



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 409 885 B**

PATENTSCHRIFT

(12)

(21) Anmeldenummer: A 2251/96
(22) Anmeldetag: 23.12.1996
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2002
(45) Ausgabetag: 27.12.2002

(51) Int. Cl.⁷: **E21D 11/10**
E21D 9/00, B05D 7/22

(30) Priorität:
27.12.1995 CH 3682/95 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
EP 9011A1 EP 221884A1 WO 90/01094
US 5358568A

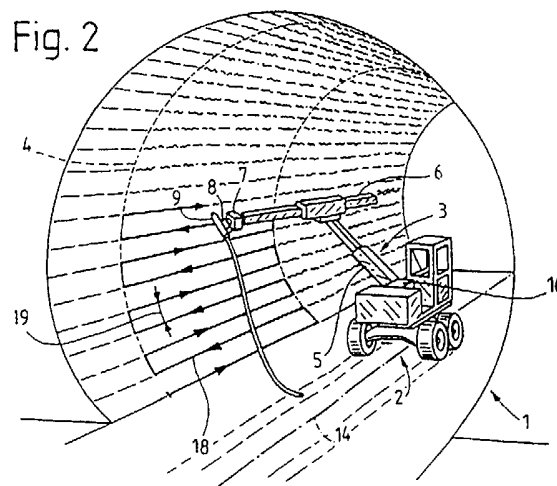
(73) Patentinhaber:
MBT HOLDING AG
CH-8048 ZÜRICH (CH).

(54) VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN VON TUNNELINNENWÄNDEN MIT SPRITZBETON UND EINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

AT 409 885 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum chargenweisen Beschichten der Innenfläche eines Tunnelabschnittes (4) mit Spritzbeton. Hierbei weist die Einrichtung eine auf einem horizontal und vertikal bewegbaren Tragarm (5) befestigte, verlängerbare Spritzlanze (6) auf. Tragarm (5) und Spritzlanze (6) können dabei mittels nicht im Detail dargestellten Gelenken in alle Richtungen bewegt werden. Die Spritzlanze (6) weist zudem an ihrem einen Ende einen um die Achse der Spritzlanze (6) herum bewegbaren Drehkopf (7) auf, an dem eine zur Vermessung des Tunnelabschnittes (4) dienende Mess-Sonde (8) und eine Spritzdüse (9) zum Auftragen von Spritzbeton befestigt sind. Die Einrichtung weist ferner eine durch einen Block dargestellte, elektronische Steueranlage (10) auf. Die Steueranlage (10) ist dabei derart ausgebildet, dass der Ablauf des Verfahrens zum Verspritzen von Beton wahlweise durch manuelles Betätigen von Bedienelementen oder vollständig automatisch durch die Steueranlage (10) gesteuert werden kann.

Fig. 2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum chargenweisen Beschichten von Tunnelinnenwänden sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Mit einem solchen Verfahren kann zur Felssicherung eines Tunnelabschlages oder zur Ausbildung einer Verkleidungsschicht Spritzbeton, und für Isolationszwecke eine entsprechende Isolations-
 5 onsschicht auf die Tunnelinnenwand aufgetragen werden. Unter einem Tunnelabschlag versteht man den freien Raum, der durch Sprengen oder Fräsen aus einem Felsen herausgebrochen wird. Die Abschlaglänge ist dabei unter anderem abhängig von der Gesteinsqualität. Übliche Abschlaglängen liegen im Tunnel- und Stollenbau zwischen 1 und 6 Meter.

Es sind Einrichtungen zum Verspritzen von Beton bekannt, die sowohl im Tunnel- und Stollenbau als auch zur Sicherung von Baugruben und Böschungen verwendet werden. Eine bekannte
 10 Einrichtung weist dabei einen auf einem Trägerfahrzeug aufgebauten Spritzroboter auf, der im Wesentlichen dazu dient, die Führung der zum Verspritzen des Betons dienenden Spritzdüse beim Auftragen des Spritzbetons auf die zu behandelnde Oberfläche zu mechanisieren und dadurch die Arbeitssicherheit und die Arbeitsbedingungen für die Bauarbeiter zu verbessern.

Eine solche Einrichtung besitzt vorzugsweise einen horizontal und vertikal beweglichen Tragarm sowie eine auf diesem befestigte, verlängerbare und ebenfalls frei bewegliche Spritzlanze, die an ihrem einen Ende die mit einer Betonförderleitung verbundene und zum Verspritzen des Betons dienende Spritzdüse trägt. Letztere ist dabei an einem um die Achse der Spritzlanze herum bewegbaren Drehkopf befestigt, sodass die Achse des aus der Spritzdüse heraustretenden Betonstrahles während des Spritzvorganges immer in einem optimalen Winkel zur Oberfläche gehalten werden kann. Die Steuerung aller beweglichen Elemente des Spritzroboters erfolgt mit einer Fernbedien-
 20 bedienung, wobei Routinebewegungen, wie beispielsweise die horizontale Bewegung der Spritzlanze automatisiert werden können.

