

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 730 084 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.09.1996 Patentblatt 1996/36

(51) Int. Cl.⁶: E21D 9/00

(21) Anmeldenummer: 96101555.9

(22) Anmeldetag: 03.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE IT LI

(72) Erfinder: **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(30) Priorität: 02.03.1995 DE 19507346

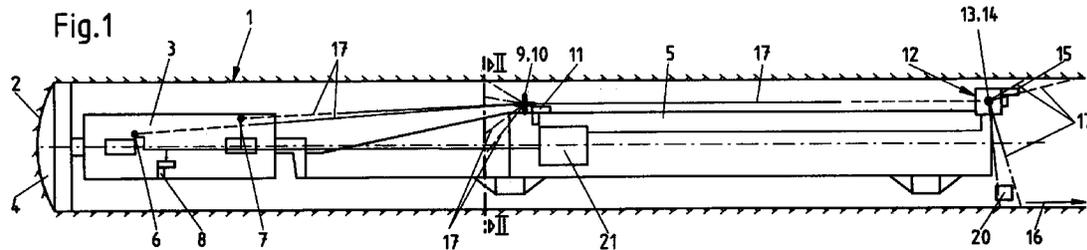
(74) Vertreter: **Patentanwälte Möll und Bitterich
Postfach 20 80
76810 Landau (DE)**

(71) Anmelder: **DYCKERHOFF & WIDMANN AG
D-81902 München (DE)**

(54) Verfahren und Einrichtung zum Steuern einer Vortriebsmaschine

(57) Zum Steuern einer Vortriebsmaschine bei der Herstellung eines unterirdischen Hohlraumprofils, z.B. einer Tunnelröhre (1), dient eine Meßanordnung, mit der bei jedem Meßzyklus anhand der aufgefahrenen Strecke und der dazugehörigen abgespeicherten Daten über die Lage des bisherigen Hohlraumprofils mittels elektrischer Profilmessvorrichtungen die Lage eines am vorderen Ende eines Nachläufers (5) installierten Servotheodoliten (9) und eines am rückwärtigen Ende des

Nachläufers (5) installierten Fernziels (12) bestimmt wird. Ausgehend von diesen Koordinaten wird dann durch selbständige Messungen des Servotheodoliten (9) die Lage des momentanen aufgeschnittenen Profils der Ortsbrust (2) in Abhängigkeit von der aufgefahrenen Strecke ermittelt, ausgewertet und zur Wiederverwendung abgespeichert.



EP 0 730 084 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Vortriebsmaschine bei der Herstellung eines unterirdischen Hohlraumprofils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 5.

Im Untertagebau bieten sich bei der Herstellung von unterirdischen Hohlraumprofilen, wie z.B. Tunnelröhren, Stollen etc. verschiedene, jeweils auf die Eigenschaften des zu durchfahrenden Gesteins abgestimmte Methoden an. Bei weichem, locker gelagertem Material, wie z.B. Lehm, Schluff, Sand, das die Gefahr des Einbrechens birgt, wird der aufgeschnittene Hohlraum mit Rohren oder Tübbingungen ausgekleidet, bei hartem und dicht gelagertem Gestein, wie z.B. Fels, reicht die Gesteinsfestigkeit aus, um den Hohlraum ohne Stützkonstruktion zu erhalten.

Bei beiden Arten geschieht der Gesteinsabbau an der Ortsbrust maschinell in der Regel unter Einsatz von Teil- oder Vollschnittmaschinen. Zur Steuerung dieser Maschinen entlang einer Sollachse wird mittels vermessungstechnischer Maßnahmen kontinuierlich die Istlage der Vortriebsmaschine festgestellt. Bei konventionellen Meßverfahren müssen die Höhe und die Lage ausgezeichneter Punkte der Vortriebsmaschine jeweils neu vom Startpunkt aus herangeführt werden. Der Meßweg wird dabei mit fortschreitendem Vortrieb ständig länger, so daß diese Verfahren sehr aufwendig sind; außerdem muß der Vortrieb während der Zeit der Vermessung ruhen. Krümmungen der Sollachse erfordern die Einschaltung von Polygonzügen und sind nur bei begehbaren Hohlprofilquerschnitten möglich.

