



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.09.2008 Patentblatt 2008/39

(51) Int Cl.:
E21D 9/00 (2006.01) E21D 19/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08004673.3**

(22) Anmeldetag: **13.03.2008**

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

(72) Erfinder:
• **Burger, Werner**
77963 Schwanau (DE)
• **Edelmann, Thomas**
77815 Bühl (DE)
• **Breidenstein, Matthias**
65611 Oberbrechen (DE)

(30) Priorität: **21.03.2007 DE 102007014104**

(71) Anmelder:
• **HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT**
77963 Schwanau (DE)
• **DB Projektbau GmbH**
10963 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **RACKETTE Partnerschaft**
Patentanwälte
Kaiser-Joseph-Strasse 179
79098 Freiburg (DE)

(54) **Verfahren zum Aufweiten eines Tunnels und Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens**

(57) Zum Aufweiten eines Tunnels (1) von einem Altlichraum (3) auf einen Neulichraum (4) wird in einem Arbeitsabschnitt (5) eine Einhausung (6) angeordnet, die einen sich auch während der Aufweitungsarbeiten in dem

Tunnel (1) befindlichen Behelfsverkehrsweg wie ein Behelfsgleis schützt. Dadurch kann ein eingeschränkter Behelfsverkehr durch den Tunnel (1) aufrechterhalten werden.

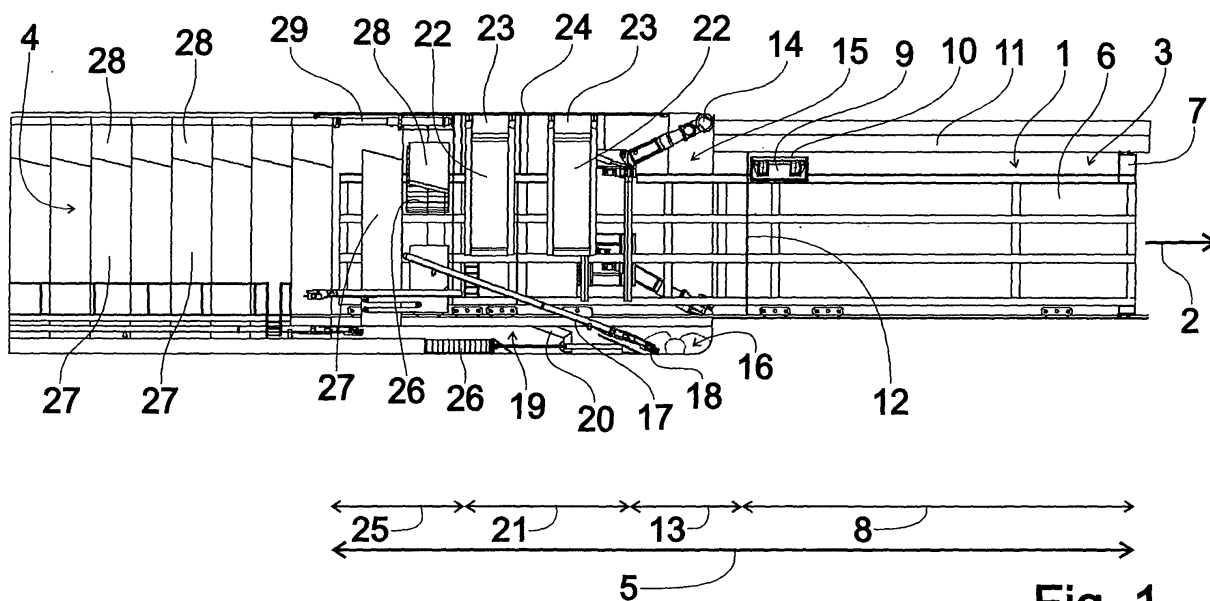


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufweiten eines Tunnels von einem Altlichtraum auf einen Neulichtraum.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

[0003] In jüngerer Zeit müssen ältere Tunnel insbesondere in Gestalt von bereits im vorletzten Jahrhundert gebaute Eisenbahntunnel von einem Altlichtraum auf einen Neulichtraum mit einem gegenüber dem Altlichtraum größeren Querschnitt aufgeweitet werden, um neueren Anforderungen und Vorschriften zu genügen. Dabei wird üblicherweise der aufzuweitende Tunnel für die Dauer der Aufweitungsarbeiten für den Regelverkehr gesperrt, um die Aufweitungsarbeiten so schnell wie möglich durchführen zu können. Diese Vorgehensweise ist jedoch insbesondere dann nachteilig, wenn für die Dauer der Aufweitungsarbeiten keine oder nur eine zeitaufwendig zu nutzende Umgehung des Tunnels vorhanden ist.

[0004] Die Eisenbahnen Europas betreiben in großen Teilen bis zum heutigen Tag Eisenbahnstrecken, deren Trassierungsgrundzüge aus der Gründerzeit des Schienenverkehrs im 19. Jahrhundert stammen. Die Bahnstrecken sind in die Natur und die Siedlungsstruktur so eingebunden, dass die großen Ingenieurbauwerke wie Brücken und Tunnel in den meisten Fällen nur in der bestehenden Trassierung erneuert werden können. Aus der Gründerzeit des Schienenverkehrs stammen 380 von 600 der bis heute im Schienennetz der Deutschen Bahn betriebenen Tunnel. Die Eisenbahntunnel werden durch Regelbegutachtungen von Tunnelfachleuten in festgelegten Zyklen untersucht und durch geeignete Maßnahmen in einem betriebssicheren Zustand gehalten.

[0005] Die frühen Tunnel sind nach den jeweiligen Bauvorschriften der Länderbahnzeit erstellt worden. Diese waren sehr unterschiedlich. Beim Tunnelbau galt die Prämisse, den Hohlraum nur so groß wie nötig zu bauen, um bei den damals geringen Geschwindigkeiten einen sicheren Betrieb zu ermöglichen. Tunnel wurden in aller Regel nur in den Regionen trassiert, wo die Geologie eine größere freie Standzeit des Gebirges zuließ. Die Tunnelbautechnik mit Holzverbau als Hauptsicherungselement ließ bei weitem nicht die heutigen Trassierungen oberflächennah in verwittertem Gebirge zu. Ein geschlossenes Sohlgewölbe war in der Gründerzeit des Eisenbahnbetriebs wegen der meist standfesten Geologie nicht erforderlich und somit auch nicht üblich.

[0006] Zusammenfassende Querschnittsgrunddaten für zweigleisige Tunnel waren ein Gleisabstand von 3,5 m und die Einhaltung der heutigen Grenzlinie des sogenannten EBO-Profiles für nicht elektrifizierte Strecken, die sich aus dem doch weitestgehend einheitlichen Querschnittsmaß der Fahrzeuge ergab. Für die Sicherheit des Betriebspersonales waren Nischen in der Tunnelwand in unterschiedlichen Abständen von ca. 25 m vorgesehen.

[0007] Im Ergebnis ergibt dies einen bis heute genutzten, lichten Tunnelquerschnitt, der oberhalb einer Höhe von 2,0 m bis 2,2 m über Schienenoberkante einen halbrunden Querschnitt von ungefähr 8 m Durchmesser benötigt. Unterhalb dieser Linie fällt das Tunnelmauerwerk lotrecht nach unten oder leicht nach innen bis zum Ulmenfuß ein. Dies ergibt 40 bis 45 m² Fläche über Schienenoberkante als Querschnitt. Heutige Bauvorschriften verlangen für Neubauten bis zu einer Streckengeschwindigkeit von 230 km/h einen Gleisabstand von 4,0 m und bei einer Tunnellänge von mehr als 500 m je Tunnelseite einen Fluchtweg von mindestens 1,2 m Breite.

[0008] In Tunneln unter 500 m sind diese Fluchtwege nicht vorzusehen. Nach den Vorgaben der gesetzlichen Unfallversicherung sind Gefahrenbereiche und Sicherheitsräume ab Gleisachse einzuhalten. Der Gefahrenbereich beträgt je nach Streckengeschwindigkeit 2,0 m bis 3,0 m. Für die üblichen Strecken im zweigleisigen, nichtelektrifizierten Betrieb mit 120 km/h beträgt dieser Wert 2,3 m. Neben dem Gefahrenbereich befindet sich der Sicherheitsraum von mindestens 0,5 m, der von Betriebspersonal im Ausnahmefall genutzt werden kann. Im Ergebnis ist somit eine Mindestbreite in Höhe der Schienenoberkante von zweifachem Sicherheitsraum plus zweifachem Gefahrenbereich plus Gleisabstand erforderlich. Dies sind $2 \times (2,3 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) + 4,0 \text{ m} = 9,6 \text{ m}$.

