

(19)



(11)

EP 3 820 660 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.08.2024 Patentblatt 2024/35

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B28C 5/02 ^(2006.01) **B28C 7/04** ^(2006.01)
E21D 11/10 ^(2006.01) **E04F 21/12** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19770021.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B28C 5/026; B28C 7/0418; E04F 21/12;
E21D 11/105

(22) Anmeldetag: **13.09.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/074456

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/064362 (02.04.2020 Gazette 2020/14)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM AUSBRINGEN VON SPRITZBETON**

DEVICE AND METHOD FOR APPLYING SPRAYED CONCRETE

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ÉPANDAGE DE BÉTON PROJETÉ

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **25.09.2018 DE 102018123607**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.05.2021 Patentblatt 2021/20

(73) Patentinhaber: **Putzmeister Engineering GmbH**
72631 Aichtal (DE)

(72) Erfinder: **HÖSS, Michael**
72658 Bempflingen (DE)

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll**
Partnerschaft mbB von
Patent- und Rechtsanwälten
Postfach 13 03 91
20103 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 357 929 JP-A- 2001 140 593
JP-A- 2002 013 397 JP-B2- 2 857 699
JP-U- H04 126 999

EP 3 820 660 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausbringen von Spritzbeton mit einer Spritzbetondüse und einer der Spritzbetondüse zugeordneten Mischeinrichtung zum Zudosieren von Erstarrungsbeschleuniger zu mittels der Spritzbetondüse auszubringendem Spritzbeton. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Ausbringen von Spritzbeton mit einer Spritzbetondüse sowie ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Spritzbetonsysteme kommen beispielsweise beim Tunnelbau oder in Minen für Ausbau- und Verfüllzwecke zum Einsatz. Der Spritzbeton wird in einer geschlossenen Schlauchleitung zur Einbaustelle gefördert, dort aus einer Spritzbetondüse pneumatisch aufgetragen und durch die Aufprallenergie verdichtet. Die Rezeptur entspricht weitgehend derjenigen von Normalbeton. Durch die Zugabe eines Erstarrungsbeschleunigers wird die sogenannte Frühfestigkeit erhöht, so dass der Spritzbeton schnell nach dem Aufprall zumindest abschnittsweise erstarrt.

[0003] Pulverförmige Baustoffe, insbesondere Zement, Zusatzstoffe und gegebenenfalls Zusatzmittel werden unter Zugabe von Anmachwasser und eines flüssigen oder in einer Flüssigkeit, üblicherweise Wasser, transportierten Erstarrungsbeschleuniger ausgebracht. Bei dem Erstarrungsbeschleuniger, der beim Ausbringvorgang beigemischt wird, handelt es sich in der Regel um eine flüssige Komponente, die zu einer Frühfestigkeit des härtenden Baustoffes führt.

[0004] Wird der Baustoff trocken gefördert (sogenannte Trockenspritzverfahren), so muss ihm auch das notwendige Anmachwasser an der Spritzbetondüse zugesetzt werden. Die Förderung erfolgt mittels Druckluft durch ein Förderrohr zur Spritzbetondüse. Erst kurz vor dem Düsenbereich wird das Trockengemisch mit dem nötigen Anmachwasser versehen. In der Regel ist dann der Erstarrungsbeschleuniger in dem Anmachwasser enthalten.

[0005] Es ist jedoch auch möglich, den mit dem Anmachwasser vermischten Baustoff beispielsweise hydraulisch zu fördern. Bei dem sogenannten Nassspritzverfahren werden die pulverförmigen Baustoffe mit dem Anmachwasser zusammengemischt und mittels einer Betonpumpe (Dichtstromförderung) oder Druckluft (Dünnstromförderung) zu einer Spritzbetondüse befördert (das Dünnstromverfahren kann auch im Trockenspritzverfahren angewandt werden). Bei der hydraulischen Förderung wird das geförderte Baustoffgemisch an der Spritzbetondüse mit zugeführter Druckluft beschleunigt und aufgebrochen, um den Erstarrungsbeschleuniger einzubringen und zu verteilen.

[0006] Mischeinrichtungen, welche eine effektive Vermischung eines zuzudosierenden Zusatzmittels in ein pumpfähiges Gemisch ermöglichen, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie bspw. aus der WO 2012/042012 A1 oder der DE 94 05 045 U1.

[0007] In der Praxis wird bei der Applikation von Spritzbeton, bspw. in Tunneln, die Dosis des zugeführten Erstarrungsbeschleunigers aus Gründen der Einfachheit konstant gehalten bzw. in Abhängigkeit der Fördermenge des Spritzbetons geregelt. Die erforderliche Menge des Erstarrungsbeschleunigers variiert jedoch unter anderem mit der Position der Fläche, auf die der Spritzbeton aufgebracht wird.

[0008] Die richtige Menge von zudosiertem Erstarrungsbeschleuniger hängt von vielen verschiedenen Parametern ab, unter anderem der Position der Oberfläche auf die der Spritzbeton aufzubringen ist. Um sicherzustellen, dass der Spritzbeton sowohl an eher vertikal verlaufenden Flächen (unterer Bereich des Tunnels - auch als Strosse bezeichnet) als auch an eher horizontal verlaufenden Flächen (oberer Bereich des Tunnels - auch als Kalotte bezeichnet) eines Tunnels ausreichenden Halt hat, ist eine unterschiedliche Menge von Erstarrungsbeschleuniger notwendig. Falsche Zudosierungen (Über- oder Unterdosierungen) von Erstarrungsbeschleuniger können zu einer Minderung der Betonfestigkeit, geringeren Nacherhärtung oder geringer Wasserundurchlässigkeit führen und somit zu Qualitätsverlusten des aufgetragenen Spritzbetons. Bei der Überdosierung des Erstarrungsbeschleunigers kommt es außerdem zu erhöhten Kosten.

[0009] Die JP 2011-140593 A offenbart eine Spritzvorrichtung für Beton, bei der eine hinzugefügte Menge eines Beschleunigungsmittels entsprechend einer Spritzposition/-stellung und dem Zustand der Bodenoberfläche einstellbar ist. Die Spritzvorrichtung umfasst eine Mischeinrichtung zum Zudosieren eines Erstarrungsbeschleunigers und eine Düse zum Ausbringen des mit dem Erstarrungsbeschleuniger gemischten Betonmaterials. Die Position der Düse wird über eine mehrere Sensoren aufweisende Richtungserfassungseinrichtung ermittelt. Eine Steuereinrichtung steuert die Zudosierung winkelabhängig.

[0010] Die JP H04 126999 U offenbart eine Vorrichtung zum Zudosieren von Additiven zum flüssigen Spritzbeton, wobei die Zugabemenge entsprechend eines zu bespritzenden Tunnelbereichs eingestellt wird. Die Zudosierung erfolgt sensorbasiert und in Abhängigkeit eines Neigungswinkels der Spritzbetondüse gegenüber der Horizontalen.

[0011] Die JP 2002-013397 A offenbart eine Vorrichtung zum Auftragen von Beton an einer Innenfläche eines Tunnels, wobei die Menge des ausgebrachten Betons und die Menge eines Zusatzmittels je nach Tunnelbereich automatisch eingestellt werden. Das bekannte System umfasst eine an einem Spritzroboter angebrachte Spritzdüse, eine Betonförderpumpe, eine Zusatzmittel-Versorgungseinrichtung und eine Steuereinrichtung.

