

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Februar 2021 (11.02.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/023598 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

B28C 5/16 (2006.01) B01F 7/18 (2006.01)  
B01F 7/16 (2006.01) C04B 40/00 (2006.01)  
B01F 11/02 (2006.01) B28C 5/48 (2006.01)  
B28C 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/071412

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Juli 2020 (29.07.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 120 939.0  
02. August 2019 (02.08.2019) DE

(71) Anmelder: SONOCONCRETE GMBH [DE/DE]; Thiemstraße 45, 03050 Cottbus (DE).

(72) Erfinder: RÖBLER, Christiane; Ziegenhainer Oberweg 54, 07749 Jena (DE). REMUS, Ricardo; Markgrafenmühle 2, 03050 Cottbus (DE).

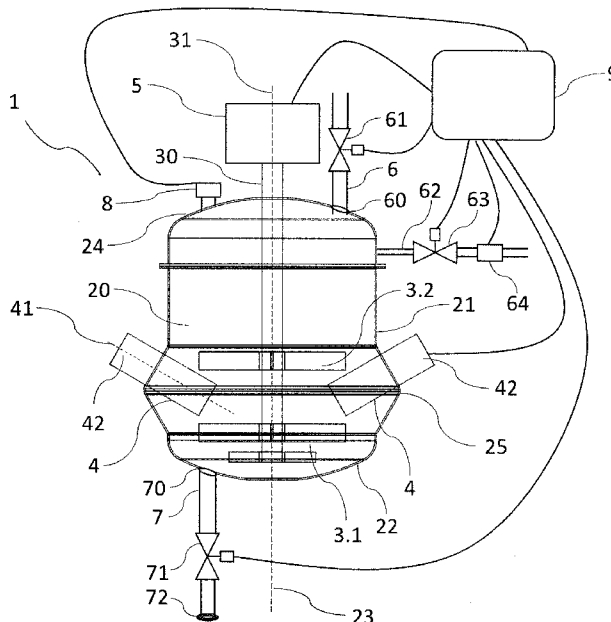
(74) Anwalt: SPECHT, Peter et al.; Am Zwinger 2, 33602 Bielefeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: CEMENT PREMIXER, DEVICE FOR PRODUCING A CONCRETE MIXTURE AND METHOD FOR PRODUCING A CEMENT SUSPENSION

(54) Bezeichnung: ZEMENTVORMISCHER, EINE VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER BETONMISCHUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ZEMENTSUSPENSION

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a cement premixer (1) comprising: a treatment container (2) having a treatment space (20), the treatment container (2) having a side wall (21) and a bottom (22); at least one stirring unit (3; 3.1, 3.2), which extends at least partially into the treatment space (20), the stirring unit (3; 3.1, 3.2) being connected to a shaft (30) having an axis of rotation (31); at least one ultrasonic probe (4), which extends at least partially into the treatment space (20); and at least one ultrasonic oscillator (42), which applies ultrasound to the at least one ultrasonic probe (4), the cement premixer (1) having at least one first introduction opening (60) for supplying cement and an outlet (70) to the flow feed line (7) for feeding a cement suspension provided by the cement premixer (1) into a concrete-mixing device.

(57) Zusammenfassung: Ein Zementvormischer (1) umfasst einen Behandlungsbehälter (2) mit einem Behandlungsraum (20), wobei der Behandlungsbehälter (2) eine Seitenwand (21) und einen Boden (22) aufweist, mindestens ein Rührwerk (3; 3.1, 3.2), welches zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragt, wobei das Rührwerk (3; 3.1, 3.2) mit einer Welle (30) mit einer Drehachse (31) verbunden ist, mindestens eine Ultraschallsonde (4), welche zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragt und mindestens einem Ultraschallschwinger (42), welcher die mindestens eine Ultraschallsonde (4) mit Ultraschall beaufschlagt, wobei der Zementvormischer (1) zumindest eine erste Einführöffnung (60) für die Zuführung von Zement aufweist und einen Ablauf (70) zur Strömungszuleitung (7) einer vom Zementvormischer (1) bereitgestellten Zementsuspension in eine Betonmischvorrichtung.



WO 2021/023598 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

## Zementvormischer, eine Vorrichtung zur Herstellung einer Betonmischung und Verfahren zur Herstellung einer Zementsuspension

### *Beschreibung*

5

Die Erfindung betrifft einen Zementvormischer zur Herstellung einer Zementsuspension, sowie eine Vorrichtung zur Herstellung einer Betonmischung umfassend einen solchen Zementvormischer und ein Verfahren zur Herstellung einer Zementsuspension und/oder einer Beton- oder Mörtelmischung.

10

Im Bauwesen haben Betonfertigteile aufgrund ihrer witterungsunabhängigen Fertigung eine sehr große Bedeutung. Die Fertigteile können ganzjährlich in hoher Qualität produziert werden. Die Herstellung von Beton ist jedoch mit aktuellen Techniken mit einem großen Material- und Energieeinsatz verbunden. Um einen effizienten Prozess zur Herstellung der Fertigteile zu gewährleisten, muss der Beton eine schnelle Festigkeitsentwicklung aufweisen, damit die Umlaufzeit der Herstellung der Fertigteile möglichst geringgehalten wird. Eine schnelle Festigkeitsentwicklung wird typischerweise mit hochreaktiven Portlandzementen und einer Wärmebehandlung der Betone gewährleistet. Hochreaktive Portlandzemente sind jedoch sehr teuer und weisen einen erheblichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf. Die zusätzliche Wärmebehandlung von Betonen kann mittels Heißdampf oder Thermoöl direkt in der Schalung oder in Wärmekammern mit Heißluft realisiert werden. Damit werden erhebliche Mengen Brennstoffe verbraucht, welche wiederum einen hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursachen. Zudem wird rund ein Drittel der produzierten Wärme für das Aufwärmen der Stahlschalungen verbraucht und dieser Anteil steht somit ebenfalls nicht zur Beschleunigung der chemischen Reaktion zur Verfügung. Dieser Problematik wird u.a. durch Weisheit et al.; Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung in der Betonfertigteilerstellung, 2018, ibausil, Weimar, Deutschland, s.1146-1153, Band 1, ISBN 78-3-00-059950-7 aufgegriffen und erörtert.

30

Eine Wärmebehandlung kann außerdem nicht beliebig gesteigert werden, da zu hohe Behandlungstemperaturen vom Beton zu Strukturschäden und zu erheblichen Einbußen in der Dauerhaftigkeit des Betons führen können. Dies wird u.a. durch Stark, Jochen; Wicht, Bernd (2013): Dauerhaftigkeit von Beton. 2., aktualisierte und erw. Aufl. Berlin: Springer Vieweg erläutert

35

Die Verwendung chemischer Beschleuniger ermöglicht eine Steigerung der Druckfestigkeit. Die chemischen Beschleuniger können jedoch negativ mit anderen Betonbestandteilen interagieren und sind als Ersatz der Wärmebehandlung ggf. nicht wirtschaftlich. Weiterhin reicht die Druckfestigkeit, welche durch chemische Beschleuniger erreicht wird, bei niedrigen Temperaturen u. U. nicht aus, um einen schnellen und effizienten Prozess aufrechtzuerhalten.

Die DE 10 2017 206 660 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung einer Beton- oder Mörtelmischung direkt in einem Betonmischer unter Einsatz von hochfrequenten Schwingungen. Diese hochfrequenten Schwingungen werden in die Beton- oder Mörtelmischung, welche Zement, Sand, Kies, Splitt, gegebenenfalls weitere Zusatzmittel und Wasser enthält, übertragen.

Die RU2496748C1, RU2533516C1 und beschreiben Verfahren zum Mischen und ultraschallbehandeln von Wasser und oder Zement-Wasser-Mischungen wobei sich diese Verfahren sich in der Wahl der Ultraschall-Parameter und den daraus erwachsenden physikalischen Effekten mit Bezug auf die vorliegende Erfindung unterscheiden.