[0009] Bisher werden bestehende Tunnel mit relativ geringem baulichen Aufwand saniert und erneuert. Die Streckenverfügbarkeit ist bei Tunnelerneuerungen der Hauptparameter, so dass die bauliche Ausführung um die betrieblichen Belange herum geplant wird. In der Praxis bedeutet dies, dass für die Bauarbeiten nur die streckenspezifischen, natürlichen Zugsperrpausen in der Nachtzeit von ca. 22 Uhr bis ca. 5 Uhr zur Verfügung stehen. Diese verlängern sich möglicherweise am Wochenende um einige Stunden. Nur bei großen baulichen Veränderungen in einem Tunnel wird in unumgänglichen Fällen eine längere Streckensperrung geplant, um Tunnelbaumaßnahmen mit massiven Eingriffen in das Traggewölbe vorzunehmen.

[0010] Die wechselweise Durchführung von Eisenbahnbetrieb tagsüber und Tunnelbau nachts führt dazu, dass bei dem allmorgendlichen Arbeitsende durch bautechnische Maßnahmen ein betriebssicherer Zustand herzustellen ist. Alle Arbeitsschritte sind zusätzlich mit einer Zeitreserve zu planen, damit das Ende jeder Sperrpause pünktlich eingehalten werden kann. Effektive Leistung im Sinne der Tunnelaufgabe sind somit für maximal fünf bis sechs Stunden möglich. Diese Zeiteinschränkung führt dazu, dass in kleinen Abschnitten gearbeitet werden muss und somit nur das bestehende Profil durch Abschrämen von Mauerwerk und Einbringen von Spritzbeton wiederhergestellt werden kann. Eine Profilaufweitung auf moderne Querschnitte ist mit so einem Verfahren fast unmöglich. Die kurze Arbeitszeit pro Arbeitstag führt zu sehr hohen Kosten. Diese resultieren hauptsächlich aus den langen Vorhaltekosten der Baugeräte und den hohen Personalkosten durch einen großen Anteil

unproduktiver Stunden. Für den Eisenbahnbetrieb der Deutschen Bahn bedeutet diese Projektabwicklung sehr lange Bauzeiten mit entsprechend langen Betriebseinschränkungen durch die Baumaßnahme.

[0011] Bekannt sind Schildvortriebverfahren und -vorrichtungen, wobei nahezu jeder Tunnelquerschnitt hergestellt werden kann (DE 31 28 278 A1, DE 689 07 339 T2). Alle diese Einrichtungen weisen die verschiedensten rückwärtsgerichteten Vorrichtungen zum Abtransport des Abraumes auf.

[0012] In DE 39 42 013 C2 wird eine Tunnelvortriebsmaschine zum Erweitern eines Stollens beschrieben, wobei diese zwei mittels einer Vorschubvorrichtung relativ zueinander verschiebbare Teile, eine zum Angriff in dem zu erweiternden Stollen bestimmte Verspanneinrichtung, einen drehbar gelagerten, antreibbaren Erweiterungs-Bohrkopf und einer wenigstens eine aus- und einschiebbaren Stütze aufweisenden Abstützvorrichtung für das Innenteil aufweist und der Bohrkopf auf dem Außenteil und die Verspannvorrichtung unmittelbar am Innenteil angeordnet und die Abstützvorrichtung sowie die Verspannvorrichtung mit dem Innenteil verbunden sind (DE 39 42 013 C2).

[0013] Alle genannten Verfahren und Vorrichtungen sind nicht in der Lage den vorhandenen Tunnelquerschnitt eines Eisenbahntunnel bei laufendem Betrieb zu erweitern.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Aufweiten eines Tunnels von einem Altlichtraum auf einen Neulichtraum so wie eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens anzugeben, bei der sich eine vollständige Sperrung während der Aufweitungsarbeiten vermeiden lässt.

[0015] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Aufweiten eines Tunnels von einem Altlichtraum auf einen Neulichtraum erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

[0016] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird mit einer Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruches 8 gelöst.

[0017] Dadurch, dass erfindungsgemäß in dem Tunnel wenigstens ein Behelfsverkehrsweg verbleibt, der von der Einhausung in dem Arbeitsbereich geschützt ist, lässt sich auch während der Aufweitungsarbeiten in dem Tunnel ein eingeschränkter Behelfsverkehr aufrechterhalten. Dadurch können in der Regel sehr umständliche Umleitungsmaßnahmen vollständig vermieden oder auf ein erträgliches Maß reduziert werden.

[0018] Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Grundvoraussetzung für die Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Fall des Einsatzes im Schienenverkehr ist der Eingriff in den Eisenbahnbetrieb durch bauliche Veränderung. Der Bahnbetrieb im Tunnelabschnitt einschließlich der Tunnelvorfelder wird auf einen eingleisigen Betrieb reduziert, was mit rechtzeitiger Vorplanung und Einarbeitung in den Fahrplan zu kei-

nen großen Einschränkungen für den Fahrgastverkehr führt. In dem zweigleisigen Tunnel wird durch Ausbau des ersten und durch Verlegung des zweiten Gleises in die Tunnelmitte der nötige Arbeitsraum geschaffen. Aus bahnbetrieblicher Sicht ist die wesentliche Neuentwicklung dann der Einsatz von stationären Einhausungen im Bereich der Tunnelportale und einer verschiebbaren Einhausung im Bereich des Tunnels selbst.

[0020] Die verschiebbare Einhausung ermöglicht es, an jeder Stelle im Tunnel den Bahnbetrieb wirksam vor den Arbeiten des Tunnelbaus zu schützen und somit den 24-Stunden-Betrieb der Tunnelbaustelle zu gewährleisten. Sie ist so zu konstruieren, dass von ihr aus alle wesentlichen Arbeiten des Tunnelbaus möglich sind. Dazu gehören die Abbrucharbeiten des bestehenden Mauerwerkes, die Ausräumarbeiten der Hinterpackung und der Ausbruch des Gebirges durch baggern, meißeln oder sprengen. Die Einhausung ist gleichzeitig Arbeitsgerät für Bewehrungs- und Spritzbetonarbeiten, in dem die erforderlichen Geräte auf radial- und längsverschiebblichen Führungen montiert werden und somit die Erreichbarkeit jedes Arbeitspunktes sicherstellen. Vor der Einhausung sichert der alte Mauerwerkstragring den Tunnel. Hinter der Einhausung dient die neue Spritzbetonschale mit Ankern der Sicherung des Gebirges bis zum Einbau der dauerhaften Innenschale aus Schalbeton.

[0021] Unabhängig von der Einhausung sind vorlaufend vorbereitende Arbeiten zur Durchführung der Tunnelaufweitung möglich. Dadurch kann die Anzahl der Arbeitsgeräte, die auf der Einhausung zu montieren sind, reduziert werden. Diese Entkopplung bringt mehr Flexibilität in den Bauablauf und behindert nicht den Einsatz der verfahrbaren Einhausung.

[0022] Aus bahnbetrieblicher Sicht muss die Einhausung so konstruiert sein, dass sie den für den Zugverkehr erforderlichen Lichtraum zuverlässig freihält. Diese muss auch bei außergewöhnlichen Lasten wie Nachbrüchen oder bei unsachgemäßer Gerätebedienung, die trotz aller Sorgfalt passieren können, sichergestellt sein. Dazu ist es erforderlich, dass Einhausung und Oberbau für das in der Mitte liegende Gleis eine Einheit bilden. Im Falle einer Verschiebung der Einhausung verschiebt sich das Betriebsgleis mit, so dass der erforderliche Lichtraum stets zur Verfügung steht.

[0023] Der Vorteil dieses ganzen Verfahrens ist es, dass nur noch bei wenigen Arbeiten Geräte in den freigehaltenen Lichtraum hineinragen oder das Betriebsgleis für schienenengebundene Arbeiten benötigt wird. Diese wenigen Arbeiten können zuverlässig in den natürlichen Sperrpausen des Bahnbetriebes ausgeführt werden.