Zur Erleichterung von Vermessungsarbeiten sind polare Vermessungssysteme bekannt, die nicht nur von der Punktaufnahme über die geodätischen Berechnungen bis hin zur Erstellung von Karten einen automatischen Datenfluß ermöglichen, sondern auch die automatische Zielerkennung und Zieleinstellung; es gibt elektronische Tachymeter, die aus einem elektronischen Theodolit und Entfernungsmesser bestehen und die in der Lage sind, auch bewegte Punkte zu verfolgen (DE-Z "Zeitschrift für Vermessungswesen", Heft 11, Nov. 1984, S. 553 bis 563). Mittels dieser Systeme gelingt es, folgende Vorgänge zu automatisieren:

- Zeitpunkt der Messung auswählen,
- anzumessenden Punkt auswählen,
- Instrument auf den Punkt ausrichten,
- Instrument dem Punkt nachführen,
- Meßvorgang auslösen,
- Meßwerte registrieren,
- Meßwerte interpretieren,
- weiteren Messungsverlauf bestimmen.

Zu diesem Zweck werden die Grundbausteine - elektronischer Theodolit und Entfernungsmesser - durch weitere Baugruppen ergänzt, die die restlichen

Funktionen übernehmen. Die Funktionen des Tachymeters können automatisiert werden; die für die Nachführung erforderliche Bewegung in den beiden Achsen kann durch Schrittmotoren mit entsprechenden Getrieben erfolgen. Zur Unterstützung der Funktionen des Tachymeters sowie zum Koordinieren des gesamten Meßablaufs ist ein Rechner erforderlich.

Ein derartiges Meßsystem zur Steuerung eines Vortriebsschildes im Untertagebau ist aus der DE-A 40 17 833 bekannt. Hier werden beim Vorpressen von Hohlprofilsträngen mit Hilfe eines sich mit dem Hohlprofilstrang mitbewegenden Servotheodoliten und Fernziels laufend die Daten über die räumliche Lage des Vortriebsschildes und damit der Istverlauf des Hohlprofilstranges erfaßt sowie in einem Rechner abgespeichert und ausgewertet. Das besondere an diesem Meßsystem ist, daß Servotheodolit und Fernziel nicht stationär angeordnet sind, sondern mit dem Vortrieb mitbewegt werden. Das macht vor jedem Einmessen der Vortriebsmaschine eine Standpunktermittlung von Servotheodolit und Fernziel notwendig.

Da der Hohlprofilstrang bei dieser Art des Vortriebs immer der durch den Vortriebsschild freigeschnittenen Öffnung folgt, entsprechen die in vorangegangenen Meßzyklen ermittelten Daten über die Lage des Vortriebsschildes jeweils denen der Lage des nachfolgenden Hohlprofilstranges an dieser Stelle. Damit sind die Koordinaten eines fest im Inneren des Hohlprofilstranges befestigten und mit diesem sich bewegenden Theodoliten und Fernziels in Abhängigkeit vom Abstand des Theodoliten zum Startpunkt eindeutig bestimmbar.

Die Anwendung dieses Steuerungsverfahrens ist jedoch abhängig vom Vorhandensein einer Hohlraumauskleidung, die sowohl Servotheodolit als auch Fernziel in einem konstanten Abstand zur Hohlprofilstrangachse halten und die mit dem Vortrieb mitbewegt wird.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung einer Vortriebsmaschine anzugeben, das unabhängig vom Vorhandensein einer Hohlraumprofilauskleidung bei den verschiedensten Vortriebsmethoden eingesetzt werden kann.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie eine Einrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung basiert auf der Überlegung, daß durch laufende Ermittlung des Abstandes zwischen dem Theodolit bzw. dem Fernziel und der Wandung des Hohlraumes jederzeit die variable Lage von Theodolit und Fernziel und damit deren Koordinaten errechenbar sind. Dadurch ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht an das Vorhandensein einer Auskleidung des Hohlraums gebunden. Dies erlaubt auch in hartem Gestein eine wirtschaftliche Anwendung des Verfahrens.

