



(11)

EP 4 173 789 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2023 Patentblatt 2023/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B28C 7/00 (2006.01) B28C 7/04 (2006.01)
B28C 7/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22200793.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B28C 7/0038; B28C 7/0413; B28C 7/0418;
B28C 7/10

(22) Anmeldetag: **11.10.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder:
• **Messer SE & Co. KGaA**
65812 Bad Soden (DE)
• **Messer Austria GmbH**
2352 Gumpoldskirchen (AT)

(72) Erfinder:
• **Hatz, Gottfried**
8431 Gralla (AT)
• **Tauchmann, Jens**
47259 Duisburg (DE)

(30) Priorität: **27.10.2021 DE 102021005339**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON GEKÜHLTEN FRISCHBETON

(57) Zum Kühlen von Zement bei der Herstellung von Frischbeton wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen Teilstrom des dem Betonmischer (4) zugeführten Zements oder anderen Zugabestoffs einer Kühleinrichtung (10) zuzuführen, in der der Teilstrom mit einem verflüssigten kryogenen Kältemittel in direkten oder indirekten thermischen Kontakt gebracht und dadurch gekühlt wird. Das dabei verdampfende Kältemittel wird anschließend zur Kühlung des für die Herstellung des Frischbetons eingesetzten Zugabewassers verwendet. Durch die Erfindung ist eine genaue Dosierung und Temperierung des gekühlten Zugabestoffes möglich, ebenso wie eine sehr effiziente Nutzung des eingesetzten Kältemittels.

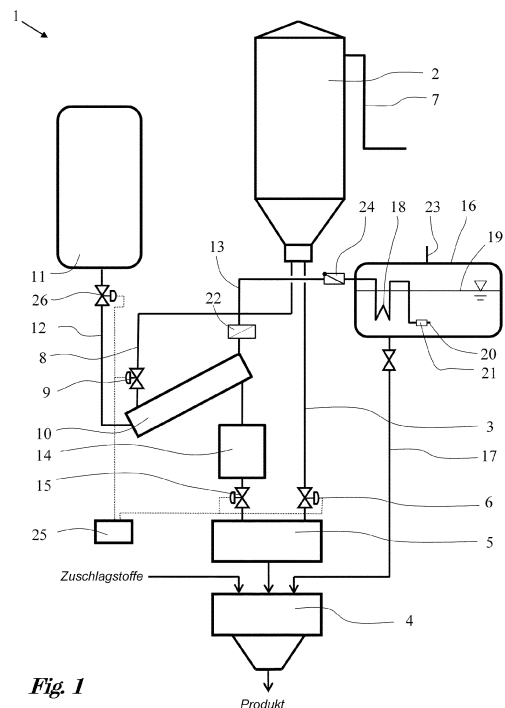


Fig. 1

EP 4 173 789 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von gekühltem Frischbeton, bei dem wenigstens ein erster Teilstrom eines Zugabestoffes mit einem verflüssigten kryogenen Kältemittel in einer Kühleinrichtung in direkten oder indirekten thermischen Kontakt gebracht und dabei unter wenigstens teilweiser Verdampfung des kryogenen Kältemittels gekühlt wird und der gekühlte Zugabestoff anschließend einer Mischeinrichtung zugeführt wird, in der er mit einem oder mehreren weiteren Zugabestoffen sowie mit Zugabewasser zur Herstellung des Frischbetons zusammengeführt wird. Die Erfindung betrifft zudem eine entsprechende Vorrichtung.

[0002] Bei der Herstellung von Frischbeton muss eine bestimmte maximale Temperatur eingehalten werden, um thermische Spannungen im festen Beton zu vermeiden. Hierzu ist es insbesondere bei hohen Umgebungstemperaturen erforderlich wenigstens einen der festen Ausgangsstoffe, also ein Bindemittel, wie Zement, oder ein Zuschlagstoff, wie Sand, Kies, Splitt, Flugasche oder Hochofensand (Bindemittel und Zuschlagstoffe werden im Folgenden als "Zugabestoffe" zusammengefasst) oder das zur Herstellung des Frischbetons eingesetzte Wasser - hier "Zugabewasser" genannt - zu kühlen. Dabei kommen derzeit verschiedene Verfahren zum Einsatz, in denen Kühlsysteme auf elektrischer Basis oder mittels Kühlsohle (im folgenden "konventionelle Kühlverfahren" genannt) oder unter Zuhilfenahme von kryogenen Medien, insbesondere von flüssigem Kohlendioxid oder flüssigem Stickstoff betrieben werden.

[0003] Beispielsweise sind aus der EP 174 97 67 A2, der EP 174 96 29 A2, der DE 40 10 045 A1 oder der EP 0 436 140 A1 verschiedene Anordnungen zum Kühlen von Zement bekannt, bei denen Zement oder ein anderer Zugabestoff bei seiner Zuführung in ein Vorratssilo gekühlt wird. Der gekühlte Zement wird dann bei Bedarf aus dem Vorratssilo entnommen und zur Herstellung von Frischbeton eingesetzt. Generell führen solche Kühlverfahren, bei denen Zuschlagsstoffe bereits bei der Zuführung in das Vorratssilo gekühlt werden, aufgrund unvermeidlicher Verluste zu einem hohen Verbrauch an eingesetztem Kältemittel. Überdies ist eine Kühlung des gesamten gespeicherten Vorrats auch dann erforderlich, wenn nur ein geringer Teil des gespeicherten Zugabestoffes tatsächlich in gekühlter Form benötigt wird.