[0024] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind auch andere Querschnittsgrößen nach dem gleichen Prinzip herstellbar.

[0025] Der Arbeitsablauf stellt sich wie folgt dar.

[0026] Der Gleiskörper wird in die Tunnelmitte verlegt und durch die Streifenfundamente mit Rückverankerung zu einem Fangedamm gespannt. Der aufgeweitete Be-

reich hinter der Einhausung wird mit einem massiven Anprallschutz zum Schutz des Bahnbetriebes versehen.

[0027] Die Schutzeinhausung wird vor dem Tunnelportal montiert und mit dem Vortriebsstand weiter verfahren. Der Vortriebsbereich wird in der Mitte der mindestens 15 m langen Einhausung liegen, so dass der Schutz des Bahnbetriebs durch eine mindestens 6 m lange Plattform in jede Richtung und seitliche Verschalung der Einhausung sichergestellt ist.

[0028] Die Systemankerung wird mit Kopfplatten durchgeführt und die Tunnelschale durch Sägeschnitte in definierte Abschlagslängen von 1,0 m oder 2,0 m getrennt. In dem neben und über der Einhausung verbleibenden Arbeitsraum kann bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit konventionellen Geräten der Ausbruch und die Sicherung des Hohlraumes mit bewehrtem Spritzbeton vorgenommen werden.

[0029] Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten wird eine 35 cm dicke Tunnelinnenschale aus wasserundurchlässigem Beton mit Hilfe eines Schalwagens auf örtlich vorbereitete Fundamentbalken betoniert, die gemeinsam mit dem integrierten Kabelkanal später als Gehweg dienen.

[0030] Alternativ kann der Ausbau mit Stahlbetonfertigteilen (Tübbing) oder mittels Spritzbetonauskleidung oder mittels Kombinationen dieser Verfahren im Bereich der Einhausung vorgenommen werden.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Herstellung eines neuen, modernen Tunnelquerschnittes mit beispielweise 52 m² Querschnittsfläche über Schienenoberkante. Der Innenradius kann beispielsweise von 4,0 m im Istzustand auf einen planmäßigen Radius von 4,97 m vergrößert werden. Mit diesem Bauwerk stehen etliche m² zusätzlicher Querschnittsfläche zur Verfügung. Alle aktuellen Bauvorgaben für Tunnelprofile können berücksichtigt werden und die Tunnel stehen für alle Neuentwicklungen einschränkungsfrei zur Verfügung. Das Lichtraumprofil GC bietet zusammen mit der die Einhaltung der Vorgaben von Gefahrenbereich und Sicherheitsraum sogar die Option zur Streckenelektrifizierung.

[0032] Weitere Vorteile der Erfindung sind:

- die Tunnelerweiterung kann im 24-Stunden-Betrieb durchgeführt werden,
- es treten nur geringe Einschränkungen des Bahnbetriebes ein des Verfahren ist sehr effektiv zu betreiben,
- eine Anpassung des Tunnelquerschnittes an das aktuelle Regelwerk ist problemlos durchführbar,
- der erweiterte Tunnelquerschnitt ist bzgl. der Querschnittsgestaltung und der Dauerhaftigkeit mit einem Neubau vergleichbar,
- die herzustellenden Tunnelquerschnitte sind an die örtlichen Gegebenheiten wegen Streckenradius, Tunnellänge, Streckengeschwindigkeit etc. anpassbar,
- durch das erfindungsgemäße Verfahren sind eben-

so Tunnel, die wegen hoher Zugbelastungen auch in den Nachtzeiten nie zur Erneuerung geplant wurden, in bestehender Trasse erneuerbar.

[0033] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung eines zweckmäßigen Ausführungsbeispiels der Erfindung mit Bezug auf die Figuren der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 in einer anschaulichen Seitenansicht die wesentlichen Elemente eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung beim Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem einen Vorlaufabschnitt, einen Abbaubereich, einen Nachstabilisierungsabschnitt sowie einen Bewehrungs- und Auskleidungsabschnitt aufweisenden Arbeitsbereich,

Fig. 2 eine Ansicht der Anordnung gemäß Fig. 1 mit Blick in Längsrichtung des Tunnels im Bereich des Vorlaufabschnittes,

Fig. 3 eine Ansicht der Anordnung gemäß Fig. 1 mit Blick in Längsrichtung des Tunnels im Bereich des Abbaubereiches,

Fig. 4 eine Ansicht der Anordnung gemäß Fig. 1 mit Blick in Längsrichtung des Tunnels im Bereich des Nachstabilisierungsabschnittes,

Fig. 5 eine Transporteinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Transport von Tübbingelementen und Bewehrungskörben in dem Bewehrungs- und Auskleidungsabschnitt,

Fig. 6 die Transporteinheit gemäß Fig. 5 beim Anordnen von Ulmentübbingelementen und

Fig. 7 die Transporteinheit gemäß Fig. 5 nach dem Setzen eines Firsttübbingelementes.

[0034] Fig. 1 zeigt in einer Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens, das mit diesem Ausführungsbeispiel zum Aufweiten eines Eisenbahntunnels 1 als Tunnel mit zwei Regelgleisen als Regelverkehrswege in einer Vortriebsrichtung 2 ein noch aus dem 19. Jahrhundert stammender Altlichtraum 3 auf einen gemäß neuesten Vorschriften auszugestaltenden Neulichtraum 4 mit einem gegenüber dem Altlichtraum 3 größeren Lichtraumprofil aufzuweiten ist.

[0035] Bei dem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde nach Abbau der beiden Regelgleise in der Mitte des Tunnels 1 ein einziges Behelfsgleis als Behelfsverkehrsweg erstellt, so dass auf beiden Seiten des Behelfsgleises jeweils ein Arbeitsraum ver-

bleibt. Das Behelfsgleis ist so eingerichtet, dass weiterhin ein eingeschränkter Behelfsverkehr in dem Tunnel 1 möglich ist.

[0036] Aus Fig. 1 lässt sich entnehmen, dass in einem durch einen Pfeil gekennzeichneten Vortriebsrichtung 2 vorderen Teil der Altlichtraum 3 mit dem ursprünglich engen Querschnitt des Tunnels 1 vorhanden ist, der in den in Vortriebsrichtung 2 rückseitigen Neulichtraum 4 mit einem vergrößerten Querschnitt aufzuweiten ist. Erfindungsgemäß ist in einem Arbeitsbereich 5 eine Einhausung 6 angeordnet, die das Behelfsgleis in dem Arbeitsbereich 5 vollständig umgibt. Der Arbeitsbereich 5 ist an der in Vortriebsrichtung 2 vorderen Seite der Einhausung 6 mit einer vorderseitigen Staubwand 7 abgedichtet.

[0037] In Vortriebsrichtung 2 rückseitig der vorderseitigen Staubwand 7 sind in einem Vorlaufabschnitt 8 des Arbeitsbereichs 5 Stabilisatorpresseneinheiten 9 einer vorderseitigen Stabilisatorplattenpositionieranordnung an der Einhausung 6 angebracht, mit denen vorderseitige Stabilisatorplatten, wie hier dargestellt, eine vorderseitige Firststabilisatorplatte 10, gegen die in der Regel aus Bruchsteinmauerwerk sowie einer Hinterfüllung bestehenden Alttunnelwand 11 andrückbar ist. Der Vorlaufabschnitt 8 ist an seiner der vorderseitigen Staubwand 7 abgewandten Seite von einer Schutzwand 12 abgeschlossen.

[0038] In Vortriebsrichtung 2 rückseitig des Vorlaufabschnittes 8 beginnt ein Abbauabschnitt 13, in dem eine Anzahl von Abbauwerkzeugen 14 einer Abbauanordnung die Alttunnelwand 11 sowie an die Alttunnelwand 11 anstehende Geologie in einem Abbauraum 15 abbauen und den Altlichtraum 3 aufweiten. In dem Abbauraum 15 beidseitig der Einhausung 6 herabgefallener Abraum 16 ist mit beidseitig der Einhausung 6 angeordneten Sohlräumen 17 als Abbaumaterialabtransporteinheiten in Gestalt von Förderbändern entgegen der Vortriebsrichtung 2 aus dem Abbauabschnitt 13 abförderbar. Dabei ist an jedem Sohlraum 17 eine in Vortriebsrichtung 2 vorne liegende Schneide 18 angeordnet, um in den seitlichen bodenseitigen Randbereichen des Abbaurames 15 Fundamentgräben 19 auszuformen.