[0012] Die JP 2857699 B2 offenbart die Zudosierung eines schnell abbindenden Zusatzmittels bei der Ausbringung von Spritzbeton in einem Tunnel. Eine Zudosierung erfolgt in Abhängigkeit von der Höhenposition der Düse und der gemessenen Betonabgabemenge.

[0013] Die EP 0 357 929 A2 offenbart eine Dosierung von flüssigem Erstarrungsbeschleuniger zum Austragen von Spritzbeton. Hierfür ist ein Mischkopf vorgesehen, in den eine Trockenleitung zur Zufuhr von Trockenbeton sowie eine Wasserleitung zur Zufuhr einer Mischung aus Wasser und Erstarrungsbeschleuniger münden, wobei die Durchlaufmenge des Wassers mit Hilfe eines Handhebels manuell nach Bedarf laufend geändert wird. Für die Dosierung der Beschleunigermenge ist eine automatische Regelung eingesetzt, derart dass eine relative Beschleunigermenge bezogen auf die relative Zementmenge als Soll-Wert nur bei Änderung der zugeführten Flüssigkeitsmenge in die Wasserleitung zugeregelt wird.

[0014] Ausgehend hiervon wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung zum Ausbringen von Spritzbeton bzw. ein Verfahren zum Ausbringen von Spritzbeton und ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche vorgeschlagen.

[0015] Zunächst werden einige Begriffe erläutert.

[0016] Als Erstarrungsbeschleuniger werden abbindebeschleunigende Zusatzmittel bezeichnet, die die Erstarrungszeit verringern in anderen Worten eine Beschleunigung des Erstarrens bewirken. Es werden Alkalische (auf Aluminat- oder Silikatbasis) von Alkalifreien Erstarrungsbeschleunigern unterschieden. Typische Produkte enthalten als Wirkstoff Alkalicarbonat (Kaliumcarbonat), Alkalihydroxide oder Alkalialuminate. Durch den Zusatz von Erstarrungsbeschleuniger bindet der Spritzbeton schneller ab und erreicht eine höhere Frühfestigkeit. Dadurch können die nachfolgenden Schichten schneller und in größeren Schichten aufgebracht werden. Bei größeren Bauvorhaben tragen Erstarrungsbeschleuniger erheblich zu einer Zunahme der Produktionskapazität bei. Der Einsatz von Erstarrungsbeschleuniger ist besonders vorteilhaft im Tunnelbau, da es einen schnellen Abschnitzaufbau, eine hohe Frühfestigkeit und Wasserabdichtung bewirkt.

[0017] Die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger hängt von verschiedenen Parametern und Faktoren ab. Die zuzudosierende Menge hängt wesentlich von der Art des verwendeten Erstarrungsbeschleunigers ab. Je nach chemischer Zusammensetzung des Erstarrungsbeschleunigers ist eine Zudosierung zwischen 3 % und 15 % zielführend. Grundsätzlich variiert die Zudosierung somit mit der Spritzbeton-Fördermenge. Der erforderliche Mengenanteil von Erstarrungsbeschleuniger kann außerdem von der Neigung der Fläche abhängen, auf die der Spritzbeton aufgebracht wird - eher horizontale Flächen erfordern gegenüber eher vertikalen Flächen eine höhere Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger. Es kann somit notwendig sein, die Dosis des mittels der Spritzbetondüse auszubringenden Spritzbetons in Abhängigkeit von äußeren Parametern zu verändern.

[0018] Die Spritzbetondüse wird gewöhnlich entlang der Flächennormalen der zu bespritzenden Fläche ausgerichtet, wobei der Auftreffwinkel des Spritzbetons auf die zu bespritzende Fläche 90° beträgt (Anstellwinkel).

Die Spritzbetondüse ist also optimalerweise parallel zur Flächennormalen ausgerichtet. Durch den Spritzkegel, der durch den aus der Spritzbetondüse austretenden Spritzbeton gegeben ist, kommt es jedoch stets auch zu leichten Abweichungen des Auftreffwinkels.

[0019] Erfindungsgemäß ist eine sensorgesteuerte Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers in Abhängigkeit eines äußeren Parameters vorgesehen. Dies ermöglicht es, die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers in Abhängigkeit von durch den Sensor erfassten äußeren Parametern automatisch anzupassen. Dies eröffnet die Möglichkeit die Zudosierung während der Spritz-Applikation anzupassen bzw. zu verändern. Die Sensorsteuerung tritt an die Stelle der manuellen Einstellung durch eine Bedienperson und ermöglicht somit eine höhere Reproduzierbarkeit und Nachverfolgbarkeit und insbesondere Zuverlässigkeit bei der Anwendung von Erstarrungsbeschleuniger. Je nach Stellungswinkel der Spritzdüse kann die Beschleunigerdosis sofort (d.h. in Echtzeit) angepasst werden.

[0020] Bei dem äußeren Parameter kann es sich beispielsweise um die Umgebungstemperatur oder die Luftfeuchtigkeit (beispielsweise in einem Tunnelgewölbe) handeln. Die Zudosierung kann dann je nach Temperatur oder Luftfeuchtigkeit, welche durch einen Sensor gemessen wird, eingestellt werden. Es ist ebenfalls möglich, die Zudosierung abhängig von der Zusammensetzung des Erstarrungsbeschleunigers einzustellen. Es ist außerdem denkbar, über einen Sensor (Beschleunigungssensor) beispielsweise die relative Bewegung der Spritzbetondüse zu messen oder die zu bespritzende Fläche abzubilden und so die Zudosierung während der Applikation beliebig auf sich verändernde äußere Umstände anzupassen.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung zum Aufbringen von Spritzbeton weist die Vorrichtung einen der Spritzbetondüse zugeordneten Sensor zum Ermitteln eines Neigungswinkels der Spritzbetondüse beim Spritzvorgang auf.

[0022] Diese Ausgestaltung erlaubt somit die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers bei der Spritzbeton-Applikation abhängig von einem Winkel als äußerem Parameter, unter dem der Spritzbeton ausgebracht wird.

[0023] Die sensorgesteuerte Zudosierung kann in Abhängigkeit eines Neigungswinkels der Spritzbetondüse beim Spritzvorgang erfolgen. Als Neigungswinkel der Spritzbetondüse wird der Winkel zwischen der Ausrichtung der Spritzbetondüse und der Horizontalen bezeichnet. Der Neigungswinkel ist sozusagen der Winkel, der der Steigung der Richtung des aufzubringenden Spritzbetons entspricht. Der Neigungswinkel kann daher Werte zwischen +90° und - 90° annehmen. Ist die Spritzbetondüse horizontal ausgerichtet beträgt der Neigungswinkel somit 0°. Ist die Spritzbetondüse senkrecht nach oben ausgerichtet, etwa weil es sich bei der zu bespritzenden Fläche um eine Decke handelt, beträgt der Neigungswinkel 90°. Ist die Spritzbetondüse senkrecht nach unten ausgerichtet, etwa weil es sich bei der zu besprit-

zenden Fläche um den Boden handelt, beträgt der Neigungswinkel -90° .

