-
5 terweise werden Schnellkupplungen eingesetzt, für die unteren Öffnungen der Hauptkammer vorzugsweise Storz-Kupplungen.

In einer achten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos weisen die Hauptkammer und/oder die mindestens eine Nebenkammer eine Begleitheizung auf. Idealerweise weisen die Haupt-
10 kammer und jede der vorhandenen Nebenkammern eine Begleitheizung auf. Da die einzelnen Komponenten in der Haupt- und der mindestens einen Nebenkammer untergebracht sind, sind sie denselben Umgebungsbedingungen wie beispielsweise Druck und Temperatur ausgesetzt, was ebenfalls vorteilhaft ist. Die Begleitheizungen garantieren ausserdem
15 einen ganzjährigen Einsatz des erfindungsgemässen Silos. Denn sobald die Temperatur der Komponenten in der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer die kritische Tieftemperatur erreicht, wird automatisch die jeweilige Begleitheizung eingeschaltet, um Frostschäden an den Komponenten zu verhindern.

20 In einer neunten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos weist die Hauptkammer und/oder die mindestens eine Nebenkammer eine weitere untere Öffnung auf, in die ein Temperaturfühler einbringbar ist. Die Öffnung ist dann durch ein entsprechend gestaltetes Absperrorgan öffnen- und verschliessbar.

25 In einer zehnten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos sind die Begleitheizungen als Heizstäbe ausgebildet, die ebenfalls durch entsprechende weitere untere Öffnungen in die

Hauptkammer und/oder die mindestens eine Nebenkammer einbringbar sind. Diese Öffnungen sind dann jeweils durch ein entsprechend gestaltetes Absperrorgan öffnen- und verschliessbar.

In einer elften bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos umfasst das Silo einen Sensor, durch den der Feuchtigkeitsgehalt und/oder die Temperatur der Umgebung des Silos bestimmbar ist. Statt des Sensors könnten diese Parameter auch durch eine externe Wetterstation, beispielsweise über das Internet gewonnen werden. Der Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung hat einen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Aushärtens des Betons, ebenso wie der Wassergehalt des Betons. So ist es möglich, bei Ausseneinsätzen die Zusammensetzung des Betons durch Mischen der einzelnen Komponenten mit vor Ort verfügbarem Wasser an die Umgebungsbedingungen anzupassen. Daher kann man durch Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Umgebung den Wassergehalt sowie die Zudosierung der benötigten, einzelnen Baukomponenten entsprechend optimieren. Je nach Temperatur der Umgebung wird auch die Begleitheizung der Hauptkammer und/oder der mindestens einer Nebenkammer eingeschaltet bzw. der Heizgrad angepasst oder die einzelnen Baukomponenten auf Temperatur gehalten, um etwaigen Frostschäden vorzubeugen.

In einer zwölften bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos weist die Hauptkammer zumindest auf einem Teil ihrer Oberfläche Solarpanel auf, vorteilhafterweise für die Energieversorgung der Steuerung und/oder der Kontrolleinrichtung, die sich beispielsweise in einem Schaltkasten befinden. Idealerweise befinden sich die Solarpanel zumindest teilweise oder komplett auf der Mantelfläche der Hauptkammer. Idealerweise wird dadurch soviel Strom erzeugt, dass auch das

Mischen der Komponenten mit Hilfe des Solarstroms erfolgen kann. Dadurch ist das Silo unabhängig von externen Stromquellen. Zusätzlich können auch Batterien verwendet werden. Diese Batterien können über die Solarpanel kontinuierlich aufgeladen werden. Hierzu wird beispielsweise ein Photovoltaik-Wechselrichter verwendet. Um eine schnelle Ladung zu gewährleisten, wird vorteilhafterweise ein sogenanntes Fast-Charger-System verwendet. Um die kontinuierliche Temperaturüberwachung der Komponenten zuverlässig zu garantieren, kann es sinnvoll sein, diese an eine externe Stromquelle anzuschliessen. Die externe Stromquelle kann vorteilhafterweise auch dazu benutzt werden, die Batterien teilweise oder komplett aufzuladen, damit das erfindungsgemässe Silo auf der nächsten Baustelle bereits voll einsatzbereit ist.

In einer dreizehnten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos befindet sich im Zentrum der Hauptkammer ein Flansch, mit dem die Mischanlage inklusive Dosiereinheit fest verschraubbar ist. Die Nebenkammern sind ebenfalls jeweils einzeln mit Dosierpumpen ausstattbar, so dass eine individuelle Dosierung der einzelnen Komponenten ermöglicht wird. So können beispielsweise diverse Einstellungen wie Abbinde-Verhalten, Fliessverhalten und Raumgewicht so eingestellt werden wie vom Kunden gewünscht.

In einer vierzehnten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos sind an der Hauptkammer ein Rüttlerträger und/oder ein Rüttelarm angebracht. Bevorzugt erstreckt sich der Rüttelarm in einen Rüttlerkorb, der sich im Inneren der Hauptkammer des Silos befindet. Am Rüttlerträger kann dann ein entsprechender Rüttlermotor angebracht werden. Durch diesen kann das Silo ebenso wie durch den bewegbaren Rüttlerarm in Schwingungen versetzt werden. Dadurch ist

eine raschere Entleerung der Hauptkammer, auch bei schwierig zu entleerendem Material, gewährleistet.

In einer fünfzehnten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos sind die Hauptkammer und/oder die mindestens
5 eine Nebenkammer zylindrisch.

In einer sechzehnten bevorzugten Ausführungsform ist das erfindungsgemässe Silo transportierbar. Es handelt sich dann um ein mobiles Silo. Von der vorliegenden Erfindung sind jedoch auch nicht-mobile Silos, also montierte Silos, sog. «feste» Silos, mitumfasst.