[0039] In Vortriebsrichtung 2 rückseitig des dem Abbauabschnittes 13 weist der Arbeitsbereich 5 einen Nachstabilisierungsabschnitt 21 auf, in dem mit einer rückseitigen Stabilisatorplattenpositionieranordnung rückseitige Stabilisatorplatten, hier sichtbar seitliche rückseitige Stabilisatorplatten 22 sowie vorzugsweise auch vorgesehene rückseitige Firststabilisatorplatten 23, zum Stabilisieren gegen die aufgeweitete Tunnelwand im Bereich einer Schildhaube 24 andrückbar sind. In Vortriebsrichtung 2 rückseitig des Abbauabschnittes 13 ist eine rückseitige Staubwand 20 vorhanden, die den Abbauraum 15 zu dem Nachstabilisierungsabschnitt 21 abdichtet.

[0040] In Vortriebsrichtung 2 rückseitig des Nachstabilisierungsabschnittes 21 schließt sich ein den Arbeitsbereich 5 abschließender Bewehrungs- und Auskleidabschnitt 25 an, in dem zum einen Bewehrungskörbe 26 in

den Fundamentgraben 19 einlegbar und als Stahlbetonfertigteile Ulmentübbingeelemente 27, die seitlich angeordnet werden, sowie Firsttübbingeelemente 28, die deckseitig angeordnet werden, zum Auskleiden des Tunnels 1 zum Erstellen des Neulichtraumes 4 positioniert werden.

[0041] Alternativ oder ergänzend ist vorgesehen, Spritzbeton und/oder eine Schalung zum Auskleiden mit Ortsbeton vorzusehen.

[0042] In dem Bewehrungs- und Auskleidabschnitt 25 sind sich in Vortriebsrichtung 2 rückseitig an bereits gesetzten Ulmentübbingeelementen 27 und Firsttübbingeelementen 28 abstützende Vortriebspresen 29 als Bestandteile einer Vortriebsanordnung angeordnet, um einen Vorschub der in Fig. 1 dargestellten Anordnung in Vortriebsrichtung 2 zu erzeugen.

[0043] Fig. 2 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 1 im Bereich des Vorlaufabschnittes 8 mit Blick in Längsrichtung des Tunnels 1 entgegen der Vortriebsrichtung 2. Aus Fig. 2 lässt sich entnehmen, dass sich in dem Tunnel 1 in der Mitte das aus zwei Fahrschienen 30, 31 gebildete Behelfsgleis 32 befindet, wobei durch den Abbau von ursprünglich in dem Tunnel 1 vorhandenen zwei Regelgleisen beidseitig des Behelfsgleises 32 jeweils ein Arbeitsraum 33, 34 vorhanden ist. Beidseitig der Fahrschienen 30, 31 sind Arbeitsschienen 35, 36 angeordnet, auf denen die Einhausung 6 rollend gelagert ist.

[0044] Schließlich lässt sich Fig. 2 sehr anschaulich entnehmen, wie sich die bereits in Fig. 1 dargestellte vorderseitige Firststabilisatorplatte 10 als vorderseitige Stabilisatorplatte sowie beidseitig der vorderseitigen Firststabilisatorplatte 10 angeordnete vorderseitige Seitenstabilisatorplatten 37 an die Alttunnelwand 11 durch die Wirkung der Stabilisatorpresseneinheiten 9 anlegen, um die Alttunnelwand 11 insbesondere im unmittelbar an den Abbauabschnitt 13 angrenzenden Teil des Vorlaufabschnittes 8 zu stabilisieren, damit ein unkontrollierter großflächiger, durch die Abbauwerkzeuge 14 hervorgerufener Einbruch der Alttunnelwand 11 in dem Vorlaufabschnitt 8 nach Möglichkeit vermieden.

[0045] Aus Fig. 2 ist weiterhin ersichtlich, dass an die Alttunnelwand 11 anstehende Geologie 38 angrenzt, die aufgrund der zur Zeit der Tunneltrassierung verfügbaren Techniken in der Regel selbsttragend ist.

[0046] Fig. 3 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 1 im Bereich des Abbauabschnittes 13 mit Blick entgegen der Vortriebsrichtung 2. Aus Fig. 3 lässt sich entnehmen, dass an der Einhausung 6 eine kreissegmentartig ausgebildete Halterführung 39 angebracht ist, an der Werkzeughalter 40, 41 verschiebbar gelagert sind. An jedem Werkzeughalter 40, 41 ist ein Abbauwerkzeug 14 angebracht, mit dem, wie aus Fig. 3 ersichtlich, neben der Alttunnelwand 11 auch unmittelbar die an die Alttunnelwand 11 angrenzende Geologie 38 abbaubar ist. Für eine stabile Lagerung der Halterführung 39 ruht die Einhausung 6 im Bereich des Abbauabschnittes 13 auf die Arbeitsschienen 35, 36 überdeckenden Sockelstücken 42, 43, die sich auf dem Arbeitsschienenfundamenten

44, 45 abstützen, die beidseitig eines das Behelfgleis 32 tragenden Gleisfundament 46 angeordnet und besonders tragfähig ausgeführt sind.

[0047] Fig. 4 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 1 im Bereich des Nachstabilisierungsabschnittes 21. Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass in dem Nachstabilisierungsabschnitt 21 die sich an der Einhausung 6 seitliche rückseitige Stabilisatorplatten 22 und rückseitige Firststabilisatorplatten 23 abstützen. Die rückseitigen seitlichen Stabilisatorplatten 22 und rückseitigen Firststabilisatorplatten 23 legen sich innenseitig an der Schildhaube 24 an, um diese gegen die anstehende Geologie 38 abzustützen.

[0048] Fig. 5 zeigt eine Transporteinheit 47 der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die an einem von der Einhausung 6 abkoppelbaren und auf den Arbeitsschienen 35, 36 verschiebbar gelagerten Einhausungsmobilabschnitt 6' als Teil der Einhausung 6 angebracht ist. Der Einhausungsmobilabschnitt 6' ist beispielsweise wie hier dargestellt mit einer auf dem Behelfsgleis 32 fahrenden Arbeitslokomotive 48 oder selbstfahrend in dem Tunnel 1 von einem in Vortriebsrichtung 2 rückseitigen Tunnelende zu dem Bewehrungs- und Auskleidabschnitt 25 und zurück verfahrbar, wobei zweckmäßigerweise dieses Verfahren während einer kurzen Betriebspause des Behelfsverkehrs erfolgt und im Selbstfahrmodus sogar parallel zu dem Behelfsverkehr ohne Streckensperrung erfolgen kann.

[0049] Aus Fig. 5 ist ersichtlich, dass die Ulmentübbingelemente 27 und das Firsttübbingelement 28, die in Vortriebsrichtung 2 rückseitig des Nachstabilisierungsabschnittes 21 zu verbauen sind, an E-ektorplatten 49 angesaugt sind, die über mit dem Einhausungsmobilabschnitt 6' verbundene Schiebezylinder 50 verschiebbar sind. Weiterhin sind an der Transporteinheit 47 die Bewehrungskörbe 26 gehalten, die in dem Bewehrungs- und Auskleidabschnitt 25 zum Ausbilden von in der Darstellung gemäß Fig. 5 bereits als erstellt gezeigten Ulmentübbingelementen 51 in den Fundamentgraben 19 eingelegt werden.

[0050] Fig. 6 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 5 im Bereich des Bewehrungs- und Auskleidabschnittes 25 mit seitlich nach außen bewegten Ulmentübbingelementen 27, die nunmehr von den Vortriebspresen 29 gegen die bereits verbauten benachbarten Ulmentübbingelemente 27 gepresst werden. Während des Verbauens der Ulmentübbingelemente 27 befindet sich das Firsttübbingelement 28 noch in einer abgesenkten Position.