[0004] Aus der EP 207 79 33 A1 ist eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zur Herstellung von Frischbeton bekannt, bei dem parallel zu einer bestehenden Förderleitung zwischen Vorratssilo und Waage bzw. Mischeinrichtung eine zweite Förderleitung angeordnet ist, in der ein Teilstrom des jeweiligen Zugabestoffs abzweigend und in einer Kühleinrichtung mit einem kryogenen Kältemittel, beispielsweise Stickstoff oder Kohlendioxid, in thermischen Kontakt gebracht wird. Bei der Kühleinrichtung handelt es sich um einen Wirbelschneckenkühler oder um einen Wirbelbettreaktor. Durch die Erfindung ist eine genaue Dosierung und Temperierung des Zugabestoffes

bei seiner Zuführung an die Mischeinrichtung möglich. Jedoch geht auch hier ein erheblicher Teil des Kältemittels ungenutzt verloren.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Herstellung von gekühltem Frischbeton anzugeben, bei dem die Effizienz der eingesetzten Kühlung gegenüber Verfahren bzw. Vorrichtungen nach den Stande der Technik verbessert ist.

[0006] Gelöst ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Ein Verfahren der eingangs genannten Art und Zweckbestimmung ist also dadurch gekennzeichnet, dass das bei der Kühlung des ersten Teilstroms des Zugabestoffs in der Kühleinrichtung verdampfende kryogene Kältemittel zumindest teilweise zur Kühlung des Zugabewassers und/oder eines weiteren Zugabestoffs eingesetzt wird.

[0008] Erfindungsgemäß wird also die Kälte des kryogenen Kältemittels doppelt genutzt, nämlich zum einen für die Kühlung des Zugabestoffs, also beispielsweise des für die Frischbetonherstellung eingesetzten Zements, und zum anderen für die Kühlung des Zugabewassers und/oder eines anderen Zugabestoffes, wie beispielsweise Sand oder Kies. Die Erfindung überwindet damit den Nachteil anderer mit kryogenen Kältemitteln arbeitende Zementkühlverfahren, bei denen ein wesentlicher Teil der Kälteenergie des Kältemittels ungenutzt verlorengeht.

[0009] Da der Zugabestoff in der Kühleinrichtung auf eine nur durch die Temperatur des Kältemittels begrenzte Temperatur gekühlt werden kann, genügt es in der Regel bereits, einen vergleichsweise geringen Teilstrom zu kühlen, um ein effizientes Kühlergebnis zu bewirken. Somit sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass ein zweiter Teilstrom des Zugabestoffes an der Kühleinrichtung vorbeigeführt und der Mischeinrichtung zugeführt wird, wobei das Verhältnis der Mengen des im ersten und zweiten Teilstrom enthaltenen Zugabestoffs in Abhängigkeit von einer Zieltemperatur des hergestellten Frischbetons geregelt wird. Beispielsweise wird der Zugabestoff in einem Vorratssilo gespeichert und zur Herstellung des Frischbetons werden zwei Teilströme entnommen, von denen nur ein erster Teilstrom der gekühlt wird. Der zweite Teilstrom enthält entweder ungekühlten Zugabestoff oder Zugabestoff, der, beispielsweise mit konventionellen, nichtkryogenen Kühlverfahren, auf eine höhere Temperatur gekühlt wurde als der mit dem kryogenen Kältemittel gekühlte erste Teilstrom. Die Temperatur des erzeugten Frischbetons wird kontinuierlich oder in regelmäßigen Zeitabständen gemessen, und in Abhängigkeit von der Differenz der gemessenen Temperatur von einer vorgegebenen Zieltemperatur wird das Mischungsverhältnis der beiden Teilströme geregelt.

[0010] Um insbesondere eine flexible Regelung zu er-

möglichen ist es vorteilhaft, wenn der erste Teilstrom des Zugabestoffs auf einen Temperaturwert von unter -50°C , bevorzugt unter -100°C , besonders bevorzugt unter -150°C gekühlt wird. Der zweite Teilstrom, der nicht mit dem verflüssigten kryogenen Medium gekühlt wird, hat beispielsweise Umgebungstemperatur oder eine mit konventionellen Kühlverfahren erreichbare Temperatur. Bevorzugt beträgt seine Temperatur zwischen 0°C und 30°C .

[0011] Vorteilhafterweise kommt als kryogenes Kältemittel in der Kühleinrichtung flüssiger Stickstoff oder flüssiges Kohlendioxid zum Einsatz. Die Wahl des kryogenen Kältemittels hängt dabei von den jeweiligen Umständen ab: Stickstoff ermöglicht die Kühlung des Zugabestoffes auf Temperaturen von bis zu -193°C . Kohlendioxid ermöglicht lediglich eine Abkühlung auf ca. $-78,5^{\circ}\text{C}$, hat jedoch gegenüber Stickstoff den Vorteil einer etwa doppelt so großen Sublimationsenthalpie. Bei der Zuführung von Kohlendioxid im flüssigen Zustand kann zudem auf aufwändige wärmeisolierte Zuleitungen verzichtet werden.