Da die Meßzyklen im zeitlichen Abstand von 10 bis 15 Sekunden erfolgen, erhält man ein sehr genaues Aufmaß des Hohlraumprofils, das einerseits schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt Abweichungen von der Sollkurve erkennen läßt und andererseits als Grundlage für Massenberechnungen verwendet werden kann.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 schematisch einen Längsschnitt durch ein zu erstellendes Hohlraumprofil mit der Meßanordnung,

Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 schematisch einen Servotheodoliten mit Okularlaser und elektronischer Profilmessvorrichtung,

Fig. 4 ebenso eine aktive Zieltafel mit elektronischer Profilmessvorrichtung in der Ansicht sowie die

Fig. 5a und b schematisch in einem Längsschnitt die verschiedenen Phasen beim Anfahren eines Hohlraumprofils.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch ein zu erstellendes Hohlraumprofil mit der erfindungsgemäßen Meßanordnung. Im einzelnen sieht man einen Ausschnitt eines bereits aufgefahrenen Hohlraumprofils 1, hier eine Tunnelröhre mit kreisförmigem Querschnitt (Fig. 2). An dem in der Darstellung linken Ende der Tunnelröhre findet der Abbruch der Ortsbrust 2 statt. Dies geschieht mit Hilfe einer Tunnelbohrmaschine 3, deren Bohrkopf 4 dem Durchmesser der Tunnelröhre 1 entspricht. An der Tunnelbohrmaschine 3 angehängt ist ein Nachläufer 5, der neben Versorgungsleitungen auch ein Förderband zum Abtransportieren des an der Ortsbrust 2 gelösten Materials aufnimmt.

Die zur Steuerung der Tunnelbohrmaschine 3 erforderliche Meßanordnung ist zum Teil an der Tunnelbohrmaschine 3 und zum Teil am Nachläufer 5 installiert; sie umfaßt an der Tunnelbohrmaschine 3

- zwei aktive Zieltafeln 6 und 7 sowie
- ein zweiachsiges Inklinometer 8 zur Bestimmung von Verrollung und Längsneigung der Tunnelbohrmaschine 3 und

an dem Nachläufer 5 an dem der Tunnelbohrmaschine 3 zugewandten Ende

- einen Servotheodoliten 9 auf einem motorisierten Dreifuß mit integrierter elektronischer Profilmessvorrichtung 10 sowie

- ein zweiachsiges Inklinometer 11 zur Bestimmung von Verrollung und Längsneigung des Nachläufers 5 und

5 an dem der Tunnelbohrmaschine 3 abgewandten Ende

- ein Fernziel 12, bestehend aus einer aktiven Zieltafel 13 mit einer integrierten elektronischen Profilmessvorrichtung 14,

10 - ein zweiachsiges Inklinometer 15 zur Bestimmung von Verrollung und Längsneigung und

- als Längenmeßeinrichtung ein elektromagnetisch induziertes Stahlband 16 zum Messen der Länge zwischen der Meßanordnung und dem Startpunkt sowie

15 - einen Rechner 21 zum Erfassen, Speichern, Auswerten und Senden der durch die Meßanordnung ermittelten Daten.

20 In Fig. 2 ist ein Schnitt durch den Nachläufer 5 entlang der in Fig. 1 angegebenen Linie II-II dargestellt. Die

Portalform des Nachläufers 5 im Querschnitt erlaubt es, daß zum Schuttern gleisgebundene Wagen in den Nachläufer 5 fahren und dort beladen werden können.