10 Vorteilhafterweise sind an der Oberseite der Hauptkammer ausserdem Transporthilfen angebracht, so dass das Silo über diese an einem Kran befestigt und so angehoben werden kann, um es auf dann auf ein Transportfahrzeug zu kippen und liegend zu transportieren wie beispielsweise in EP 3 170 696 beschrieben.

15 Bevorzugt befindet sich an der Mantelfläche des Silos, besonders bevorzugt im mittleren Bereich, eine seitliche Öffnung, die vorteilhafterweise mit einem Domdeckel öffnen- und verschliessbar ist. Diese Öffnung ermöglicht die Befüllung der Hauptkammer in liegendem Zustand des Silos.

20 Zudem kann ebenfalls an der Mantelfläche des Silos in Längsachse ein Kabelleerrohr angebracht sein, durch das die Elektrokabel für die Mess-Sonden führbar sind, mit denen das Füllniveau F1 der Hauptkammer und/oder das Füllniveau F2 der mindestens einen Nebenkammer bestimmbar ist.

Die vorliegende Erfindung ist zudem gerichtet auf eine Anlage, die das erfindungsgemässe Silo sowie mindestens einen Mischer umfasst, in den die Komponenten der Hauptkammer und der mindestens einen Nebenkammer als wässrige Mischungen einbringbar und zu Beton, insbesondere zu Porenleichtbeton, auch Schaumbeton genannt, mischbar
5 sind, wobei das Einbringen dieser Komponenten in Wasser bevorzugt jeweils über einzelne, separate Dosierpumpen erfolgt und deren jeweils wässrige Mischungen dann in mindestens einem Mischer miteinander gemischt werden, und der Beton, insbesondere der Porenleichtbe-
10 ton/Schaumbeton, aus dem mindestens einen Mischer ausbringbar ist.

Die erfindungsgemässe Anlage kann auch noch weitere Mischer oder Dosierpumpen enthalten, so dass beispielsweise einzelne Komponenten aus den Nebenkammern vorab dosiert miteinander gemischt und dann erst mit Wasser verdünnt werden können. Auch ist es
15 möglich, einzelne Komponenten vorab mit Wasser zu vermischen. Vorteilhafterweise weist die Anlage dann zusätzliche Fässer auf, aus denen diese Vormischungen dosiert entnommen werden können. Weitere Einzelheiten sind den Figuren und deren Beschreibung zu entnehmen.

Die Merkmale der oben erwähnten bevorzugten Ausführungsformen können beliebig miteinander in einem Silo bzw. in einer Anlage kombiniert werden, und sind von der vorliegenden Erfindung mitumfasst. Dies schliesst die in den Figuren offenbarten Merkmale mit ein.

Zudem ist ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Beton, insbesondere von Porenleicht-
25 beton/Schaumbeton, in einer erfindungsgemässen Anlage, welches die folgenden Schritte aufweist:

- a) Bereitstellen einer ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente in der Hauptkammer des erfindungsgemässen Silos, sowie mindestens einer zweiten, vorzugsweise flüssigen, Komponente in der mindestens einen Nebenkammer des Silos;
- 5 b) Einbringen der ersten Komponente aus der Hauptkammer und Wasser in einen ersten Mischer, vorzugsweise über einzelne, separate Dosierpumpen, und Mischen der ersten Komponente und des Wassers zu einem Beton-Slurry;
- 10 c) Einbringen der zweiten Komponente in Wasser, vorzugsweise über eine Dosierpumpe, und Mischen der zweiten Komponente und Wasser zu einer wässrigen Mischung (wenn Beton hergestellt wird) bzw. zu einem Schaum (wenn Porenleichtbeton/Schaumbeton hergestellt wird);
- 15 d) Einbringen des in Schritt b) hergestellten Beton-Slurrys in einen zweiten Mischer unter Zumischen der in Schritt c) hergestellten wässrigen Mischung bzw. des in Schritt c) hergestellten Schaums und Mischen des Beton-Slurrys und der wässrigen Mischung bzw. des Schaums in dem zweiten Mischer zu Beton, insbesondere zu Porenleichtbeton/Schaumbeton;
- 20 e) Entnehmen des fertigen Betons, insbesondere des fertigen Porenleichtbetons/Schaumbetons, aus dem zweiten Mischer.

Bevorzugt werden die Schritte b), c), d) und e) kontinuierlich durchgeführt, besonders bevorzugt werden die Schritte b) und c) zeitgleich kontinuierlich durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich die Schritte b), c), d) und e) batch-weise durchzuführen.

Die Schritte b) bis d) werden nun näher erläutert:

Schritt b): Das Einbringen der ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente aus der Hauptkammer in den ersten Mischer, bevorzugt in einen Durchlaufmischer, erfolgt bevorzugt über eine Zellenradschleuse in einen Pumpentrichter sowie einen Weitertransport über eine nachgeschaltete Förderschnecke. Die Zellenradschleuse ist vorteilhafterweise mit zwei Sensoren ausgestattet, um die Menge der ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente dosiert zugeben zu können. So schaltet eine Sonde die Zellenradschleuse ab, wenn ein bestimmtes oberes Füllniveau erreicht ist, und eine weitere Sonde die Zellenradschleuse wieder an, wenn ein gewisses unteres Füllniveau unterschritten wird.

Das der ersten Komponente zugemischte Wasser ist vorzugsweise Wasser, welchem mindestens eine weitere vorzugsweise flüssige Komponente zugemischt wurde, so dass das der ersten Komponente zugemischte Wasser mindestens eine weitere, vorzugsweise flüssige, Komponente enthält.

