

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
16. Oktober 2014 (16.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/166827 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2014/056789
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
4. April 2014 (04.04.2014)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2013 103 651.1
11. April 2013 (11.04.2013) DE
- (71) **Anmelder:** AKER WIRH GMBH [DE/DE]; Kölner
Straße 71-73, 41812 Erkelenz (DE).
- (72) **Erfinder:** HENSGENS, Werner; Goethestraße 43, 52511
Geilenkirchen (DE). JANSEN, Karsten;
Baumgartenstraße 22a, 52525 Waldfeucht (DE).
- (74) **Anwalt:** KLUIN, Jörg-Eden; Benrather Schloßallee 111,
40597 Düsseldorf (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

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

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) **Title:** TUNNEL BORING MACHINE AND METHOD FOR MOVING A TUNNEL BORING MACHINE

(54) **Bezeichnung:** TUNNELBOHRMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BEWEGEN EINER TUNNELBOHRMASCHINE

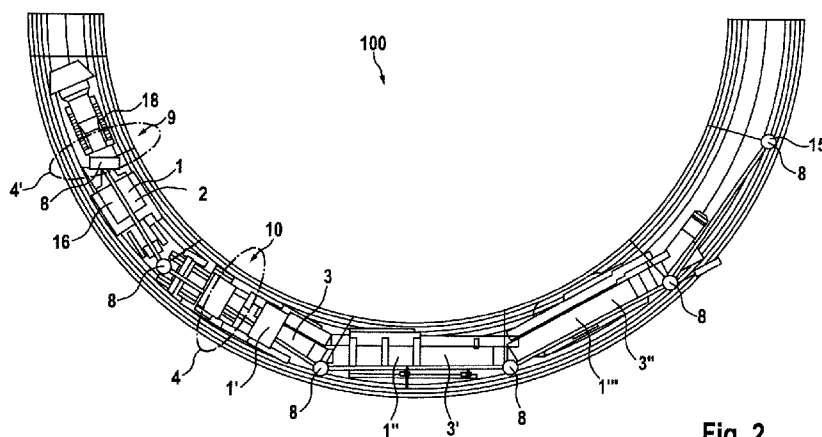


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for moving a tunnel boring machine (100), which is composed of a plurality of sub-units (1, 1', 1'', 1'''), namely at least one sub-unit (2) having a walking mechanism and/or tracked chassis, which is followed by at least one sub-unit (3, 3', 3'') having an axle chassis, wherein the tunnel boring machine (100) is moved uniformly and the distance of regions (4, 4', 4'', 4''') of the tunnel boring machine (100) from the tunnel wall is measured in order to avoid a collision of the tunnel boring machine (100) with the wall of the tunnel.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine (100), die sich aus mehreren Teileinheiten (1, 1', 1'', 1''') zusammensetzt, nämlich mindestens einer Teileinheit (2) mit Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk, der mindestens eine Teileinheit (3, 3', 3'') mit Achsfahrwerk nachfolgt, wobei die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/166827 A2

Tunnelbohrmaschine und Verfahren zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine

Die Erfindung betrifft eine Tunnelbohrmaschine, die sich aus mehreren Teileinheiten zusammensetzt, und ein Verfahren zum Bewegen einer derartigen Tunnelbohrmaschine. Mit dem Begriff „Tunnelbohrmaschine“ wird im Rahmen dieser Druckschrift jede Maschine zum Vortreiben von Strecken, Tunneln oder dergleichen bezeichnet, insbesondere also auch eine Maschine, bei der Gestein mit Hilfe
5 der Hinterschneidtechnik abgetragen wird.

Eine derartige Tunnelbohrmaschine und ein Verfahren zum Bewegen einer derartigen Tunnelbohrmaschine sind beispielsweise von der Anmelderin bereits bekannt.
10 Bei diesem werden die Teileinheiten manuell und nicht gleichzeitig, sondern nacheinander durch den Tunnel bewegt, zu Korrekturzwecken gegebenenfalls jede Teileinheit einzeln. Nachteilig bei bekannten Tunnelbohrmaschinen und bekannten Bewegungsverfahren ist, dass das Bewegen viel Zeit in Anspruch nimmt und/oder aufwändig und/oder fehleranfällig sowie schwierig für den Nutzer ist. Kollisionen
15 der Tunnelbohrmaschine mit der Wand des Tunnels sind nicht ausgeschlossen. (Mit Tunnelwand ist im Rahmen dieser Druckschrift insbesondere die seitliche Tunnelwand, also nicht die Ortsbrust bezeichnet).

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine und eine zur Anwendung dieses Verfahrens geeignete Tunnelbohrmaschine zu schaffen, die zumindest hinsichtlich eines der genannten Nachteile verbessert sind.

5

Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 wiedergegebene Verfahren und die in Anspruch 12 wiedergegebene Tunnelbohrmaschine gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine, die sich aus mehreren Teileinheiten zusammensetzt, nämlich mindestens einer ersten Teileinheit mit Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk, der mindestens eine zweite Teileinheit mit Achsfahrwerk nachfolgt, wird die Tunnelbohrmaschine einheitlich oder im Wesentlichen einheitlich bewegt. Zur Vermeidung einer Kollision der Tunnelbohrmaschine mit der Wand des Tunnels erfolgt eine Abstandsmessung von Bereichen der Tunnelbohrmaschine zu der Tunnelwand.

15

Die Teileinheit mit Schreit- und/oder Raupenfahrwerk wird im Folgenden vereinfacht auch als Raupe bezeichnet.

Mit einheitlichem Bewegen ist insbesondere gemeint, dass die Maschine wie eine Einheit, also als Ganzes, bewegt wird und das erwähnte zeitaufwändige nacheinander Umsetzen entbehrlich wird. Insbesondere werden die Raupe und die Teileinheiten mit Achsfahrwerk einheitlich bewegt. Es findet dann also eine im Wesentlichen gleichzeitige Bewegung aller Teileinheiten statt.

20

Mit im wesentlichen einheitlich Bewegen ist insbesondere gemeint, dass beispielsweise, etwa während des Vortreibens, die Raupe zunächst eine Mehrzahl von kleineren Bewegungen durchführt und die Teileinheiten mit Achsfahrwerken erst folgen, wenn ein gewählter Abstand zwischen Raupe und Teileinheiten überschritten ist.

25

Bevorzugt besteht zwischen der Raupe und der Teileinheit mit Achsfahrwerk keine lenkende Verbindung. Mit lenkender Verbindung ist insbesondere eine Verbindung

30

gemeint, die Lenkinformation überträgt, z. B. eine Deichsel. Es hat sich gezeigt, dass eine lenkende Verbindung, wie sie beispielsweise zwischen einer Zugmaschine und einem Anhänger eines LKWs besteht und dafür sorgt, dass der Anhänger automatisch der Lenkbewegung der Zugmaschine folgt, zwischen Teileinheiten mit grundsätzlich verschiedenen Fahrwerken, nämlich einer Teileinheit mit Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk und einer Teileinheit mit Achsfahrwerk meist nicht zu befriedigenden Ergebnissen führt. Die der Raupe nachfolgenden Teileinheiten der Tunnelbohrmaschine erhalten ihre Lenkinformation also bevorzugt nicht von der Raupe. Insbesondere besteht also bevorzugt auch keine lenkende mechanische und weiter bevorzugt überhaupt keine mechanische Verbindung zwischen der Raupe und der nachfolgenden Teileinheit mit Achsfahrwerk.

Auf der Raupe ist bevorzugt ein Arbeitskopf angeordnet, der, etwa vermittelt durch Werkzeugarme, die Werkzeuge tragen, dem Abbau von Boden an der Ortsbrust dient.