[0012] Bei dem zu kühlenden Zugabestoff kann es sich um Zement, Sand oder einen sonstigen rieselfähigen Zugabestoff handeln, der für die Frischbetonherstellung benötigt wird.

[0013] Die Kühlung des ersten Teilstroms kann erfindungsgemäß chargenweise oder kontinuierlich erfolgen. In chargenweiser Durchführung des Verfahrens kommt als Kühleinrichtung vorzugsweise ein Mischer, beispielsweise ein Doppelwellenmischer, zum Einsatz, in den eine vorgegebene Menge Zugabestoff eingefüllt und für eine gewisse Zeitdauer mit dem über eine oder mehrere Zuleitungen zugeführten kryogenen Kältemittel vermischt wird, bis eine Zieltemperatur des Zugabestoffs erreicht ist. Anschließend wird der gekühlte Zugabestoff der Mischeinrichtung zum Mischen mit den übrigen Zugabestoffen und dem Zugabewasser zugeführt oder in einem isolierten Behälter zwischengelagert; das verdampfte kryogene Kältemittel wird abgezogen und nach Durchlaufen eines Filters, der feste Partikel des Zugabestoffs, z.B. Zementstaub, vom Kältemittelgas abtrennt, zur Kühlung des Zugabewassers eingesetzt. In kontinuierlicher Durchführung des Verfahrens kommt eine Fördereinrichtung, beispielsweise eine Förderschnecke zum Einsatz, die den Zugabestoff kontinuierlich in Richtung der Mischeinrichtung transportiert. Die Fördereinrichtung ist mit einer Wärmetauscherfläche ausgerüstet, an der der Zugabestoff in indirekten Wärmekontakt mit dem kryogenen Kältemittel gebracht wird. Die letztgenannte Variante ist baulich aufwändiger, hat jedoch den Vorteil, dass auf der Kältemittel-seite der Wärmetauscherfläche ein höherer Druck ausgebildet werden kann, der in der Folge eine effizientere Kühlung des Zugabewassers ermöglicht.

[0014] Um möglichst das gesamte in der Kühleinrichtung verdampfte Kältemittel zur Kühlung des Zugabewassers nutzen zu können, erweist es sich als zweckmäßig, den Mengenstrom des der Kühleinrichtung zugeführten Zugabestoffs und/oder der Mengenstrom des der

Kühleinrichtung zugeführten kryogenen Kältemittels in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur des Zugabewassers zu regeln. Wesentlich ist dabei, dass das Zugabewasser nicht so weit abgekühlt wird, dass es zu unerwünschter Bildung von Wassereis im Zugabewasserbehälter kommt. Bei Unterschreiten einer vorgegebenen Minimaltemperatur des Zugabewassers kann daher die Zufuhr von Zement an die Kühleinrichtung erhöht und/oder die Zufuhr von kryogenem Kältemittel an die Kühleinrichtung und/oder der die Durchsatz der Kühleinrichtung insgesamt reduziert werden. Dies erfolgt bevorzugt nach einem vorgegebenen Programm durch eine automatische Steuerung.

[0015] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst.

[0016] Eine Vorrichtung zum Herstellen von gekühltem Frischbeton, mit einem Behälter für Zugabewasser und mit wenigstens einem Vorratsbehälter für einen Zugabestoff, welcher Vorratsbehälter über wenigstens eine Zuführleitung mit einer Mischeinrichtung strömungsverbunden ist, und mit einer mit einer Zuleitung für ein verflüssigtes kryogenes Kältemittel und einer Gasableitung für verdampft kryogenes Kältemittel ausgerüsteten Kühleinrichtung, die in der Zuführleitung zwischen Vorratsbehälter und Mischeinrichtung oder in eine in den Vorratsbehälter einmündende Füllleitung integriert ist, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Gasableitung für das verdampfte kryogene Kältemittel mit dem im Behälter bevorrateten Zugabewasser thermisch verbunden ist.

[0017] Die Kühlung des Zugabewassers erfolgt im einfachsten Fall in der Weise, dass das verdampfte kryogene Kältemittel aus der Kühleinrichtung in das Zugabewasser eingespeist wird. Dies erfolgt dadurch, dass die Gasableitung an einer Eintragseinrichtung, die im Einsatz der Vorrichtung innerhalb des Flüssigkeitsvolumens des im Behälter vorliegenden Zugabewassers angeordnet ist, an einer Austrittsöffnung oder an mehreren Austrittsöffnungen in den Behälter einmündet. Bei der Eintragseinrichtung handelt es sich beispielsweise um eine Düse oder Lanze oder um einen mit einer Vielzahl an Austrittsöffnungen ausgerüsteten Hohlkörper, beispielsweise in Sinterkörper aus Metall, Keramik oder Kunststoff.

[0018] Die Kühlung des Zugabewassers kann jedoch auch indirekt erfolgen, an einem im Behälter angeordneten und an die Gasableitung angeschlossenen Wärmetauscher, durch den das aus der Kühleinrichtung stammende verdampfte Kältemittel geführt und dabei in thermischen Kontakt mit dem Zugabewasser gebracht wird.