Verschiedene Eigenschaften einer auf die Innenfläche eines Tunnels oder Stollens aufgetragenen Betonschicht, wie z.B. die Druckfestigkeit und die Hafteigenschaften, hängen stark vom Spritzwinkel und vom Spritzabstand ab. Es ist bekannt, dass eine optimale Beschichtung dann erfolgt, wenn der Abstand der Spritzdüse zur Wand - abhängig von der Art des Gesteins - vorzugsweise 1 bis 2 m beträgt und die Achse des aus der Spritzdüse heraustretenden Betonstrahles möglichst senkrecht zur Tunnelwand steht. Bei Nichteinhaltung dieser Verfahrensparameter ist der Anteil des Rückprall-Materials unverhältnismäßig groß. Als Rückprall-Material versteht man diejenige Menge von Spritzmaterial, die nicht an der Wand haften bleibt und damit ungenutzt verloren geht. Durch den Rückprall von Spritzbeton entstehen - nebst den Kosten für den nicht nutzbaren Spritzbeton - hohe Betriebskosten, bedingt durch Materialverschleiß und Materialentsorgung. Dazu kommt, dass sich - bei Nichteinhaltung der vorgenannten Verfahrensparameter - die nach einem Spritzvorgang tatsächlich an der Tunnelinnenwand verbleibende Betonmenge infolge der nur aufwendig bestimm-
 30 baren und daher meist unbekannten Menge des Rückprall-Materials nicht mehr bestimmen lässt.

Eine mit Spritzbeton zu beschichtende Tunnelinnenwand ist in der Regel sehr unregelmäßig beschaffen. Ein wesentlicher Nachteil der vorstehend beschriebenen Einrichtung besteht daher
 40 darin, dass es nicht immer einfach ist, die Spritzdüse genau senkrecht zur Felsoberfläche auszurichten und zu dieser einen idealen Abstand einzuhalten. Darüber hinaus lässt sich auch die Wandstärke einer mit der bekannten Einrichtung aufgetragenen Betonschicht infolge der meist unregelmäßigen Tunnelinnenwand und des unter Umständen großen Materialverschleißes nicht mehr bestimmen.

Schließlich erfordert die Steuerung der Spritzlanze und das optimale Justieren des Drehkopfes verhältnismäßig viele umständliche und zeitraubende Arbeitsvorgänge, die praktisch nur unter Mitwirkung mindestens einer Person durchführbar sind.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das die Nachteile des bekannten Verfahrens nicht aufweist und insbesondere ermöglicht, während des chargenweisen Betriebes den Spritzbeton schnell und möglichst ohne Materialverlust aufzutragen. Dies soll in erster Linie durch automatisches Einhalten des korrekten Spritzwinkels und Spritzabstandes geschehen.
 50

Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Verfahren zum chargenweisen Beschichten der Innenfläche eines Tunnelabschnittes mit Spritzbeton, wobei der Spritzbeton mit einer Spritzdüse auf die zu behandelnde Innenfläche gespritzt wird und wobei die Spritzdüse derart
 55

an einer verlängerbaren Spritzlanze einer die Spritzdüse führenden und auf einem Träger befestigten Vorrichtung angeordnet ist, dass sie um die Achse der Spritzlanze herum bewegbar ist und besteht im Wesentlichen darin, dass für jede Charge der Träger im Tunnel fest positioniert wird, dass mittels einer an der Spritzlanze der Vorrichtung angebrachten und um diese drehbaren Mess-Sonde das Profil des Tunnelabschnittes derart vermessen wird, dass gemäß einem vorgegebenen Mess-Raster an mehreren Stellen des Tunnelabschnittes der Abstand eines Messpunktes zur Mess-Sonde gemessen und in einer Steueranlage gespeichert wird und dass die zum Auftragen von Spritzbeton auf den genannten Tunnelabschnitt dienende Spritzdüse derart mit der Steueranlage geführt wird, dass mindestens stellenweise die Achse des aus der Spritzdüse austretenden Betonstrahles senkrecht zu einer durch zwei Messpunkte gebildeten Geraden oder senkrecht zu einer durch drei Messpunkte gebildeten Fläche steht und der Abstand der Spritzdüse zur genannten Geraden bzw. Fläche einem im voraus bestimmten Wert entspricht.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient eine Einrichtung mit einer Förderleitung zum Befördern von Spritzbeton, einer den Auslaß der Förderleitung bildenden Spritzdüse, sowie einer auf einem Träger angeordneten, eine Spritzlanze aufweisenden Vorrichtung, wobei die Spritzdüse derart an der Spritzlanze angeordnet ist, wobei die Einrichtung erfindungsgemäß gekennzeichnet ist durch eine Mess-Sonde, um an mehreren Stellen des Tunnelabschnittes den Abstand der Spritzdüse zur Tunnelwand zu messen und eine Steueranlage, um die gemessenen Messwerte zu registrieren und den Spritzvorgang in Abhängigkeit von den Messwerten zu steuern.

Der Erfindungsgegenstand soll nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden. In der Zeichnung zeigen: Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Einrichtung zum Verspritzen von Beton beim Vermessen eines Tunnelabschnittes; Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung beim Verspritzen von Spritzbeton auf den zuvor vermessenen Tunnelabschnitt, und Fig. 3 und 4 einen an einer Spritzlanze drehbar angeordneten Drehkopf mit an ihm befestigter Spritzdüse und Mess-Sonde.