Bevorzugt folgt die zweite Teileinheit mit Achsfahrwerk unmittelbar auf die Raupe. Bei der Teileinheit mit Achsfahrwerk kann es sich um einen Nachläufer handeln, der unter anderem Förderbänder aufweist.

Das Verfahren kann zum Bewegen der Tunnelbohrmaschine während des Vortreibens genutzt werden und/oder zum Bewegen der Tunnelbohrmaschine in einem bereits getriebenen Tunnel, etwa um zur Ortsbrust zu gelangen, oder um die Tunnelbohrmaschine nach Vollendung des Tunnels aus diesem herauszubewegen.

Die mindestens eine Raupe wird bevorzugt mit einem eigenen Motor, etwa einem Hydraulikmotor, angetrieben. Auch die mindestens eine Teileinheit mit Achsfahrwerk, bei mehreren Teileinheiten mit Achsfahrwerk zumindest die erste, wird bevorzugt mit einem eigenen Motor, etwa einem Hydraulikmotor, angetrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst bevorzugt Vorwärts- und Rückwärtsfahrt der Tunnelbohrmaschine.

Bevorzugt erfasst die Abstandsmessung auch etwaige aus der Tunnelwand hervorstehende Gegenstände, beispielsweise Verankerungsstäbe.

5 Die Abstandsmessung erfolgt bevorzugt radial, erfasst also den kürzesten seitlichen Abstand des Bereiches der Maschine zur Tunnelwand.

Die Ergebnisse dieser Abstandsmessung werden bevorzugt mit Information über die Tunnelabmessung (im Folgenden auch als „Tunnelinformation“ bezeichnet) verglichen und weiter bevorzugt wird in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Ver-
10 gleichs die Bewegung der Tunnelbohrmaschine, insbesondere der Lenkprozess, beeinflusst.

Bei den zweiten Teileinheiten mit Achsfahrwerk handelt es sich bevorzugt jeweils um mehrachsige Anhänger.

15

Die Teileinheiten mit Achsfahrwerken sind in einer Ausführungsform untereinander gelenkig angelenkt, etwa mittels drehbarer Deichseln, also lenkend mechanisch miteinander verbunden. Es ist in dieser Ausführungsform also ein einziger Nach-
läufer aus mehreren Teileinheiten mit Achsfahrwerk gebildet.

20

Die Anlenkung der Teileinheiten mit Achsfahrwerken untereinander und/oder die Lenkung der Achsen der Teileinheiten mit Achsfahrwerken sind dabei bevorzugt derart ausgebildet, dass die Teileinheiten mit Achsfahrwerken spurtreu sind, also alle Teileinheiten mit Achsfahrwerken in derselben Spur laufen.

25

Mit Vorteil erfolgt eine Abstands- und Winkelmessung zwischen den Teileinheiten. Auf diese Weise ist es beispielsweise denkbar, dass die einheitliche oder im wesentlichen einheitliche Bewegung der Tunnelbohrmaschine durch ein Fahrsignal für nur eines der Teilelemente, etwa des ersten, in Gang gesetzt wird, und die ü-
30 brigen folgen, wenn der Abstand zwischen ihnen und dem vorangehenden Teilelement sich vergrößert.

Anders ausgedrückt werden bevorzugt also die Abstände und Winkel zwischen benachbarten Nachläufern und Raupe gemessen und besonders bevorzugt zur Beaufschlagung der Antriebe und Lenkeinrichtungen verwendet.

- 5 Vorzugsweise erfolgt zur Vermeidung einer Kollision der Tunnelbohrmaschine mit der Wand des Tunnels eine Abstandsmessung von mindestens einem Bereich der Maschine zu der Tunnelwand, die Teil einer zweiten Teileinheit mit Achsfahrwerk ist. Diese Teileinheiten, die bevorzugt keine Lenkinformation von der Raupe erhalten, werden auf diese Weise in der Tunnelmitte gehalten und/oder vor einer Kollision mit der Tunnelwand bewahrt.
- 10

Insbesondere um zu vermeiden, dass die Raupe und insbesondere ein etwa vorhandener Überhang an der Raupe mit der Tunnelwand kollidiert, erfolgt in einer Ausführungsform eine Abstandsmessung von mindestens einem Bereich der Tunnelbohrmaschine zu der Tunnelwand, der Teil der Raupe ist.

15

In einer weiteren Ausführungsform erfolgt eine Abstandsmessung von zwei Bereichen der Raupe, von denen einer ganz vorne an der Raupe angeordnet ist.

- 20 Weiter bevorzugt erfolgt eine Abstandsmessung von zwei Bereichen, die Teil zweier Teileinheiten mit Achsfahrwerken sind, von denen ein Bereich ganz hinten an der Tunnelbohrmaschine angeordnet ist.

Bevorzugt wird durch das Messen von wenigen, vorzugsweise weniger als zehn und ganz bevorzugt zwei oder vier Bereichen der Tunnelbohrmaschine aus sichergestellt, dass die Tunnelbohrmaschine mit keinem ihrer Bereiche mit der Tunnelwand kollidiert. Bevorzugt wird mit Hilfe der Messwerte der wenigen Bereiche auf die Lage der gesamten Tunnelbohrmaschine im Tunnel geschlossen.

25

- 30 Vorzugsweise erfolgt die Abstandsmessung mit Hilfe von Radarsensoren.

Mit Vorteil sind Sensoren, insbesondere Abstandssensoren und zwar bevorzugt Radarsensoren vorgesehen, die an der vordersten Teileinheit angeordnet und

nach vorne gerichtet sind und weitere derartige Sensoren, die an der hintersten
Teileinheit angeordnet und nach hinten gerichtet sind. Auf diese Weise können
also zusätzlich zu einer radialen Abstandsmessung auch nach vorne oder hinten
gerichtete Messung erfolgen und auf diese Weise etwa detektiert werden, wenn
5 der Tunnel für eine Durchfahrt zu klein wird.

In einer Ausführungsform wird die Tunnelinformation im Vorfeld beschafft, bevor-
zugt durch ein 3D-Scan und enthält weiter bevorzugt das zweidimensionale Tun-
nelprofil. Trotz 3D-Scan liegt dieser Ausführungsform also nur eine 2D-Information
10 über das Tunnelprofil vor. Mit „im Vorfeld beschaffen“ ist insbesondere gemeint,
dass die Information zeitlich vor dem Bewegen der Tunnelbohrmaschine in dem
Tunnel beschafft wird. In einer Ausführungsform wird die Information mit einem
nicht auf der Tunnelbohrmaschine angeordneten Messgerät beschafft, insbeson-
dere einem 3D-Scanner.

15

In einer anderen, bevorzugten Ausführungsform wird die Tunnelinformation wäh-
rend des Bewegens der Tunnelbohrmaschine in dem Tunnel von der Tunnelbohr-
maschine selbst erstellt.

20 Mit Vorteil wird die Tunnelinformation mit Hilfe von Sensoren, insbesondere Ra-
darsensoren erstellt.

Vorzugsweise wird die Tunnelinformation durch Sensoren, insbesondere Radar-
sensoren, kombiniert mit der Information, welche Strecke die Tunnelbohrmaschine
25 in dem Tunnel zurückgelegt hat, erstellt und weiter bevorzugt wird daraus ein
3DTunnelprofil generiert. Die Tunnelinformation enthält in dieser Ausführungsform
also ein 3D-Tunnelprofil.