Das Mischen der ersten Komponente und des Wassers zu einem Beton-Slurry erfolgt bevorzugt in einer Mörtelmischpumpe wie in WO 2004/080 676 beschrieben.

Der in Schritt b) hergestellte Beton-Slurry ist vorzugsweise eine homogene, thixotrope Masse.

Schritt c): Die Herstellung des Schaums aus der zweiten Komponente und Wasser erfolgt bevorzugt in einem Schaumgenerator, in dem die zweite, vorzugsweise flüssige, Komponente und das Wasser unter Zugabe von Luft miteinander vermischt werden. Bevorzugt ist die zweite Komponente ein flüssiges Schaummittel. Insbesondere kann der Schaum auch in einer Vorrichtung wie in NL-A 9302111 beschrieben, erzeugt werden.

Schritt d): Der in Schritt b) hergestellte Beton-Slurry wird vorzugsweise über einen Schlauch zu einem zweiten Mischer, vorzugsweise einem statischen Mischer, gepumpt, wobei der Schlauch bevorzugt zwischen Pumpenausgang und zweitem Mischer ein T-Stück aufweist, durch das die in Schritt c) hergestellte wässrige Mischung bzw. der in Schritt c) hergestellte Schaum zugemischt wird. Alternativ kann der Pumpenausgang auch eine Schaumeinspritzung aufweisen. Besonders bevorzugt erfolgt die weitere Durchmischung des Beton-Slurrys und der wässrigen Mischung bzw. des Schaums nicht nur in einem, sondern in zwei statischen Mixern, die hintereinander geschaltet sind. Statt eines statischen Mixers kann auch ein elektrischer Mischer verwendet werden.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ausserdem die Verwendung des erfindungsgemässen Silos bzw. der erfindungsgemässen Anlage zur Herstellung von Beton, insbesondere zur Herstellung von Porenleichtbeton/Schaumbeton.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die Figuren 1-6c zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos 100, die Figur 22 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos, die Figuren 7-9 zeigen eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Anlage 1000 zur Herstellung von Porenleichtbeton/Schaumbeton, wobei das Silo 100 drei Nebenkammern 2, 3, 4 aufweist. Die Figuren 10-21 zeigen schematische Darstellungen von bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemässen Anlage 1000; die Figuren 11-17 zeigen hierbei Anlagen 1000 zur Herstellung von Porenleichtbeton/Schaumbeton, die Figuren 18-21 Anlagen 1000 zur Herstellung von Beton.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos.

Figur 2 zeigt eine Schnittdarstellung dieser Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos.

5 Figur 3 zeigt eine Seitenansicht dieser Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos.

Figur 4 zeigt diese Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos von unten entlang der in Figur 2 eingezeichneten Achse A-A.

10 Figur 5 zeigt dieser Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos von oben.

Figur 6 a) zeigt die Schnittachsen N-N und O-O durch das Silo; Figur 6 b) die Schnittansicht entlang der Achse N-N und Figur 6 c) die Schnittansicht entlang der Achse O-O.

15 Figur 7 zeigt den Teil der erfindungsgemässen Anlage unterhalb des Silos, an dem der Mischer angebracht wurde, von vorne.

Figur 8 zeigt den Mischer und die weiteren unterhalb des erfindungsgemässen Silos befindlichen Gerätschaften in einer perspektivischen Ansicht von vorne.

20 Figur 9 zeigt den Mischer und die weiteren unterhalb des erfindungsgemässen Silos befindlichen Gerätschaften in einer perspektivischen Ansicht von hinten.

Figur 10 zeigt ein Schema der erfindungsgemässen Anlage gemäss den Figuren 7-9, auch Porenleichtbetonanlage oder Schaumbetonanlage genannt.

Figur 11 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die neben einem Kaltwasseranschluss bzw. -fass auch einen Durchlauferhitzer aufweist, sowie einen Mischer, in dem das kalte und das heisse Wasser miteinander gemischt werden.

Figur 12 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit vier Nebenkammern aufweist.

Figur 13 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit vier Nebenkammern und einen zusätzlichen Mischer aufweist. Statt Wasser kann auch eine Aktivatorflüssigkeit verwendet werden, die in einem entsprechenden Fass bereitgestellt wird.

Figur 14 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit fünf Nebenkammern aufweist.

Figur 15 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit fünf Nebenkammern und einen weiteren Mischer aufweist.

Figur 16 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit drei Nebenkammern und einen weiteren Mischer sowie ein zusätzliches Fass aufweist.

Figur 17 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit drei Nebenkammern und zwei weitere Mischer sowie ein zusätzliches Fass aufweist.

Figur 18 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit drei Nebenkammern aufweist.

Figur 19 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit vier Nebenkammern aufweist.

Figur 20 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit zwei Nebenkammern aufweist, sowie einen zusätzlichen Mischer und ein Fass.

Figur 21 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage, die ein Silo mit zwei Nebenkammern aufweist, sowie zwei zusätzliche Mischer und ein Fass.

Figur 22 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos in liegender Position mit drei unterschiedlich grossen Nebenkammern.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

In Figur 1 ist das Silo 100 in senkrechter Position gezeigt mit der Hauptkammer 1 und den drei Nebenkammern 2, 3, 4, sowie dem Stützgerüst 10. An der Mantelfläche 81 der Hauptkammer des Silos sind vertikale Streben 111, 112 angebracht, die in ein Gestell 110 mit Querstreben 113, 114, 115, 116, 117, 118 (Der Übersichtlichkeit halber sind diese Bezugszeichen hier nicht eingezeichnet worden.) und Füßen 130, 131, 132, 133 münden. An der Oberseite 91 der Hauptkammer sind die Oberseiten

122, 123, 124 der drei Nebenkammern 2, 3, 4 sichtbar, in die jeweils drei mit Absperrorganen versehene Öffnungen integriert sind. Zudem sind die aus der Unterseite 101 der Hauptkammer herausragenden Unterseiten 102, 103, 104 der Nebenkammern zu sehen, die als Flansche ausgebildet
5 sind.