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine schematische Ansicht eines Tunnels 1, in welchem mittels einer aus einem Trägerfahrzeug 2 (hier einem Baggerchassis und einer darauf befestigten Vorrichtung 3 bestehenden erfindungsgemäßen Einrichtung ein Wandabschnitt 4 des Tunnels 1 mit Spritzbeton beschichtet wird. Hierbei weist der mit einer Charge zu beschichtende Wandabschnitt 4 eine Länge von beispielsweise 1 bis 6 m auf. Die Vorrichtung 3 besitzt hierzu eine auf einem horizontal und vertikal bewegbaren Tragarm 5 befestigte, verlängerbare Spritzlanze 6, die - wie auch der Tragarm 5 - mittels nicht im Detail dargestellten Gelenken in alle Richtungen bewegbar ist.

Die Spritzlanze 6 weist zudem an ihrem einen Ende einen um die Achse der Spritzlanze 6 herum bewegbaren Drehkopf 7 auf, an dem eine zur Vermessung des Tunnelabschnittes 4 dienende Mess-Sonde 8 und eine Spritzdüse 9 zum Auftragen von Spritzbeton befestigt sind. Als Mess-Sonde 8 kann beispielsweise ein elektrischer Entfernungsmesser dienen, der wie an sich bekannt, mit Hilfe eines Infrarot-Laserstrahles nach dem Prinzip der Laufzeitmessung arbeitet.

Die Vorrichtung 3 weist ferner eine durch einen Block dargestellte, elektronische Steueranlage 10 auf. Zu dieser gehört eine Steuerschaltung mit elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen zum Messen, Steuern und Regeln. Die Steuerschaltung ist dabei mit in den Figuren nicht dargestellten elektrischen Leitern mit dem Drehkopf 7, den Gelenken und allen anderen elektrisch und/oder hydraulisch antreib- und steuerbaren Teilen der Vorrichtung 3 verbunden, die eine horizontale und/oder vertikale Bewegung von Tragarm 5, Spritzlanze 6 oder Drehkopf 7 bewirken können. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, ist die Steueranlage 10 noch zusätzlich über die Leitung 11 mit der Mess-Sonde 8 verbunden. Die Steuerschaltung weist insbesondere Registrier- und Steuermittel auf, um die während einer Messphase mit der Mess-Sonde 8 ermittelten Messwerte zu registrieren und den anschließenden Spritzvorgang in noch näher zu erläuternder Weise und abhängig von den ermittelten Messwerten zu steuern. Die Steuerschaltung kann hierbei z.B. analog arbeitende Rechenverstärker, Vergleichsschaltungen u. dgl. und/oder einen Analog/Digitalwandler zum Umwandeln der Mess-Signale in Digitalsignale und einen Digitalrechner aufweisen. Schließlich kann die Steuerschaltung auch eine Anzeigevorrichtung besitzen, um die Messwerte während der Messphase fortlaufend anzuzeigen. Die Anzeigevorrichtung ist zum Beispiel durch einen Bildschirm zum Darstellen mindestens eines Schnittes durch den Tunnel gebildet. Die Steuerschaltung besitzt des weiteren Eingabemittel, um dem Rechner für den mindestens zum Teil automatischen Mess- und Spritzvorgang die dafür notwendigen Verfahrensparameter einzugeben.

Die Steueranlage 10 kann schließlich auch einen Steuerkasten od. dgl. aufweisen, mit welchem mindestens einige der Bewegungen von Tragarm 5, Spritzlanze 6 oder Drehkopf 7 mittels manuell bedienbaren Bedienungselementen, vorzugsweise mittels räumlich wirkenden Joysticks, ausgeführt werden können.

Die Steueranlage 10 ist nun derart ausgebildet, dass der Ablauf des nachfolgend beschriebenen Verfahrens zum Verspritzen von Beton wahlweise durch manuelles Betätigen von Bedienungselementen ganz oder teilweise Schritt für Schritt durch eine Person oder vollständig automatisch durch die Steueranlage 10 gesteuert werden kann. Dabei ist vorgesehen, die großtechnische Verarbeitung des Spritzbetons im Wesentlichen dauernd automatisch zu steuern und das Verfahren lediglich vorübergehend - beispielsweise zur Optimierung der aufzutragenden Schichtdicke - "manuell" durch eine Person zu steuern.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine konstruktive Lösung dafür, wie die Spritzdüse 9 und die Mess-Sonde 8 am Drehkopf 7 montierbar sind. Wie in diesen Figuren dargestellt ist, sitzt die Mess-Sonde 8 in einem Schutzgehäuse 12. Sie ist in Fig. 3 durch einen Deckel 12a des Schutzgehäuses 12 abgedeckt, also nicht sichtbar, sodass demzufolge Fig. 3 den Drehkopf 7 im Zustand "Spritzen" und Fig. 4 denselben im Zustand "Messen" zeigt.