[0024] Bei einer optimalen Ausrichtung der Spritzbetondüse senkrecht zu der Fläche, auf die der Spritzbeton aufgebracht wird, kann die Vorrichtung durch automatische Ermittlung des Neigungswinkels somit unterscheiden, ob die zu bespritzende Fläche eine eher horizontale oder eher vertikale Ausrichtung hat. Horizontale und vertikale Flächen bzw. Wände bzw. Wandabschnitte stellen aufgrund der auf den aufgetragenen Spritzbeton wirkenden Schwerkraft unterschiedliche Anforderungen an den Spritzbeton. Diese Ausführungsform der Erfindung ermöglicht es der Vorrichtung daher, allein und automatisiert anhand der Bestimmung des Neigungswinkels durch den Neigungssensor unterschiedliche Zudosierungen von Erstarrungsbeschleuniger einzustellen. Durch den der Spritzbetondüse zugeordneten Neigungssensor erkennt die Maschine, ob Spritzbeton in einen oberen oder einen unteren Bereich eines Gewölbes bzw. Tunnels ausgebracht wird, und regelt dadurch automatisch den Beschleunigeranteil hoch oder runter. Die Qualität des so aufgetragenen Spritzbetons ist damit gegenüber herkömmlich aufgetragenen Spritzbeton deutlich verbessert. Die Vorrichtung ist insgesamt weniger fehleranfällig, da sie unabhängig von Zudosierungssignalen einer Bedienerperson auskommt.

[0025] Erfindungsgemäß erfolgt eine Zudosierung in Abhängigkeit eines gemessenen Anstellwinkels. Mit Anstellwinkel ist dabei der Auftreffwinkel des aufzubringenden Spritzbetons auf die zu bespritzende Fläche bezeichnet, mithin der Winkel zwischen der Flächennormalen am Auftreffpunkt und der Spritzrichtung des ausgebrachten Spritzbetons. Der für die Spritzbetonapplikation optimale Anstellwinkel beträgt 90° . Dies ist der Fall, wenn die Spritzbetondüse senkrecht zu der zu bespritzenden Fläche (also parallel zur Flächennormalen) gehalten wird. Während der Spritzbetonapplikation kommt es jedoch auch zu Abweichungen von der optimalen Ausrichtung, beispielsweise wenn die zu bespritzende Fläche eine vom Ideal abweichende komplexere Geometrie aufweist.

[0026] Die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers kann somit erfindungsgemäß auch in Abhängigkeit von Abweichungen gegenüber dem optimalen Anstellwinkel verändert werden. Dies erfolgt durch Verwendung eines geeigneten Sensors zur Erkennung einer Flächenneigung gegenüber der Strahlrichtung. Bspw. kann der Sensor als Laserscanner ausgebildet bzw. Teil eines Laserscanners sein, der das Profil einer zu bespritzenden Kontur (wie eines Tunnels) scannt und die Steuereinrichtung auf der Grundlage der Scandaten einen optimalen Spritzprozess / Zudosierungsplan berechnet. Der Sensor kann aber auch ein eigenständiges Bauteil sein, das an einem beliebigen Ort an der Spritzmaschine oder der Düse verbaut ist.

[0027] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine Steuereinrichtung zur sensordatenabhängigen Erzeugung von Zudosierungssignalen für die Mischeinrich-

tung. Die Einstellung der richtigen Menge von Erstarrungsbeschleuniger erfolgt somit automatisiert bereits in der Mischeinrichtung und kann in Echtzeit gemäß der Sensordaten über die Steuereinrichtung eingestellt werden.

[0028] Mischeinrichtungen zur Zudosierung eines Zusatzmittels in ein pumpfähiges Gemisch, insbesondere ein pumpfähiges hydraulisch abbindendes Gemisch (beispielsweise eine flüssige Spritzbetonzusammensetzung) sind aus dem Stand der Technik an sich bekannt. Die Mischeinrichtung weist eine Förderleitung zur Förderung des Gemischs und eine in der Förderleitung angeordnete Dosiervorrichtung (Dosierpumpe) zum Einbringen des Zusatzmittels in das Gemisch. Die Dosis kann über entsprechende Zudosierungssignale eingestellt werden.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform nimmt die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger mit zunehmendem Neigungswinkel der Spritzbetondüse gegenüber der Horizontalen zu. Beispielsweise wird im Tunnelbau im Bereich der Kalotte verhältnismäßig mehr Erstarrungsbeschleuniger benötigt (im Vergleich zum Bereich der Strosse), da hier die Schwerkraft maximal auf den frischen Spritzbeton einwirkt. Die Zudosierung ist in diesem Bereich entsprechend höher und wird gemäß der Erfindung beim Übergang zu eher vertikalen Wänden bzw. Wandabschnitten reduziert. Dies ermöglicht es, den Erstarrungsbeschleuniger in erforderlicher Menge gezielt einzusetzen und einer Überdosierung vorzubeugen. Überdosierung von Erstarrungsbeschleuniger führt neben erhöhten Kosten auch zu Qualitätsverlusten des aufgetragenen Spritzbetons, etwa zu einer Minderung der Betonfestigkeit, geringeren Nacherhärtung oder geringer Wasserundurchlässigkeit.

[0030] Vorzugsweise erfolgt die Zunahme der Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger kontinuierlich oder intervallabhängig. Dabei kann beispielsweise für einen Neigungswinkel von 0° eine minimale Zudosierung (in %) und für einen Neigungswinkel von 90° eine maximale Zudosierung (in %) vorgegeben werden. Der Bereich dazwischen kann je nach spezieller Anwendung beispielsweise linear oder quadratisch approximiert werden und so eine kontinuierliche Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger vorgeben. Um ein stetiges und ständiges Nachjustieren zu vermeiden, ist es ebenfalls möglich, in gewissen Winkelbereichen spezielle Zudosierungsfaktoren (in %) vorzugeben, diese können beispielsweise auf Erfahrungswerten beruhen. Nur beim Überschreiten dieser vorgegebenen Intervalle (beispielsweise alle 10° , 20° oder 30°) ändert sich dann der Zudosierungsfaktor.

[0031] Die Erfindung ermöglicht es somit, die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger sensorgesteuert in Abhängigkeit von äußeren Gegebenheiten anzupassen, ohne dass dies wie bisher ausschließlich in die Verantwortung einer Bedienerperson (dem sogenannten "Spritzdüsenführer" oder "Nozzleleman") fällt. Die sensorgesteuerte Zudosierung ist weniger anfällig für Fehler und bietet

eine hohe Reproduzierbarkeit in verschiedenen Abschnitten. Die Sensorsteuerung ersetzt die manuelle Steuerung durch die Bedienperson, die in der Praxis gewöhnlicherweise keine Veränderungen an der Zudosierung während eines Spritzvorgangs vornimmt. Durch die sensorgesteuerte Zudosierung wird eine verbesserte Qualität des Spritzbetons erreicht, und darauffolgende Schichten können schneller und somit effektiver aufgebracht werden. Zudem kommt es zu weniger Niederbruch von Spritzbeton aus der frischen Spritzbetonlage.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit den im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Aufbringen von Spritzbeton beschriebenen Merkmalen fortgeführt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann mit den im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschriebenen Merkmalen weiter fortgeführt werden.