[0019] Besonders bevorzugt durchläuft die Gasableitung zunächst zumindest in einem Teilstrom einen von Zugabewasser umspülten Wärmetauscher im Behälter und mündet anschließend an wenigstens einer Austrittsöffnung in den Behälter aus, sodass das verdampfte kryogene Kältemittel in das Zugabewasser einperlt und es abkühlt. Der Kühleffekt beruht dabei zum einen auf

der immer noch vergleichsweise niedrigen Temperatur des verdampften Kältemittels und zum auf der Aufnahme von Verdampfungswärme aus dem Zugabewasser, da das Kältemittel als völlig trockenes Gas in das Zugabewasser einströmt und beim Durchlaufen des Zugabewassers Wasserdampf aufnimmt.

[0020] Auch in dem Fall, dass die Gasableitung an einer Austrittsöffnung innerhalb des Flüssigkeitsvolumens des im Behälter vorliegenden Zugabewassers ausmündet, ist es vorteilhaft, wenn die Abgasleitung stromauf (in Strömungsrichtung des verdampften kryogenen Kältemittels gesehen) zur Austrittsöffnung einen im Behälter angeordneten Wärmetauscher durchläuft, an dem das kryogene Kältemittel zunächst in indirekten Wärmekontakt mit dem Zugabewasser kommt, und sich dadurch erwärmt. Dadurch wird insbesondere die Bildung von Wassereis an der Austrittsöffnung reduziert oder ganz verhindert.

[0021] Um zu verhindern, dass sich insbesondere in Betriebspausen Zugabewasser (falls die Austrittsöffnung der Gasableitung innerhalb des Flüssigkeitsvolumens des Zugabewassers ausmündet) oder Feuchtigkeit aus der Umgebungsatmosphäre in die Gasableitung eindringen kann, ist diese, beispielsweise unmittelbar an ihrer Austrittsöffnung, mit einer Rückschlagarmatur ausgerüstet. Dabei kann es sich beispielsweise um eine einfache Klappe handeln, die eine Rückströmung unterbindet, oder um ein Ventil handeln das sich erst bei einem vorgegebenen Mindestdruck in der Gasableitung öffnet, der über dem Umgebungsdruck bzw. dem hydrostatischen Druck des Zugabewassers liegt.

[0022] In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Kühleinrichtung eine in einem gasdichten und thermisch isolierten Gehäuse aufgenommene Mischeinrichtung, wie beispielsweise ein Doppelwellenmischer. In der Mischeinrichtung findet eine Durchmischung einer vorgegebenen Menge zu kühlenden Zugabestoffs mit dem flüssigen kryogenen Kältemittel statt. Das gasdicht ausgebildete Gehäuse sorgt dafür, dass das verdampfte Kältemittel zumindest weitgehend nicht entweicht, sondern zur Kühlung des Zugabewassers genutzt wird.

[0023] In einer gleichfalls vorteilhaften alternativen Ausgestaltung ist als Kühleinrichtung eine Fördereinrichtung für den Zugabestoff vorgesehen, in der ein Wärmetauscher zum indirekten Wärmetausch des Zugabestoffes mit dem kryogenen Kältemittel angeordnet ist. Zugabestoff und Kältemittel kommen bei dieser Variante also nicht direkt in Kontakt, sondern es erfolgt lediglich ein Wärmetransfer vom Zugabestoff auf das Kältemittel an einer Wärmetauscherfläche des Wärmetauschers.

[0024] Beispielsweise handelt es sich bei der Fördereinrichtung um einen Schneckenförderer mit einer in einem Schneckengehäuse aufgenommenen und um eine Welle drehbar gelagerte Förderschnecke, die so ausgebildet ist, dass die Wandung des Schneckengehäuses und/oder die Wandung der als Hohlwelle ausgestalteten Welle als Wärmetauscherfläche zum thermischen Kontakt mit dem kryogenen Kältemittel fungiert.

[0025] Vorzugsweise können die Mengenströme von Zugabestoff und Kältemittel an die Kühleinrichtung, ebenso wie die Mengenströme von gekühltem und ungekühltem Zugabestoff an die Mischeinrichtung, mittels einer Steuereinrichtung automatisch nach einem vorgegebenem Programm in Abhängigkeit von gemessenen Parametern geregelt werden. Als Parameter kommen insbesondere eine Temperatur des Frischbetons und/oder eine Temperatur des Zugabewassers in Betracht. Auf diese Weise kann der Einsatz des Kältemittels optimiert und somit die Effizienz der Vorrichtung weiter verbessert werden.

[0026] Anhand der Zeichnung soll ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden. Die einzige Zeichnung (Fig. 1) zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von gekühltem Frischbeton.