25 Der Servotheodolit 9 mit integrierter elektronischer Profilmessvorrichtung 10 ist am vorderen Ende des Nachläufers 5 mittig über diesem angeordnet. Fig. 3 zeigt

schematisch einen für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Servotheodoliten 9 in der Ansicht. In den Servotheodoliten 9 integriert ist eine elektronische Profilmessvorrichtung 10, die mit Hilfe von durch das Okular gelenkten Laserstrahlen 17 den Abstand des Servotheodoliten 9 von der Tunnelwandung 19 mißt.

30 Am rückwärtigen Ende des Nachläufers 5 befindet sich ebenfalls mittig über dem Nachläufer 5 als Fernziel

12 eine aktive Zieltafel 13 mit integrierter elektronischer Profilmessvorrichtung 14. Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht dieses Teils der Meßanordnung. Alle Teile der Meßanordnung sind on-line mit dem Rechner 21 verbunden.

35 Der Beginn und der Ablauf des erfindungsgemäßen Vermessungsverfahrens können anhand der Fig. 5a, b und 1 erläutert werden.

40 Fig. 5a zeigt die erste Phase des Tunnelvortriebs, in der die Tunnelbohrmaschine 3 ausgehend vom Tunnelportal 18 die Vortriebsarbeiten beginnt. Zur Steuerung der Tunnelbohrmaschine 3 wird der Servotheodolit 9 an

einem nach Koordinaten und Höhe bekannten Punkt S, dem Startpunkt, stationär eingerichtet. Weiter wird ein zweiter Punkt als Fernziel 12 mit einer aktiven Zieltafel

13 eingerichtet. Auch dieser Punkt ist nach Lage und Höhe bekannt.

45 Der Servotheodolit 9 erfaßt und steuert die Tunnelbohrmaschine 3, indem er zuerst das Fernziel 12 anvisiert, dann Horizontal- und Vertikalwinkel zu den aktiven Zieltafeln 6 und 7, die auch in einem Stück vereinigt sein können, an der Tunnelbohrmaschine 3 und schließlich deren Entfernung zum Startpunkt S mißt. Zusammen

mit den Daten der Inklinometer 8, 11 und 15 an der Tunnelbohrmaschine 3 und dem Nachläufer 5, die Aufschluß über das Maß der Verrollung geben, kann über den Rechner 21, bei dem alle Meßdaten zusammenfließen und ausgewertet werden, die jeweilige Lage der Tunnelbohrmaschine 3 in Abhängigkeit von der aufgefahrenen Strecke der Tunnelröhre 1 bestimmt werden. Die Summe aller Daten über die Lage der Tunnelbohrmaschine 3 entspricht dabei dem Istverlauf der Tunnelröhre 1. Diese Daten werden in dem Rechner abgespeichert und später bei der Ermittlung der variablen Lage von Servotheodolit 9 und Fernziel 12 innerhalb der Tunnelröhre 1 wieder herangezogen. In einem weiteren Arbeitsschritt vergleicht der Rechner den Istverlauf der Tunnelröhre mit dem Sollverlauf, errechnet die gegebenenfalls notwendigen Steuerimpulse und gibt sie an die Tunnelbohrmaschine 3 weiter.

Fig. 5b zeigt die zweite Phase des beginnenden Vortriebs, bei der die Tunnelröhre 1 bereits so weit vorangetrieben ist, daß der Nachläufer 5 teilweise in die Tunnelröhre 1 hineinreicht. Zu diesem Zeitpunkt wird der bislang stationär angeordnete Servotheodolit 9 auf den Nachläufer 5 umgesetzt, mit dem er sich im Zuge des Vortriebs mitbewegt. Zur Ermittlung der Bezugsrichtung wird das Fernziel 12 aus der ersten Phase auf den Startpunkt S und alten Standpunkt des Servotheodoliten aus der ersten Phase umgesetzt.