In einer Ausführungsform wird die Bewegung der Tunnelbohrmaschine manuell
30 gesteuert und bei einem zu geringen Abstand geschieht die Bewegungsbeeinflus-
sung der Tunnelbohrmaschine dadurch, dass die Bewegung oder die Steuerungs-
bewegung der Maschine selbsttätig gestoppt wird.

In einem anderen Ausführungsbeispiel wird die Bewegung der Tunnelbohrmaschine automatisch gesteuert. Die Bewegungsbeeinflussung der Tunnelbohrmaschine geschieht in dieser Ausführungsform derart, dass dabei ein zu geringer Abstand der Tunnelbohrmaschine zu der Wand des Tunnels und eine Kollision der Tunnelbohrmaschine mit der Wand des Tunnels vermieden werden.

5

Bevorzugt geschieht die automatische Steuerung der Bewegung der Tunnelbohrmaschine unter zu Hilfenahme auch eines Laserleitsystems. Dieses beeinflusst bevorzugt insbesondere die Steuerung der Raupe.

10

In ihrem Vorrichtungsaspekt wird die Aufgabe gelöst durch eine Tunnelbohrmaschine, insbesondere zur Durchführung des oben erläuterten Verfahrens, die sich aus mehreren Teileinheiten zusammensetzt, nämlich mindestens einer ersten Teileinheit mit einer Raupe, der mindestens eine zweite Teileinheit mit Achsfahrwerk nachfolgt, wobei zwischen der mindestens einen Teileinheit mit Schreit und/oder Raupenfahrwerk und der mindestens einen Teileinheit mit Achsfahrwerk bevorzugt keine lenkende Verbindung besteht. Zur Vermeidung einer Kollision der Tunnelbohrmaschine mit der Wand des Tunnels weist die Tunnelbohrmaschine Abstandsmessvorrichtungen und ein Steuerungssystem auf.

15

20

Bevorzugt sind eine einzige Raupe und weiter bevorzugt weniger als fünf, besonders bevorzugt drei Teileinheiten mit Achsfahrwerk vorgesehen.

25

Die mindestens eine Raupe weist bevorzugt einen eigenen motorischen, etwa hydraulischen, Antrieb auf. Auch die mindestens eine Teileinheit mit Achsfahrwerk, bei mehreren Teileinheiten mit Achsfahrwerk zumindest die erste, weist bevorzugt einen eigenen motorischen, etwa hydraulischen, Antrieb auf.

30

Bevorzugt handelt es sich bei der Tunnelbohrmaschine um eine Maschine zum Vortreiben von Strecken, Tunneln oder dergleichen, mit einem mittels eines Drehantriebs drehbar antreibbaren und in Vortriebsrichtung bewegbaren Arbeitskopf, mit mittels Werkzeugarmantrieben relativ zu einer die Drehachse des Arbeitskopfes bildenden Bezugsachse radial schwenkbaren Werkzeugarmen mit schneidend

arbeitenden Werkzeugen, mit einem Arbeitskopfsteuerungssystem, wobei das Arbeitskopfsteuerungssystem Mittel umfasst, zum kontinuierlichen Messen der Winkelposition des rotierenden Arbeitskopfes und Mittel zum kontinuierlichen Messen des Schwenkwinkels der Werkzeugarme und einen Steuerrechner, der mit den
5 genannten Mitteln wirkverbunden ist und die Winkelposition des rotierenden Arbeitskopfes und die Schwenkwinkel der Werkzeugarme so aufeinander abstimmt, dass für jede Winkelposition des Arbeitskopfes jeder schwenkbare Werkzeugarm radial positioniert ist, gemäß eines vorbestimmten Schneidbahnverlaufs, um die vorbestimmte Schneidbahn zu schneiden.

10

Bevorzugt weist die Tunnelbohrmaschine keine, insbesondere Lenkinformationen übertragende, mechanische Verbindung zwischen der Raupe und der darauf folgenden Teileinheit mit Achsfahrwerk auf.

15 Vorzugsweise sind Abstands- und Winkelmessvorrichtungen zwischen den Teileinheiten vorgesehen.

Bevorzugt ist eine Abstandsmessvorrichtung, insbesondere ein Radarsensor, an mindestens einem Bereich der Tunnelbohrmaschine angeordnet, der den Abstand
20 dieses Bereichs zur Tunnelwand erfasst.

Besonders bevorzugt sind sowohl an Bereichen der Raupe, als auch an Bereichen der zweiten Teileinheit mit Achsfahrwerk, Abstandsmessvorrichtungen vorgesehen, die den Abstand dieser Bereiche zur Tunnelwand erfassen.

25

In einer Ausführungsform sind an zwei Bereichen der Raupe und bevorzugt an zwei Bereichen von zwei verschiedenen zweiten Teileinheiten mit Achsfahrwerk Abstandsmesssensoren, die den Abstand dieser Bereiche zur Tunnelwand erfassen, vorgesehen. Es wird in einer Ausführungsform also von vier Bereichen der
30 Tunnelbohrmaschine aus gemessen.

Das Steuerungssystem schließt bevorzugt mit Hilfe der Messwerte der wenigen Bereiche, bevorzugt weniger als zehn und ganz bevorzugt zwei oder vier, auf die Lage der gesamten Tunnelbohrmaschine in dem Tunnel.

- 5 Die Tunnelbohrmaschine weist bevorzugt Sensoren, insbesondere Radarsensoren auf, mit deren Hilfe die Tunnelinformation erstellbar ist. Bei diesen Sensoren kann es sich um Sensoren handeln, die gleichzeitig zur Abstandsmessung von Bereichen der Tunnelbohrmaschine zur Tunnelwand genutzt werden.
- 10 Vorzugsweise weist die Tunnelbohrmaschine eine Vorrichtung auf, zum Messen der Strecke, die die Maschine in dem Tunnel zurückgelegt hat. Hierbei handelt es sich bevorzugt um ein Laserleitsystem, welches weiter bevorzugt auch zur Steuerung der Raupe nutzbar ist.
- 15 Bevorzugt generiert das Steuerungssystem der Tunnelbohrmaschine aus der Tunnelinformation der Sensoren, insbesondere Radarsensoren, die gleichzeitig auch zur Bestimmung des Abstandes von Bereichen der Tunnelbohrmaschine zur Tunnelwand nutzbar sind, kombiniert mit der Information, welche Strecke die Tunnelbohrmaschine in dem Tunnel zurückgelegt hat, ein 3D-Tunnelprofil.
- 20 Mit Vorteil weist die Tunnelbohrmaschine Sensoren, insbesondere Abstandssensoren und zwar bevorzugt Radarsensoren auf, die an der vordersten Teileinheit angeordnet und nach vorne gerichtet sind und weiter bevorzugt derartige Sensoren, die an der hintersten Teileinheit angeordnet und nach hinten gerichtet
- 25 sind.

Die Tunnelbohrmaschine kann bevorzugt vorwärts und rückwärts fahren.

- Alle Teileinheiten mit Achsfahrwerk sind bevorzugt derart gleichzeitig bewegbar, dass sie wie ein Zug auf Schienen fahren, also spurtreu sind, bevorzugt bei Vorwärts und Rückwärtsfahrt.
- 30

Die Erfindung soll nun anhand von in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Ansicht von hinten auf eine erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine;
- Fig. 2 eine Ansicht von oben auf eine erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine;
- 10 Fig. 3 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine;
- Fig. 4 eine Ansicht wie in Fig. 2 eines zweiten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 5 eine Ansicht wie in Fig. 2 eines dritten Ausführungsbeispiels;
- 15 Fig. 6 schematisch eine perspektivische Darstellung eines Teils der Raupe;
- Fig. 6a eine Seitenansicht des Arbeitskopfes;
- 20 Fig. 6b eine Ansicht von vorne auf den Arbeitskopf;
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung der hintersten Teileinheit mit Achsfahrwerk;
- 25 Fig. 8 eine Darstellung der in Fig. 6 gezeigten Raupe von oben;
- Fig. 9 eine Darstellung der in Fig. 7 gezeigten Teileinheit von oben.