In den vorgenannten Dokumenten wird eine Intensität bis  $2,5 \text{ W/cm}^2$  beschrieben, welche in dem Bereich der sog. stabilen Kavitation führt. Das bedeutet Gas-/Dampfblasen wachsen und oszillieren über viele akustische Zyklen um ihre Position. Siehe u.a. Mason, Timothy James; Lorimer, John Phillip (2002): Applied sonochemistry. The uses of power ultrasound in chemistry and processing. Weinheim: Wiley-VCH.

In der vorliegenden Erfindung werden deutlich höhere Intensitäten ( $25 - 250 \text{ W/cm}^2$ ) gewählt, um eine sog. transiente Kavitation zu erzeugen. Dies bedeutet (Gas-/Dampfblasen wachsen im Ultraschallfeld und existieren nur für einige wenige akustische Zyklen, bevor sie unter Freisetzung großer Mengen Energie (Wärme + Druck) implodieren und dadurch eine Kavitation erzeugen

Des Weiteren wird in RU2496748C1, RU2533516C1 eine Erhöhung des Umgebungsdruckes während des Beschallens vorgeschlagen, wohingegen die vorliegende Erfindung bevorzugt bei Umgebungsdruck ( $1 \text{ bar} \pm 0.1 \text{ bar}$ ) arbeitet.

35

Die RU2410237C1 offenbart Intensitäten im Bereich der Erfindungsmeldung  $7-70 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2$  allerdings ohne Angaben von Ultraschall-Amplituden und mit dem Ziel Zement zu dispergieren und/oder aufzumahlen.

5 Durch die vorliegende Erfindung soll ein Zementvormischer der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art so beschrieben werden, dass dieser Zementvormischer in bestehende Anlagen integrierbar ist und andererseits durch das Verfahren mit dieser Vorrichtung eine schnellere, effizientere und kosten-  
günstige Festigkeitsentwicklung des Betons ermöglicht.

10

Die vorliegende Erfindung löst die vorgenannte Aufgabe durch das Bereitstellen eines Zementvormischers mit den Merkmalen des Anspruchs 1, sowie durch das Bereitstellen einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und durch das Bereitstellen eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 16.

15

Ein erfindungsgemäßer Zementvormischer umfasst einen Behandlungsbehälter mit einem Behandlungsraum, wobei der Behandlungsbehälter eine Seitenwandung und einen Boden aufweist. Er umfasst zudem mindestens ein Rührwerk, welches zumindest teilweise in den Behandlungsraum hineinragt, wobei das Rührwerk mit einer  
20 Welle mit einer Drehachse verbunden ist. Zudem umfasst der Zementvormischer mindestens eine Ultraschallsonde, welche zumindest teilweise in den Behandlungsraum hineinragt. Schließlich umfasst der Zementvormischer mindestens einem Ultraschallschwinger, z.B. ein Piezoelement, welcher die mindestens eine Ultraschallsonde mit Ultraschall beaufschlagt.

25

Die Ultraschallsonde ist insbesondere als Sonotrode ausgebildet und arbeitet bevorzugt in folgendem Bereich (Werte beziehen sich auf  $T=25^\circ\text{C}$  und Normaldruck):

- Intensität des von der Ultraschallsonde emittierten Ultraschalls:  $25-250 \text{ W/cm}^2$

30

Wenn Ultraschall in ein Medium eingebracht wird, werden die Partikel und das Medium in Schwingung versetzt. Diese Schwingung überträgt kinetische Energie der Ultraschallwelle. Die Intensität ( $I$ ) entspricht dabei der Leistung z.B. Watt die pro Fläche transportiert wird. Die Einheit ist Leistung pro Fläche (z.B.  $\text{W/cm}^2$ )

35

- Amplitude des von der Ultraschallsonde emittierten Ultraschalls:  $15-500 \mu\text{m}$ .

Die Amplitude ( $u$ ) beschreibt die Auslenkung der Ultraschallwelle (z.B. in  $\mu\text{m}$ ) Bei gleichbleibender Frequenz führen höhere Amplituden zu einer Erhöhung der Intensität. Je größer die Amplitude ist, desto größer sind die Druckunterschiede während Hochdruck- und Niederdruckzyklen.

5

- Frequenz des von der Ultraschallsonde ausgesandten Ultraschalls: bevorzugt 10-30 kHz

Die Frequenz ( $f$ ) beschreibt die Rate der Schwingungen an der Spitze der Ultraschallsonde. Da die Bildung, das Wachstum und die Implosion von Dampfblasen ein zeitabhängiger Prozess ist, führen höhere Frequenzen zu kleineren Kavitationsblasen.

10

- Spezifischer Energieeintrag (ins Medium - Wasser): bevorzugt 25-250 Ws/ml

15

Eine Ermittlung der vorgenannten Werte kann beispielsweise in Wasser elektroakustisch mittels eines Hydrophons erfolgen.

Der erfindungsgemäße Zementvormischer weist zumindest eine erste Einführöffnung für die Zuführung von Zement auf und einen Ablauf zur Strömungszuleitung einer vom Zementvormischer bereitgestellten Zementsuspension in eine Betonmischvorrichtung bzw. in einen Betonmischer.

20

Im Weiteren kann der erfindungsgemäße Zementvormischer eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung aufweisen, welche ausgerüstet ist, zum Einstellen des Betriebs des Zementvormischers im o.g. Betriebsbereich.

25

Die Seitenwandung und der Boden schließen den Behandlungsraum seitlich und nach unten ab. Die Seitenwandung verläuft insbesondere entlang der Drehachse des Rührwerks. Ein Deckel kann den Behandlungsraum zumindest teilweise nach oben hin schließen.

30

Durch die Einführöffnung kann neben der Zuführung von Zement auch Wasser zugeführt werden. Alternativ kann Wasser über eine weitere Zuführleitung durch eine weitere Einführöffnung erfolgen.

35

Der Ablauf kann vorzugsweise eine Ablauföffnung aufweisen. Diese ist vorzugsweise im Boden des Behandlungsbehälters angeordnet. Der Ablauf kann beispielsweise als Ablaufrohr mit endständigem Flanschanschluss ausgebildet sein. Auch ein Fallschacht ist als Ablauf denkbar.

5

Der Ablauf weist eine Regelvorrichtung, beispielsweise eine Dosiervorrichtung, insbesondere ein Dosierventil auf, mittels welcher eine Regelung der Zulaufmenge an Zementsuspension in den Betonmischer erfolgen kann. Alternativ zu einem Ventil kann auch eine regelbare Klappe oder eine Schleuse vorgesehen sein.

10

Ebenso kann der Zulauf eine Regelvorrichtung zur Regelung der Zulaufmenge an Zement und/oder Wasser und/oder weiterer Zusatzmittel in den Behandlungsbehälter. Es kann sich z.B. um ein Feststoffventil handeln oder um eine regelbare Feststoffklappe. Wird das Wasser und/oder die weiteren Zusatzmittel durch gesonderte Zuläufe, z.B. Zulaufleitungen, in den Behandlungsbehälter zugeführt, so können diese auch jeweils eine gesonderte Regelvorrichtung aufweisen.

15

Im Zementvormischer kann das Rührwerk über die Welle mit einer Antriebseinheit gekoppelt sein und sich innerhalb des Behandlungsraums durch Rotation bewegen.

20

Der Ultraschallschwinger kann einen Regler zur Einstellung einer Amplitude der Schwingungen umfassen. Der Verstärker und die mittels diesem Verstärker vornehmbare Einstellung der Amplitude sowie die sich daraus ergebende Intensität der Ultraschallschwingungen ermöglicht eine einfache Anpassung der Schwingungen an unterschiedliche Erfordernisse bei der Herstellung verschiedener Zementsuspensionen. Diese Einstellung und das Zeitintervall der Ultraschallbehandlung entspricht einem Energieeintrag, welcher auf das Volumen der Zementsuspension angepasst werden kann.

25

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers weist der Zementvormischer eine mechanische Schnittstelle, vorzugsweise einen Flansch auf, über welchen er, vorzugsweise mediumsdicht, mit dem Betonmischer verbunden werden kann.

30

Dazu kann der Betonmischer einen Gegenflansch aufweisen, um diesen lösbar mit dem Flansch vom Zementvormischer als eine Flanschverbindung zu verbinden. In diesem Fall kann ein Ablaufrohr im Boden des Behandlungsbehälters zur Überfüh-

35

rung der erzeugten Zementsuspension beispielsweise in einen Beton- oder Mörtel-  
mischer anwesend sein.