Figur 2 zeigt eine erste Seitenansicht des Silos 100 mit dem an der Mantelfläche 81 der Hauptkammer angeordneten Kabelleer-Rohr 80 und der seitlichen Öffnung 70. Hier sind die drei unteren Öffnungen 11, 21, 31 der Hauptkammer zu sehen, über die diese befüllt (11), entleert
10 (21) und entlüftet (31) wird.

In Figur 3 ist das in Figur 2 gezeigte Silo 100 um 90° zu dem Betrachter gedreht gezeigt. Deutlich ist hier die seitliche Öffnung 70 zu sehen, über die die Hauptkammer 1 des Silos im liegenden Zustand des Silos 100 befüllbar ist. Ebenso zu sehen ist der Rüttlerträger 60, an dem ein
15 Rüttlermotor befestigbar ist.

In der in Figur 4 gezeigten Darstellung des Silos 100 von unten sieht man das Gestell 110 mit den Querstreben 113, 114, 115, 116, 117, 118 und den Füßen 130, 131, 132, 133. Deutlich zu sehen sind die als Flansche ausgestalteten Unterseiten 102, 103, 104 der Nebenkammern 2, 3, 4,
20 in die jeweils vier Öffnungen eingelassen sind: Die ersten unteren Öffnungen 12, 12', 12'' der Nebenkammern 2, 3, 4, die zur Befüllung dieser dienen, die zweiten unteren Öffnungen 22, 23, 24 der Nebenkammern 2, 3, 4, über die diese entleert werden können, die dritten unteren Öffnungen 82, 83, 84 der Nebenkammern 2, 3, 4, in die jeweils eine Mess-Sonde 40',
25 40'', 40''' zur Temperaturmessung einbringbar ist, und die vierten unteren Öffnungen 92, 93, 94 der Nebenkammern 2, 3, 4, in die jeweils ein Heizstab als Begleitheizung 72, 73, 74 einbringbar ist. Zu sehen sind auch die

drei Öffnungen 11, 21, 31 der Hauptkammer, sowie der Rüttlerträger 60 und der Rüttlerarm 61.

In der in Figur 5 gezeigten Darstellung des Silos 100 von oben sieht man das Gestell 110 mit den Füßen 130, 131, 132, 133. Deutlich zu
5 sehen sind die Transporthilfen 140, 141, 142, 143, 144, 145, die ermöglichen, das Silo zu kippen und auf einem Transportfahrzeug gesichert liegend zu einer Baustelle zu transportieren. Die Oberseiten 122, 123, 124 der Nebenkammern 2, 3, 4 weisen jeweils drei Öffnungen auf, die, insbesondere als Muffen mit Innenwindung ausgestaltet, mit entsprechenden
10 Absperrorganen, insbesondere magnetischen Ventilen, öffnen- und verschliessbar sind: eine erste obere Öffnung 32, 33, 34 zum Belüften, eine zweite obere Öffnung 42, 43, 44 zum Einführen einer Mess-Sonde, um das Füllniveau der Nebenkammer 2, 3, 4 zu bestimmen, sowie eine dritte obere Öffnung 32', 33', 34' zum Entlüften. Die oberen Öffnungen zum Be-
15 und Entlüften könnten auch jeweils nur als eine einzige Öffnung statt als zwei Öffnungen ausgestaltet sein. Ebenso zu sehen ist die erste obere Öffnung 41 der Hauptkammer, in die ebenfalls eine Mess-Sonde 40 zur Bestimmung des Füllniveaus einbringbar ist.

Figur 6 zeigt die Schnittachsen N-N und O-O durch das Silo; Fi-
20 gur 6 b) die Schnittansicht entlang der Achse N-N und Figur 6 c) die Schnittansicht entlang der Achse O-O. In Figur 6 b) ist die Lage des Befüllungsrohrs zu sehen, das in der erste unteren Öffnung 11 der Hauptkammer 1 endet. Es erstreckt sich durch das Silo und endet an der Innenseite der Oberseite des Silos in einem Pralltopf, von wo aus die erste Kompo-
25 nente im Silo verteilt wird. In Figur 6 c) ist die Lage des Entlüftungsrohrs zu sehen, das in der dritten unteren Öffnung 31 der Hauptkammer 1 endet.

Es erstreckt sich entlang der Längsachse durch das Silo, und kann an seinem Ende 31 zusätzlich noch mit einem Filter versehen sein.