[0033] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln nach Anspruch 10.

[0034] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsformen beispielhaft beschrieben.

Figur 1 zeigt eine schematische blockdiagrammartige Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Aufbringen von Spritzbeton.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Spritzbetondüse.

Figur 3 veranschaulicht in schematischer Weise eine erfindungsgemäße Neigungswinkelmessung in einem Tunnelquerschnitt.

Figur 4 zeigt eine Bedienperson bei der Applikation von Spritzbeton mittels eines Spritzmanipulators.

[0035] Figur 1 zeigt ein Betonspritzsystem, wie es beispielsweise im Tunnelbau zum Einsatz kommt, mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum Aufbringen bzw. Ausbringen von Spritzbeton S (engl. "shotcrete") mittels einer Spritzbetondüse 14 an einer Baustelle. Im Tunnelbau kommen zum Aufbringen von Spritzbeton S bevorzugt mobile Vorrichtungen, sogenannte Spritzmanipulatoren M, zum Einsatz, wie es in Figur 4 veranschaulicht ist.

[0036] Das Betonspritzsystem umfasst eine Spritzbetonmaschine 12, die in der Regel beweglich ist, um flexibel von einem Einsatzort zum nächsten bewegt zu werden. Die Spritzbetonmaschine 12 umfasst eine Spritzbetonpumpe, die zur Förderung von Frischbeton 15 über eine (flexible) Förderleitung 16 mit der Spritzbetondüse 14 verbunden ist. Der Frischbeton 15 wird mit Pumpen (Dichtstrom) oder mit Druckluft (Dünnstrom) zu der Spritzbetondüse 14 gefördert. Aus der Spritzbetondüse 14 wird der Spritzbeton S durch Spritzen mit hoher Geschwindigkeit ausgebracht und aufgespritzt und durch

den Aufprall verdichtet.

[0037] An der Spritzbetondüse 14 ist außerdem ein Anschluss für Druckluft 22 über eine Druckluftleitung 20, 32 vorgesehen. Über die Druckluftleitung 20, 32 wird dem Frischbeton 15 bei 34 ein Erstarrungsbeschleuniger 24 zugegeben bzw. zudosiert. Durch die Zugabe des Erstarrungsbeschleunigers 24 an der Spritzbetondüse 14 wird die Frühfestigkeit des Spritzbetons S erhöht, wodurch der Spritzbeton nach dem Aufprall besser anhaftet und schneller erstarrt.

[0038] Figur 2 zeigt eine Spritzbetondüse 14 der Erfindung in vergrößerter Ansicht. Das Gemisch aus Erstarrungsbeschleuniger 24 und (Druck-)Luft 22 wird dem Spritzbeton erst unmittelbar vor Austritt aus der Düse bei 34 über einen Injektor zugeführt/zudosiert. Der Frischbeton 15 aus der Förderleitung 16 wird mit zugeführter Druckluft 22 beschleunigt und aufgebrochen, um den Erstarrungsbeschleuniger 24 einzubringen und zu verteilen. Eine gute Durchmischung wird durch das beidseitige Einbringen des Gemisches (Gemischleitungen 32) in den Frischbeton 15 in der Spritzbetondüse 14 erzielt.

[0039] Wie in Figur 1 gezeigt, ist der Druckluftleitung 20 eine Mischeinrichtung 18 zugeordnet. Über die Mischeinrichtung 18 wird der Erstarrungsbeschleuniger 24 mittels einer Misch- oder Dosierpumpe 19 der Druckluftleitung 20 zugeführt und dann über die Gemischleitung 32 an der Spritzbetondüse 14 dem Frischbeton 15 zudosiert. Die Einstellung der richtigen Zudosierungsmenge von Erstarrungsbeschleuniger erfolgt über die Mischeinrichtung 18. Erstarrungsbeschleuniger 24 wird aus einem Vorratsbehälter 26 über eine Zuführleitung 28 der Mischpumpe 19 und von dort bei 30 der Druckluftleitung 20 zugeführt. Der Erstarrungsbeschleuniger 24 und die Druckluft 22 werden erst unmittelbar vor Austritt des Spritzbetons aus der Spritzbetondüse 14 dem Beton 15 zugemischt. Der Spritzbeton S wird schließlich aus der Spritzbetondüse 14 pneumatisch auf die zu beschichtende Fläche ausgebracht und beim Aufprall durch die Aufprallenergie verdichtet.

[0040] Die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger 24 zu mittels der Spritzbetondüse 14 auszubringendem Spritzbeton S über die Mischeinrichtung 18 erfolgt sensorgesteuert. Die vorgesehene Sensorsteuerung erlaubt eine präzise Einstellung des zudosierten Erstarrungsbeschleunigers 24 in Abhängigkeit einer mittels eines Sensors 40 erfassten Messgröße. Bei der Messgröße handelt es sich um einen äußeren Parameter, wie beispielsweise die Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder einen Neigungswinkel α der Spritzbetondüse 14 (vgl. auch Figur 3) oder aber auch die Schichtdicke des Spritzbetons an der Wand (die bspw. mittels einer Laserscannvorrichtung als Sensor über Vorher-/Nachher-Messungen ermittelbar ist; andere Scannersysteme wie bspw. Infrarot-Scanner, Ultraschallscanner usw. sind ebenfalls möglich - deren Auswahl obliegt dem Können des Fachmanns). Zur Erzeugung entsprechender Zudosierungssignale ist eine Steuereinrichtung 50 vorgesehen, die der Mischeinrichtung 18 zugeordnet ist. Der Sensor 40 ist

mit der Steuereinrichtung 50 mittels einer an sich bekannten Daten- bzw. Signalleitung 42 verbunden. Es versteht sich von selbst, dass der Sensor im Hinblick auf seine Einsatzumgebung in geeigneter Weise gekapselt, eingegossen oder in anderer Art und Weise vor Umwelt/Schmutz-/Wasser-Einwirkungen u.dgl. geschützt ist.

[0041] Figur 3 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Tunnelgewölbes, in dem mittels einer erfindungsgemäßen Spritzbetondüse 14 Spritzbeton S ausgebracht wird. Die Spritzbetondüse 14 verfügt erfindungsgemäß über einen Neigungssensor 40. In der in Figur 3 dargestellten Position ist die Spritzbetondüse 14 unter einem Neigungswinkel α von ca. 50° zu einer Horizontalen H geneigt, d.h. eine Ausbring- oder Spritzrichtung D des ausgebrachten Spritzbetons S beträgt 50° zur Horizontalen H.

[0042] Figur 3 veranschaulicht darüber hinaus die Aufprallsituation des ausgebrachten Spritzbetons S an der Tunnel- bzw. Gewölbewandung unter einem Anstellwinkel φ . Mit Anstellwinkel ist dabei der Aufprallwinkel des ausgebrachten Spritzbetons S auf den Flächenabschnitt der Gewölbewandung bezeichnet, mithin der Winkel φ zwischen einer Flächennormalen N am Aufprallpunkt und der Spritzrichtung D des ausgebrachten Spritzbetons S.