Zur Bestimmung der Lage der Tunnelbohrmaschine 3 müssen erst die Koordinaten des Servotheodoliten 9 ermittelt werden. Dazu wird zuerst die Entfernung zwischen Servotheodolit 9 und Startpunkt S bestimmt. Zu dieser Entfernung werden aus dem Speicher des Rechners die dazugehörigen Querschnittsdaten des Tunnelprofils abgerufen. Da die Lage des Servotheodoliten 9 innerhalb der Tunnelröhre 1 nicht konstant, sondern variabel ist, muß seine jeweilige relative Lage innerhalb des Tunnelquerschnitts ermittelt werden. Dazu werden durch die in den Servotheodoliten 9 integrierte elektronische Profilmessvorrichtung 10 Laserstrahlen 17 durch das Okular unter einem bestimmten räumlichen Winkel an die Tunnelwandung 19 gerichtet, von wo sie reflektiert werden (Fig. 1 und 2). Mit den so ermittelten Werten kann der Abstand des Servotheodoliten 9 zur Tunnelwandung 17 und können im weiteren dessen Raumkoordinaten errechnet werden.

In einem weiteren Schritt lassen sich, wie schon oben beschrieben, durch Messen von Horizontal- und Vertikalwinkeln die Lage der Tunnelbohrmaschine 3 in Abhängigkeit von der Entfernung zum Startpunkt S erfassen.

Den Arbeitszyklus nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann das Vermessungssystem erst aufnehmen, wenn sich der Nachläufer 5 über seine gesamte Länge in der Tunnelröhre 1 befindet. In dieser - dritten - Phase kann nun das Fernziel 12 auf den Nachläufer 5 umgesetzt werden, so daß es keine festen Koordinaten mehr besitzt. Diese Situation ist in Fig. 1 dargestellt.

Der Arbeitszyklus läßt sich im wesentlichen in vier übergeordnete Schritte gliedern:

- Ermittlung der Koordinaten von Servotheodolit 9 und Fernziel 12;
- Herstellen der Bezugsrichtung;
- Erfassung der Lage der Tunnelbohrmaschine 3;
- Steuerung der Tunnelbohrmaschine 3.

Zur Bestimmung der Lagekoordinaten der Tunnelbohrmaschine 3 müssen analog zur zweiten Phase erst die Koordinaten von Servotheodolit 9 und Fernziel 12 bestimmt werden. Die zu den entsprechenden Querschnittsstellen gehörigen Abmessungen des Tunnelprofils können anhand der Entfernung zum Startpunkt S aus dem Speicher des Rechners abgerufen werden. Die Entfernungsmessung zum Startpunkt S erfolgt im dargestellten Beispiel mittels eines Stahlmaßbandes 16, das sich im Bereich der Versorgungsleitungen vom Nachläufer 5 bis zum Startpunkt S erstreckt. Vorteilhaft sind dessen Maßeinheiten elektromagnetisch induziert, so daß über eine Lesevorrichtung die Entfernungswerte fortlaufend automatisch erfaßt werden können. Über eine elektronische Profilmessvorrichtung 10 an Servotheodolit und Fernziel 12 werden analog der zweiten Phase deren Lage innerhalb der Tunnelröhre 1 und im weiteren die jeweiligen Koordinaten errechnet. Davon ausgehend kann auf bereits erwähnte Weise die Lage der Tunnelbohrmaschine 3 ermittelt werden und durch einen Datenvergleich mit der Sollage eine etwa erforderliche Steuermaßnahme errechnet und an die Tunnelbohrmaschine 3 oder an einen Steuerstand außerhalb weitergegeben werden.