[0051] Fig. 7 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 6 mit dem Firsttübbingelement 28 in Endposition, in der es an den Ulmentübbingelementen 27 aufliegt und ebenfalls von Vortriebspresen 29 gegen das bereits verbaute benachbarte Firsttübbingelement 28 gepresst ist. In dieser Anordnung werden die Ulmentübbingelemente 27 und das Firsttübbingelement 28 abschließend miteinander befestigt und abgedichtet, so dass sich die in Zusammenhang mit Fig. 5 ersichtliche abschließende Ausformung des Neulichtraumes 4 des Tunnels 1 ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufweiten eines Tunnels (1), insbesondere eines Eisenbahntunnels, der eine Anzahl von Regelverkehrswegen wie Gleise umschließt, die vor dem Aufweiten die Nutzbreite des Tunnels (1) beanspruchen, von einem Altlichraum (3) auf einen Neulichraum (4) mit den Schritten:

- Erstellen einer Anzahl von Behelfsverkehrswegen (32) in der Mitte des Tunnels (1), wobei die Anzahl der Behelfsverkehrswege (32) kleiner als die Anzahl der Regelverkehrswege ist, so dass auf beiden Seiten des Behelfsverkehrsweges (32) oder der außenseitigen Behelfsverkehrswege jeweils ein Arbeitsraum (33, 34) verbleibt,
- Anordnung einer Einhausung (6), die den oder jeden Behelfsverkehrsweg (32) wenigstens in einem Arbeitsbereich (5) vollständig umgibt,
- Abbau der Alttunnelwand (11) und/oder angrenzender Geologie (38) im Bereich der Einhausung (6) in einem Abbauabschnitt (13) beginnend von einem Tunnelende in einer Vortriebsrichtung (2)
- Fertigstellen des Tunnels (1) nach dem Abbauabschnitt (13) mit dem Neulichraum (4) und
- Durchführen der Schritte gegebenenfalls des Anordnens der Einhausung (6), falls die Einhausung (6) nur den Arbeitsbereich (5) umgibt, das Abbaus und des Fertigstellens in der Vortriebsrichtung (2), bis der gesamte Tunnel (1) auf den Neulichraum (4) aufgeweitet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und nach dem Aufweiten zwei Regelverkehrswege sowie während des Aufweitens ein Behelfsverkehrsweg (32) vorhanden sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Regelverkehrsweg und der oder jeder Behelfsverkehrsweg (32) als Gleise ausgeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Schritt des Anordnens der Einhausung (6) die Alttunnelwand (11) in einem in Vortriebsrichtung (2) vor dem Abbauabschnitt (13) liegenden Vorlaufabschnitt (8) abgestützt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abstützen der Alttunnelwand (11) durch Spritzbeton und/oder vorderseitige Stabilisatorplatten (10, 37) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Fer-

tigstellens des Tunnels (1) das Aufbringen von Spritzbeton und/oder den Einbau von Stahlbetonfertigteilen (27, 28) und/oder das Anbringen einer Schalung zum Auskleiden mit Ortsbeton aufweist.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte des gegebenenfalls Anordnens der Einhausung (6), falls die Einhausung (6) nur den Arbeitsbereich (5) umgibt, des Abbaus und des Fertigstellens in der Vortriebsrichtung in Richtung einer einzigen Vortriebsrichtung (2) durchgeführt wird. 10

8. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einer Einhausung (6), den oder jeden Behelfsverkehrsweg (32) umgibt, mit einer in Vortriebsrichtung (2) vor einer Schildhaube (24) liegenden Abbauanordnung (14), die in einem in dem Arbeitsbereich (5) liegenden Abbauabschnitt (13) angeordnet und zum Aufweiten des Tunnels (1) ausgehend von dem Altlichraum (3) eingerichtet ist, mit einer Vortriebsanordnung (29) zum Bewegen der Abbauanordnung (14) in die Vortriebsrichtung (2) und mit einer in Vortriebsrichtung (2) im hinteren Teil der Schildhaube (24) angeordneten Abstützeinheit, mit der ein aufgeweiteter Neulichraum (4) des Tunnels (1) abstützbar ist. 15
20
25

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützeinheit eine Tübbingpositioniereinheit, mit der der Neulichraum (4) mit Tübbing (27, 28) auskleidbar ist, und/oder eine Spritzbetonappliziereinheit zum Aufbringen von Spritzbeton und/oder eine Schalanordnung zum Auskleiden mit Ortsbeton aufweist. 30
35

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beidseitig der Einhausung (6) Abbaumaterialabtransporteinheiten (17) vorhanden sind, mit denen Abraum (16) entgegen der Vortriebsrichtung (2) aus dem Arbeitsbereich (5) abtransportierbar ist. 40

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine in Vortriebsrichtung (2) vor der Abbauanordnung (14) liegende vorderseitige Stabilisatorplattenpositionieranordnung vorhanden ist, mit der eine Anzahl von vorderseitigen Stabilisatorplatten (10, 37, 38) gegen die Alt tunnelwand (11) andrückbar ist. 45
50

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine in Vortriebsrichtung (2) hinter der Abbauanordnung (14) liegende rückseitige Stabilisatorplattenpositionieranordnung vorhanden ist, mit der eine Anzahl von rückseitigen Stabilisatorplatten (22, 23) gegen die aufgeweitete Tunnelwand andrückbar ist. 55