[0043] Bislang ist die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger 24 manuell vom Bedienpersonal des Spritzbetonsystems eingestellt worden und während eines Applikationsvorgangs unverändert geblieben. Die erfindungsgemäße Sensorsteuerung erlaubt eine automatische Veränderung des Zudosierungsfaktors (in %) kontinuierlich oder intervallabhängig während des Applikationsvorgangs und somit eine Optimierung des Einsatzes von Erstarrungsbeschleuniger 24 und der damit verbundenen Qualität des aufgetragenen Spritzbetons und Reduzierung der laufenden Kosten durch die Einsparung von Beschleuniger.

[0044] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Sensor 40 der Spritzbetondüse 14 zugeordnet und als Neigungssensor 40 ausgebildet. Der Neigungssensor 40 misst den Neigungswinkel α , also den Winkel der Spritzbetondüse 14 zu einer Horizontalen H, wie dies in Figur 3 veranschaulicht ist. Die genaue Anordnung ist exemplarisch und kann je nach Messgröße variieren. Der Neigungswinkel α kann beliebige Werte zwischen $+90^\circ$ und -90° annehmen. Zur Bestimmung des Neigungswinkels α der Spritzbetondüse 14 gegenüber einer Horizontalen H ist es zweckmäßig, den Neigungssensor 40 direkt an der Spritzbetondüse 14 anzuordnen. In der in Figur 1 gezeigten Position ist die Spritzbetondüse 14 mit der Horizontalen H ausgerichtet und der Neigungswinkel beträgt 0° . In der in Figur 3 dargestellten Position zielt die Spritzbetondüse 14 mit einem Winkel von ca. 50° in einen oberen Gewölbereich. Bei der Aufbringung von Spritzbeton im Bereich der Tunnelsohle oder des Bodens kann der Neigungswinkel entsprechend bis zu -90° betragen.

[0045] Zur Erzielung optimaler Ergebnisse ist man im

Betrieb bestrebt, die Spritzbetondüse 14 wo möglich im Wesentlichen senkrecht zu der zu bespritzenden Fläche auszurichten, also parallel zu der Flächennormalen N (vgl. Figur 3), mithin unter einem Anstellwinkel von $\varphi = 0^\circ$. In dieser Spritzsituation gibt es die geringsten Rückprallverluste und die beste Aufprallverdichtung. Allerdings gibt es in der Praxis viele Situationen, in denen sich ein Anstellwinkel von $\varphi = 0^\circ$ nicht realisieren lässt, so bspw. aufgrund spezifischer Geometrien der zu bespritzenden Wandung oder auch in den obersten Gewölbeabschnitten. Um in solchen Situationen eine trotz schlechterer Aufprallverdichtung ausreichend gute und schnelle Verfestigung des Spritzbetons zu erreichen, kann erfindungsgemäß dem Spritzbeton sensorgesteuert bei zunehmendem Anstellwinkel φ eine höhere Menge von Erstarrungsbeschleuniger zudosiert werden. Hierfür kann der Spritzbetondüse 14 ein weiterer (nicht dargestellter) an sich bekannter Anstellsensor zugeordnet sein, der dazu geeignet ist, eine Neigung γ der zu bespritzenden Fläche am Aufprallpunkt zu bestimmen (bspw. unter Einsatz von Lasertechnik, Ultraschalltechnik und/oder CCD-Sensortechnik), aus der wiederum der Anstellwinkel über $\varphi = 90^\circ - \gamma$ berechnet werden kann.

[0046] Beim Aufbringen von Spritzbeton auf einen eher vertikalen Wandabschnitt wird grundsätzlich weniger Erstarrungsbeschleuniger 24 benötigt als beim Aufbringen des Spritzbetons auf einen eher horizontalen Wandabschnitt (Decke). Überdosierung von Erstarrungsbeschleuniger 24 führt zu Qualitätsverlusten des aufgetragenen Spritzbetons. Aufgrund der Schwerkraft ist bei der Aufbringung von Spritzbeton auf eine Überkopffläche (horizontale Fläche) die Zugabe von mehr Erstarrungsbeschleuniger erforderlich. Bei der Aufbringung von Spritzbeton auf die Tunnelsohle bzw. den Boden wird wenig bis gar kein Erstarrungsbeschleuniger zudosiert.

[0047] In einem Fall wurde ein optimaler Zudosierungsfaktor bei einer horizontalen Fläche (Decke) von ca. 7 % und bei einer vertikalen Fläche von ca. 5 % ermittelt. Im Bereich des Bodens wird wenig bis gar kein Erstarrungsbeschleuniger hinzudosiert. Die Zudosierung sollte dementsprechend bei einer Ausrichtung/Neigung der Spritzbetondüse in die Vertikale angepasst werden. Dies wird durch den Neigungssensor 40 und die dem Sensor zugeordnete Steuereinrichtung 50 bei der Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger 24 realisiert. Die Optimierung der Zudosierung erlaubt eine gute Haftung zwischen den einzelnen Schichten aufgetragenen Spritzbetons und sichert die Haltbarkeit des Spritzbetons auf lange Sicht.

[0048] Die anhand des Sensors 40 ermittelten Werte werden über die Datenleitung 42 (oder drahtlos) an die Steuereinrichtung 50 übermittelt, die abhängig von den ermittelten Sensordaten Zudosierungssignale erzeugt und diese über eine nicht dargestellte Leitung oder auch drahtlos an die Mischeinheit 18 sendet, die über die Mischpumpe 19 die Zudosierung vornimmt. Somit wird erfindungsgemäß sensorgesteuert die Zudosierung von

Erstarrungsbeschleuniger über Zudosierungssignale über die Mischeinheit 18 kontrolliert und eingestellt. Insbesondere erfolgt die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers erfindungsgemäß in Abhängigkeit von durch den Sensor erfassten äußeren Parametern. Äußere Parameter sind bspw. Neigungswinkel, Anstellwinkel, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Düsenbewegung, u.a. m. Die Steuereinrichtung 50 ist so ausgebildet, dass sie den Zudosierungsfaktor anhand der Messgröße des zur Erfassung äußerer Parameter ausgebildeten Sensors 40 berechnet. Dies kann beispielsweise durch Vorgabe eines Maximal- und eines Minimalwertes geschehen, wobei der Bereich zwischen den Extremwerten linear oder quadratisch approximiert wird. In der Regel wird die genaue Zuordnung zwischen Messwert und Zudosierungsfaktor (in Abhängigkeit des Erstarrungsbeschleunigers) in jedem individuellen Fall und vor der Spritzbeton-Applikation durch die Bedienperson einzustellen sein. Die Anpassung der Zudosierung während der Spritzapplikation erfolgt dann automatisch sensorgesteuert.

[0049] Die von dem erfindungsgemäßen Sensor erfassten Datensignale, wie bspw. Bewegungen des Spritzarmes bzw. Spritzdüse, können an ein zentrales Datenmanagementsystem in der Maschine weitergeleitet und dort hinsichtlich Steuerung der Beschleunigerdosisierung verarbeitet und gespeichert werden. Von diesem Datenlogger-System können die Daten (bspw. mittels USB-Stift oder WIFI-Übertragung) an eine Baustellen-Planungssoftware (z.B. BIM) oder ein Prozessüberwachungstool der Bauleitung übertragen und dort weiter verarbeitet werden.