Figur 7 zeigt eine erfindungsgemäße Anlage 1000, die das Silo 100 nach den Figuren 1-6 umfasst. Wie in Figur 7 zu sehen ist, ist die zweite
5 untere Öffnung der Hauptkammer 1 mit einer Zellenradschleuse 180 verbunden, durch die die vorzugsweise pulverförmige Komponente der Hauptkammer 1 in den Mischer 150, vorzugsweise den Durchlaufmischer 150, eingespeist wird. Die Dosierung der, vorzugsweise flüssigen, Komponenten der Nebenkammern 2 und 3 in Wasser erfolgt über die jeweiligen
10 Dosierpumpen 161 und 162. Das die beiden flüssigen Komponenten enthaltende Wasser wird dann über Schläuche (nicht eingezeichnet) in den Mischer 150 geleitet und dort mit der ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente zu einem Beton-Slurry vermischt. Dieser wird dann über die Förderpumpe 190 zu einem weiteren Mischer 151, vorzugsweise
15 einem statischen Mischer, transportiert. Der Pumpenausgang 175 weist ein T-Stück auf, über das der im Schaumgenerator 170 aus Wasser, Luft und der der Nebenkammer 4 entnommenen, vorzugsweise, flüssigen Komponente erzeugte Schaum zugemischt wird. Der Beton-Slurry enthaltend die erste, vorzugsweise pulverförmige, Komponente sowie die bei-
20 den, vorzugsweise flüssigen, Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 und der Schaum enthaltend die der Nebenkammer 4 entnommene, vorzugsweise, flüssige Komponente werden dann im Mischer 151 weiter miteinander gemischt. Vorteilhafterweise ist dem Mischer 151 noch ein weiterer Mischer 151', vorzugsweise ein statischer Mischer,
25 nachgeschaltet, in dem der Beton-Slurry und der Schaum weiter gemischt werden. Der Wasseranschluss 165 ist einerseits über Schläuche (nicht eingezeichnet) mit den Dosierpumpen 161 und 162 verbunden, sowie mit der Dosierpumpe 163 (nicht eingezeichnet) für die, vorzugsweise

flüssige, Komponente, ganz besonders bevorzugt für das Schaummittel, aus der Nebenkammer 4. Zu sehen ist ebenfalls der Schaltkasten 220 sowie der Photovoltaik-Wechselrichter 210 mit dem Batteriespeicher, durch den das erfindungsgemässe Silo 100 elektronisch gesteuert und überwacht werden kann.

Figur 8 zeigt die in Figur 7 gezeigte erfindungsgemässe Anlage 1000 mit den unter dem Silo 100 befindlichen Gerätschaften in einer perspektivischen Ansicht von vorne.

Figur 9 zeigt die in Figur 7 gezeigte erfindungsgemässe Anlage 1000 mit den unter dem Silo 100 befindlichen Gerätschaften in einer perspektivischen Ansicht von hinten. Hierbei ist noch das Wasserfass 155 zu sehen, das als Zwischenspeicher für das im Verfahren verwendete Wasser dient.

Wie in Figur 10 zu sehen ist werden die, vorzugsweise flüssigen, Komponenten der Nebenkammern 2 und 3 über die jeweiligen Dosierpumpen 161 und 162 zu Wasser (H₂O) aus dem Wasserfass 155 dosiert und gelangen so als wässrige Mischung in den Mischer 150. Die zweite untere Öffnung der Hauptkammer 1 ist mit einer Zellenradschleuse 180 verbunden, durch die die, vorzugsweise pulverförmige, Komponente der Hauptkammer 1 in den Mischer 150, vorzugsweise den Durchlaufmischer 150, eingespeist wird. Das die beiden flüssigen Komponenten enthaltende Wasser wird in dem Mischer 150 dann mit der ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente zu einem Beton-Slurry vermischt. Dieser wird dann über die Förderpumpe 190 zu einem weiteren Mischer 151, vorzugsweise einem statischen Mischer, transportiert. Der Pumpenausgang 175 des Mixers 150 weist ein T-Stück auf, über das der im Schaumgenerator 170 aus Wasser, Luft und der der Nebenkammer 4

entnommenen, vorzugsweise, flüssigen Komponente erzeugte Schaum zugemischt wird. Der Beton-Slurry enthaltend die erste, vorzugsweise pulverförmige, Komponente sowie die beiden, vorzugsweise flüssigen, Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 und der Schaum enthaltend die der Nebenkammer 4 entnommene, vorzugsweise, flüssige Komponente werden dann im Mischer 151 weiter miteinander gemischt. Vorteilhafterweise ist dem Mischer 151 noch ein weiterer Mischer 151', vorzugsweise ein statischer Mischer, nachgeschaltet, in dem der Beton-Slurry und der Schaum weiter gemischt werden. Das Wasserfass 155 und der Schaumgenerator 170 können Wasser aus derselben Leitung oder aus zwei unterschiedlichen Leitungen beziehen. Bevorzugterweise wird Wasser aus einem Kaltwasseranschluss zugeführt.

Figur 11 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000, die neben einem Wasserfass 155 für kaltes Wasser auch einen Durchlauferhitzer 156 aufweist, sowie einen Mischer 300, in dem das dem Wasserfass 155 und dem Durchlauferhitzer 156 entnommene kalte und heisse Wasser miteinander gemischt werden. Die Temperatur des Wassers kann somit an die Aussenbedingungen angepasst werden. In das so temperierte Wasser werden dann einerseits die Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 über die Dosierpumpen 161 und 162 eingemischt, andererseits wird das Wasser in den Schaumgenerator eingespeist. Über die Messsonde 240 kann die Temperatur des dem Mischer 150 zugeführten Wassers (enthaltend die Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3) bzw. die Temperatur des Beton-Slurrys im Mischer 150 bestimmt werden, über die Messsonde 241 die Temperatur des Wassers bzw. des Schaums in dem Schaumgenerator.

Figur 12 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000, die ein Silo 100 mit vier Nebenkammern 2, 3, 4 und 5 und einen zusätzlichen Mischer 301 aufweist. Hierbei wird die Komponente aus der Nebenkammer 5 zuerst in einem Mischer 301 mit Wasser
5 gemischt, bevor sie als Gemisch dem Schaumgenerator 170 zugeführt wird.

Die in Figur 13 schematisch gezeigte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000 unterscheidet sich von der in Fig. 12 gezeigten Anlage 1000, dass das Silo 100 fünf Nebenkammern 2, 3, 4, 5, 6
10 aufweist. Statt Wasser kann auch eine Aktivatorflüssigkeit verwendet werden, die in der Nebenkammer 6 des Silos 100 zur Baustelle transportiert und dann in einem entsprechenden Fass 260 bereitgestellt wird. In die Aktivatorflüssigkeit werden dann die Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 über die Dosierpumpen 161 und 162 eingemischt.