[0027] Die Vorrichtung 1 umfasst in üblicher Weise ein Vorratssilo 2 für einen Zugabestoff, im Ausführungsbeispiel für Zement. Das Vorratssilo 2 ist über eine Förderleitung 3 mit einer Waage 5 verbunden, an der sich eine Mischeinrichtung 4 anschließt, die dem Anmischen des Frischbetons dient und in die weitere Zuführungen für andere Zugabestoffe, wie Sand, Zugabestoffe oder Zugabewasser einmünden. Bei der Förderleitung 3 kann es sich sowohl um eine pneumatische Förderleitung als auch um eine mechanische Fördereinrichtung, beispielsweise ein Förderband, handeln. Zur Dosierung des Zugabestoffes ist in der Förderleitung 3 in an sich bekannter Weise ein Dosierelement 6 angeordnet, bei dem es sich beispielsweise um einen Schieber oder eine Dosierschnecke handelt. Das Vorratssilo 2 wird von Zeit zu Zeit über eine Füllleitung 7, die mit einem hier nicht gezeigten Transportfahrzeug verbunden werden kann, mit dem jeweiligen Zugabestoff befüllt.

[0028] Am Ausgang des Vorratssilos 2 zweigt des Weiteren eine Nebenleitung 8 ab, die gleichfalls mit der Waage 5 verbunden ist, und in der ebenfalls ein Transport von Zement aus dem Vorratssilo 2 auf pneumatischem oder mechanischem Wege erfolgt. Mittels eines Ventils 9 wird der durch die Nebenleitung 8 geführte Stoffstrom reguliert. Durch die Betätigung des Dosierelements 6 sowie des Ventils 9 kann der Stoffstrom so ganz oder teilweise durch die Förderleitung 3 oder durch die Nebenleitung 8 geführt werden.

[0029] Der durch die Nebenleitung 8 geführte Stoffstrom wird in der im Folgenden beschriebenen Weise gekühlt. Die Nebenleitung 8 mündet in eine Kühleinrichtung 10 ein, in der der Zement mit einem verflüssigten kryogenen Kältemittel in direkten oder indirekten thermischen Kontakt gebracht wird. Beispielsweise handelt es sich bei der Kühleinrichtung 10 um einen mit einem gasdichten und thermisch gut isolierten Gehäuse ausgerüsteten Mischer, in dem der Zement chargenweise innig mit einem verflüssigten kryogenen Kältemittel durchmischt wird, oder um eine Fördereinrichtung, in dem der Zement kontinuierlich zur Mischeinrichtung transportiert und dabei an einer hier nicht gezeigten Wärmetauscher-

fläche in direkten oder indirekten Wärmekontakt mit dem Kältemittel gebracht wird. Beim Kältemittel handelt es sich im Ausführungsbeispiel um flüssigen Stickstoff, der in einem Tank 11 bevorratet und über eine thermisch isolierte Kältemittelzuleitung 12 zur Kühleinrichtung 10 gefördert wird. Durch die gute Durchmischung mit dem flüssigen Stickstoff in der Kühleinrichtung 10 kann der Zement auf Temperaturen bis hinab zu -193°C abgekühlt werden. Anstelle von flüssigem Stickstoff kann im Übrigen auch ein anderes kryogenes Kältemittel zum Einsatz kommen, beispielsweise flüssiges Kohlendioxid. Der beim Kühlprozess verdampfende Stickstoff wird über eine Gasableitung 13 aus der Kühleinrichtung 10 abgeführt. Im Übrigen kann eine - ansonsten in gleicher Weise arbeitende - Kühleinrichtung (hier nicht gezeigt) auch in der Füllleitung 7 integriert sein, um den in das Vorratssilo eingefüllten Zement zu kühlen. Eine solche Kühleinrichtung kann ergänzend oder anstelle der hier gezeigten Kühleinrichtung 10 vorgesehen sein.

[0030] Der gekühlte Zement wird anschließend entweder - hier nicht gezeigt - über ein geeignetes Dosierelement unmittelbar der Waage 5 zugeführt oder, wie im Ausführungsbeispiel, in einem thermisch gut isolierten Vorratsbehälter 14 vorübergehend zwischengelagert. Mittels eines am Vorratsbehälter 14 angeordneten Dosierelements 15, beispielsweise ein Schieber, wird der im Vorratsbehälter 14 befindliche gekühlte Zement ganz oder in einer vorbestimmten Menge der Waage 5 zugeführt. Gekühlter Zement aus dem Vorratsbehälter 14 und ungekühlter Zement aus der Förderleitung 3 können dabei entweder gemeinsam oder unabhängig voneinander in der Waage 5 gewogen und anschließend in die Mischeinrichtung 4 eingemischt werden.

[0031] Das über die Gasableitung 13 aus der Kühleinrichtung 10 abgeführte verdampfte Stickstoff, der immer noch eine erhebliche Restkälte besitzt, dient im weiteren Verlauf zur Kühlung des für die Herstellung des Frischbetons eingesetzten Zugabewassers. Das Zugabewasser wird in einem geschlossenen Behälter 16 bevorratet, der über eine Wasserleitung 17 mit der Mischeinrichtung 4 strömungsverbunden ist. Die Gasableitung 13 führt in das Innere des Behälters 16, durchläuft dort einen Wärmetauscher 18, dessen Wärmetauscherfläche sich im Betrieb der Vorrichtung 1 unterhalb eines Wasserspiegels 19 des Zugabewassers im Behälter 16 befindet, und mündet schließlich an wenigstens einer Mündungsöffnung 20 an einer Eintragsvorrichtung 21 unterhalb des Wasserspiegels 19 im Behälter 16 aus. Bei der Eintragsvorrichtung 21 handelt es sich beispielsweise um eine Düse oder Lande oder um einen Hohlkörper, der mit einer Vielzahl von Mündungsöffnungen 20 ausgerüstet ist.