5 In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers ragt die mindestens eine  
Ultraschallsonde durch die Seitenwandung des Behandlungsbehälters zumindest  
teilweise in den Behandlungsraum hinein.

10 In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers weist der Behandlungs-  
behälter eine achsensymmetrische, vorzugsweise rotationssymmetrische Seiten-  
wandung auf, wobei die Symmetrieachse der Seitenwandung vorzugsweise parallel  
zur Drehachse des Rührwerks verläuft.

15 Im Fall einer rotationssymmetrischen Seitenwandung weist diese eine weitestgehend  
zylindrische Form auf. Dabei können die Symmetrieachse und die Drehachse koinzi-  
dieren.

20 In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers weist die Seitenwandung  
in der Hälfte zum Boden hin eine Ausweitung auf, welche um den gesamten Umfang  
der Seitenwandung konzentrisch zur Drehachse verläuft. Die Ausweitung verläuft  
von der Drehachse weg.

Die Ultraschallsonden sind in einer weiteren Ausführungsform in der Seitenwandung  
im Bereich der Ausweitung angeordnet.

25 In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers ragen mindestens zwei  
Ultraschallsonden, bevorzugt drei oder vier Ultraschallsonden, mit gleichem Winkel  
zueinander um die Symmetrieachse der Seitenwandung verteilt in den Behandlungs-  
raum hinein.

30 In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers hat mindestens eine Ult-  
raschallsonde eine Längsachse und die Längsachse ist mit einem Winkel von 50° bis  
70°, insbesondere von 55° bis 65° zur Symmetrieachse der Seitenwandung des Be-  
handlungsbehälters angeordnet und in Richtung des Bodens des Behandlungsbehäl-  
ters ausgerichtet.

35 Dabei weist die Ultraschallsonde ein Ende im Innern des Behandlungsraums auf,  
welches in Richtung Boden des Behandlungsbehälters ausgerichtet ist.

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers ist das Rührwerk derart angeordnet, dass im Betrieb der Einzug von Feststoff im Zentrum des Behandlungsraums erfolgt.

5

Das Zentrum des Zementvormischers befindet sich um die Welle des Rührwerks herum. Durch das Drehen der Welle mit den angebrachten Rührwerkzeugen, kommt es zu einer sogenannten Trombenbildung. Diese gebildete Trombe befördert das Material nach im Zentrum bzw. im Bereich der Längsachse der Vorrichtung nach unten zu den Rührorganen und lässt es entlang des Randes des Zementvormischers wieder aufsteigen.

10

So kann man eine Strömung im Medium erreichen, wobei die Zementsuspension wieder und wieder an den Sonotroden vorbeigeführt wird. Die Größe der Trombe wird von der Drehzahl und dem Rührwerksdurchmesser bestimmt, kann der Dimensionierung des Zementvormischers angepasst werden.

15

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers kann dieser eine Steuer- und/oder Auswerteeinheit aufweisen, zur Steuerung des Rührwerks derart, dass der Betrieb bei Drehzahlen von 200 Umdrehungen pro Minute bis 300 Umdrehungen pro Minute erfolgt.

20

Das Rührwerk kann, um eine gute Homogenisierung der Zementsuspension zu gewährleisten, in einem Arbeitsbereich von 200 Umdrehungen pro Minute bis 300 Umdrehungen pro Minute arbeiten.

25

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers ist das Rührwerk derart ausgestaltet, dass das Rührwerk im Betrieb eine Beförderung der Zementsuspension zum Boden und wieder hinauf des Behandlungsraums bewirkt.

30

Hierfür weist das Rührwerk eine Neigung der Rührblätter bzw. Propeller um 50-55°, vorzugsweise um 52-54° auf, um den Auf- und Abwärtsstrom zu begünstigen

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers weist der Zementvormischer einen Sensor zum Erfassen des Füllstands des Zementvormischers aufweist. Die Füllstandsmessung kann beispielsweise per Radarwellen oder Ultraschallwellen erfolgen.

35

In einer weiteren Ausführungsform des Zementvormischers ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit ausgelegt zur Steuerung der Rührgeschwindigkeit des Rührwerks und/oder zur Steuerung des Ultraschallschwingers, vorzugsweise des Energieeintrags des Ultraschallschwingers, in Abhängigkeit vom ermittelten Füllstand.

Dabei kann die Steuer- und/oder Auswertevorrichtung insbesondere den spezifischen Energieeintrag pro Volumeneinheit der Zementsuspension steuern oder erfassen. Dieser Energieeintrag kann aber auch berechnet werden.

Die Steuer- und/oder Auswertevorrichtung kann zudem in einer weiteren Ausführungsform auch den Zulauf des Zements, des Wassers und gegebenenfalls der Zusatzmittel steuern. Der Zulauf von Wasser kann beispielsweise über den Stand der Füllstandsmessung im Behandlungsbehälter erfolgen.

Die Steuer- und/oder Auswertevorrichtung kann in einer weiteren Ausführungsform ebenfalls den Ablauf der Zementsuspension steuern, beispielsweise in Abhängigkeit des Energieeintrags pro Volumeneinheit der Zementsuspension.

Die Erfindung umfasst ebenfalls eine Vorrichtung zur Herstellung einer Betonmischung umfassend einen Betonmischer und einen erfindungsgemäßen Zementvormischer.

Dabei kann der Zementvormischer strömungsmechanisch, vorzugsweise durch eine Flanschverbindung zwischen einem Ablauf des Zementvormischers und einem Zulauf des Betonmischers, mit dem Betonmischer verbunden sein.

Die Verbindung kann mechanisch erfolgen, wobei beispielsweise über die Passung der Rohre die Verbindung gewährleistet wird.

In einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung weist die Vorrichtung zumindest eines der folgenden Elemente auf: einen ersten Zementbehälter, einen zweiten Zementbehälter, einen Wassertank und/oder einen Zusatzmittelbehälter aufweist, wobei der Zulauf als ein Zulaufrohr oder Zulaufschacht ausgebildet ist, welcher lösbar, vorzugsweise mittels einer Flanschverbindung, mit zumindest einem ersten Zementbehälter und/oder einem Wassertank und/oder einem Zusatzbehälter der Vorrichtung verbunden ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung umfasst die Vorrichtung eine Dosiervorrichtung zwischen dem Zementvormischer und dem Betonmischer, welche die Dosierung der Zementsuspension in Abhängigkeit von der zugeführten Menge an Sand, Kies oder Splitt regelt.

Die Menge an zugeführtem Sand, Kies oder Splitt (Gesteinskörnung) kann sensorisch erfasst werden oder über die Zulaufzeit bei geöffnetem Ventil. Auch ein Mengendurchflusssensor oder ein Wägebänder kann die entsprechende Menge an Gesteinskörnung erfassen.

Die Dosiervorrichtung befindet sich zwischen dem Ablauf des Zementvormischers und dem Zulauf des Betonmischers.

Der Betonmischer kann zudem ebenfalls mit Ultraschallsonden versehen sein, welche Ultraschallschwingungen in die Beton- oder Mörtelmischung einbringen können.

Der Erfindung liegt ebenfalls ein Verfahren zum Bereitstellen einer Zementsuspension zugrunde, welches zumindest die folgenden Schritte aufweist:

- Bereitstellen von Zement, Wasser und gegebenenfalls zumindest einem Zusatzmittel in einen mit einem Behandlungsraum aufweisenden Behandlungsbehälter,
- Mischen mittels mindestens einem zumindest teilweise in den Behandlungsraum hineinragendem Rührwerk zur Erzeugung einer Zementsuspension,
- Übertragen von Ultraschallschwingungen mittels mindestens einer zumindest teilweise in den Behandlungsraum hineinragenden Ultraschallsonde auf die Zementsuspension
- Ableiten der Zementsuspension über einen Ablauf zur Weiterverarbeitung, insbesondere in einen Betonmischer.

Die Zugabe von Zusatzmittel ist optional. Bei der Bereitstellung der Zementsuspension kann auf Zusatzmittel verzichtet werden, in welchem Fall lediglich Zement und Wasser bereitgestellt werden.