[0050] In Figur 4 ist eine Bedienperson B (auch Spritzdüsenführer) bei der Applikation von Spritzbeton S mittels eines Spritzmanipulators M gezeigt. Der Spritzmanipulator M wird bevorzugt als mobile Vorrichtung zum Aufbringen von Spritzbeton S in einem Tunnelgewölbe eingesetzt. Die Bedienperson B steuert die in alle Richtungen schwenkbar am Spritzmanipulator M angebrachte Spritzbetondüse 14 aus sicherer Entfernung mit einer Fernbedienung F. Es versteht sich, dass der der Spritzbetondüse 14 zugeordnete Sensor 40 sowohl an der Spritzbetondüse 14 selbst als auch am Spritzbetonmanipulator M angeordnet sein kann. Die Anschlüsse für Druckluft (Druckluftleitung 20) und Erstarrungsbeschleuniger (Zuführleitung 28) sowie die zur Förderung von Frischbeton vorgesehene flexible Förderleitung 16 können an einer Unterseite des Spritzmanipulators M aufgehängt sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Aufbringen von Spritzbeton (S), mit einer Spritzbetondüse (14), einem zur Erfassung äußerer Parameter ausgebildeten Sensor (40) und einer der Spritzbetondüse (14) zugeordneten Mischeinrichtung (18), die zum Zudosieren von Erstarrungsbeschleuniger (24) zu mittels der Spritzbe-

tondüse (14) auszubringendem Spritzbeton (S) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Spritzbetondüse (14) zugeordnete Sensor (40) zum Ermitteln eines Anstellwinkels (φ) der Spritzbetondüse (14) beim Spritzvorgang ausgebildet ist und die Vorrichtung (10) eine Steuereinrichtung (50) zur sensordatenabhängigen Erzeugung von Zudosierungssignalen für die Mischeinrichtung (18) aufweist, wobei die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers (24) sensorgesteuert in Abhängigkeit eines Anstellwinkels (φ) der Spritzbetondüse (14) gegenüber einer Flächennormalen (N) einer mit Spritzbeton (S) zu bespritzenden Fläche beim Spritzvorgang erfolgt.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, bei der die Zudosierung des Erstarrungsbeschleunigers (24) sensorgesteuert in Abhängigkeit eines äußeren Parameters erfolgt und der äußere Parameter eine sensorerhobene Umgebungstemperatur oder Luftfeuchtigkeit ist.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der der Spritzbetondüse (14) zugeordnete Sensor (40) zum Ermitteln eines Neigungswinkels (α) der Spritzbetondüse (14) beim Spritzvorgang ausgebildet ist.

4. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger (24) mit zunehmendem Neigungswinkel (α) der Spritzbetondüse (14) gegenüber einer Horizontalen (H) zunimmt.

5. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Zudosierung von Erstarrungsbeschleuniger (24) mit zunehmendem Anstellwinkel (φ) zunimmt.

6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4 oder 5, bei der die Zunahme der Zudosierung mit Erstarrungsbeschleuniger (24) kontinuierlich oder intervallabhängig erfolgt.

7. Verfahren zum Aufbringen von Spritzbeton (S) mit einer Spritzbetondüse (14), bei dem auszubringendem Spritzbeton (S) sensorgesteuert Erstarrungsbeschleuniger (24) in Abhängigkeit eines Anstellwinkels (φ) der Spritzbetondüse (14) gegenüber einer Flächennormalen (N) einer mit Spritzbeton (S) zu bespritzenden Fläche beim Spritzvorgang zudosiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem in Abhängigkeit eines äußeren Parameters zudosiert wird, wobei der äußere Parameter eine sensorerhobene Umgebungstemperatur oder Luftfeuchtigkeit ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem mittels

eines Sensors (40) ein Neigungswinkel (α) der Spritzbetondüse (14) beim Spritzvorgang gemessen und mittels einer zugeordneten Steuereinrichtung (50) eine dem Spritzbeton (S) zuzudosierende entsprechende Menge von Erstarrungsbeschleuniger (24) ermittelt wird.

10. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf der der Mischeinrichtung (18) der Spritzbetondüse (14) zugeordneten Steuereinrichtung (50) der Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgeführt wird.

Claims

1. Apparatus (10) for applying sprayed concrete (S), comprising a sprayed-concrete nozzle (14), a sensor (40) configured to record external parameters, and a mixing device (18), which is assigned to the sprayed-concrete nozzle (14) and is configured to meter setting accelerator (24) into sprayed concrete (S) that is to be output by means of the sprayed-concrete nozzle (14), **characterized in that** the sensor (40) assigned to the sprayed-concrete nozzle (14) is configured to ascertain an angle of attack (φ) of the sprayed-concrete nozzle (14) during the spraying operation, and the apparatus (10) has a control device (50) for generating metering-in signals for the mixing device (18) depending on the sensor data, wherein the setting accelerator (24) is metered in under sensor control in dependence on an angle of attack (φ) of the sprayed-concrete nozzle (14) with respect to a surface normal (N) of a surface to be sprayed with sprayed concrete (S) during the spraying operation.
2. Apparatus (10) according to Claim 1, wherein the setting accelerator (24) is metered in under sensor control in dependence on an external parameter, and the external parameter is an ambient temperature or humidity recorded by way of a sensor.
3. Apparatus (10) according to Claim 1 or 2, wherein the sensor (40) assigned to the sprayed-concrete nozzle (14) is configured to ascertain an inclination angle (α) of the sprayed-concrete nozzle (14) during the spraying operation.
4. Apparatus (10) according to any of Claims 1 to 3, wherein the metering-in of setting accelerator (24) increases as the inclination angle (α) of the sprayed-concrete nozzle (14) with respect to a horizontal (H) increases.
5. Apparatus (10) according to any of Claims 1 to 4,

wherein the metering-in of setting accelerator (24) increases as the angle of attack (φ) increases.

6. Apparatus (10) according to Claim 4 or 5, wherein the increase in metering-in of setting accelerator (24) takes place continuously or depending on intervals.
7. Method for applying sprayed concrete (S) with a sprayed-concrete nozzle (14), wherein setting accelerator (24) is metered into sprayed concrete (S) that is to be output under sensor control in dependence on an angle of attack (φ) of the sprayed-concrete nozzle (14) with respect to a surface normal (N) of a surface to be sprayed with sprayed concrete during the spraying operation.
8. Method according to Claim 7, wherein metering-in takes place in dependence on an external parameter, wherein the external parameter is an ambient temperature or humidity recorded by way of a sensor.
9. Method according to Claim 7 or 8, wherein an inclination angle (α) of the sprayed-concrete nozzle (14) is measured by means of a sensor (40) during the spraying operation and an appropriate quantity of setting accelerator (24) to be metered into the sprayed concrete (S) is ascertained by means of an assigned control device (50).
10. Computer program with program code means for carrying out a method according to any of Claims 7 to 9 when the computer program is executed on the control device (50) of the apparatus (10) according to any of Claims 1 to 6, which is assigned to the mixing device (18) of the sprayed-concrete nozzle (14).

