

**BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

**Offenlegungsschrift
DE 40 28 292 A 1**

Int. Cl.:
B 61 B 13/10
E 21 B 7/14
E 21 D 8/10
B 60 L 13/00

Aktenzeichen: P 40 28 292.9
Anmeldetag: 6. 9. 90
Offenlegungstag: 12. 3. 92

DE 40 28 292 A 1

Anmelder:
Foppe, Werner, 5130 Gellenkirchen, DE

Erfinder:
gleich Anmelder

Verfahren und Vorrichtung zur Erstellung einer Vakuum-Magnetschwebbahn



Das Verfahren zur Erstellung einer Vakuum-Röhren-Magnetschwebbahn mit Überschallreisegeschwindigkeit nutzt die Erkenntnis, daß der Energiebedarf und der Lärmpegel eines Transportmittels mit zunehmender Geschwindigkeit aufgrund der Luftreibung überproportional ansteigt. Aus diesen und einem weiteren Dutzend guter Gründe, wie der Vermeidung von Flächenversinnahme durch Verkehrswege, ist die unterirdische Führung neuer, schneller Verkehrssysteme mit schadstofflosem Antrieb aus ökologischen, ökonomischen und verkehrspolitischen Gründen eine absolute Notwendigkeit und Forderung für jedes zukunftsorientiertes Transportsystem.
Die Vakuum-Magnetschweb-Röhrenbahn erfüllt diese Forderung optimal durch schadstofffreien Antrieb, unter Ausnutzung der Schwerkraft, des Startschubs durch Atmosphärendruck sowie des widerstandslosen Antriebs im Vakuum durch die Magnetschwebetechnik, wodurch eine Transport- und Reisegeschwindigkeit mit einem Transportvolumen und einer Transportdichte bei hohem Reisekomfort erreicht wird, wie sie bislang von keinem Transportsystem angeboten wird.

DE 40 28 292 A 1

METHOD AND EQUIPMENT FOR CONSTRUCTING A VACUUM-TUBE MAGNETIC-CUSHION RAILWAY

Publication number: DE4028292 (A1)
Publication date: 1992-03-12
Inventor(s): FOPPE WERNER [DE]
Applicant(s): FOPPE WERNER [DE]
Classification:
- **international:** B61B13/10; B61B13/12; B61B13/10; B61B13/12;
(IPC1-7): B60L13/00; B61B13/10; E21B7/14;
E21D9/10
- **European:** [B61B13/10](#); [B61B13/12B](#)
Application number: DE19904028292 19900906
Priority number(s): DE19904028292 19900906

Also published as:

 WO9204218 (A1)
 AU8419691 (A)

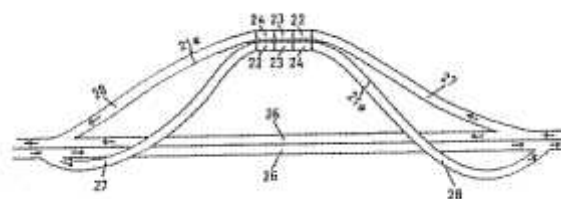
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