Nach dem im Beispiel erläuterten Verfahren wird auf der Grundlage der Koordinaten von Servotheodolit 9 und Fernziel 12 die Bezugsrichtung zum Vermessen der Lage der Tunnelbohrmaschine 3 errechnet. Gemäß der Erfindung ist es aber auch möglich, die Bezugsrichtung durch einen Kreiseltheodolit vorzugeben, so daß sich die Einrichtung eines Fernziels 12 erübrigt oder nur als Kontrolle dient.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Vortriebsmaschine bei der Herstellung eines unterirdischen Hohlraumprofils unter Verwendung einer Meßanordnung, mit einem hinter der Vortriebsmaschine innerhalb des Hohlraumprofils angeordneten Servotheodoliten und einer Vorrichtung zur Vorgabe einer Bezugsrichtung, mit an der Vortriebsmaschine angeordneten Zieltafeln und Neigungsgebern zur Feststellung von Verrollung und Längsneigung, mit einer Entfernungsmesseinrichtung zur laufenden Messung der Strecke des aufgefahrenen Hohlraumprofils sowie mit einem mit der Meßanordnung verbundenen Rechner, wobei die Meßanordnung im Zuge des Vortriebs mit der Vortriebsmaschine mitbewegt wird, wobei weiterhin vom Servotheodoliten bei jedem

- Meßzyklus in Abhängigkeit von der aufgefahrenen Strecke ausgehend von der Bezugsrichtung die Zieltafeln anvisiert werden, wobei ferner die von der Meßanordnung gewonnenen Werte unter Berücksichtigung einer etwaigen Verrollung on-line auf den Rechner übertragen werden, der sowohl fortlaufend die jeweilige Istlage der Vortriebsmaschine berechnet und abspeichert, als auch die Koordinaten des Servotheodoliten aufgrund vorangegangener Messungen ermittelt und wobei schließlich Ist- und Sollage der Vortriebsmaschine verglichen und im Falle von Abweichungen Steuerimpulse für die Vortriebsmaschine errechnet und übermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Meßzyklus die veränderliche Lage des Servotheodoliten (9) innerhalb einer Querschnittsebene senkrecht zur Längsachse des Hohlraumprofils (1) in Abhängigkeit zur aufgefahrenen Strecke erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Einrichtung zur Vorgabe einer Bezugsrichtung aus einem rückwärtigen Fernziel besteht und dessen Koordinaten fortlaufend ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Meßzyklus die veränderliche Lage des Fernziels (12) innerhalb einer Querschnittsebene senkrecht zur Längsachse des Hohlraumprofils (1) in Abhängigkeit zur aufgefahrenen Strecke erfaßt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung der veränderlichen Lage von Servotheodolit (9) und/oder Fernziel (12) innerhalb einer Querschnittsebene senkrecht zur Längsachse des Hohlraumprofils (1) Meßstrahlen (17) unter bekannten räumlichen Winkeln zur Längsachse des Hohlraumprofils (1) nach außen gerichtet werden, mittels derer in mindestens drei Punkten der Abstand von Servotheodolit (9) und/oder Fernziel (12) zur Hohlraumprofilwandung (19) ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgefahrene Strecke des Hohlraumprofils (1) mittels eines elektromagnetisch induzierten Stahlbandes (16) ermittelt wird, dessen Maßeinheiten automatisch abgelesen werden.
5. Einrichtung zum Steuern einer Vortriebsmaschine nach Patentanspruch 1, bestehend aus einer Meßanordnung mit einem hinter der Vortriebsmaschine innerhalb des Hohlraumprofils angeordneten und mit dem Vortrieb mitbewegbaren Servotheodoliten, mit einer Vorrichtung zur Vorgabe einer Bezugsrichtung, mit an der Vortriebsmaschine angeordneten Zieltafeln und Neigungsgebern und mit an dem Servotheodoliten angeordneten Neigungsgebern zur Feststellung von Verrollung und Längsneigung
- sowie mit einem mit der Meßanordnung verbundenen Rechner, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung eine elektronische Profilmessvorrichtung (10) in einer definierten Lage zum Servotheodoliten (9) umfaßt.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Profilmessvorrichtung (10) in den Servotheodoliten (9) integriert ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die Vorrichtung zur Vorgabe einer Bezugsrichtung aus einem rückwärtigen Fernziel besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung eine elektronische Profilmessvorrichtung (14) in einer definierten Lage zum rückwärtigen Fernziel (12) umfaßt.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Profilmessvorrichtung (14) in das rückwärtige Fernziel (12) integriert ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Vorgabe einer Bezugsrichtung aus einem Kreiselkompaß besteht.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zieltafeln (6, 7) an der Vortriebsmaschine (3) aus mindestens einer aktiven Zieltafel mit zwei Ebenen bestehen.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zieltafeln (6, 7) an der Vortriebsmaschine (3) aus mindestens zwei aktiven Zieltafeln mit je einer Ebene bestehen.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im rückwärtigen Teil des Hohlraumprofils (1) ein elektromagnetisch induziertes Stahlband (16) zur Streckenmessung angeordnet ist.