Figur 14 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000, die ein Silo mit fünf Nebenkammern 2, 3, 4, 5 und 6 aufweist. Die Komponenten aus den Nebenkammern 2, 3 und 6 werden über die Dosierpumpen 161, 162 und 163 Wasser zudosiert und als Gemisch in den Mischer 150 eingespeist. Statt Wasser kann auch eine
20 entsprechende vorgemischte Flüssigkeit oder flüssige Komponente aus einer weiteren Nebenkammer 4 oder 5 in den Schaumgenerator 170 eingespeist werden. Das Schaummittel befindet sich dann in der anderen der beiden Nebenkammern 4 und 5.

In der in Figur 15 gezeigten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000 ist die Ersatzflüssigkeit für Wasser noch nicht in die Nebenkammer 5 des Silos 100 gefüllt worden, sondern stattdessen das
25 Konzentrat oder Pulver dafür, so dass diese Ersatzflüssigkeit erst mit auf

der Baustelle zugeführtem Wasser im Mischer 301 aus dem Konzentrat oder Pulver aus der Nebenkammer 5 hergestellt werden muss.

Figur 16 zeigt ein Schema einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000 für die Herstellung von Porenleichtbe-
5 ton/Schaumbeton, wobei die Anlage 1000 ein Silo mit drei Nebenkammern 2, 3 und 4 und einen weiteren Mischer 302 sowie ein zusätzliches Fass 250 aufweist. In der Nebenkammer 4 wird das Schaummittel gelagert, welches dann in den Schaumgenerator 170 eingespeist wird. Auch dies kann über eine nicht dargestellte Dosierpumpe erfolgen. In der in
10 Fig. 16 gezeigten Ausführungsform werden erst die Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 über jeweilige Dosierpumpen 161 und 162 in einem Mischer 302 gemischt bevor sie in einem Fass 250 mit Wasser verdünnt und als verdünnte Mischung dem Mischer 150 zugeführt werden. Fig. 20 zeigt die entsprechende Anlage für die Herstellung von Be-
15 ton.

In der in Figur 17 schematisch gezeigten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anlage 1000 werden – im Vergleich zur Anlage gemäss Figure 16 – die Komponenten aus den Nebenkammern 2 und 3 zusätzlich in dem weiteren Mischer 302' miteinander gemischt. Figur 17
20 zeigt die Anlage für die Herstellung von Porenleichtbeton/Schaumbeton, Fig. 21 zeigt die entsprechende Anlage für die Herstellung von Beton.

In der in Figur 18 schematisch gezeigten Anlage 1000 wird Beton und kein Schaumbeton hergestellt. Daher weist diese Anlage 1000 keinen Schaumgenerator auf. Die Herstellung erfolgt hier durch Zudosie-
25 ren der Komponenten aus den Nebenkammern 2, 3 und 4 über jeweilige Dosierpumpen 161, 162 und 163 in Wasser und Vermischen mit Beton aus

der Hauptkammer 1 im Mischer 150. Auch hier könnte noch ein weitere Mischer nachgeschaltet sein.

Die in Figur 19 schematisch gezeigte Anlage 1000 weist im Vergleich zu der Anlage gemäss Figur 18 eine weitere Nebenkammer 5 auf, aus der die dort gelagerte Komponente mit einer Dosierpumpe 164 ebenfalls zum Wasser zudosiert wird und dann als wässrige Mischung mit den weiteren Komponenten aus den Nebenkammern 2, 3 und 4 in den Mischer 150 eingespeist wird, um dort weiter mit dem Beton aus der Hauptkammer 1 zum Beton-Slurry vermischt zu werden. Die in Figur 22 gezeigte Ausführungsform des erfindungsgemässen Silos 100 in liegender Position weist drei unterschiedlich grosse Nebenkammern 2, 3 und 4 auf. Diese finden sich alle nicht im Zentrum der Hauptkammer 1 und erstrecken sich entlang der Längachse des Silos. In der hier gezeigten Ausführungsform sind die drei Nebenkammern 2, 3, 4 und die Hauptkammer Hohlzylinder, jedoch sind auch andere Formen denkbar.

Bezugszeichenliste

	100	Silo
20	10	Mittel zum Halten des Silos in einer senkrechten Position
	20	Steuerung
	30	Kontrolleinrichtung
	50	Solarpanel
25	70	seitliche Öffnung
	80	Kabelleerrohr
	90	Sensor
30	40, 40', 40'', 40'''	Mess-Sonde der Hauptkammer und der drei Nebenkammern

	1	Hauptkammer
	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Nebenkammer
	L1	Längsachse der Hauptkammer 1
	L2	Längsachse der Nebenkammer 2
5	T1	Temperatur der ersten Komponente in der Hauptkammer
	T2	Temperatur der zweiten Komponente in der Nebenkammer
10	F1	Füllniveau der ersten Komponente in der Hauptkammer
	F2	Füllniveau der zweiten Komponente in der Nebenkammer
	211	erste Öffnung der Hauptkammer (Befüllung)
15	221	zweite Öffnung der Hauptkammer (Entleerung)
	231	dritte Öffnung der Hauptkammer (Entlüften)
20		
	11	erste untere Öffnung der Hauptkammer (Befüllung)
	21	zweite untere Öffnung der Hauptkammer (Entleerung)
25	31	dritte untere Öffnung der Hauptkammer (Entlüften)
	41	erste obere Öffnung der Hauptkammer (Füllniveau-Mess-Sonde)
30		
	213	Absperrorgan der ersten Öffnung der Hauptkammer (Befüllung)
	214	Absperrorgan der zweiten Öffnung der Hauptkammer (Entleerung)
35	215	Absperrorgan der dritten Öffnung der Hauptkammer (Entlüften)
	13	Absperrorgan der ersten unteren Öffnung der Hauptkammer (Befüllung)
40	14	Absperrorgan der zweiten unteren Öffnung der Hauptkammer (Entleerung)
	15	Absperrorgan der dritten unteren Öffnung der Hauptkammer (Entlüften)