Insbesondere werden im Verfahren zur Herstellung einer Zementsuspension Zement, Wasser und gegebenenfalls Zusatzmittel in einem erfindungsgemäßen Zementvormischer suspendiert.

- 5 Insbesondere enthält die Zementsuspension
- von 50 Gew. Teile bis 80 Gew. Teile Zement
  - von 20 Gew. Teile bis 40 Gew. Teile Wasser
  - von 0 bis 10 Gew. Teile Zusatzmittel

10 bezogen auf die Gesamtmasse der Zementsuspension, wobei sich alle Komponenten in der Zementsuspension auf 100 Gew. Teile aufaddieren.

Die vorgenannten Zusatzmittel sind als Betonzusatzmittel zu verstehen. Dies sind flüssige, pulverförmige oder granulatartige Stoffe, die dem Beton während des Mischens in kleinen Mengen, bezogen auf den Zementgehalt, zugegeben werden. Sie beeinflussen durch chemische und/oder physikalische Wirkung die Eigenschaften des Frisch- oder Festbetons. In Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (in der aktuellen Variante zum Zeitpunkt 07/2019) dürfen nur Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2 (in der aktuellen Variante) oder Betonzusatzmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden. Gesteinskörnungen werden allgemein nicht als Betonzusatzmittel verstanden.

Insbesondere wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren das Rührwerk mit einer Drehzahl von 50 Umdrehungen pro Minute bis 500 Umdrehungen pro Minute betrieben.

25 Die Ultraschallsonden übertragen insbesondere Ultraschall im Frequenzbereich von 16 kHz bis 30 kHz, insbesondere im Frequenzbereich von 18 kHz bis 22 kHz in die Zementsuspension, mit einer Intensität im Bereich von 5 W/cm<sup>2</sup> bis 100 W/cm<sup>2</sup>.

30 Das Herstellen des Betons oder des Mörtels erfolgt insbesondere unter Verwendung von einer Kombination des erfindungsgemäßen Zementvormischers mit einem Betonmischer.

35 Das Verfahren kann entweder im Batch-Prozess oder im kontinuierlichen Verfahren betrieben werden. Im Batch-Prozess werden die Bestandteile in den Behandlungsbehälter gegeben, unter Ultraschall und durch Rühren zu einer aktivierten Zementsuspension vermischt und anschließend beispielsweise in einen Betonmischer

überführt. Im kontinuierlichen Verfahren werden die Bestandteile kontinuierlich in den Behandlungsbehälter gegeben und das Verfahren so betrieben, dass die aktivierte Zementsuspension kontinuierlich aus dem Zementvormischer abgezogen werden kann und beispielsweise in den Betonmischer überführt werden kann.

5

Der erfindungsgemäße Zementvormischer ermöglicht es, eine besonders effiziente Homogenisierung und eine physikalische und chemische Aktivierung des Bindemittels Zement. Da die Ultraschallbehandlung sich im Zementvormischer auf die Komponenten Zement, Wasser und gegebenenfalls Zusatzmittel beschränkt, kann die durch hochfrequente Ultraschallschwingungen erzeugte Energie direkt zur Aktivierung des Bindemittels Zement verwendet werden. Dies ermöglicht eine deutlich verbesserte Nutzung der eingetragenen Energie im Vergleich zur Verwendung von Ultraschallschwingungen auf ein Gemisch von Zement, Wasser, Zusatzstoffe und chemisch inaktivem Sand, Kies oder Splitt. Der reaktive Teil des Betons, Zement und Wasser, bildet lediglich 20- 35% des Betons, der chemisch inaktive Teil Sand, Kies und Splitt den restlichen Anteil. Daher wird mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Energie für einen viel kleineren Anteil an Stoffen aufgewendet und wird daher viel effizienter genutzt. Zudem ermöglicht die Erzeugung der Zementsuspension im Zementvormischer das Erreichen eines deutlich besseren Durchmischungsgrads im Vergleich zu herkömmlichen Methoden.

Durch die bessere Aktivierung des reaktiven Teils des Betons und Homogenisierung der Zementsuspension im Zementvormischer kann eine deutliche Reduzierung des Zementgehalts erreicht werden. Weiterhin kann die Wärmebehandlungsdauer drastisch reduziert werden. Für diverse Anwendungen kann gänzlich auf die Wärmebehandlung verzichtet werden.

Zudem werden durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Zementvormischers die Betonhärtung beschleunigt und die Verarbeitbarkeit (Verarbeitungseigenschaften) des Betons verbessert.

Der erfindungsgemäße Zementvormischer hat zudem den Vorteil, sehr einfach und kosteneffizient in eine bestehende Betonmischanlage als Zusatzmodul ohne großen Aufwand integriert werden zu können. Die Anordnung der Einführöffnung für die Zuführung von Zement (von Zementwaage) und gegebenenfalls Wasser sowie der Ablauf zur Strömungszuleitung für den Ablauf der fertigen Zementsuspension ist be-

35

sonders geeignet für eine solche Integration. Die mechanische Schnittstelle, vorzugsweise ein Flansch, verbessert noch die effiziente Integration.

5 Durch die Verwendung der Füllstandsmessung kann die Zulaufmenge an Zement und / oder Wasser über die Änderung des Füllpegels bestimmt werden.

Besonders vorteilhaft erweist sich die Kombination der Verwendung der Ultraschallsonden mit dem Rührwerk. Zement und Wasser benötigen zum vollständigen Aufschließen deutlich höhere Mischintensitäten als die Gesteinskörnung des Betons.  
10 Daher zeigte sich ein synergistisches Zusammenwirken des Rührwerks mit den Ultraschallschwingungen zur Erzeugung einer aktivierten Zementsuspension.

Das erfindungsgemäße Rührwerk ermöglicht, insbesondere in Kombination mit dem Einbringen der Ultraschallenergie, eine relativ niedrige Drehzahl zur Erzeugung einer  
15 homogenen Suspension. Dies führt zu einem niedrigeren Stromverbrauch sowie zu einem reduzierten Verschleiß des Rührwerks.

Die vorliegende Erfindung kann, wie der vorangehenden Beschreibung zu entnehmen ist, für diverse Anwendungen im Bereich der Beton- und Mörtelherstellung verwendet werden. Demzufolge eröffnet die vorliegende Erfindung vielfältige Einsatz-  
20 und Verwendungsmöglichkeiten, so etwa in der Herstellung von Betonfertigteilen.

Die hier genannten und beschriebenen Varianten und Merkmale können ebenfalls in Kombination zweier oder mehrerer Varianten oder Merkmale untereinander durchgeführt werden und diese Kombinationen werden von der vorliegenden Erfindung ebenfalls umfasst, gegeben solche Kombinationen sind nicht gegenseitig inkonsistent.  
25

Nachfolgend wird nun ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben.  
30

Darin zeigt Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels des Zementvormischers gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1;

35

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Betonherstellung nach herkömmlichem Verfahren; und

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Betonherstellung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

5 Für die gesamte weitere Beschreibung gilt folgende Festlegung: Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugsziffern enthalten, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungstext nicht erläutert, so wird auf deren Erwähnung in vorangehenden Figurenbeschreibungen Bezug genommen.

10 Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, umfasst der Zementvormischer 1 einen Behandlungsbehälter 2, welcher einen Behandlungsraum 20 hat. Der Behandlungsraum 20 ist seitlich durch eine rotationssymmetrische Seitenwandung 21 abgegrenzt und nach unten hin durch einen Boden 22. Nach oben hin ist der Behandlungsraum durch einen Deckel 24 geschlossen. Ein Rührwerk 3 mit einer Welle 30 ragt in den Behandlungsraum 20 hinein, wobei die Welle durch eine Öffnung im Deckel 24 in den Behandlungsraum hineinragt.

15 In dieser Ausführungsform weist die Seitenwandung 21 in der unteren Hälfte eine Ausweitung 25 nach außen auf. In diesem Bereich sind vier Ultraschallsonden 4 angebracht.