Revendications

1. Dispositif (10) d'application de béton projeté (S), comprenant une buse à béton projeté (14), un capteur (40) réalisé pour détecter des paramètres externes, et un système de mélange (18) associé à la buse à béton projeté (14), qui est réalisé pour l'ajout dosé d'accélérateur de prise (24) au béton projeté (S) à appliquer au moyen de la buse à béton projeté (14), **caractérisé en ce que**

le capteur (40) associé à la buse à béton projeté (14) est réalisé pour calculer un angle d'attaque (φ) de la buse à béton projeté (14) lors de l'opération de projection, et le dispositif (10) présente un système de commande (50) destiné à générer des signaux d'ajout dosé, en dépendance des données du capteur, pour le système de mélange (18),

- dans lequel l'ajout dosé de l'accélérateur de prise (24) s'effectue par commande de capteur en dépendance d'un angle d'attaque (φ) de la buse à béton projeté (14) par rapport à une normale (N) d'une surface sur laquelle le béton projeté (S) doit être projeté lors de l'opération de projection. 5
2. Dispositif (10) selon la revendication 1, dans lequel l'ajout dosé de l'accélérateur de prise (24) s'effectue par commande de capteur en dépendance d'un paramètre externe et le paramètre externe est une température ambiante ou une humidité de l'air relevée par capteur. 10
3. Dispositif (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le capteur (40) associé à la buse à béton projeté (14) est réalisé pour calculer un angle d'inclinaison (α) de la buse à béton projeté (14) lors de l'opération de projection. 15 20
4. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'ajout dosé d'accélérateur de prise (24) augmente quand un angle d'inclinaison (α) de la buse à béton projeté (14) augmente par rapport à une horizontale (H). 25
5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'ajout dosé d'accélérateur de prise (24) augmente quand l'angle d'attaque (φ) augmente. 30
6. Dispositif (10) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'augmentation de l'ajout dosé avec l'accélérateur de prise (24) s'effectue en continu ou par intermittence. 35
7. Procédé d'application de béton projeté (S) avec une buse à béton projeté (14), dans lequel un accélérateur de prise (24) commandé par capteur est ajouté de manière dosée au béton projeté (S) à appliquer, en dépendance d'un angle d'attaque (φ) de la buse à béton projeté (14) par rapport à une normale (N) d'une surface sur laquelle le béton projeté (S) doit être projeté lors de l'opération de projection. 40 45
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'ajout dosé s'effectue en dépendance d'un paramètre externe, le paramètre externe étant une température ambiante ou une humidité de l'air relevée par capteur. 50
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, dans lequel un angle d'inclinaison (α) de la buse à béton projeté (14) est mesuré au moyen d'un capteur (40) lors de l'opération de projection, et une quantité correspondante d'accélérateur de prise (24) à ajouter de manière dosée au béton projeté (S) est calculée au 55

moyen d'un système de commande (50) associé.

10. Programme d'ordinateur comprenant des moyens de codage de programme pour effectuer un procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, quand le programme d'ordinateur est exécuté sur le système de commande (50), associé au système de mélange (18) de la buse à béton projeté (14), du dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