30 Alle gezeigten Ausführungsbeispiele der Tunnelbohrmaschine weisen ein Richtungskontrollsystem auf, welches ein Laserleitsystem 8 umfasst. Dieses stellt auch Informationen über die Entfernung der Raupe 2 von einem Referenzpunkt 15 für die Tunnellänge bereit.

Bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen weist die als Ganzes mit 100 bezeichnete Tunnelbohrmaschine vier Teileinheiten 1, 1', 1'', 1''' auf, von denen eine erste Teileinheit 2 ein Raupenfahrwerk 18 und ein Schreitwerk aufweist und drei zweite Teileinheiten 3, 3', 3'' Achsfahrwerke. Das Schreitwerk ist in den Figuren nicht im
5 Detail erkennbar. Die zweiten Teileinheiten 3, 3', 3'' mit Achsfahrwerken laufen auf Reifen 17. Die Tunnelbohrmaschine umfasst also ein Raupenfahrwerk 18 und damit kombiniert auf Reifen 17 laufende Achsfahrwerke. Die Raupe trägt einen drehbaren Arbeitskopf 12, an dem schwenkbar gelagerte Werkzeugarme 13 mit Werkzeugen 14 angeordnet sind. Das gezeigte Ausführungsbeispiel der Tunnel-
10 bohrmaschine 100 arbeitet mit der Hinterschneidtechnik.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Ausführungsbeispiel gemäß einer ersten Ausbaustufe der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine 100. Um die Tunnelbohrmaschine 100 dieses Ausführungsbeispiels in einem Tunnel bewegen zu können,
15 muss das Tunnelprofil, etwa durch einen 3D-Scan, bekannt sein. Darüber hinaus muss bekannt sein, dass die Tunnelbohrmaschine überall durch das Tunnelprofil hindurch passt. Dies ist gegebenenfalls im Vorfeld manuell zu prüfen. Darüber hinaus muss ein Referenzpunkt 15 für die Tunnellänge bekannt sein. Die Steuerung erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel manuell durch den Operator. Es sind
20 zwei radiale Radarsensorfelder 9, 10 an den Bereichen 4, 4' der Tunnelbohrmaschine 100 und ein Steuerungssystem installiert. Ein radiales Radarsensorfeld 9 ist auf der Raupe 2 angeordnet und ein radiales Radarsensorfeld 10 ist auf der der Raupe folgenden Teileinheit 3 mit Achsfahrwerk angeordnet. Während des manuellen Steuerns der Tunnelbohrmaschine 100 durch den bekannten Tunnel scannt
25 das Radarsystem kontinuierlich die Entfernung zwischen den Bereichen 4, 4' der Tunnelbohrmaschine und der Tunnelwand, wobei auch etwaige Verankerungsstangen detektiert werden. Durch Vergleich der aktuellen Entfernung mit den 3DScandaten der Miene, stoppt das System die Bewegung oder Steuerbewegung der Tunnelbohrmaschine 100 selbsttätig, wenn die Entfernung der Tunnelbohrma-
30 schine zur Tunnelwand zu klein wird.

Wie etwa Fig. 3 zeigt, weist die Raupe 2 einen Überhang 16, auch „Rucksack“ genannt, auf. Auch die Bewegung dieses „Rucksackes“ 16 wird kontrolliert, um

Kollisionen mit der Tunnelwand zu vermeiden. Die derartige Kollisionsvermeidung der Tunnelbohrmaschine 100 mit der Tunnelwand funktioniert in dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel nur in Vorwärtsrichtung.

5 Fig. 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine 100 gemäß einer zweiten Ausbaustufe. Diese Tunnelbohrmaschine führt eine automatische Kartierung des Tunnels durch und wird manuell durch einen bekannten oder unbekanntem Tunnel gesteuert. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel muss ein Referenzpunkt 15 für die Tunnellänge bekannt sein und
10 dass die Tunnelbohrmaschine 100 überall hindurch passt, was gegebenenfalls zuvor manuell geprüft werden muss. Die Steuerung erfolgt erneut manuell durch einen Operator. Verglichen mit dem ersten Ausführungsbeispiel sind bei diesem Ausführungsbeispiel zwei weitere radiale Radarsensordfelder 5, 11 an weiteren Bereichen 4'', 4''' der Tunnelbohrmaschine 100 installiert. Eines der weiteren radialen
15 Radarsensordfelder 5 ist im vorderen Bereich der Raupe 2 hinter dem Arbeitskopf 12 angeordnet und das zweite der weiteren radialen Radarsensordfelder 11 ist am Ende der letzten zweiten Teileinheit 3'' mit Achsfahrwerk angeordnet. Während des manuellen Steuerns der Tunnelbohrmaschine 100 durch einen bekannten oder unbekanntem Tunnel scannt das Radarsystem kontinuierlich die Distanz
20 zwischen den Bereichen 4, 4', 4'', 4''' der Tunnelbohrmaschine und den Tunnelwänden, wobei wiederum auch etwaige hervorstehende Verankerungsbolzen detektiert werden. Durch Nutzen der Längeninformaton des Richtungskontrollsystems wird zudem bevorzugt ein 3D-Profil des Tunnels erstellt. Hierfür können zusätzlich zu der Längeninformaton des Richtungskontrollsystems bei Vorwärtsfahrt
25 die Messergebnisse der Sensoren des vordersten Sensorfeldes 5 und bei Rückwärtsfahrt die Messergebnisse des hintersten Sensorfeldes 11 herangezogen werden, die gleichzeitig zur Abstandsbestimmung genutzt werden können. Durch Vergleich der gemessenen aktuellen Entfernung mit diesem 3D-Profil des Tunnels stoppt die Maschine gegebenenfalls, um Kollisionen zu vermeiden. Dies funktioniert bei Vorwärts- und bei Rückwärtsfahrt. Wie erwähnt, kann das in Fig. 4 gezeigte
30 Ausführungsbeispiel der Tunnelbohrmaschine manuell gesteuert werden.

In einer anderen Ausführungsform eines Verfahrens zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine wird die in Fig. 4 gezeigte Tunnelbohrmaschine 100 automatisch gesteuert. Hierfür muss erneut ein Referenzpunkt 15 für die Tunnellänge und es muss bekannt sein, dass die Tunnelbohrmaschine überall hindurch passt, was
5 gegebenenfalls im Vorfeld manuell geprüft sein muss. Darüber hinaus muss der Fahrweg bekannt sein. Das Steuerungssystem, welches den 3D-Scan ausführt, übernimmt hierbei die Kontrolle über die Raupe 2 und die Teileinheiten 3, 3', 3'' mit Achsfahrwerk. Der Operator startet und stoppt die Fahrt der Tunnelbohrmaschine lediglich von der Kontrollkabine aus. Die Tunnelbohrmaschine fährt auto-
10 matisch entlang des bekannten Fahrwegs, mit Hilfe des Laserleitsystems 8. Es kann, wenn gewünscht, auf manuelle Steuerung umgestellt werden.