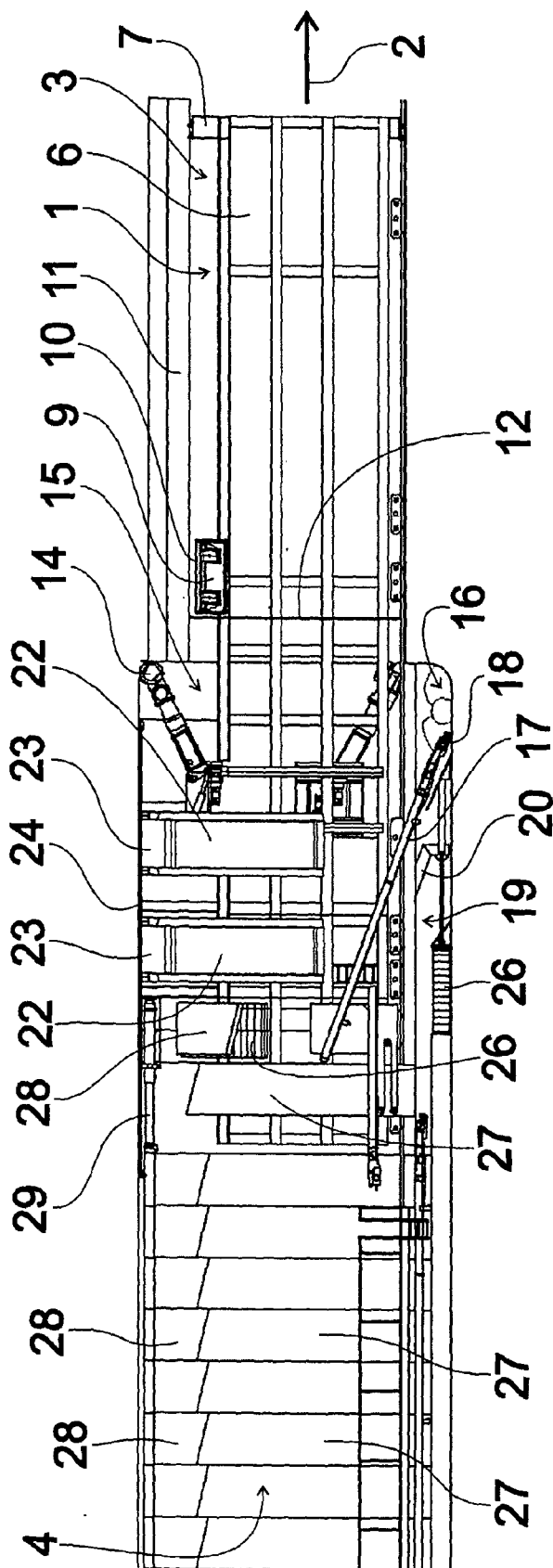


Fig. 1

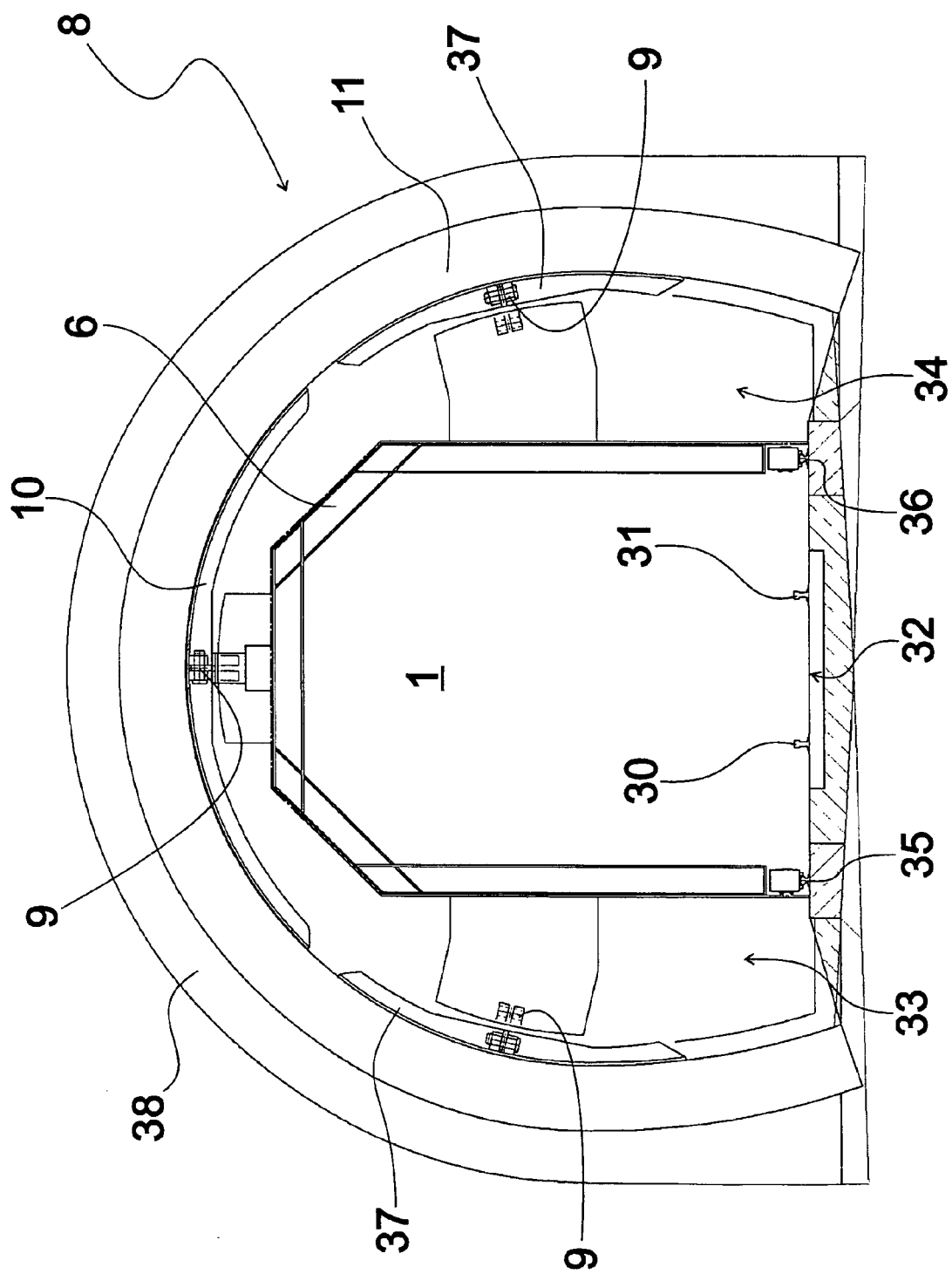
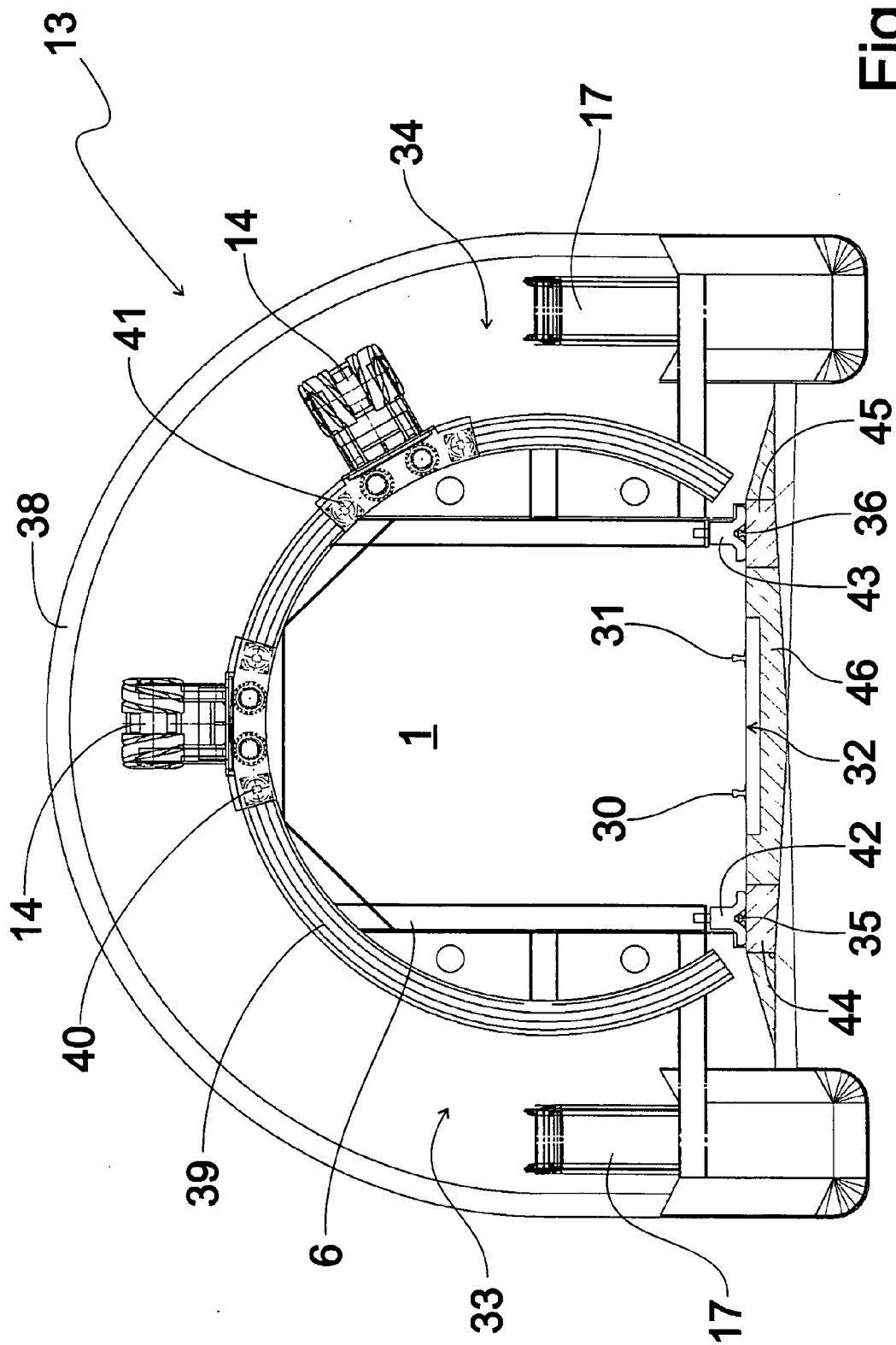