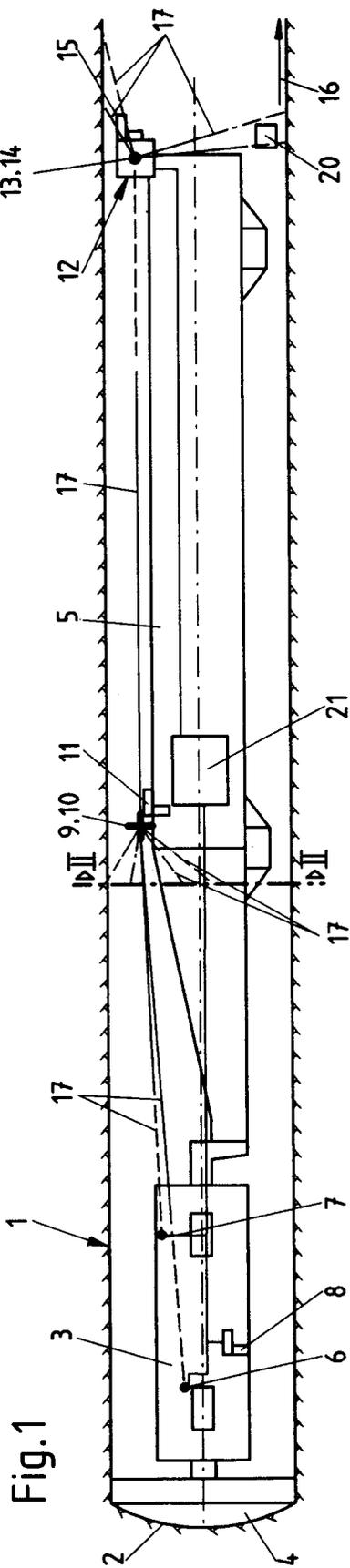


Fig. 1

Fig. 2
Schnitt II-II

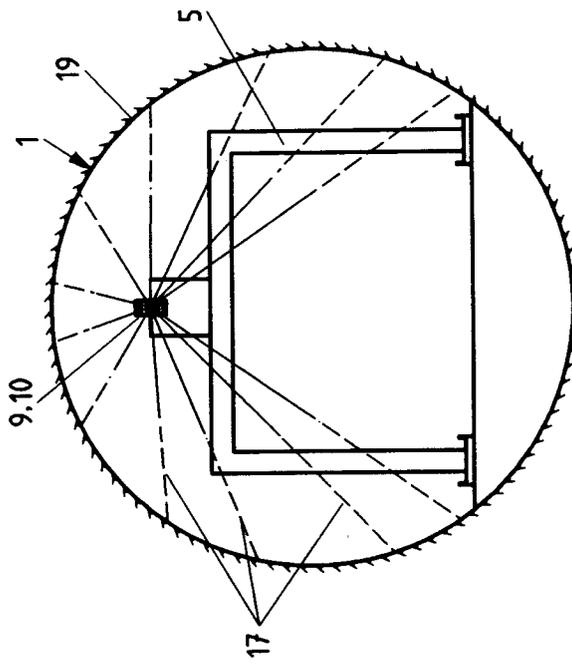


Fig. 3