[0032] Im Betrieb der Vorrichtung 1 wird in der Kühleinrichtung 10 flüssiger Stickstoff aus dem Tank 11 mit dem Zement aus der Nebenleitung 8 in thermischen Kontakt gebracht und kühlt diesen ab, wobei er selbst verdampft. Der verdampfte und immer noch kalte, d.h. eine Temperatur von weit unter 0°C aufweisende Stickstoff durchläuft bedarfsweise einen Filter 22, in der etwaig mit-

gerissenes Zementpulver vom Stickstoff getrennt wird. Anschließend wird der Stickstoff im Wärmetauscher 18 mit dem Zugabewasser im Behälter 16 in indirekten thermischen Kontakt gebracht, wobei er sich so weit aufwärmt, dass sein Austritt an der Mündungsöffnung 20 nicht zu Eisbildungen an der Mündungsöffnung 20 führt. Das sich im Behälter 16 oberhalb des Wasserspiegels ansammelnde Stickstoffgas wird über eine Abgasleitung 23 abgeführt.

[0033] Um zu verhindern, dass während einer Betriebspause Wasser oder Wasserdampf aus dem Behälter 16 in die Kühleinrichtung 10 gelangt, kann die Gasableitung 13 optional mit einer Rückschlagarmatur 24, beispielsweise einer Rückschlagklappe, ausgerüstet sein. Ein Rückschlagarmatur 24 kann dabei stromauf und/oder stromab zum Wärmetauscher 18 angeordnet oder Teil der Eintragsvorrichtung 21 sein. Beispielsweise kann die Eintragsvorrichtung ein Ventil umfassen, das erst ab erst ab einem bestimmten, vorgegebenen Überdruck in der Gasableitung 13 gegenüber dem hydrostatischen Druck des Wassers im Behälter 16 die Gasableitung 13 öffnet, im Übrigen aber verschließt.

[0034] Durch die Einstellung der Menge an gekühltem bzw. ungekühltem Zement kann die Temperatur des Frischbetons den jeweiligen Erfordernissen bzw. Kundenwünschen angepasst werden. Insbesondere ist es möglich, auch kleinere Chargen von Frischbeton, die nur einen Teil des im Vorratssilo 2 gespeicherten Zements benötigen, mit der gewünschten Temperatur herzustellen. Weiterhin ist es möglich, während des Mischvorgangs in der Mischeinrichtung 4 die Temperatur des Frischbetons durch die Variation der Zufuhr an gekühltem bzw. ungekühltem Zement durch Einstellung der durch die Leitungen 3, 8 geführten Teilströme zu regeln. Hierfür sind die Dosierelemente 6, 15 mit einer Steuereinheit 25 datenverbunden, mittels der die jeweiligen Mengenflüsse in Abhängigkeit von einer mittels eines hier nicht gezeigten Sensors im erzeugten Frischbeton gemessenen Temperatur geregelt werden können.

[0035] Weiterhin kann die Steuereinheit 25 dazu genutzt werden, die Kühlung von Zement und Zugabewasser zu koordinieren. Um einerseits das über die Gasableitung 13 abgeführte Stickstoffgas möglichst vollständig für die Kühlung des Zugabewassers nutzen zu können, andererseits zu verhindern, dass das Zugabewasser im Behälter 16 teilweise gefriert, kann mittels der Steuereinheit 25 über eine Ansteuerung des Ventils 9 die Zufuhr von Zement und/oder über eine Ansteuerung eines Ventils 26 in der Kältemittelzuleitung 12 die Zufuhr von flüssigem Stickstoff an die Kühleinrichtung 10 in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur des Zugabewassers im Behälter 16 geregelt werden.

Bezugszeichenliste

55

[0036]