Wie man aus den Fig. 3 und 4 ebenfalls ersehen kann, ist die Spritzdüse 9 mit ihrer Haltekonstruktion über einen Schwenkhebel 13 drehstarr mit dem Drehkopf 7 verbunden. Ebenso ist die Mess-Sonde 8 über das Schutzgehäuse 12 fest mit dem Drehkopf 7 verbunden, sodass Mess-Sonde 8 und Spritzdüse 9 gemeinsam um die Achse der Spritzlanze 6 drehbar sind. (Die Konstruktion der Befestigung der Spritzdüse 9 am Schwenkhebel 13, wird hier nicht im Detail beschrieben, da diese Konstruktion dem Stand der Technik entspricht und für die Funktion des Drehkopfes 7 nicht relevant ist.)

Wenn mit der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Vorrichtung eine Spritzbetonschicht auf den Wandabschnitt 4 aufgetragen werden soll, wird als erstes die Vorrichtung 3 mit dem Trägerfahrzeug 2 fest im Tunnel 1 positioniert, wozu man letzteres vorzugsweise mit Stützfüßen abstützt. Die Spritzlanze 6 der Vorrichtung 3 wird daraufhin ungefähr koaxial zur Tunnelachse 14 ausgerichtet, und zwar so, dass mit ihr der ganze mit einer Spritzbeton-Charge zu beschichtende Wandabschnitt 4 abdeckbar ist.

Anschließend werden über die genannten Eingabemittel, die zur automatischen Steuerung des Spritzvorganges dienenden Parameter dem Rechner der Steuerschaltung eingegeben. Zu diesen Parametern gehören insbesondere - die Förder-Leistung der mit der Spritzdüse 9 verbundenen Pumpe, - der Abstand der Spritzdüse 9 von der Tunnelinnenwand, - die zu erzielende Betonschichtdicke, - der Durchmesser des an der Tunnelinnenwand eintreffenden Beton-Strahles, - das zur Vermessung der Tunnelinnenwand dienende Mess-Raster, und - der Führungsmechanismus von Tragarm 5 und Spritzlanze 6 zum Verspritzen von Beton.

Für eine mindestens zum Teil automatische Steuerung der Vorrichtung 3 kann beispielsweise folgende Parameterkombination voreingestellt werden: Pumpenleistung: $15 \text{ m}^3/\text{h}$; zu erzielende Betonschichtdicke: 250 mm; Abstand der Spritzdüse 9 von der Tunnelinnenwand: 1500 mm; Betonstrahldurchmesser: 500 mm; Mess-Raster zur Vermessung der Tunnelinnenwand: $400 \times 400 \text{ mm}$; Führungsmechanismus von Tragarm 5 und Spritzlanze 6: horizontal, mäanderförmig.

Nach Eingabe dieser Voreinstellungen wird - wie in Fig. 3 dargestellt - das Schutzgehäuse 12 mit der Mess-Sonde 8 in Pfeilrichtung 15 verschwenkt, der Deckel 12a in Richtung des Pfeiles 16 aufgeklappt und die Mess-Sonde 8 dadurch in Messposition gebracht und zwar derart, dass der Mess-Strahl möglichst parallel zur Spritzdüsenachse liegt. Die nun erstellte Messbereitschaft ist in Fig. 4 dargestellt. Anschließend wird mit der Mess-Sonde 8 und mittels eines vorgegebenen Mess-Rasters die Geometrie des Wandabschnittes 4 vermessen, wozu die Spritzlanze 6 vorzugsweise horizontal ausgerichtet wird, und zwar koaxial zur Tunnelachse 14. Die Vermessung des Wandabschnittes 4, der etwa eine Länge von 3 bis 6 m aufweist und im Wesentlichen durch das Herausprengen oder Fräsen eines Tunnelabschlages gebildet wird, kann hierbei mit einem Mess-Raster von $0,1 \times 0,1 \text{ m}$ bis $1,0 \times 1,0 \text{ m}$, vorzugsweise aber mit einem Mess-Raster von $0,4 \times 0,4 \text{ m}$ erfolgen, wobei dann beim Abtasten und Vermessen der Tunnelinnenwand an mehreren Stellen des Wandabschnittes 4 Messpunkte angezielt, deren Abstände zur Mess-Sonde 8 gemessen und in der Steueranlage 10 gespeichert werden. Falls - wie im dargestellten Ausführungsbeispiel - die

Mess-Sonde 8 entlang der Messlinien 17 geführt wird, werden in Abständen von 0,4 m Messpunkte ermittelt, die nach einer Rotation der Mess-Sonde 8 um 360° zusammen ein erstes Vollkreis-Profil des Wandabschnittes 4 bilden. Nach Messung des ersten Vollkreis-Profiles wird dann die Mess-Sonde 8 tragende Spritzlanze 6 um 0,4 m parallel zur Tunnelachse 14 verschoben und eine weitere Messreihe durchgeführt. Dieser Vorgang wird dann solange wiederholt, bis der ganze Wandabschnitt 4 vermessen ist. Jeder durch die Mess-Sonde 8 ermittelte Messpunkt wird hierbei im Wesentlichen durch drei Messwerte definiert, nämlich durch den Abstand der Mess-Sonde 8 zur Tunnelinnenwand, den Winkel, den die Mess-Sonde 8 mit dem Tunnelboden einschließt und die Position der Mess-Sonde 8 in Bezug auf die maximale bzw. minimale Auslenkung der Spritzlanze 6. Diese drei Messwerte werden im Speicher der Steuerschaltung gespeichert.