Fig. 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine 100, gemäß einer weiteren Ausbaustufe, die sich von der vorange-
15 henden Ausbaustufe dadurch unterscheidet, dass eine verbesserte Vorwärts- und Rückwärtsüberwachung gegeben ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel muss lediglich ein Referenzpunkt 15 für die Tunnellänge bekannt sein und der Fahrweg. Dieses Ausführungsbeispiel weist zusätzlich weitere Radarsensoren 6, 7 an der Spitze und am Ende der Tunnelbohrmaschine 100 auf. Auf diese Weise ist es mög-
20 lich, mehr geometrische Daten zu erhalten. Sollte der Tunnel zu klein werden, wird dies von dem System bemerkt und zwar bei Vorwärts und Rückwärtsfahrt. Eine im Vorfeld durchzuführende Prüfung, ob die Tunnelbohrmaschine überall hindurchpasst, ist daher entbehrlich. Darüber hinaus ist es möglich, Kollisionen mit Objekten oder Personen zu vermeiden, während die Tunnelbohrmaschine in offenem
25 Gelände bewegt wird. Dies führt zu einer Erhöhung der Sicherheit. Die zusätzlichen Sensoren 6, 7 an der Spitze und am Ende der Tunnelbohrmaschine sind in den Figuren 8 und 9 näher gezeigt. Es ist erkennbar, dass jeweils zwei Sensoren 6, 7 an der Spitze und am Ende der Tunnelbohrmaschine angeordnet sind.

30 Ein einziges Radarsensorfeld 5, 9, 10, 11 kann jeweils aus mehreren, insbesondere sechs Radarsensoren a, b, c, d, e, f bestehen, deren Messkegel so ausgerichtet sind, dass sich über den Tunnelumfang verteilen (siehe Figur 1).

Figur 6 zeigt schematisch einen Teil der Raupe 2 mit lediglich angedeutetem Arbeitskopf 12, Werkzeugarmen 13 und Werkzeugen 14 einer erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine. Der Arbeitskopf ist in den Fig. 6a und 6b genauer dargestellt.

5

Fig. 7 zeigt die letzte zweite Teileinheit 3'' mit Achsfahrwerk einer erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine.

Zwischen der Raupe 2 und der darauf folgenden zweiten Teileinheit 3 mit Achsfahrwerk ist bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen keine lenkende, mechanische Verbindung vorgesehen. Zwischen den zweiten Teileinheiten 3, 3', 3'' mit Achsfahrwerk kann eine derartige mechanische lenkende Verbindung vorhanden sein. Jedenfalls zwischen der Raupe 2 und der darauf folgenden zweiten Teileinheit 3 mit Achsfahrwerk sind Abstands- und Winkelmessvorrichtungen vorgesehen. Es wird also kontinuierlich der Abstand und der Winkel zwischen der Raupe 2 und der darauf folgenden zweiten Teileinheit 3 gemessen.

Bezugszeichenliste:

	100	Tunnelbohrmaschine
5	1, 1', 1'', 1'''	Teileinheiten
	2	Teileinheit mit Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk
	3, 3', 3''	Teileinheiten mit Achsfahrwerk
	4, 4', 4'', 4'''	Bereiche der Tunnelbohrmaschine
	5	Radarsensoren oder Radarsensorfeld
10	6, 7	Sensoren oder Radarsensoren
	8	Laserleitsystem
	9, 10, 11	Radarsensoren oder Radarsensorfelder
	12	Arbeitskopf
	13	Werkzeugarme
15	14	Werkzeuge
	15	Referenzpunkt
	16	Überhang
	17	Reifen
	18	Raupenfahrwerk
20	a, b, c, d, e, f	Radarsensoren

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bewegen einer Tunnelbohrmaschine (100), die mehrere Teileinheiten (1, 1', 1'', 1'''), insbesondere mit eigenen motorischen Antrieben umfasst,
5 wobei mindestens eine erste Teileinheit (2) ein Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk aufweist,
wobei mindestens eine zweite Teileinheit (3, 3', 3''), die der ersten Teileinheit
10 (2) in Vorwärtsrichtung gesehen nachfolgt, ein Achsfahrwerk aufweist und
wobei die Tunnelbohrmaschine (100) zumindest im Wesentlichen einheitlich bewegt wird und zur Vermeidung einer Kollision der Tunnelbohrmaschine (100) mit der Wand des Tunnels eine Abstandsmessung von Bereichen (4, 4', 4'', 4''') der Tunnelbohrmaschine (100) zu der Tunnelwand erfolgt.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der ersten Teileinheit (2) mit Schreit- und/oder Raupenfahrwerk und der zweiten Teileinheit (3, 3', 3'') mit Achsfahrwerk keine lenkende Verbindung besteht.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ergebnisse der Abstandsmessung mit Informationen über die Tunnelabmessung verglichen werden und in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleichs die Bewegung der Tunnelbohrmaschine (100) beeinflusst wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Abstands- und Winkelmessung zwischen den ersten und zweiten Teileinheiten (2, 3', 3'', 3''') erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in wenige, vorzugsweise weniger als zehn und ganz bevorzugt zwei oder vier Bereiche der Tunnelbohrmaschine gemessen wird, damit sichergestellt wird, dass die Tunnelbohrmaschine (100) mit keinem ihrer Bereiche mit der Tunnelwand kollidiert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandsmessung mit Hilfe von Radarsensoren (5, 9, 10, 11) erfolgt.
- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass Sensoren (6) vorgesehen sind, die an der vordersten Teileinheit (1) angeordnet und nach vorne gerichtet sind und Sensoren (7), die an der hintersten Teileinheit (1'') angeordnet und nach hinten gerichtet sind.
- 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tunnelinformation während des Bewegens der Tunnelbohrmaschine (100) in dem Tunnel von der Tunnelbohrmaschine (100) erstellt wird.
- 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tunnelinformation durch Sensoren, insbesondere Radarsensoren (5), kombiniert mit der Information, welche Strecke die Tunnelbohrmaschine in dem Tunnel zurückgelegt hat, erstellt wird und daraus ein 3D-Tunnelprofil generiert wird.
- 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung der Tunnelbohrmaschine (100) manuell gesteuert wird und bei einem zu geringen Abstand der Tunnelbohrmaschine (100) zu der Wand des Tunnels die Bewegungsbeeinflussung der Tunnelbohrmaschine (100) derart geschieht, dass die Steuerungsbewegung der Tunnelbohrmaschine (100) selbsttätig gestoppt wird.
- 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung der Tunnelbohrmaschine (100) automatisch gesteuert wird und dass dabei die Bewegungsbeeinflussung der Tunnelbohrmaschine (100) derart geschieht, dass ein zu geringer Abstand der Tunnelbohrmaschine (100) zu der Wand des Tunnels und eine Kollision der Tunnelbohrmaschine (100) mit der Wand des Tunnels vermieden wird.
- 30

12. Tunnelbohrmaschine (100), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die sich aus mehreren Teileinheiten (1, 1', 1'', 1''') zusammensetzt, nämlich mindestens einer ersten Teileinheit (2) mit Schreitwerk und/oder Raupenfahrwerk, der mindestens eine zweite Teileinheit (3, 3', 3'') mit Achsfahrwerk nachfolgt, wobei die Tunnelbohrmaschine (100) zur Vermeidung einer Kollision der Tunnelbohrmaschine (100) mit der Wand des Tunnels Abstandsmessvorrichtungen (5, 9, 10, 11) und ein Steuerungssystem aufweist.