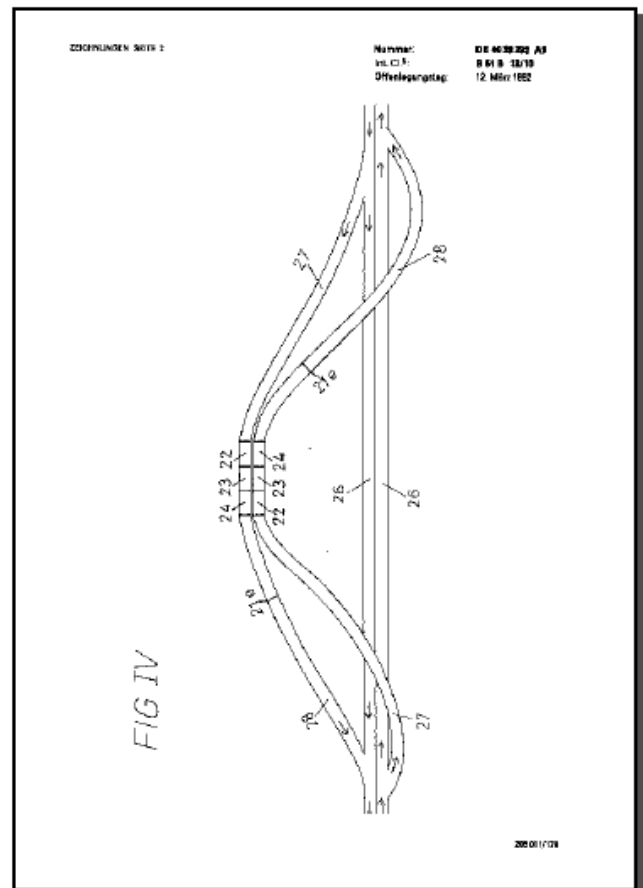
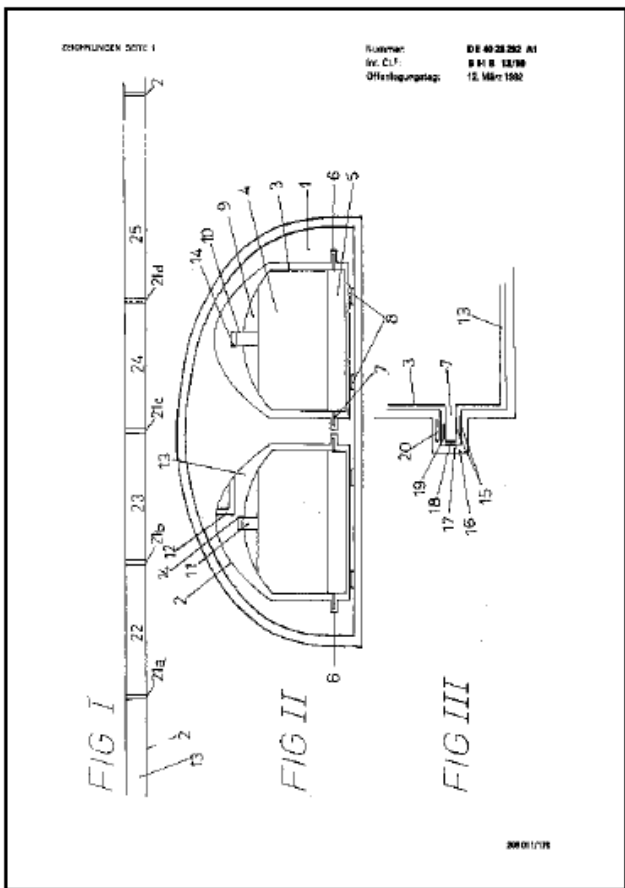
[Report a data error here](#)

Abstract of **DE 4028292 (A1)**

The magnetic-cushion railway (3) proposed is a high-speed means of transport which travels at supersonic speed through an evacuated tube (2), using magnetic-cushion technology to avoid contact with the tube surface and the vacuum to reduce air resistance. Twin lines (26), with one tube for each direction of travel, run deep underground in a tunnel (1), with evacuated exit lines (27), over which the train is braked, rising to stations (23) on the surface. Re-entry lines (28) descending back to rejoin the main through-line (26) accelerate the train again. This permits trains to travel at high speed and close behind each other in the main through-line, reaching each station without



delay. The trains are accelerated away from a station by the catapult effect of atmospheric pressure acting on the rear of the train (3) as it descends over the short descending section of line (28) into the evacuated tube (25) ahead of it, by the action of gravity and the magnet-cushion drive.



Drawing pages of DE4028292 A1

The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes.

Translate this text Description of **DE 4028292 (A1)**

Die vorliegende Erfindung betrifft in erster Linie ein Verfahren, nach dem ein Massentransportsystem mittels der Magnetschwebbahntechnik, zweier Vakuumtransportröhren und eines Tunnels unter Ausnutzung der Schwerkraftgesetze sowie des Vakuum- Energiespeichers der Vakuumtransportröhren als Beschleunigungsmomentum, Überschallreisegeschwindigkeiten erreichen kann.

In zweiter Linie lehrt die Erfindung Vorrichtungen zur Ausübung des Verfahrens.