	51	Absperrorgan der ersten oberen Öffnung der Hauptkammer (Füllniveau-Mess-Sonde)
5	60	Rüttlerträger
	61	Rüttlerarm
	71	Begleitheizung der Hauptkammer
	81	Mantelfläche der Hauptkammer
10	91	Oberseite der Hauptkammer
	101	Unterseite der Hauptkammer
	212, 212', 212''	erste Öffnung der Nebenkammer (Befüllung)
15	222, 223, 224	zweite Öffnung der Nebenkammer (Entleerung)
	12, 12', 12''	erste untere Öffnung der Nebenkammer (Befüllung)
20	22, 23, 24	zweite untere Öffnung der Nebenkammer (Entleerung)
	82, 83, 84	dritte untere Öffnung der Nebenkammer (Mess-Sonde zur Temperaturmessung)
	92, 93, 94	vierte untere Öffnung der Nebenkammer (Heizstab)
25		
	232, 233, 234	weitere Öffnung der Nebenkammer
	252, 253, 254	Absperrorgan der weiteren Öffnung der Nebenkammer (Be- und Entlüften)
30		
	32, 33, 34	erste obere Öffnung der Nebenkammer (Belüften)
	32', 33', 34'	dritte obere Öffnung der Nebenkammer (Entlüften)
35	42, 43, 44	zweite obere Öffnung der Nebenkammer (Füllniveau-Mess-Sonde)
	216	Absperrorgan der ersten Öffnung der Nebenkammer (Befüllung)
40	217	Absperrorgan der zweiten Öffnung der Nebenkammer (Entleerung)

16	Absperrorgan der ersten unteren Öffnung der Nebenkammer (Befüllung)
17	Absperrorgan der zweiten unteren Öffnung der Nebenkammer (Entleerung)
5	
52, 53, 54	Absperrorgan der ersten oberen Öffnung der Nebenkammer (Be- und Entlüften)
62, 63, 64	Absperrorgan der zweiten oberen Öffnung der Nebenkammer (Füllniveau-Mess-Sonde)
10	
72, 73, 74	Begleitheizung der Nebenkammer
102, 103, 104	Unterseite der Nebenkammer
15 122, 123, 124	Oberseite der Nebenkammer
110	Gestell
111, 112	vertikale Streben
113, 114, 115, 116, 117, 118	Querstreben
20 130, 131, 132, 133	Füße
140, 141, 142, 143, 144, 145	Transporthilfe
150, 151	Mischer
155	Wasserfass
25 156	Durchlauferhitzer
160, 161, 162, 163, 164, 166	Dosierpumpe
165	Anschluss Wasser und Dosiermittel
170	Schaumgenerator
175	Pumpenausgang mit Schaumeinspritzung wahlweise T-Stück
30 180	Zellenradschleuse
190	Förderpumpe
200	Batterien
210	PV-Wechselrichter mit Batteriespeicher
35 220	Schaltkasten
300, 301, 302, 302'	Mischer
240	Mess-Sonde des Mischers 150
241	Mess-Sonde des Schaumgenerators 170
40 250	Fass
260	Fass enthaltend einen flüssigen Aktivator (als Wasserersatz)

Patentansprüche

1. Ein Silo (100) für die Herstellung von Beton umfassend eine Hauptkammer (1) für die Aufbewahrung einer ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente sowie mindestens eine Nebenkammer (2) für
- 5 die Aufbewahrung einer zweiten, vorzugsweise flüssigen, Komponente, wobei
- sich die mindestens eine Nebenkammer (2) in der Hauptkammer (1) befindet;
 - die Längsachsen (L1, L2) der Hauptkammer und der mindestens
- 10 tens einen Nebenkammer parallel zueinander angeordnet sind;
- die Hauptkammer (1) und die mindestens eine Nebenkammer (2) jeweils erste Öffnungen (211, 212) aufweisen, die so ausgestaltet sind, dass die Hauptkammer (1) und die mindestens eine Nebenkammer (2) unabhängig voneinander durch diese befüllbar sind;
- 15
- die Hauptkammer (1) und die mindestens eine Nebenkammer (2) jeweils zweite Öffnungen (221, 222) aufweisen, die so ausgestaltet sind, dass die Hauptkammer (1) und die mindestens eine Nebenkammer (2) unabhängig voneinander durch diese entleerbar sind;
 - die Hauptkammer (1) eine dritte Öffnung (231) aufweist, die
- 20 so ausgestaltet ist, dass die Hauptkammer (1) entlüftbar ist;
- die mindestens eine Nebenkammer (2) jeweils mindestens eine weitere Öffnung (232) aufweist, die so ausgestaltet ist, dass die Nebenkammer (2) be- und entlüftbar ist;
- wobei diese Öffnungen (211, 212, 221, 222, 231, 232) mit entsprechend
- 25 ausgestalteten Absperrorganen (213, 214, 215, 216, 217, 252) öffnen- und verschliessbar sind.

2. Das Silo (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Öffnungen (211, 212) der Hauptkammer (1) und der mindestens einen Nebenkammer (2), durch die diese unabhängig voneinander befüllbar sind, jeweils erste untere Öffnungen (11, 12) sind.