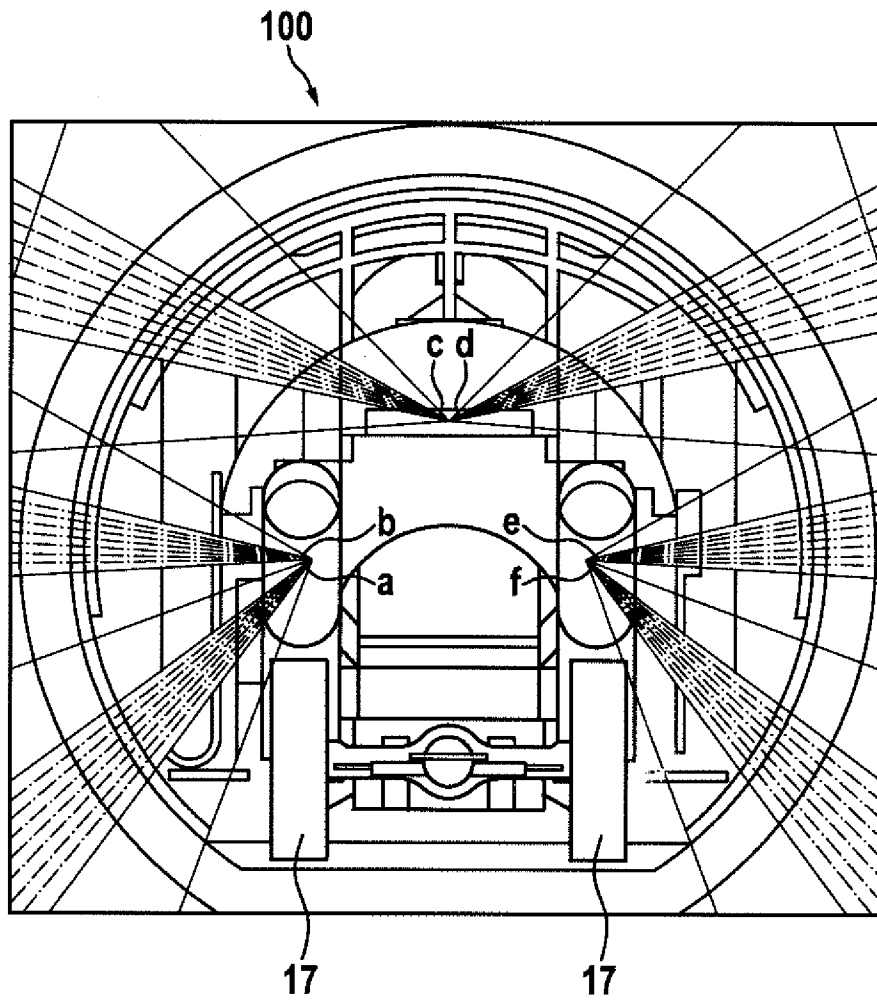


Fig. 1

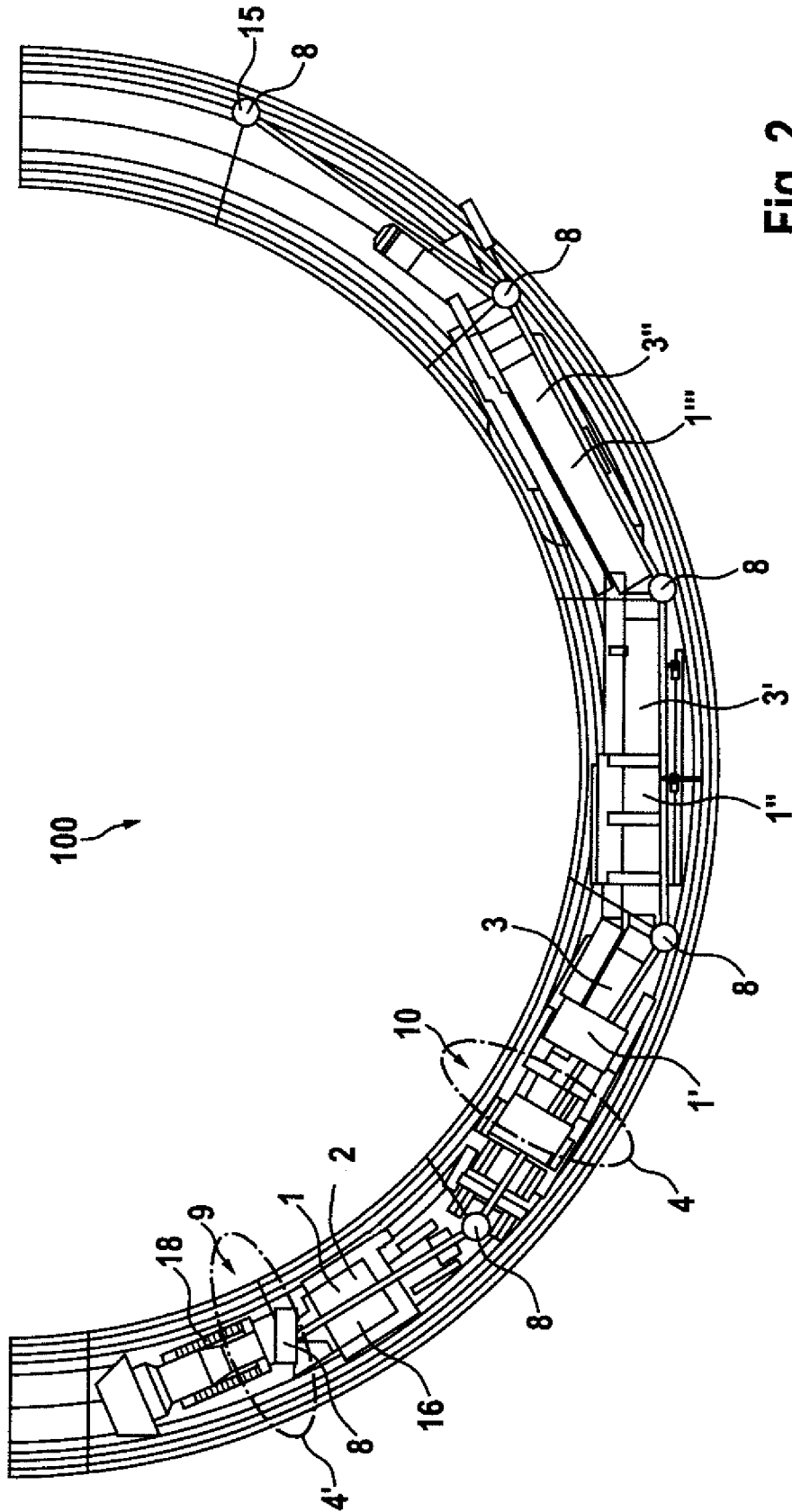


Fig. 2

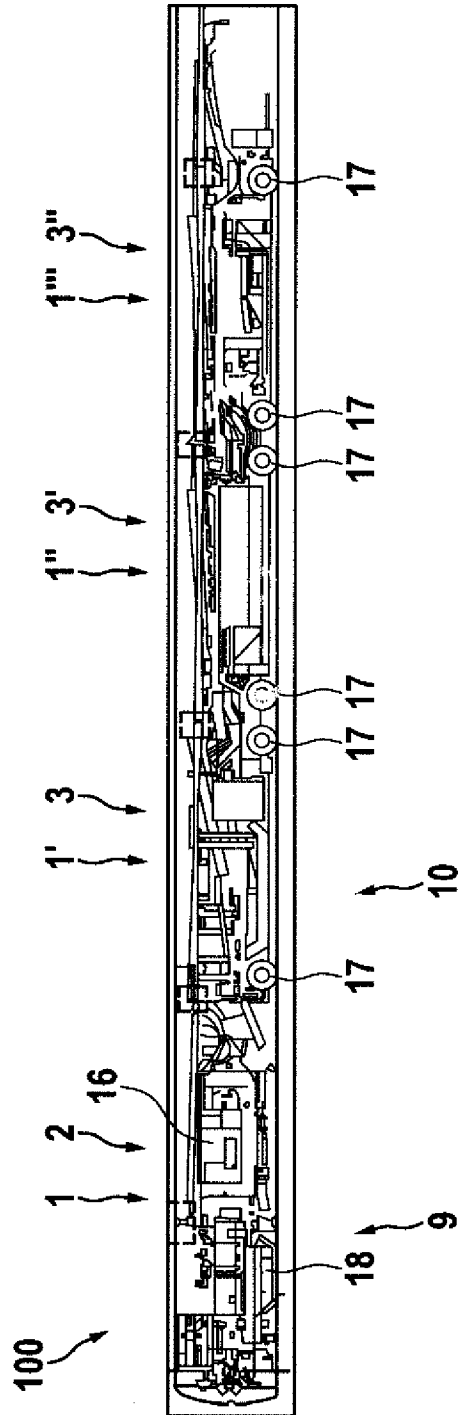


Fig. 3

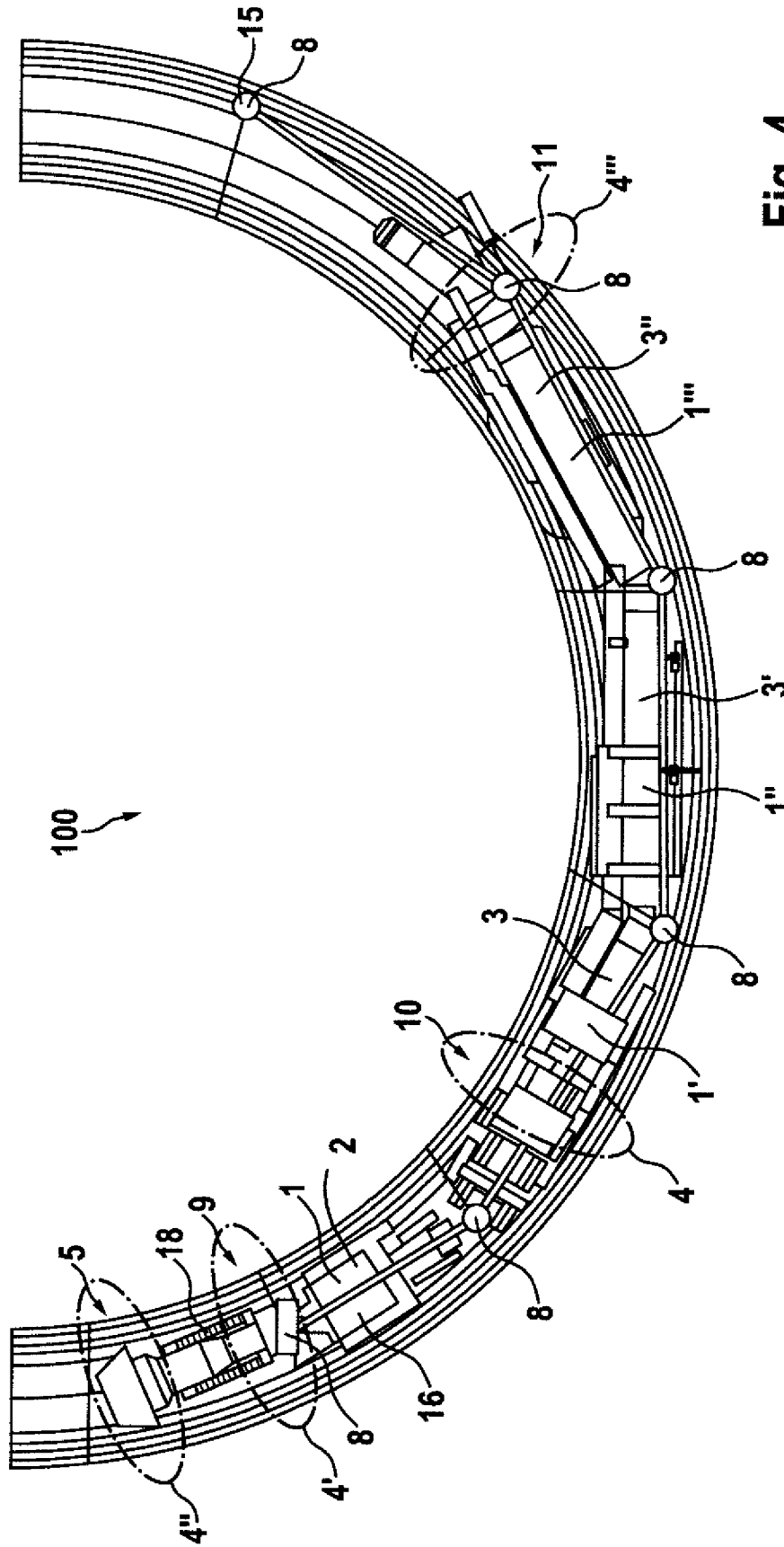