Die Erfindung zielt darauf ab, ein völlig neues Hochgeschwindigkeits-Verkehrssystem aufzubauen, das die Nachteile, Begrenzungen und Umweltbelastungen gegenwärtig vorhandener oder geplanter Schnellverkehrssysteme nicht aufweist.

Bekannt ist ein Verfahren von L.K. Edwards, das in den 60er Jahren in der Zeitschrift "Scientific American" veröffentlicht wurde. Dort wurde vorgeschlagen, die sich zuspitzenden Transportprobleme im "Northeast Corridor" von Boston nach Washington mit einem Transporttunnel zu lösen, dessen Verlauf von Station zu Station eine Pendellinie mit einer relativ kurzen Fall- und Steigstrecke zum Beschleunigen bzw. Abbremsen beschreibt. Im Transporttunnel verlaufen zwei evakuierte Transportröhren in denen Schienenzüge verkehren, die dem Querschnitt der Transportröhre angepasst sind und unter Atmosphärendruck sowie durch die Schwerkraft auf der Fallstrecke beschleunigt werden. Die kurzzeitige Beschleunigung bis zur Höchstgeschwindigkeit wird damit lediglich durch die Katapultwirkung der Atmosphäre in die Vakuumröhre erreicht und durch die Ausnutzung der Schwerkraft, die den Zug auf seinem Weg durch die Vakuumtransportröhre eine Pendelstrecke beschreiben lässt. Die evakuierte Transportröhre bildet einen gewaltigen Energiespeicher, der für wenige Minuten den Vakuumzug unter Atmosphärendruck und unter Mithilfe der Schwerkraft auf Höchstgeschwindigkeit beschleunigt. Die installierte Leistung, die diesen Kraftakt der Beschleunigung in wenigen Minuten besorgt, wird von einer langlebigen Kompressionsanlage mit hohem, energetischem Wirkungsgrad geliefert und ist um den Faktor 30 geringer ist, als die für die momentane Beschleunigung notwendige Leistung.

Bereits im Jahre 1840 wurden in Irland und wenige Jahre später auch in England pneumatische Bahnen betrieben, die sich wegen ihres Fahrkomforts grosser Beliebtheit erfreuten, aber zur damaligen Zeit einfach an der Verschleissfreudigkeit der Lederdichtungen und der sie attackierenden Ratten scheiterten.

Materialtechnische Probleme standen dem von L. K. Edwards in den 60er Jahren vorgeschlagenen "High-Speed Tub-Train" mit einer Höchstgeschwindigkeit von 800 km/h nicht entgegen. Auch die Vollschnittbohrtechnik für die Tunnelbauten stand schon zur Verfügung. Und dennoch scheiterte die für die Verkehrstechnik wegweisende Konzeption, obwohl keine andere Realisierung für den "Northeast Corridor" von Boston nach Washington wegen der dichten Bebauung des Gebiets in Frage kam.

Anstatt dieses Hochgeschwindigkeits-Tunneltransportsystems mit seinem geringen Energieverbrauch, seiner hohen Umweltverträglichkeit und mit all seinen Vorteilen, die eine unterirdische Bauweise bringt, setzten sich in den Industrienationen riesige, vielspurige Autobahnen durch, die den Verkehr allerdings bereits zu Stosszeiten heute nicht mehr fassen und unseren Lebensraum derart belasten, dass es zur existenziellen Frage für den Menschen wird, mit welchen neuen Transportsystemen er zukünftige Verkehrsströme leiten wird.

Gegenwärtig erfolgt eine Neubelebung des Rad-Schienensystems mit dem französischen "Hochgeschwindigkeitszug" TGV oder dem ICE in Deutschland, die

Reisegeschwindigkeiten von 300 km/h erreichen können, sowie der Versuch einer aufgeständerten Magnetschwebbahn, an deren Entwicklung zur Zeit in Japan und Deutschland gearbeitet wird, die aber auch nur mit einer marginal höheren Reisegeschwindigkeit von 400 km/h aufwarten kann. Bei der Wiederbelebung des Schienenverkehrs wird unter Einsatz von Hochtechnologie versucht, die jahrhundertalte Eisenbahn mit grossem Energieaufwand schnellzumachen, ein Versuch, dem bei mageren 300-400 km/h Reisegeschwindigkeit der Luftwiderstand, der hohe aerodynamisch verursachte Lärmpegel, die Raumzerstörung durch Bahnflächen, der hohe Energiebedarf, die hohen Anlage- und Unterhaltungskosten sowie die Inakzeptanz der betroffenen Bevölkerung entgegenstehen.