20 Das Rührwerk 3 weist in dieser Ausführungsform zwei Agitatoren (3.1, 3.2) auf, welche an der Welle 30 befestigt sind. Die Rührblätter der Agitatoren (3.1, 3.2) sind derart beabstandet, dass sie die Ultraschallsonden 4 nicht berühren. Die Welle 30 wird über die Drehscheibe durch einen externen Antrieb 5 in eine Drehbewegung versetzt.

25 Die Welle hat eine Drehachse 31, welche mit der Symmetrieachse 23 der Seitenwandung 21 koinzidiert. Die Ausweitung 25 ist konzentrisch zur Symmetrieachse 23 nach außen (von der Symmetrieachse 23 weg) angeordnet.

30 Seitlich sind mit einem Winkel von  $60^\circ$  zur vertikalen Symmetrieachse 23 der Seitenwandung 21 die Ultraschallsonden 4 angeordnet, welche nach unten hin zum Boden 22 gerichtet sind.

35 Eine Steuer- und/oder Auswerteeinheit 9 erfasst in dieser Ausführungsform die Parameter Füllstand, Energieeintrag durch die Ultraschallsonden und zugegebene

Wassermenge durch den Wassermengenmesser 64. Sie steuert den Antrieb 5 für das Rührwerk 3 (Einstellen der Umdrehungszahl des Rührwerks 3), die Ultraschallschwinger 42 in Amplitude und Frequenz des Ultraschalls (dabei wird der Energieeintrag durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 9 ermittelt), das Feststoffventil 61, das Wassersteuerventil, sowie den Ablauf der Suspension über das Dosierventil 71.

Weiterhin befindet sich im Deckel 24 eine Einführöffnung 60, in welche eine Rohrleitung 6 für den Zulauf von Feststoff hineinragt. Dieser wird über das Feststoffventil 61 gesteuert. In dieser Ausführungsform wird Zement beigefügt und die Zugabe des Zements über das Feststoffventil 61 gesteuert. Durch die Seitenwandung 21 ist eine Wassereinführleitung 62 für Wasser angeordnet. So kann über das Wassersteuerventil 63 Wasser zur Erzeugung der Zementsuspension beigefügt werden. Die Menge Wasser, welche zugegeben wird, wird in dieser Ausführungsform durch den Wassermengenmesser 64 bestimmt.

Der Füllstandssensor 8 ermittelt den Füllstand innerhalb des Behandlungsraums 20. Diese Füllstandsmessung kann beispielsweise durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit als Grundlage verwendet werden, um die Zugabe von Wasser zu steuern.

Im Boden 22 des Behandlungsbehälters 2 befindet sich ein Ablauf 70 für die Strömungszuleitung 7 zur Ableitung der fertigen Zementsuspension zum Betonmischer. Die Ableitung der Zementsuspension wird in Abhängigkeit vom spezifischen Energieeintrag pro Volumeneinheit über die Dosiervorrichtung 71 geregelt. Die Ablaufleitung 7 ist mit einem Flansch 72 versehen, mit welchem die Ablaufleitung 7 schnell und unkompliziert mit einem Betonmischer verbunden werden kann.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht der Ausführungsform aus Fig. 1, wobei hier die Anordnung der vier Ultraschallsonden 4 mit einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander in der Seitenwandung 21 besonders sichtbar wird. Der Blick in den Behandlungsraum 20 zeigt, dass die Ultraschallsonden 4 zur Symmetrieachse 23 der Seitenwandung 21 gerichtet sind.

Ein Flansch kann mittels Befestigungslöcher mit dem Antrieb gekoppelt werden um den Antrieb der Welle 30 und damit des Rührwerks 3.1 und 3.2 zu ermöglichen.

Fig. 3 zeigt schematisch das Verfahren nach herkömmlicher Methode. Dabei werden in einem Betonmischer 100 Wasser aus dem Wasserzulauf 200 eingefüllt, sowie Zu-

satzmittel aus dem Zusatzmittelbehälter 300, Zement aus dem ersten oder zweiten Zementbehälter 400 und 500 und Gesteinskörnung (Sand, Kies und / oder Splitt) aus den entsprechenden Behälter 600, 700 und 800 eingefüllt. Die Komponenten werden direkt im Betonmischer gemischt um eine Betonmischung zu erhalten.

5

Im Unterschied zu dieser herkömmlichen Fahrweise wird im erfindungsgemäßen Verfahren, welcher schematisch nach einer Ausführungsform in Fig. 4 gezeigt ist, separat eine Zementsuspension im Zementvormischer 1 erzeugt. Dabei werden Wasser aus dem Wasserzulauf 200 und Zement aus den Zementbehälter 400 und/oder 500 sowie gegebenenfalls Zusatzmittel aus dem Zusatzmittelbehälter 300 im Zementvormischer zu einer Zementsuspension verarbeitet. Diese Zementsuspension wird dann aus dem Zementvormischer 1 in den Betonmischer 100 überführt. Im Betonmischer wird dann unter Zugabe der Gesteinskörnung aus den entsprechenden Behälter 600, 700 und 800 die Betonmischung erzeugt, welche dann weiterverarbeitet werden kann.

10

15

Die Kombination aus dem Zementvormischer 1 und dem Betonmischer 100 bildet die Vorrichtung 1000 zur Herstellung einer Betonmischung.

20

Dabei kann die Zubereitung der aktivierten Zementsuspension entweder im Batch-Prozess oder im kontinuierlichen Verfahren betrieben werden.

*Beispiel*

5 Ein Beton wurde nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Zementsuspension hergestellt.

Ein erfindungsgemäßer Zementvormischer im Labormaßstab wie in Fig. 1 gezeigt mit einem Durchmesser von 400 mm bis zu 493 mm an der breitesten Stelle und einer Gesamthöhe von 550mm ist mit 4 Ultraschallsonden (Sonotroden) mit 90° Winkel  
10 zueinander um die Symmetrieachse des Behandlungsbehälters verteilt.

Im Behandlungsraum befinden sich 45 kg Zement, 20 Liter Wasser und 0,5 kg Fließmittel (Zusatzmittel).

15 Das Rührwerk wird mit einer Umdrehungszahl von 250 Umdrehungen pro Minute betrieben. Schwingungen werden im niedrigen Ultraschallbereich von 20 kHz über die Sonotroden in den Behandlungsraum geleitet.

20 Durch den Einsatz der Ultraschallbehandlung und des Mischwerkzeugs wird eine schnelle und effiziente Homogenisierung der Zementsuspension innerhalb von weniger als 180 Sekunden erreicht.

Die so hergestellte Zementsuspension wird in ein Betonmischer überführt. Hier werden 225 kg Gesteinskörnung hinzugefügt und der Beton gemischt.

25

Die Fließfähigkeit dieses Betons ist deutlich erhöht im Vergleich zu herkömmlichen Herstellmethoden und die Frühfestigkeit erheblich verbessert. Dies führt gerade bei der Herstellung von Betonfertigteilen zu entscheidenden Vorteilen und Fertigteile besserer Qualität, welche in kürzerer Zeit hergestellt werden können.

30

*Bezugszeichenliste*

5	1	Zementvormischer
	2	Behandlungsbehälter
	20	Behandlungsraum
	21	Seitenwandung
	22	Boden
10	23	Symmetrieachse
	24	Deckel
	25	Ausweitung der Seitenwandung
	3	Rührwerk
	3.1	erster Agitator
15	3.2	zweiter Agitator
	30	Welle
	31	Drehachse
	32	Antriebsscheibe
	33	Befestigungslöcher
20	4	Ultraschallsonde (Sonotrode)
	41	Längsachse der Ultraschallsonde
	42	Ultraschallschwinger
	5	Antrieb
	6	Zulauf (Feststoffzulauf für Zement)
25	60	Einführöffnung
	61	Feststoffventil
	62	Einführleitung für Wasser
	63	Wassersteuerventil
	64	Wassermengemesser
30	7	Strömungszuleitung
	70	Ablauf
	71	Dosiervorrichtung
	72	Flansch
	8	Füllstandssensor für den Füllstand im Zementvormischer
35	9	Steuer- und/oder Auswerteeinheit
	100	Betonmischer

	200	Wasserzulauf
	300	Zusatzmittelbehälter
	400	Zementbehälter
	500	zweiter Zementbehälter
5	600	Sandbehälter
	700	Kiesbehälter
	800	Splittbehälter
	1000	Vorrichtung