Fig. 4

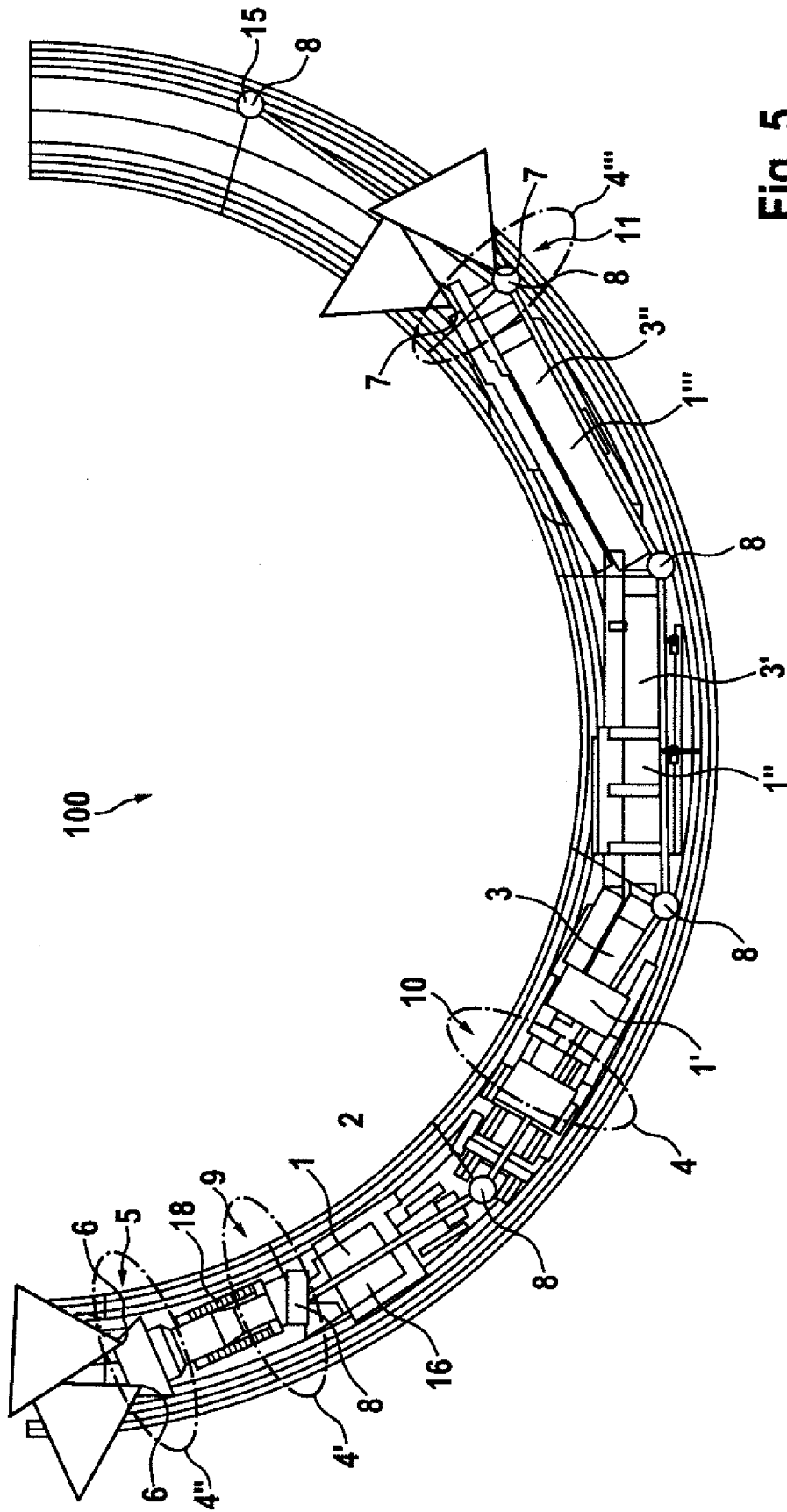


Fig. 5

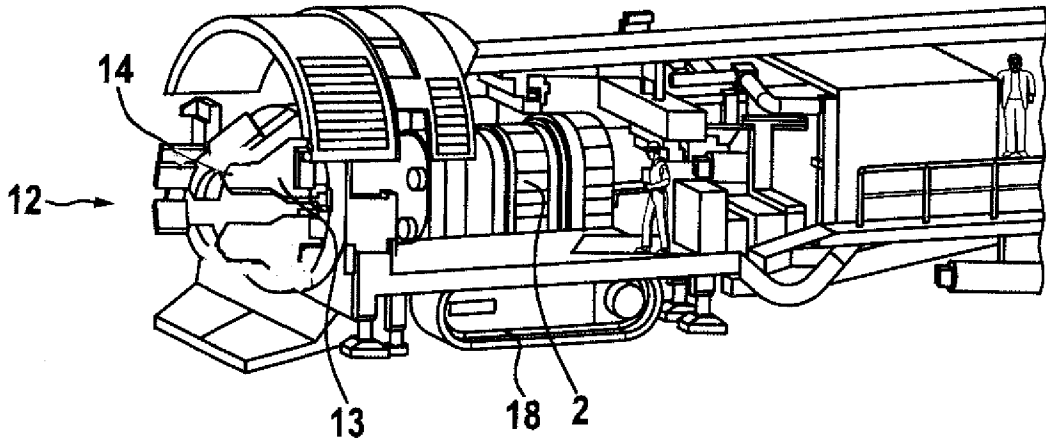


Fig. 6

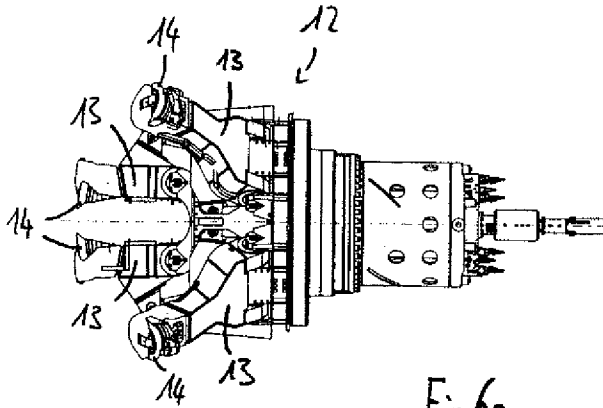


Fig. 6a