Auch die Magnetschwebetechnik verspricht kaum Vorteile gegenüber der Bahnkonzeption und kann ihre potentiellen Möglichkeiten, höhere Reisegeschwindigkeiten als das Rad-Schienensystem zu erreichen, nicht einlösen, solange sie den Reibungswiderstand der Atmosphäre genau wie bei der Bahn zu überwinden hat.

Wenn die oben erwähnten Vorteile des "High Speed Tube Trains", wie von L.K. Edwards vorgeschlagen, gegenüber dem "Hochgeschwindigkeitszug" oder der oberflächengebundenen Magnetschwebbahnkonzeption auch hervorstechend sind, wie dies die mögliche, doppelt so hohe Reisegeschwindigkeit zeigt, so ist die Erreichung einer höheren Geschwindigkeit im Vakuumtunnel durch die Verwendung des Rad-Schienensystems und durch die vorwiegende Beschleunigung durch den Atmosphärendruck begrenzt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verkehrssystem zu schaffen, dass die Vorteile der Magnetschwebeantriebstechnik mit einem Vakuumtransporttunnelsystem, wie nachfolgend gelehrt, kombiniert.

Die Vorteile der kombinierten Vakuumtransportröhren-Magnetschwebbahn liegen in der widerstandslosen, berührungsfreien Fahrtechnik, die Überschallreisegeschwindigkeit erlaubt, in minimalem Energieverbrauch, der zudem durch umweltfreundliche Energiekoppelungsanlagen gedeckt werden kann, in denen je nach Bedarf Kompressionsleistung, Strom oder Wärmeenergie für ein angeschlossenes Fernheizsystem erzeugt werden und damit ein hoher Energienutzungsgrad erreicht wird, durch den sich die Anlagekosten schnell amortisieren.

Weitere Vorteile sind durch die unterirdische Linienführung gegeben, wie der geringe Flächenbedarf, die gerade Streckenführung, die Witterungsunabhängigkeit, minimales Unfallrisiko, vollautomatische Verkehrslenkung, hohe Lebensdauer mit geringem Wartungsaufwand und kaum Bauverzögerung durch Bürgereinsprüche. Dazu kommen hohe Kapazitätsauslastung durch hohe Reisegeschwindigkeit bei geringen Zugabständen und hohe Benutzerakzeptanz durch hohe Beförderungsgeschwindigkeit, hoher Fahrkomfort, und konkurrenzlos günstige Fahrpreise.

Die Vakuum-Magnetschwebbahn stellt ein modernes Massentransportmittel dar, das den Bedürfnissen heutiger und zukünftiger Verkehrsanforderung gerecht wird und nicht von umweltzerstörenden Effekten, wie bei gegenwärtigen Verkehrssystemen begleitet wird.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, dass z. B. eine Tunnelstrecke Paris - Brüssel - Amsterdam - Hamburg - Berlin - Warschau - Moskau in 100 m Tiefe geradlinig unter Vernachlässigung der Oberflächenwellung auf kürzester Verbindung die oben genannten Städte tangiert und mit zwei gegenläufigen Vakuumtransportröhren versehen ist, in denen Magnetschwebebahnen verkehren, und deren kurzzeitige Beschleunigung auf Höchstgeschwindigkeit mit Verlassen des jeweiligen Bahnhofs durch die Schubkraft Atmosphärendruck, Schwerkraft und Magnetschwebeantriebstechnik erfolgt, wodurch bei minimaler Antriebsanlagenkapazität Überschallreisegeschwindigkeiten erreicht werden, wozu lediglich ein Tausendstel an Energie pro Fahrgast und Reisekilometer notwendig ist gegenüber einem Jumbo-Jet mit ähnlich hoher Reisegeschwindigkeit. Die Hauptstrecke kann ohne Zwischenhalt durchfahren werden, da für beide Fahrtrichtungen jeweils Einfahrtstrecken zu den einzelnen Bahnhöfen hochführen und Ausfahrtstrecken zu der Haupttransportröhre wieder hinunter.