10

## Patentansprüche

1. Zementvormischer (1) umfassend
  - 5 - einen Behandlungsbehälter (2) mit einem Behandlungsraum (20), wobei der Behandlungsbehälter (2) eine Seitenwandung (21) und einen Boden (22) aufweist,
  - mindestens ein Rührwerk (3; 3.1, 3.2), welches zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragt, wobei das Rührwerk (3; 3.1, 3.2) mit ei-  
10 - ner Welle (30) mit einer Drehachse (31) verbunden ist,
  - mindestens eine Ultraschallsonde (4), welche zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragt
  - mindestens einem Ultraschallschwinger (42), welcher die mindestens eine Ultraschallsonde (4) mit Ultraschall beaufschlagt,  
15 wobei der Zementvormischer eine Steuer- und/oder Auswerteeinheit (9) aufweist, zum Einstellen des ausgesandten Ultraschalls mit einer Intensität von 25-250 W/cm<sup>2</sup> und einer Amplitude von 15-500 µm,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Zementvormischer (1) zumindest eine erste Einführöffnung (60) für die Zuführung von Zement aufweist und einen  
20 Ablauf (70) zur Strömungszuleitung (7) einer vom Zementvormischer (1) bereitgestellten Zementsuspension in einen Betonmischer.
2. Zementvormischer (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zementvormischer (1) eine mechanische Schnittstelle, vorzugsweise ei-  
25 - nen Flansch (72) aufweist, dass er mit dem Betonmischer (100) verbunden werden kann.
3. Zementvormischer (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Ultraschallsonde durch die Seitenwandung (21) des Be-  
30 - handlungsbehälters (2) zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragt.
4. Zementvormischer (1) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch ge-  
35 - kennzeichnet, dass** der Behandlungsbehälter (2) eine achsensymmetrische, vorzugsweise rotationssymmetrische Seitenwandung (21) wobei die Symmetrieachse (23) der Seitenwandung (21) vorzugsweise parallel zur Drehachse (31) des Rührwerks (3; 3.1, 3.2) verläuft.

5. Zementvormischer (1) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seitenwandung (21) in der Hälfte zum Boden (22) hin eine Ausweitung (25) aufweist, welche um den gesamten Umfang der Seitenwandung (21) konzentrisch zur Symmetrieachse (23) verläuft.
6. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Ultraschallsonden (4), bevorzugt drei oder mehr Ultraschallsonden (4), mit gleichem Winkel zueinander um die Symmetrieachse (23) der Seitenwandung (21) verteilt in den Behandlungsraum (20) hineinragen.
7. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ultraschallsonden (4) im Bereich der Ausweitung (25) in der Seitenwandung angeordnet sind.
8. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Ultraschallsonde (4) eine Längsachse (41) hat und die Längsachse (41) mit einem Winkel von  $50^\circ$  bis  $70^\circ$ , insbesondere von  $55^\circ$  bis  $65^\circ$  zur Symmetrieachse (23) der Seitenwandung (21) des Behandlungsbehälters (20) angeordnet und in Richtung des Bodens (22) des Behandlungsbehälters (2) ausgerichtet ist.
9. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zementvormischer eine Steuer- und/oder Auswerteeinheit (9) aufweist, zur Steuerung des Rührwerks (3; 3.1, 3.2) derart, dass der Betrieb bei Drehzahlen von 200 Umdrehungen pro Minute bis 300 Umdrehungen pro Minute erfolgt.
10. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zementvormischer (1) einen Füllstandssensor (8) zum Erfassen des Füllstands des Zementvormischers aufweist.
11. Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (9) ausgelegt ist zur Steuerung der Rührgeschwindigkeit des Rührwerks und/oder zur Steue-

rung des Ultraschallschwingers, vorzugsweise des Energieeintrags des Ultraschallschwingers, in Abhängigkeit vom ermittelten Füllstand.

- 5 12. Vorrichtung (1000) zur Herstellung einer Betonmischung umfassend einen Betonmischer (100) und einen Zementvormischer (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
- 10 13. Vorrichtung (1000) gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zementvormischer (1) strömungsmechanisch, vorzugsweise durch eine Flanschverbindung (72) zwischen einem Ablauf (60) des Zementvormischers (1) und einem Zulauf des Betonmischers (100), mit dem Betonmischer (100) verbunden ist.
- 15 14. Vorrichtung (1000) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zumindest einen der folgenden Elemente aufweist: einen ersten Zementbehälter (400), einen zweiten Zementbehälter (500), einen Wasserzulauf (200) und/oder einen Zusatzmittelbehälter (300), wobei der Zulauf (6) als ein Zulaufrohr oder Zulaufschacht ausgebildet ist, welcher lösbar, vorzugsweise mittels einer Flanschverbindung, mit zumindest einem ersten Zementbehälter (400) und/oder einem Wassertank (200) und/oder einem Zusatzmittelbehälter (300) der Vorrichtung (1000) verbunden ist.
- 20 15. Vorrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Dosiervorrichtung (71) zwischen dem Zementvormischer (1) und dem Betonmischer (100) die Dosierung der Zementsuspension in Abhängigkeit von der zugeführten Menge an Sand, Kies oder Splitt regelt.
- 25 16. Verfahren zum Bereitstellen einer Zementsuspension, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- 30 - Bereitstellen von Zement, Wasser und gegebenenfalls zumindest einem Zusatzmittel in einen mit einem Behandlungsraum (20) aufweisenden Behandlungsbehälter (2),
- 35 - Mischen mittels mindestens einem zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragendes Rührwerk (3) zur Erzeugung einer Zementsuspension,

- Übertragen von Ultraschallschwingungen mittels mindestens einer zumindest teilweise in den Behandlungsraum (20) hineinragenden Ultraschallsonde (4)
  - Ableiten der Zementsuspension über einen Ablauf (60) zur Weiterverarbeitung, insbesondere in einem Betonmischer.
- 5
17. Verfahren zum Bereitstellen einer Zementsuspension gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ableiten der Zementsuspension nach einem spezifischen Energieeintrag pro Volumeneinheit der Zementsuspension erfolgt.
- 10
18. Verfahren zum Bereitstellen einer Zementsuspension gemäß Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zementsuspension
- von 20 Gew. Teile bis 80 Gew. Teile Zement
  - von 20 Gew. Teile bis 80 Gew. Teile Wasser
  - von 0 bis 10 Gew. Teile Zusatzmittel
- 15
- bezogen auf die Gesamtmasse der Zementsuspension enthält, wobei sich alle Komponenten in der Zementsuspension auf 100 Gew. Teile aufaddieren.
- 20
19. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ultraschallschwingungen durch mindestens einem Ultraschallschwinger (42) erzeugt werden und welcher die mindestens eine Ultraschallsonde (4) mit Ultraschall beaufschlagt.
- 25
20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rührwerk (3; 3.1, 3.2) mit einer Drehzahl von 50-500 Umdrehungen pro Minute, vorzugsweise 200-300 Umdrehungen pro Minute, betrieben wird.
- 30
21. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ultraschallsonden Ultraschall im Frequenzbereich von 16 kHz bis 30 kHz, insbesondere im Frequenzbereich von 18 kHz bis 22 kHz in die Zementsuspension übertragen.
- 35
22. Verfahren zum Mischen von Beton oder Mörtel, wobei eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 16 bis 21 verwendet wird.