Nach Vermessung des Wandabschnittes 4 wird der Deckel 12a des Schutzgehäuses 12 wieder zugeklappt, das Schutzgehäuse 12 in die Ausgangsposition zurückverschwenkt und dadurch die Spritzbereitschaft hergestellt.

Falls mit einer Charge nur ein Teilbereich des Wandabschnittes 4 mit Spritzbeton beschichtet werden soll, müssen noch vor der Herstellung der Spritzbereitschaft die Ränder dieses Teilbereiches definiert werden. Hierzu führt man beispielsweise mit Hilfe von Bedienungselementen einen sichtbaren Laserstrahl eines mit der Mess-Sonde 8 gekoppelten Mess-Moduls an mindestens drei Randpunkte des genannten Teilbereiches, bestimmt mit diesem die Position der Randpunkte in Bezug auf die Auslenkung der Spritzlanze 6 und speichert die Positionswerte im Speicher der Steuerschaltung ab. (Selbstverständlich können die Ränder des mit einer Spritzbeton-Charge zu beschichtenden Teilbereiches auch gleichzeitig, d.h. während der Vermessung des Wandabschnittes 4 definiert werden.)

Während der nun folgenden Spritzphase werden Tragarm 5, Spritzlanze 6 und Drehkopf 7 derart von der Steueranlage 10 geführt, dass die Achse des aus der Spritzdüse 9 austretenden Betonstrahles mindestens stellenweise senkrecht zu einer durch drei Messpunkte gebildeten Fläche steht und dass der Abstand der Spritzdüse zur genannten Fläche einem im voraus bestimmten Wert entspricht. Die Spritzdüse 9 wird hierbei in einem Abstand von beispielsweise 1 bis 3 m, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 m von der Innenwand des Tunnels gehalten.

Dieser Spritzvorgang wird im Wesentlichen wie folgt gesteuert.

Zuerst berechnet der Rechner der Steuerschaltung aus den bereits ermittelten Messwerten, den im voraus festgelegten Verfahrensparametern und den Messdaten zu dem eventuell noch zusätzlich definierten Teilbereich den eigentlichen Spritzvorgang, d.h. die zur Führung der Spritzdüse 9 dienende Raumkurve. Hauptanforderung an den Spritzvorgang ist dabei, dass der Betonstrahl - wie bereits erwähnt - möglichst rechtwinklig auf der Oberfläche der Tunnelinnenwand auftrifft und dass die Spritzdüse 9 nach Möglichkeit mit dem im voraus eingestellten Spritzabstand vor der Tunnelinnenwand gehalten wird.

Die Berechnung der zur Führung der Spritzdüse 9 dienenden Raumkurve kann hierbei mit verschiedenen mathematischen Modellen erfolgen. So kann beispielsweise aus den Messwerten ein die Oberfläche des vermessenen Wandabschnittes 4 abdeckendes Gittermodell berechnet werden, bei dem der Gitterlinienabstand dem Raster-Abstand des im voraus festgelegten Mess-Rasters entspricht. In diesem Fall kann die Spritzdüse 9 dann beispielsweise entlang von horizontal verlaufenden Mäanderlinien 18 geführt werden, deren konstante Abstände 19 möglichst genau dem genannten Gitterlinienabstand entsprechen.

Zur Einhaltung des Spritzabstandes wird die Raumkurve zudem so berechnet, dass die Achse des aus der Spritzdüse 9 austretenden Betonstrahles mindestens stellenweise senkrecht zu einer durch drei Punkte gebildeten Fläche steht und dass der Abstand zur vorgenannten Fläche dem im voraus bestimmten Wert, von vorzugsweise etwa 1,5 bis 2,5 m entspricht. Die Führung der Spritzdüse 9 entlang der im voraus berechneten Raumkurve übernimmt die Steueranlage 10, wobei die Düsenposition und der jeweilige Tunnelquerschnitt zu jedem Zeitpunkt auf dem Bildschirm der Anzeigevorrichtung aufgezeichnet werden kann. Während des Spritzvorganges ist die pro Zeiteinheit auf die Tunnelinnenwand zu spritzende Betonmenge vorzugsweise konstant. Es ist aber auch denkbar, die pro Zeiteinheit auf die Tunnelinnenwand zu spritzende Betonmenge wahlweise und abhängig von den Messdaten zu variieren, um dadurch beispielsweise eine Optimierung der Schichtdicke in denjenigen Bereichen der Tunnelinnenwand zu erreichen, welche mehr oder weniger stark zerklüftet sind.