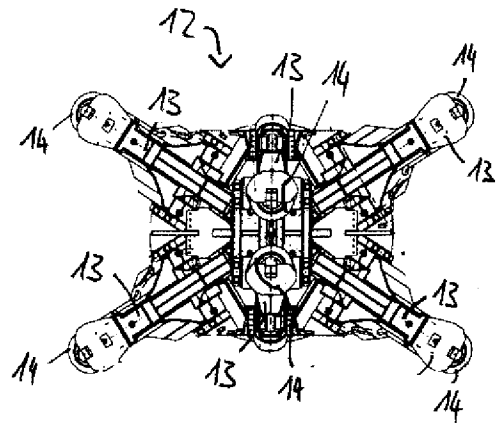


Fig. 6b

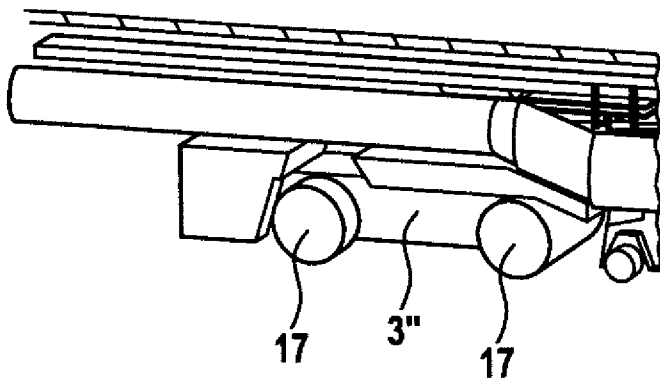


Fig. 7

7/7

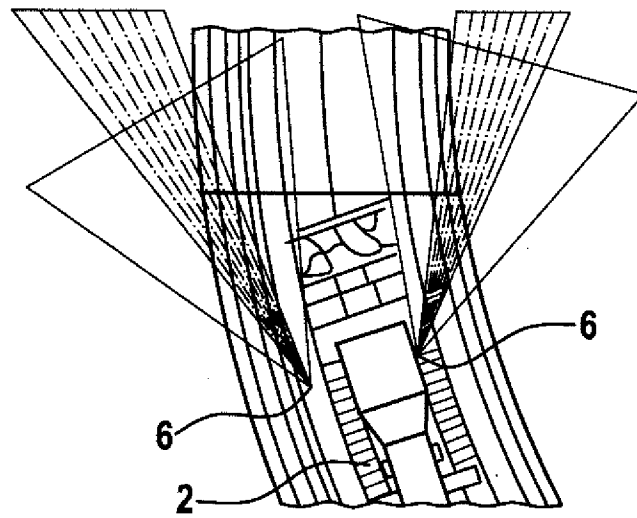


Fig. 8

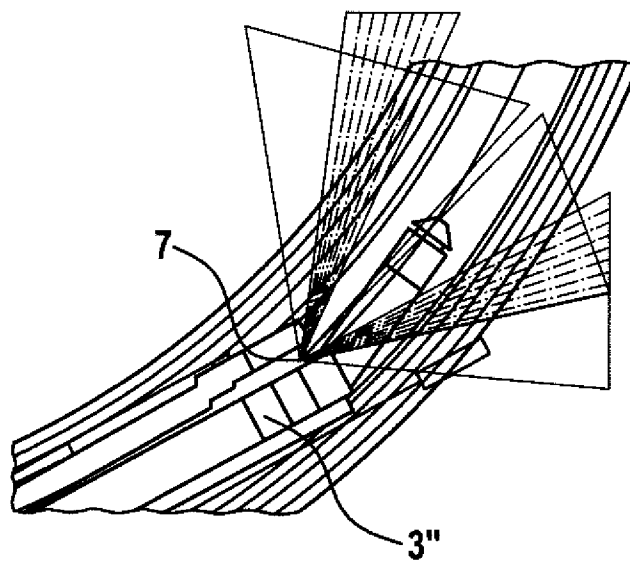


Fig. 9