Fig. 1

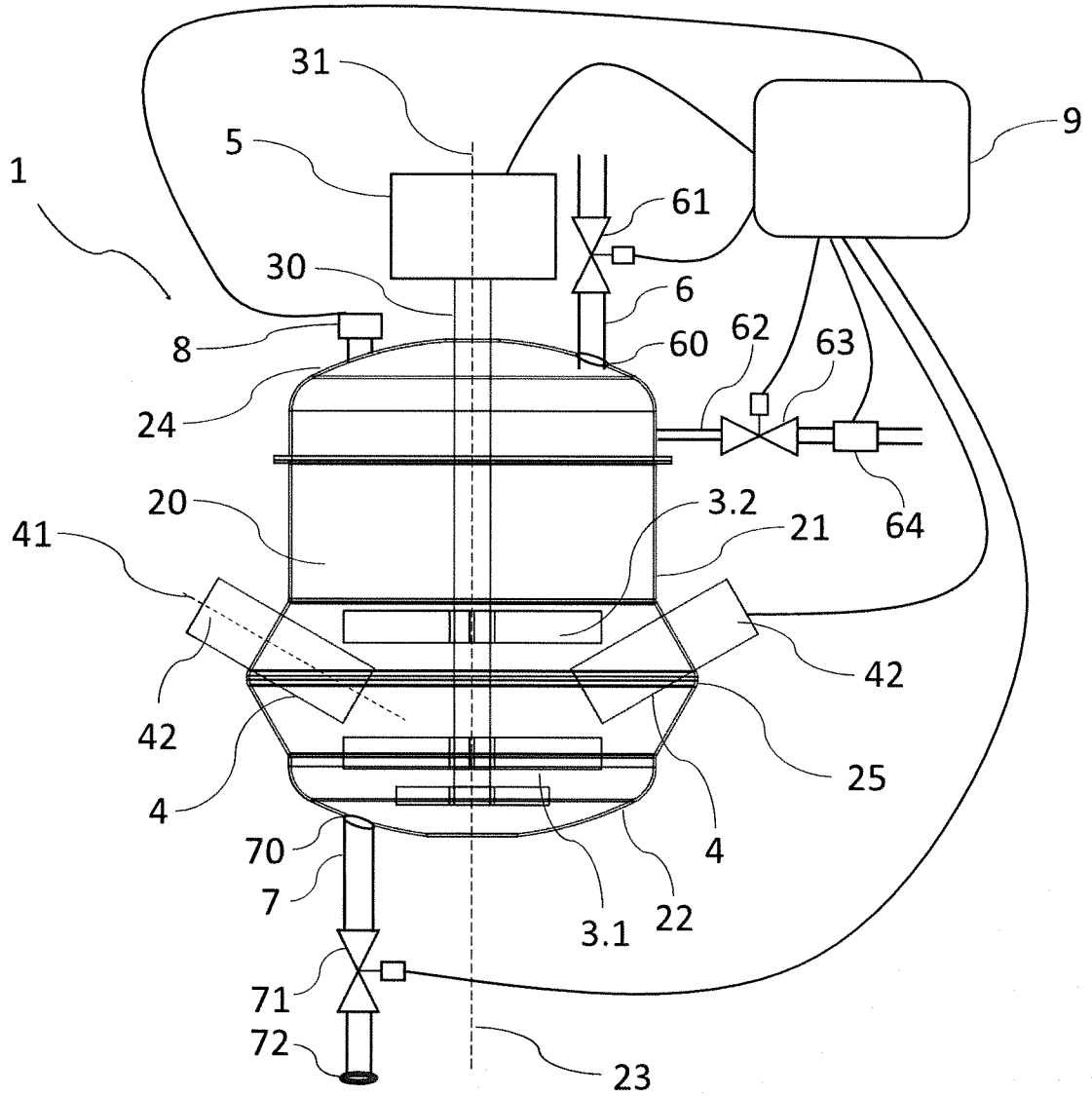


Fig. 2

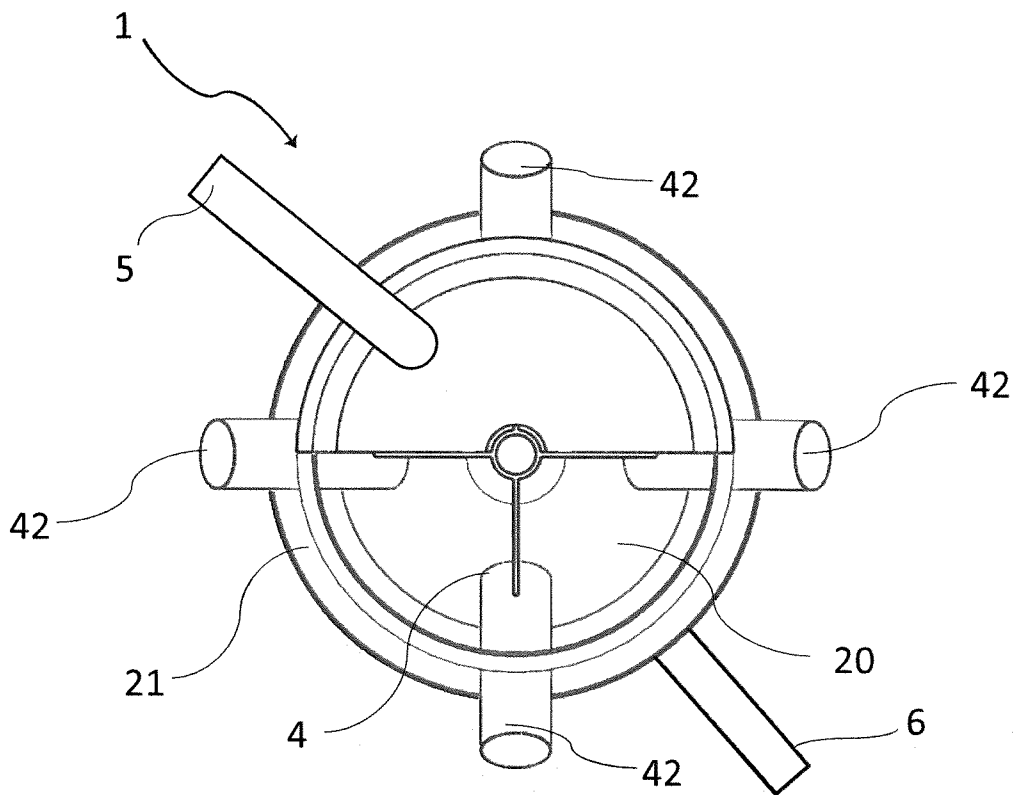
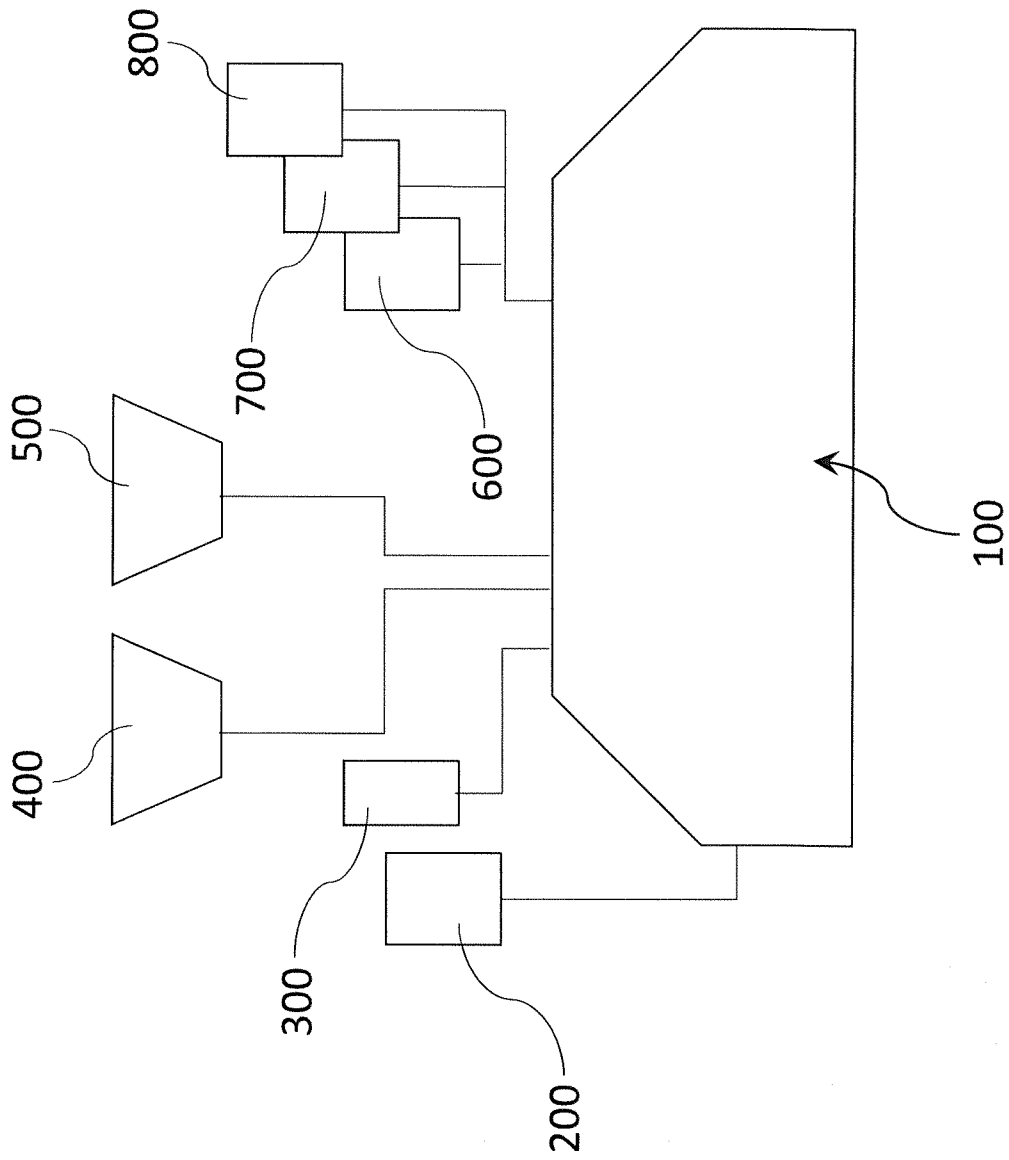
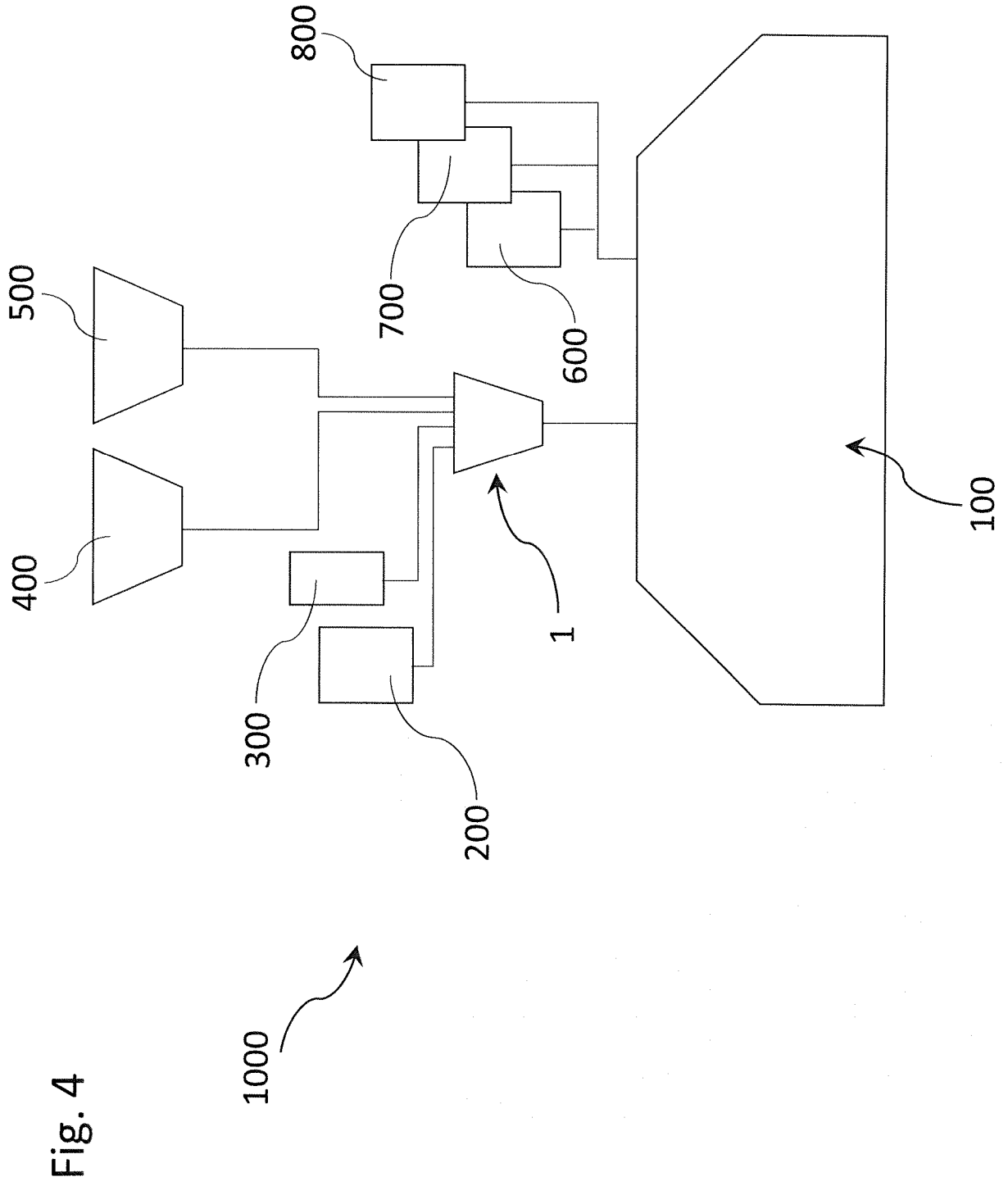


Fig. 3





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2020/071412**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B28C 5/16</i> (2006.01)i; <i>B01F 7/16</i> (2006.01)i; <i>B01F 11/02</i> (2006.01)i; <i>B28C 7/00</i> (2006.01)i; <i>B01F 7/18</i> (2006.01)i; <i>C04B 40/00</i> (2006.01)i; <i>B28C 5/48</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B28C; B01F; C04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 3201292 B2 (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 20 August 2001 (2001-08-20) figure 6 paragraphs [0016], [0017], [0020], [0021]	1-6,9-20,22 21 7
X	CN 107803934 A (MO YULING) 16 March 2018 (2018-03-16) figure 1 paragraphs [0004], [0021], [0022]	1-6,9-11,16-20
X	CN 102284326 A (CHANGSHA SDLUBE SCIENCE & TECHNOLOGY CO LTD) 21 December 2011 (2011-12-21) figures 3,4 claims 1-4	1-6,8-10
Y	RU 2496748 C1 (FEDERAL NOE G BJUDZHETNOE OBRAZOVATEL NOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFES) 27 October 2013 (2013-10-27) abstract	21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>06 November 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>16 November 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Voltz, Eric</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2020/071412</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	3201292	B2	20 August 2001	JP	3201292	B2	20 August 2001