Fig. 2



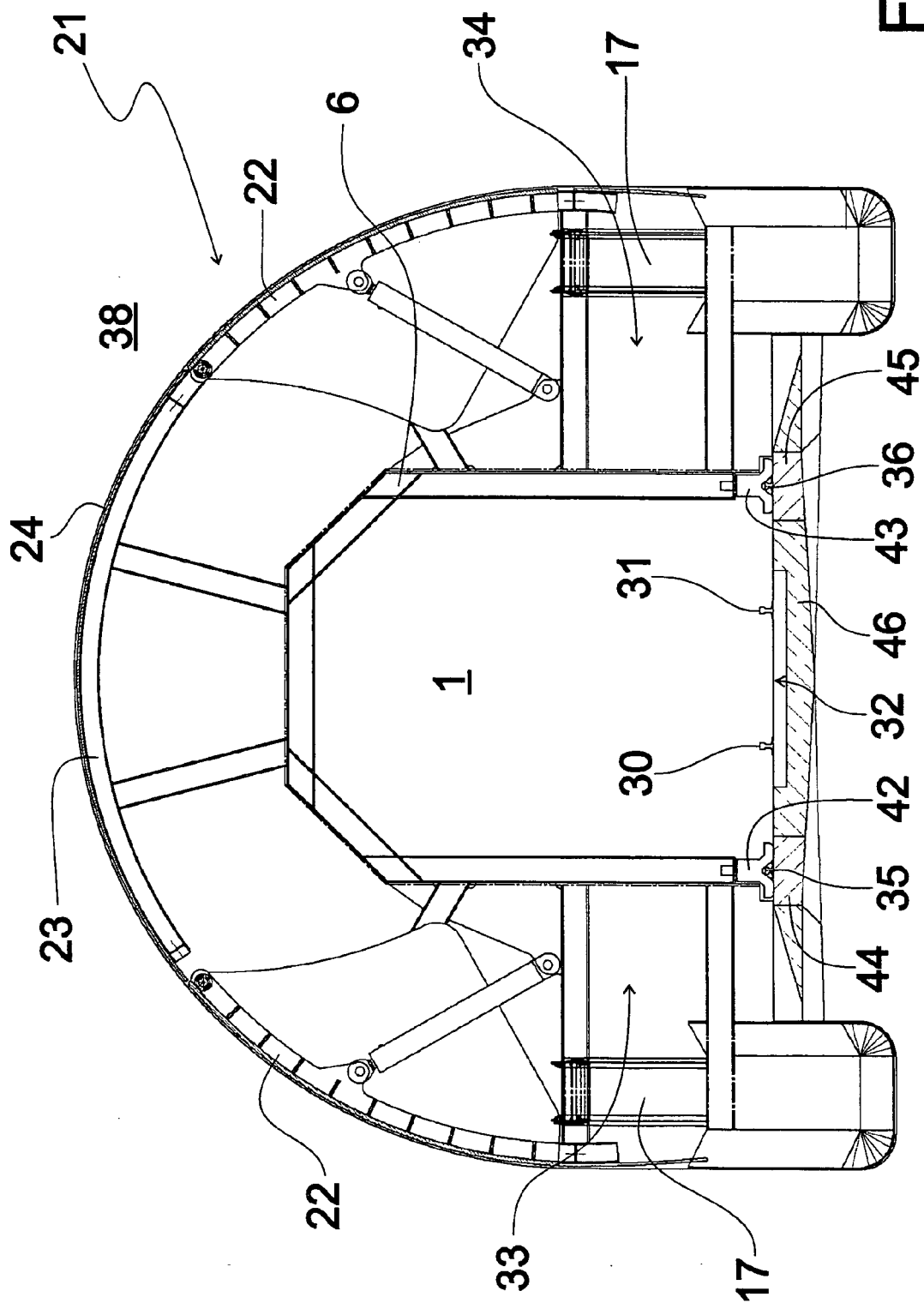


Fig. 4

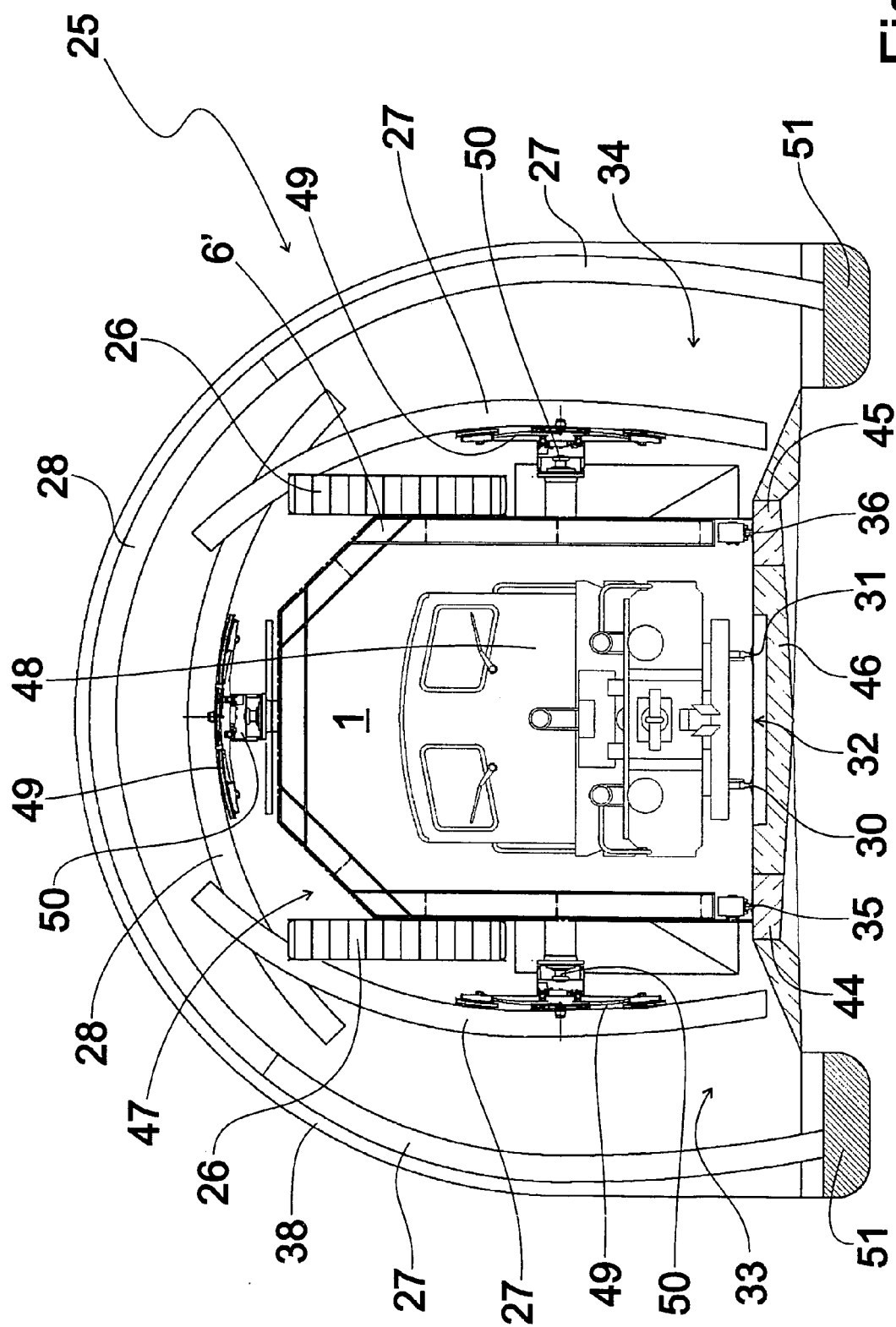


Fig. 5

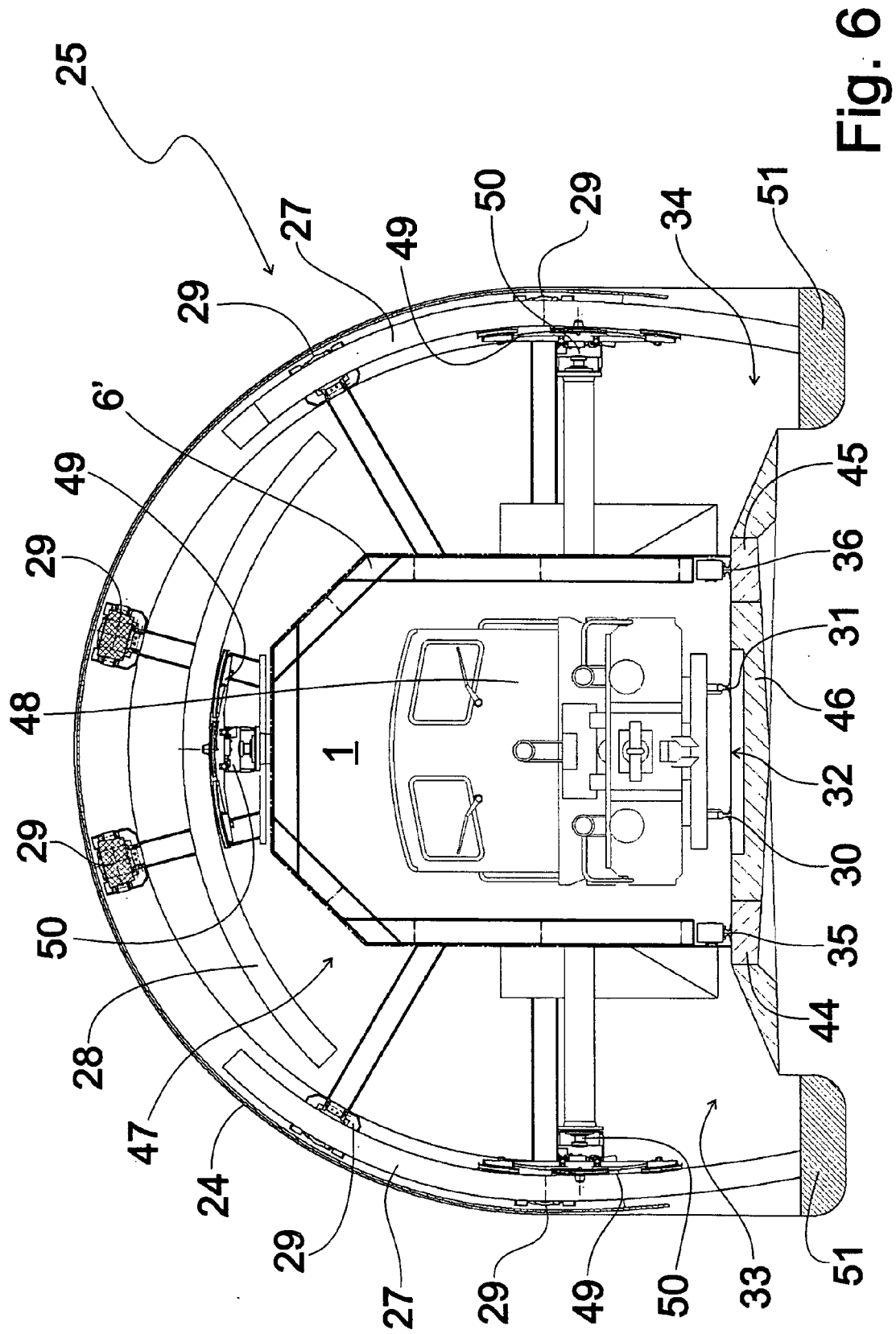
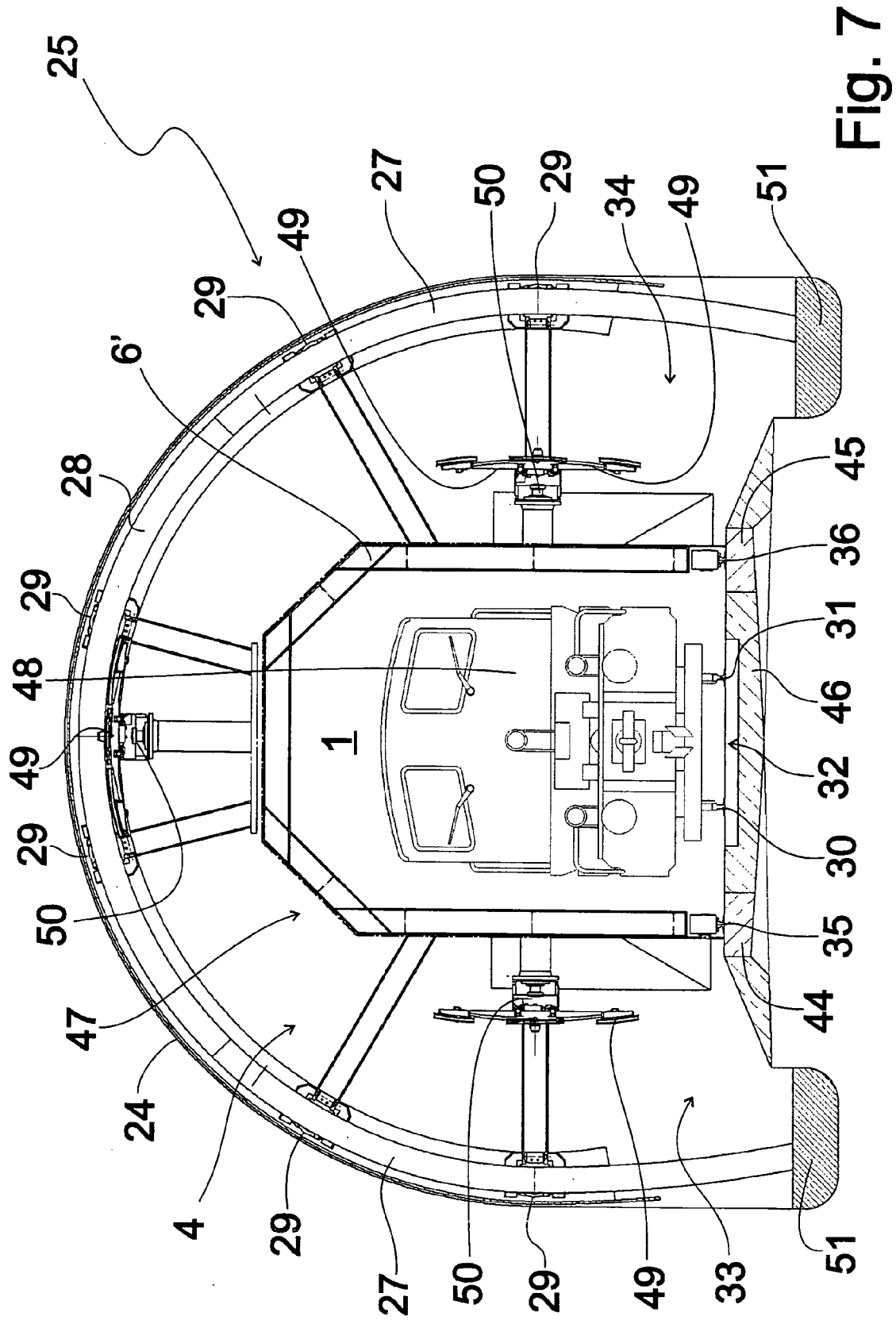


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 4673

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2003 064979 A (OHBAYASHI CORP) 5. März 2003 (2003-03-05)	1-3,6-10	INV. E21D9/00
Y	* das ganze Dokument *	4,5,11, 12	E21D19/04
Y	----- EP 0 334 262 A (RODIO & C CONST G [IT]) 27. September 1989 (1989-09-27) * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 6; Abbildung 8 *	4,5	
Y	----- JP 2003 269074 A (PUBLIC WORKS RES INST; SENTAN KENSETSU GIJUTSU CT; OHBAYASHI CORP; PEN) 25. September 2003 (2003-09-25) * das ganze Dokument *	11,12	
E	----- WO 2008/034415 A (GTA MASCHINENSYSTEME GMBH [DE]; HEISTERKAMP HELMUT [DE]) 27. März 2008 (2008-03-27) * Seite 1, Absatz 2; Abbildungen 1-16 *	1-12	
A	----- JP 2005 036626 A (SATO KOGYO) 10. Februar 2005 (2005-02-10) * Zusammenfassung *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. Juli 2008	Prüfer Garrido Garcia, M
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 00 4673

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-07-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2003064979 A	05-03-2003	KEINE	
EP 0334262 A	27-09-1989	DE 68912167 D1	24-02-1994
		DE 68912167 T2	07-07-1994
		ES 2049769 T3	01-05-1994
		IT 1225765 B	26-11-1990
		JP 1315586 A	20-12-1989
JP 2003269074 A	25-09-2003	JP 3706878 B2	19-10-2005
WO 2008034415 A	27-03-2008	DE 102006044733 B3	31-01-2008
JP 2005036626 A	10-02-2005	JP 3888993 B2	07-03-2007

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3128278 A1 [0011]
- DE 68907339 T2 [0011]
- DE 3942013 C2 [0012] [0012]