1. Vorrichtung

2. Vorratssilo
3. Förderleitung
4. Mischeinrichtung
5. Waage
6. Dosierelement
7. Füllleitung
8. Nebenleitung
9. Ventil
10. Kühleinrichtung
11. Tank
12. Kältemittelzuleitung
13. Gasableitung
14. Vorratsbehälter
15. Dosierelement
16. Behälter
17. Wasserleitung
18. Wärmetauscher
19. Wasserspiegel
20. Mündungsöffnung
21. Eintragseinrichtung
22. Filter
23. Abgasleitung
24. Rückschlagarmatur
25. Steuereinheit
26. Ventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von gekühltem Frischbeton, bei dem wenigstens ein erster Teilstrom eines Zugabestoffes mit einem verflüssigten kryogenen Kältemittel in einer Kühleinrichtung (10) in direkten oder indirekten thermischen Kontakt gebracht und dabei unter wenigstens teilweiser Verdampfung des kryogenen Kältemittels gekühlt wird und der gekühlte Zugabestoff anschließend einer Mischeinrichtung (4) zugeführt wird, in der er mit einem oder mehreren weiteren Zugabestoffen sowie mit Zugabewasser zur Herstellung des Frischbetons zusammengeführt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass das bei der Kühlung des ersten Teilstroms des Zuschlagsstoffs in der Kühleinrichtung (10) verdampfende kryogene Kältemittel zumindest teilweise zur Kühlung des Zugabewassers und/oder eines anderen Zuschlagstoffs eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Teilstrom des Zugabestoffes an der Kühleinrichtung (10) vorbeigeführt und der Mischeinrichtung (4) zugeführt wird, und das Verhältnis der Mengen des im ersten und zweiten Teilstrom enthaltenen Zugabestoffs in Abhängigkeit von einer Zieltemperatur des hergestellten Frischbetons geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass der erste Teilstrom des Zugabestoffs auf einen Temperaturwert von unter -50°C, bevorzugt unter -100°C gekühlt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als kryogenes Kältemittel flüssiges Kohlendioxid oder flüssiger Stickstoff und als zu kühlender Zugabestoff Zement zum Einsatz kommt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlung des Teilstroms in der Kühleinrichtung (10) chargenweise oder kontinuierlich erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mengestrom des der Kühleinrichtung (10) zugeführten Zugabestoffs und/oder der Mengestrom des der Kühleinrichtung (10) zugeführten kryogenen Kältemittels in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur des Zugabewassers geregelt wird.
7. Vorrichtung zum Herstellen von gekühltem Frischbeton, mit einem Behälter (16) für Zugabewasser und mit wenigstens einem Vorratsbehälter (2) für einen Zugabestoff, welcher Vorratsbehälter (2) mit einer Mischeinrichtung (4) über wenigstens eine Zuführleitung (8), strömungsverbunden ist, und mit einer Kühleinrichtung (10) zum Kühlen des Zugabestoffs, die mit einer Zuleitung (12) für ein verflüssigtes kryogenes Kältemittel und einer Gasableitung (13) für verdampftes kryogenes Kältemittel ausgerüstet ist und die in der Zuführleitung (8) oder in einer in den Vorratsbehälter (2) einmündenden Füllleitung (7) integriert ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gasableitung (13) für das verdampfte kryogene Kältemittel mit dem im Behälter (16) bevorrateten Zugabewasser thermisch verbunden ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (13) an einer Austrittsöffnung (20) oder einer Mehrzahl von Austrittsöffnungen in den Behälter (16) einmündet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (13) einen im Behälter (16) angeordneten Wärmetauscher (18) durchläuft.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Austrittsöffnung (20) der Gasableitung (13) oder in der Gasableitung (13) eine Rückschlagarmatur (24) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einer der Ansprüche 7 bis 10, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung (10) eine in einem gasdichten und thermisch isolierten Gehäuse aufgenommene Mischeinrichtung, etwa einen Doppelwellenwellenmischer oder eine Förderschnecke umfasst.

5

12. Vorrichtung nach einer der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung (10) eine Fördereinrichtung für den Zugabestoff umfasst, in der ein Wärmetauscher zum indirekten Wärmetausch des Zugabestoffes mit dem kryogenen Kältemittel angeordnet ist.

10

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung der Kühleinrichtung (10) einen Schneckenförderer mit einer in einem Schneckengehäuse aufgenommenen und um eine Welle drehbar gelagerte Förderschnecke umfasst, die so ausgebildet ist, dass die Wandung des Schneckengehäuses und/oder die Wandung der als Hohlwelle ausgestalteten Welle als Wärmetauscherfläche zum thermischen Kontakt mit dem kryogenen Kältemittel fungiert.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