Nachdem nun der allgemeine Ablauf einer Chargenbearbeitung beschrieben wurde, sollen nun die Vorteile der Erfindung näher erläutert werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann der richtige Auftreffwinkel und der korrekte Spritzabstand - unabhängig von der Oberflächenstruktur des Tunnels - ohne weiteres leicht eingehalten werden, sodass eine optimale Spritzbeton-Qualität erzielt wird.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung kann die Spritzarbeit automatisiert werden, was gerade bei größeren Bauarbeiten wichtig ist. Die Arbeitssicherheit und die generellen Arbeitsbedingungen des Personals werden hierbei wesentlich verbessert. Ferner kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nach einem bereits erfolgten Spritzvorgang der behandelte Wandabschnitt erneut vermessen werden, um dadurch die Wandstärke der gebildeten Betonwand und die an der Oberfläche haften gebliebene Spritzbetonmenge zu bestimmen.

Es sei an dieser Stelle schließlich noch darauf hingewiesen, dass das anhand der Fig. 1 und 2 beschriebene Verfahren und die zur Durchführung des Verfahrens dienende Einrichtung nur eine Auswahl von möglichen Ausführungsformen der Erfindung darstellen und in verschiedener Hinsicht geändert werden können.

So zeigen die Fig. 3 und 4 lediglich eine bevorzugte konstruktive Lösung. Es ist nämlich nicht zwingend notwendig, dass die Spritzdüse 9 und die Mess-Sonde 8 gemäß der vorstehend beschriebenen Weise miteinander gekoppelt sind. Eine ebenso brauchbare, jedoch aufwendigere Lösung wäre die, für die Mess-Sonde 8 und die Spritzdüse 9 je einen separaten Drehantrieb vorzusehen.

Zudem kann die Vorrichtung 3 anstelle der optischen Infrarot-Mess-Sonde 8 auch eine andere Mess-Sonde, beispielsweise eine Ultraschall-Mess-Sonde mit einem Ultraschallsender und einem Ultraschallempfänger zur Registrierung von an der Tunnelinnenwand reflektierten Ultraschallwellen besitzen.

Ferner lässt sich die Vorrichtung 3 nicht nur auf Baggerchassis 2 sondern auf beinahe allen baustellenüblichen Trägerfahrzeugen montieren.

Was das erfindungsgemäße Verfahren betrifft, so wird beim vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel während des Spritzvorganges die Spritzdüse 9 so von der Steueranlage 10 geführt, dass die Achse des aus der Spritzdüse 9 austretenden Betonstrahles mindestens stellenweise senkrecht zu einer durch drei Messpunkte gebildeten Fläche steht und dass der Abstand der Spritzdüse 9 zu dieser Fläche einem im voraus bestimmten Wert entspricht. Es ist nun aber im Rahmen der Erfindung auch denkbar, die Spritzdüse 9 so zu führen, dass die Achse des aus der Spritzdüse 9 austretenden Betonstrahles mindestens stellenweise zu einer durch zwei Messpunkte gebildeten Geraden steht und dass der Abstand der Spritzdüse 9 dann zu dieser Geraden dem im voraus bestimmten Wert entspricht.

Ferner kann noch vor der vorstehend beschriebenen Messphase die Position des die Vorrichtung 3 tragenden Trägerfahrzeuges 2 relativ zur Tunnelachse 14 bestimmt und mit dem Rechner der Steueranlage 10 das durch den Spritzvorgang zu erzielende Sollprofil des Wandabschnittes 4 definiert und in einer Datenbank des Rechners gespeichert werden. Dadurch können nun rechnerische Vergleiche zwischen den Messwerten und dem Sollprofil des mit Spritzbeton zu beschichtenden Wandabschnittes 4 durchgeführt und aufgrund dieser Vergleiche noch vor dem Spritzen Engstellen in der Tunnelröhre erkannt und nachgearbeitet bzw. nachprofiliert werden. Verfahren zur Bestimmung der Position des Trägerfahrzeuges 2 in Bezug auf die Tunnelachse 14 sind im Tunnelbau hinlänglich bekannt, sodass auf eine Erläuterung dieser Verfahren verzichtet werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann schließlich auch derart mit der Steueranlage 10 gesteuert werden, dass Mess- und Spritzphase gleichzeitig ablaufen, dass also bereits während einer Messphase Spritzbeton auf einen vorgängig vermessenen Ausschnitt eines Wandabschnittes aufgetragen wird.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum chargenweisen Beschichten der Innenfläche eines Tunnelabschnittes (4) mit Spritzbeton, wobei der Spritzbeton mit einer Spritzdüse (9) auf die zu behandelnde Innenfläche gespritzt wird und wobei die Spritzdüse (9) derart an einer verlängerbaren