				JP	H10152833	A	09 June 1998
CN	107803934	A	16 March 2018	NONE			
CN	102284326	A	21 December 2011	NONE			
RU	2496748	C1	27 October 2013	NONE			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/071412

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. B28C5/16 B01F7/16 B01F11/02 B28C7/00 B01F7/18 C04B40/00 B28C5/48 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) B28C B01F C04B Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 3 201292 B2 (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 20. August 2001 (2001-08-20) Y Abbildung 6 A Absätze [0016], [0017], [0020], [0021] -----	1-6, 9-20,22 21 7
X	CN 107 803 934 A (MO YULING) 16. März 2018 (2018-03-16) Abbildung 1 Absätze [0004], [0021], [0022] -----	1-6, 9-11, 16-20
X	CN 102 284 326 A (CHANGSHA SDLUBE SCIENCE & TECHNOLOGY CO LTD) 21. Dezember 2011 (2011-12-21) Abbildungen 3,4 Ansprüche 1-4 ----- -/--	1-6,8-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. November 2020		16/11/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Voltz, Eric

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	RU 2 496 748 C1 (FEDERAL NOE G BJUDZHETNOE OBRAZOVATEL NOE UCHREZH DENIE VYSSHEGO PROFES) 27. Oktober 2013 (2013-10-27) Zusammenfassung -----	21

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/071412

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 3201292 B2	20-08-2001	JP 3201292 B2 JP H10152833 A	20-08-2001 09-06-1998
-----			
CN 107803934 A	16-03-2018	KEINE	
-----			
CN 102284326 A	21-12-2011	KEINE	
-----			
RU 2496748 C1	27-10-2013	KEINE	
-----			