3. Das Silo (100) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Öffnungen (221, 222) der Hauptkammer (1) und der mindestens einen Nebenkammer (2), durch die diese unabhängig voneinander entleerbar sind, jeweils zweite untere Öffnungen (21, 22) sind.

4. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Öffnung (231) der Hauptkammer (1), die so ausgestaltet ist, dass die Hauptkammer (1) entlüftbar ist, eine dritte untere Öffnung (31) ist.

5. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Öffnung (232) der Nebenkammer (2), die so ausgestaltet ist, dass die Nebenkammer (2) be- und entlüftbar ist, eine erste obere Öffnung (32) ist.

6. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silo (100) eine Kontrolleinrichtung (30) aufweist, durch die das Füllniveau (F1, F2) der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer und/oder die Temperatur T1 der ersten Komponente in der Hauptkammer (1) und/oder die Temperatur T2 der zweiten Komponente in der mindestens einen Nebenkammer (2) kontrollierbar ist.

7. Das Silo (100) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptkammer (1) eine erste obere Öffnung (41) und/oder die mindestens eine Nebenkammer (2) eine zweite obere Öffnung (42) aufweisen, durch die eine Mess-Sonde (40, 40') einführbar ist, mit der das
- 5 Füllniveau (F1, F2) der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer bestimmbar ist, wobei diese Öffnungen (41, 42) mit entsprechend ausgestalteten Absperrorganen (51, 62) öffnen- und verschliessbar sind.
- 10 8. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die oberen Öffnungen der Hauptkammer (41) und/oder der mindestens einen Nebenkammer (32, 42) als Muffen mit Innengewinde ausgestaltet sind.
- 15 9. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Absperrorgan (51) der ersten oberen Öffnung (41) der Hauptkammer und/oder das Absperrorgan (52) der ersten oberen Öffnung (32) der mindestens einen Nebenkammer (2) und/oder das Absperrorgan (62) der zweiten oberen Öffnung (42) der
- 20 mindestens einen Nebenkammer jeweils ein Magnetventil ist.
10. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden der unteren Öffnungen (12, 22) der Hauptkammer und/oder der mindestens einen Nebenkammer als Flansche ausgestaltet sind.
- 25 11. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptkammer (1)

und/oder die mindestens eine Nebenkammer (2) eine Begleitheizung (71, 72) aufweisen.

12. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silo (100) einen Sensor (90) umfasst, durch den der Feuchtigkeitsgehalt und/oder die Temperatur der Umgebung des Silos bestimmbar ist.

13. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptkammer (1) zumindest auf einem Teil ihrer Mantelfläche (81) Solarpanel (50), vorteilhafterweise für die Energieversorgung der Steuerung (20) und/oder der Kontrolleinrichtung (30), aufweist.

14. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptkammer (1) und/oder die mindestens eine Nebenkammer (2) zylindrisch sind.

15. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silo (100) Mittel (10) zum Halten des Silos in einer senkrechten Position umfasst und/oder dass das Silo transportierbar ist.

16. Das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silo (100) mindestens zwei Nebenkammern (2, 3), bevorzugt eine Anzahl von Nebenkammern im Bereich von 2 bis 6, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 5, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 4, umfasst.

17. Eine Anlage (1000) umfassend das Silo (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, sowie mindestens einen Mischer (150), in den die Komponenten der Hauptkammer (1) und der mindestens eine Nebenkammer (2) des Silos (100) einbringbar und mit
5 Wasser zu Beton, insbesondere zu Porenleichtbeton, mischbar sind, wobei das Einbringen dieser Komponenten in Wasser bevorzugt jeweils über einzelne, separate Dosierpumpen (160, 161) erfolgt, und deren jeweils wässrige Mischungen dann in dem mindestens einen Mischer (150) miteinander gemischt werden, und wobei der Beton, insbesondere der Poren-
10 leichtbeton, aus dem mindestens einen Mischer (150) ausbringbar ist.

18. Ein Verfahren zur Herstellung von Beton, insbesondere von Porenleichtbeton, in einer Anlage (1000) nach Anspruch 17, welches die folgenden Schritte aufweist:

15

- a) Bereitstellen einer ersten, vorzugsweise pulverförmigen, Komponente in der Hauptkammer (1) des Silos (100), sowie mindestens einer zweiten, vorzugsweise flüssigen, Komponente in der mindestens einen Nebenkammer (2) des Silos (100);
- 20 b) Einbringen der ersten Komponente aus der Hauptkammer (1) und Wasser in einen ersten Mischer (150), vorzugsweise über einzelne, separate Dosierpumpen (160), und Mischen der ersten Komponente und des Wassers zu einem Beton-Slurry;
- c) Einbringen der zweiten Komponente in Wasser, vorzugsweise über
25 eine Dosierpumpe (161), und Mischen der zweiten Komponente und Wasser zu einer wässrigen Mischung (wenn Beton hergestellt wird) bzw. zu einem Schaum (wenn Porenleichtbeton hergestellt wird);

- d) Einbringen des in Schritt b) hergestellten Beton-Slurrys in einen zweiten Mischer (151) unter Zumischen der in Schritt c) hergestellten wässrigen Mischung bzw. des in Schritt c) hergestellten Schaums und Mischen des Beton-Slurrys und der wässrigen Mischung bzw. des Schaums in dem zweiten Mischer (151) zu Beton, insbesondere zu Porenleichtbeton;
- 5 e) Entnehmen des fertigen Betons, insbesondere des fertigen Porenleichtbetons, aus dem zweiten Mischer (151).
- 10 19. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Schritte b), c), d) und e) kontinuierlich erfolgen.
20. Verwendung des Silos (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16 oder einer Anlage (1000) nach Anspruch 17 zur Herstellung von Beton, insbesondere zur Herstellung von Porenleichtbeton.
- 15