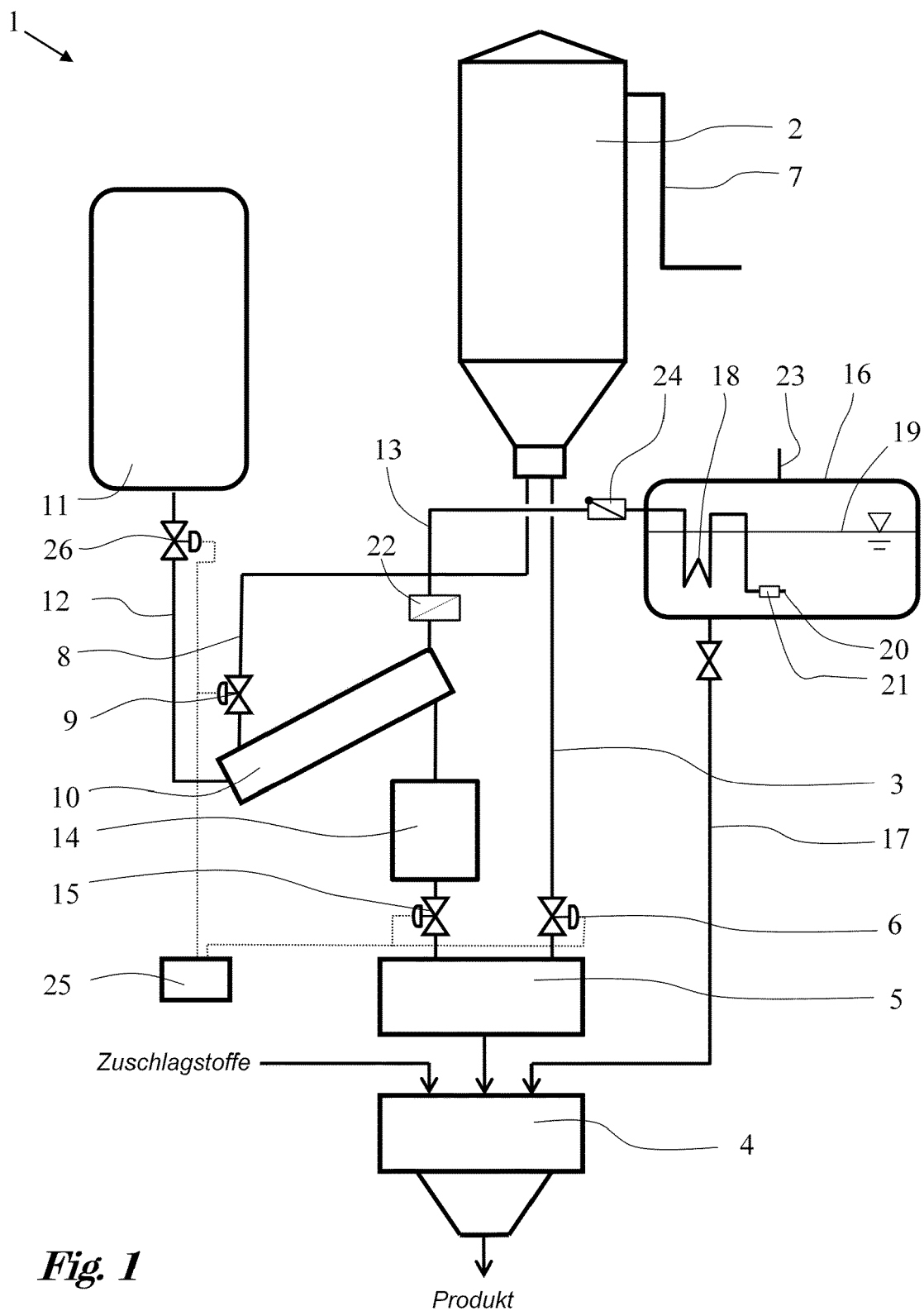


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 0793

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S64 26407 A (TAKENAKA KOMUTEN CO; TAKENAKA DOBOKU ET AL.) 27. Januar 1989 (1989-01-27)	1, 5, 7-10	INV. B28C7/00 B28C7/04 B28C7/10
Y	* das ganze Dokument *	2, 4, 6, 11-13	
	& JP H07 108537 B2 (TAKENAKA KOMUTEN CO; TAKENAKA DOBOKU ET AL.) 22. November 1995 (1995-11-22) * das ganze Dokument *		
Y	EP 2 077 933 B1 (MESSER GROUP GMBH [DE]) 1. Februar 2012 (2012-02-01) * Absätze [0030] - [0032]; Abbildung 1 *	2	
Y	DE 25 37 173 A1 (KUEHL HANS JOERG; LEHMANN HERMANN ET AL.) 10. März 1977 (1977-03-10) * Seite 6 *	4, 6, 11-13	
	* einzige Abbildung *		
X	JP H02 137902 A (TOKYO GAS CO LTD; TOKYO REINETSU SANGYO KK ET AL.) 28. Mai 1990 (1990-05-28) * das ganze Dokument *	1, 3, 5, 7, 8, 11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 0 272 880 A1 (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD [JP]) 29. Juni 1988 (1988-06-29) * Seite 3, Zeilen 9-13, 16-17, 23-38 *	1, 5	B28C F25D C04B B01F F25B F28D
	* Abbildung 1 *		
A	JP S64 26406 A (TAKENAKA KOMUTEN CO; TAKENAKA DOBOKU ET AL.) 27. Januar 1989 (1989-01-27) * das ganze Dokument *	1-13	
A	JP H02 169205 A (TODA CONSTRUCTION; IWATANI INT CORP) 29. Juni 1990 (1990-06-29) * das ganze Dokument *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		17. Februar 2023	Papakostas, Ioannis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 20 0793

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S6426407 A	27-01-1989	JP S6426407 A	27-01-1989
		JP H07108537 B2	22-11-1995
EP 2077933 B1	01-02-2012	AT 543621 T	15-02-2012
		EP 2077933 A1	15-07-2009
		ES 2381873 T3	01-06-2012
		WO 2008040674 A1	10-04-2008
DE 2537173 A1	10-03-1977	KEINE	
JP H02137902 A	28-05-1990	JP 2840655 B2	24-12-1998
		JP H02137902 A	28-05-1990
EP 0272880 A1	29-06-1988	AU 597455 B2	31-05-1990
		EP 0272880 A1	29-06-1988
		IN 168549 B	20-04-1991
		US 5100239 A	31-03-1992
JP S6426406 A	27-01-1989	KEINE	
JP H02169205 A	29-06-1990	JP H0440168 B2	02-07-1992
		JP H02169205 A	29-06-1990

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1749767 A2 [0003]
- EP 1749629 A2 [0003]
- DE 4010045 A1 [0003]
- EP 0436140 A1 [0003]
- EP 2077933 A1 [0004]