- 5 Spritzlanze (6) einer die Spritzdüse (9) führenden und auf einem Träger (2) befestigten
Vorrichtung (3) angeordnet ist, dass sie um die Achse der Spritzlanze (6) herum bewegbar
ist, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Charge der Träger (2) im Tunnel (1) fest posi-
tioniert wird, dass mittels einer an der Spritzlanze (6) der Vorrichtung (3) angebrachten und
um diese drehbaren Mess-Sonde (8) das Profil des Tunnelabschnittes (4) derart vermes-
sen wird, dass gemäß einem vorgegebenen Mess-Raster an mehreren Stellen des Tun-
nelabschnittes (4) der Abstand eines Messpunktes zur Mess-Sonde (8) gemessen und in
einer Steueranlage (10) gespeichert wird und dass die zum Auftragen von Spritzbeton auf
den genannten Tunnelabschnitt (4) dienende Spritzdüse (9) derart mit der Steueranlage
10 (10) geführt wird, dass mindestens stellenweise die Achse des aus der Spritzdüse (9) aus-
tretenden Betonstrahles senkrecht zu einer durch zwei Messpunkte gebildeten Geraden
oder senkrecht zu einer durch drei Messpunkte gebildeten Fläche steht und der Abstand
der Spritzdüse (9) zur genannten Geraden bzw. Fläche einem im voraus bestimmten Wert
entspricht.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mess-Sonde (8), wie an
sich bekannt, einen Infrarot-Laserstrahl erzeugt, und dass das Profil des Wandabschnittes
(4) mit diesem Laserstrahl vermessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass während einer Mess-
phase die gesamte Geometrie des Tunnelabschnittes (4) vermessen wird und dass der
Beton während einer auf die Messphase folgenden Spritzphase auf den genannten Tun-
nelabschnitt (4) aufgespritzt wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spritzdü-
se (9) während des Spritzvorganges wie an sich bekannt, in einem Abstand von 1 bis 3 m
rechtwinklig zur Innenwand des Tunnels gehalten wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Tunnelin-
nenwand mit einem 0,1 x 0,1 m bis 1,0 x 1,0 m betragenden Mess-Raster vermessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Tunnelinnenwand mit ei-
nem 0,4 x 0,4 m betragenden Mess-Raster vermessen wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass pro Charge
ein Tunnelabschnitt (4) mit einer Länge von 1 bis 6 m bearbeitet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem
Spritzvorgang das Profil des Tunnelabschnittes (4) erneut vermessen wird, um die Dicke
der aufgetragenen Betonschicht zu bestimmen.
- 35 9. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer
Förderleitung zum Befördern von Spritzbeton, einer den Auslaß der Förderleitung bilden-
den Spritzdüse (9), sowie einer auf einem Träger (2) angeordneten, eine Spritzlanze (6)
aufweisenden Vorrichtung (3), wobei die Spritzdüse (9) derart an der Spritzlanze (6) ange-
ordnet ist, dass sie um die Achse der Spritzlanze (6) herum bewegbar ist, gekennzeichnet
durch eine Mess-Sonde (8), um an mehreren Stellen des Tunnelabschnittes (4) den Ab-
stand der Spritzdüse (9) zur Tunnelwand zu messen und eine Steueranlage (10), um die
gemessenen Messwerte zu registrieren und den Spritzvorgang in Abhängigkeit von den
Messwerten zu steuern.
- 40 10. Einrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Mess-Sonde (8), wie an sich be-
kannt, zur Erzeugung eines Infrarot-Laserstrahles.