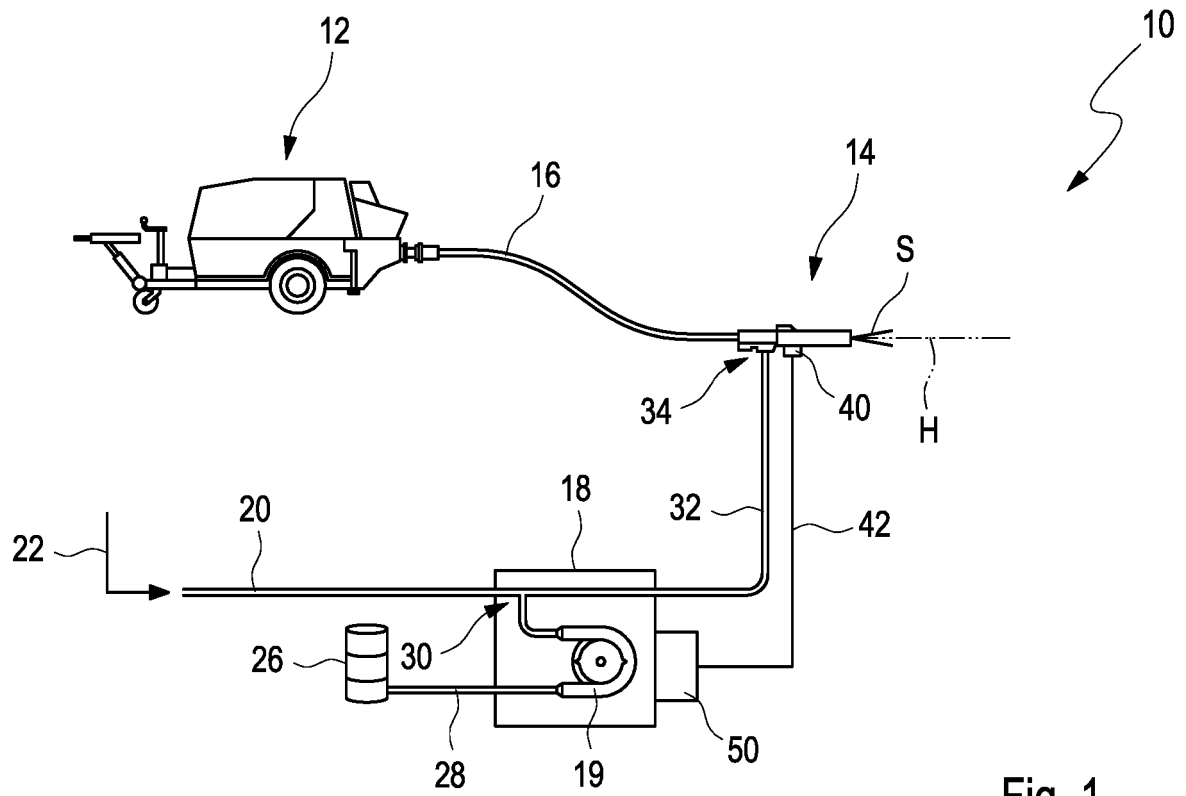


Fig. 1

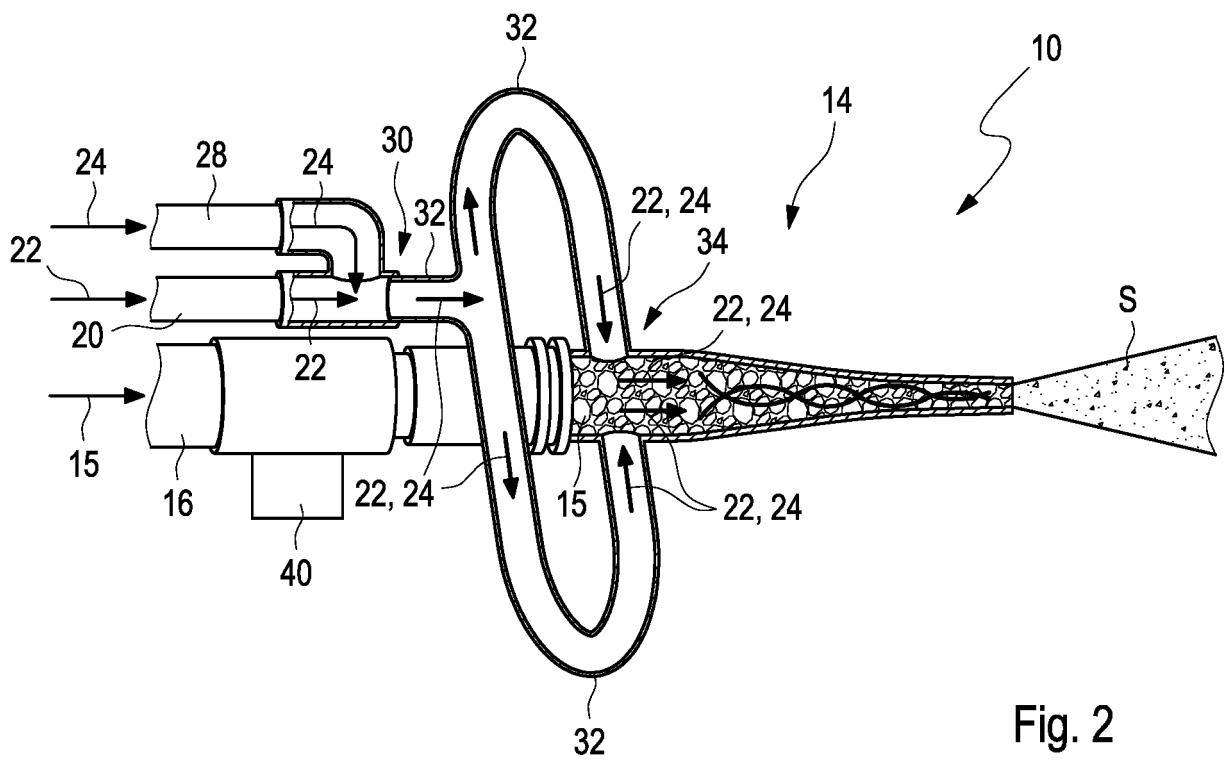


Fig. 2

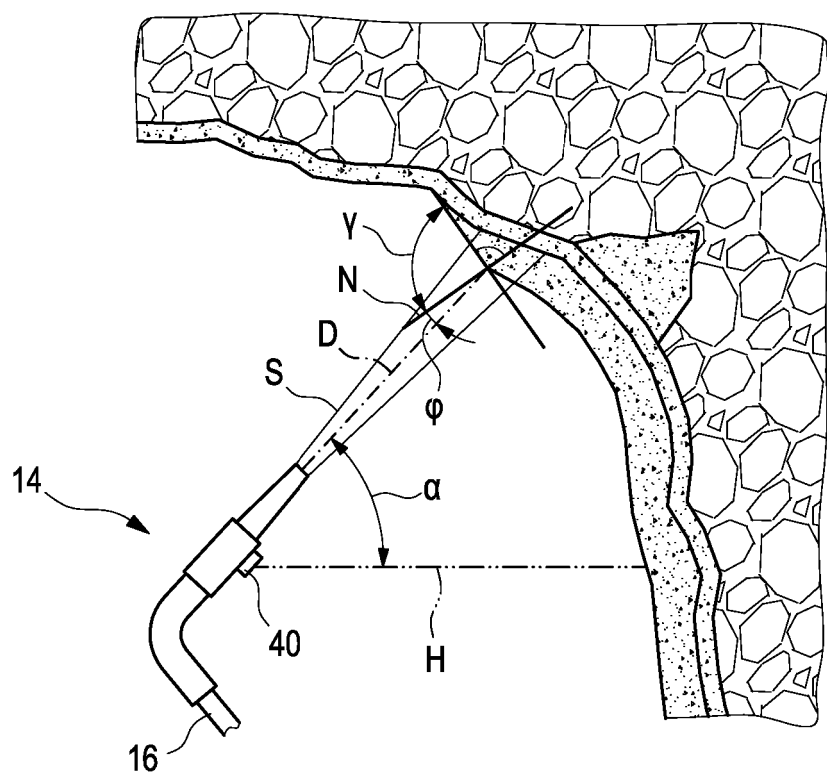


Fig. 3

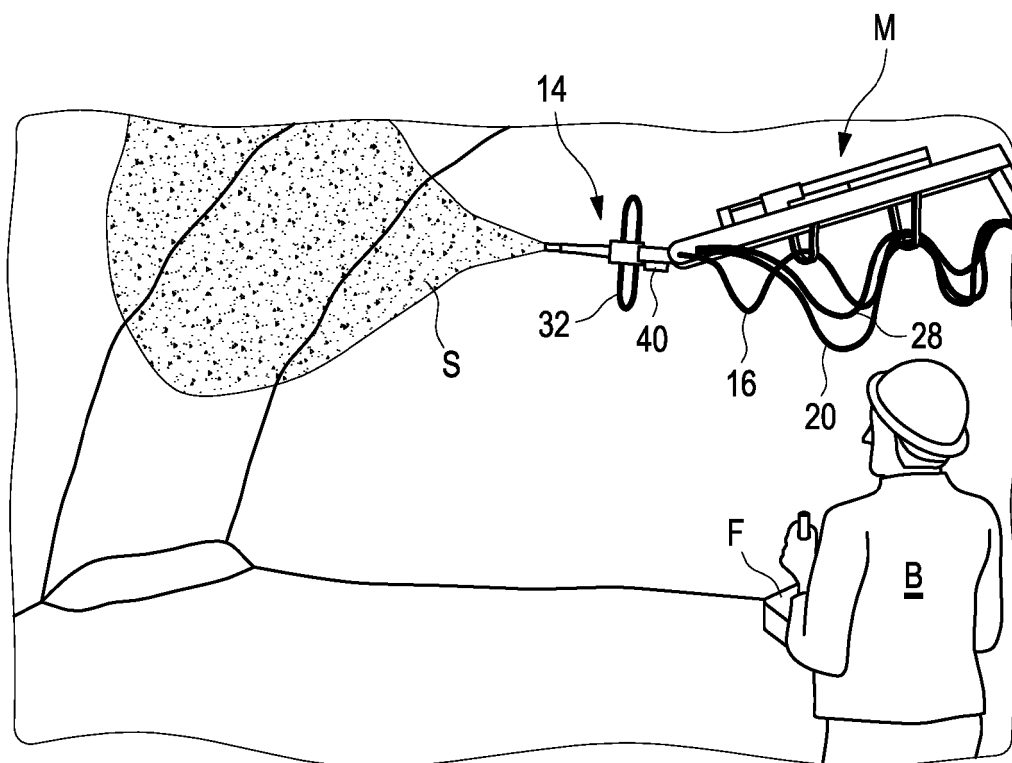


Fig. 4

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

- WO 2012042012 A1 **[0006]**
- DE 9405045 U1 **[0006]**
- JP 2011140593 A **[0009]**
- JP H04126999 U **[0010]**
- JP 2002013397 A **[0011]**
- JP 2857699 B **[0012]**
- EP 0357929 A2 **[0013]**