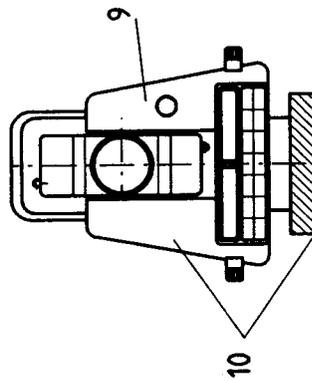
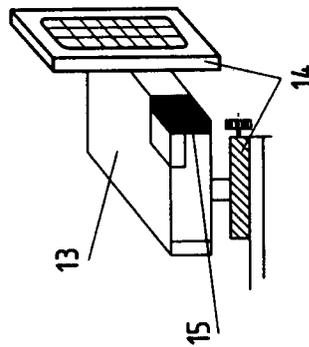


Fig. 4



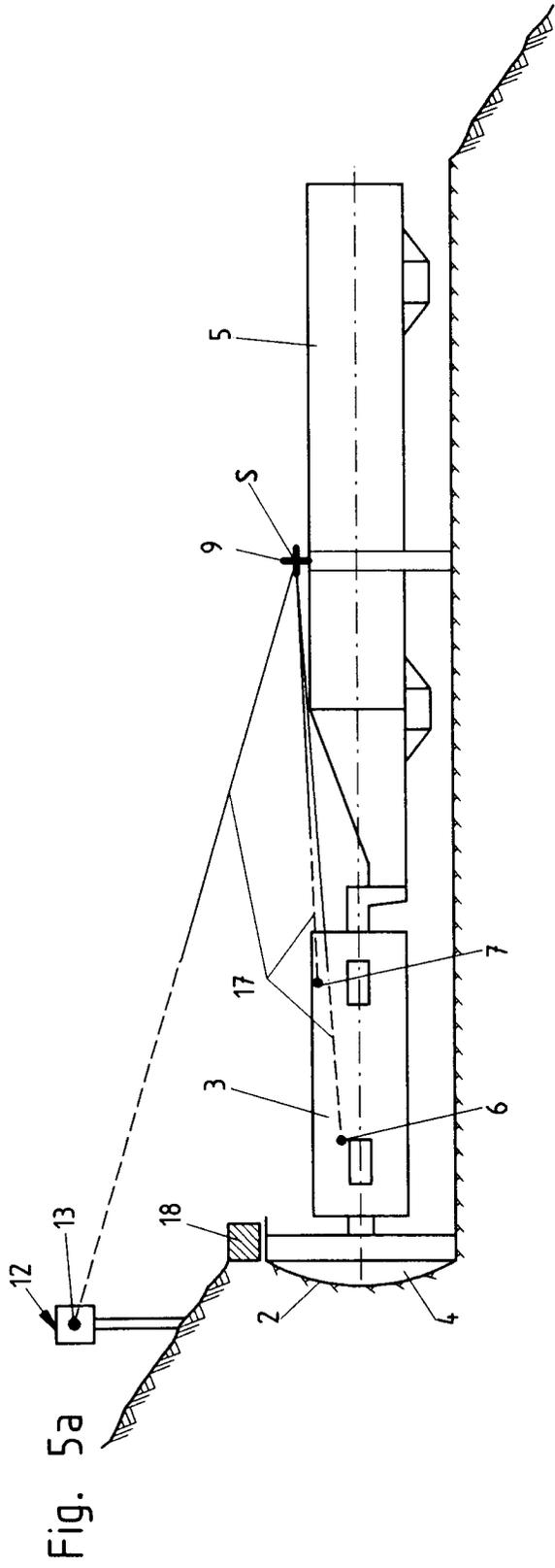


Fig. 5b