45

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

50

55

Fig. 1

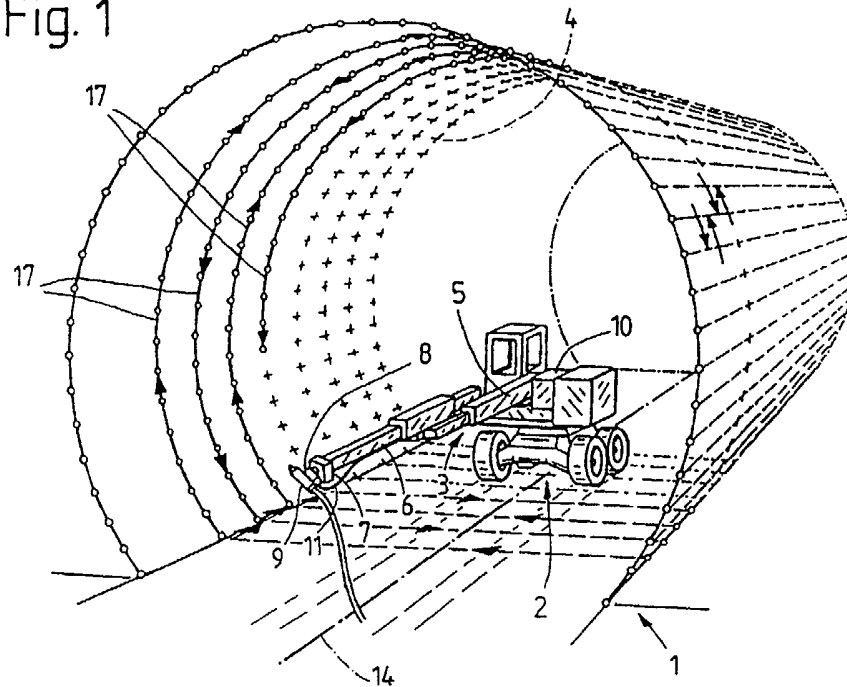


Fig. 2

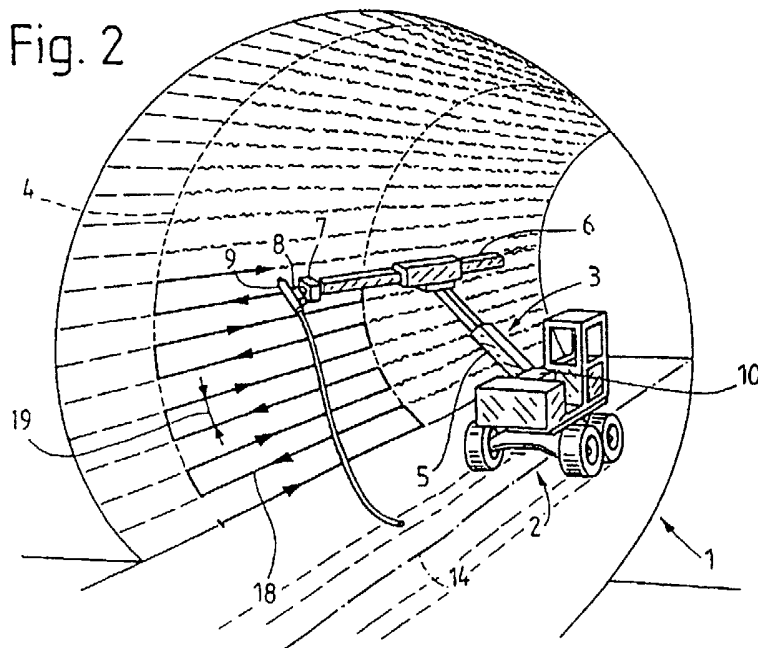


Fig. 3

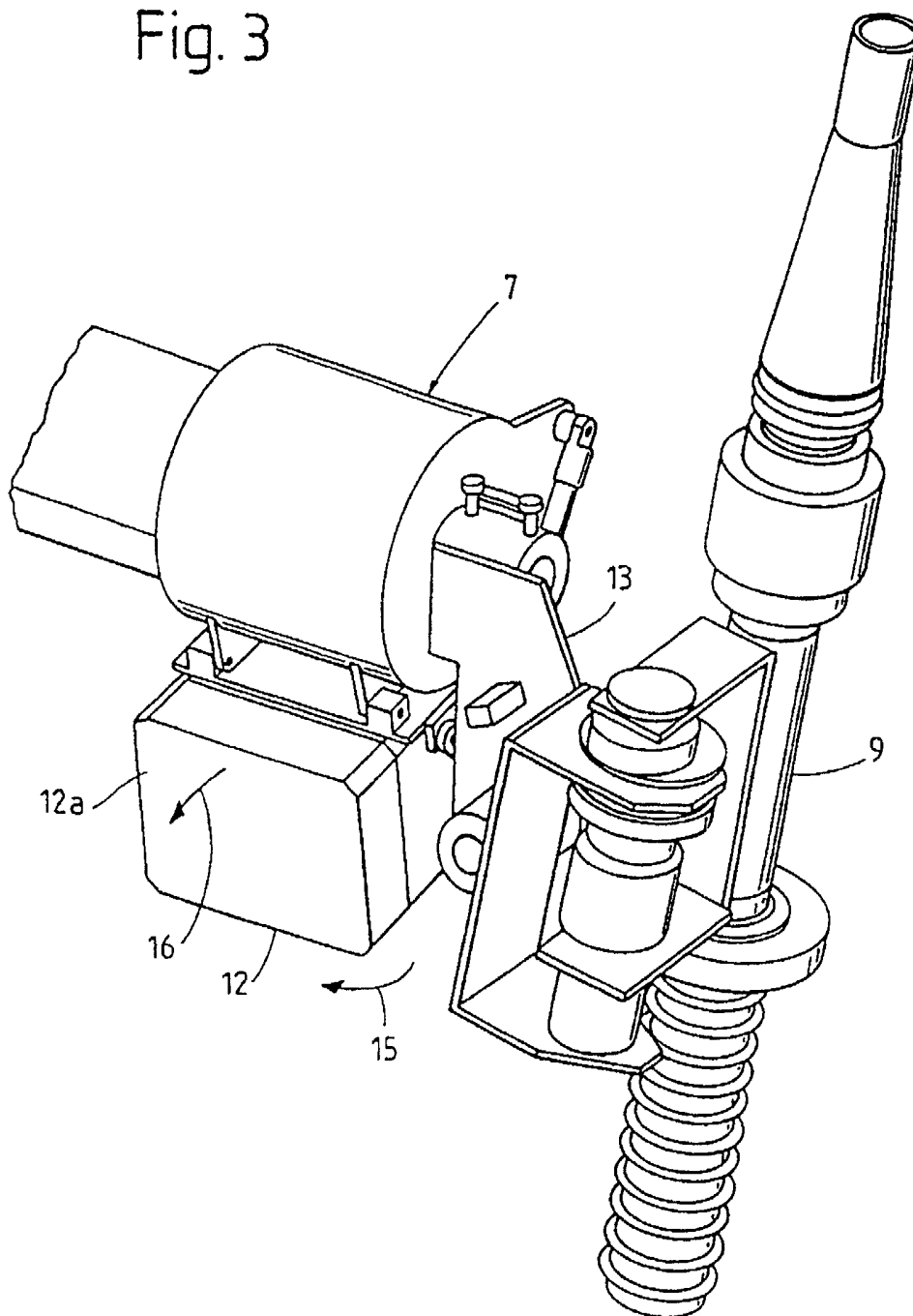


Fig. 4