Besonders vorteilhafte Ausführungen der Vakuum-Hochgeschwindigkeits-Magnetschwebebahn sowie besonders vorteilhafte Verfahrensvarianten und Vorrichtungen zur Ausübung der Verfahren gehen aus den anhängigen Patentansprüchen hervor und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert.

Die Beschreibung der Erfindung bezieht sich teilweise auf Zeichnungen, die beispielhafte Ausführungen der Erfindung darstellen.

Es zeigt

Fig. 1 eine Ausweichstrecke mit Vakuum-Transportröhre und Magnetschwebezug mit Bahnhof und zugehörigen Atmosphärenkammern, Vakuumschleusen sowie Beschleunigungskammer;

Fig. 2 einen Tunnel mit optimaler Raumaufteilung für die Aufnahme von zwei Vakuumtransportröhren mit Magnetschwebebahnen nebst Einrichtungen;

Fig. 3 einen Querschnitt des Führungskanal der Vakuum-Transportröhre mit Fahrkufer der Magnetschwebebahn nebst Einrichtungen.

Fig. 4 einen tiefliegenden, doppelröhrigen Vakuumtransport-Durchgangsstrang (26) und die Abzweigung zu einem an der Erdoberfläche liegenden Bahnhof.

Erfindungsgemäss wird ein Tunnel 1 vorteilhaft über eine Verdrängungsbohrtechnik erstellt (wie beispielsweise mit dem "Litho-Jet" Schmelzbohrverfahren DE 25 54 101 C2), mit dem die Tunnelform dem benötigten Raumbedarf der Vakuumtransportröhren 2 optimal angepasst wird und somit nur eine minimale Tunnelraummasse zu bewegen ist, da der Bohrkopf des Tunnelbohrgeräts dem gewünschten Profil des Tunnels angepasst ist. Mit der verdrängungsbohrtechnik ist ein kontinuierlicher Bohrvorgang mit hoher Bohrfortschrittsgeschwindigkeit von über 1000 m pro Tag möglich, bei der eine feste Tunnelwandung aus der verdrängten Tunnelraummasse gleichzeitig miterstellt wird.

Der Tunnelverlauf kann sich den geologischen Bedingungen anpassen. Die Vakuumtransportröhren-Durchgangsstrecke 26 verläuft in der Regel gradlinig und tieferliegender als Bahnhöfe 23, die durch Aus- und Einführstrecken 27, 28 zu erreichen sind und über eine Fallstrecke 28 zum Beschleunigen und eine Steigstrecke 27 zum Abbremsen verfügen. Dadurch kann die Hauptstrecke 26 mit voller Geschwindigkeit jeweils bis zum Zielbahnhof durchfahren werden, da Züge zu den anderen Bahnhöfen ebenfalls bei voller Geschwindigkeit in die aufsteigende Ausführestrecke 27 einfahren und nach verlassen des Bahnhofs 23 auf der Gefällestrecke dreifach durch Atmosphärendruck, Schwerkraft und Magnetantriebstechnik so beschleunigt werden, dass sie sich unter elektronischer Überwachung wieder mit Hochgeschwindigkeit in den Verkehrsstrom der Hauptstrecke 26 einfügen.

Der Verkehrsstrom läuft für beide Richtungen im Einbahnverkehr, so dass Kollisionen ausgeschlossen sind und hohe Raten an Verkehrstoten wie gegenwärtig bei Flug-, Bahn- und Autoverkehr mit dieser neuen Verkehrstechnik nicht auftreten würden. Die Ausfädelung einer Magnetschwebebahn 3 aus der Vakuumtransportröhren-Durchgangsstrecke 26 in eine Zielbahnhofsvakuumröhre 27 erfolgt unter vollelektronischer Steuerung über den Zentralcomputer, der den Bordcomputer anweist, hydraulisch die Ausführkufe 10 auszufahren, die sich im Dach des Vakuum-Magnetschwebezuges 3 befindet. Der Trag- und Führungsmagnet 14 lenkt den Vakuum-Magnetschwebezug 3 bei tangieren der Ausführschiene 12, die an der Decke der Vakuumausführröhre von innen montiert ist und bis in die Vakuum-Durchgangstransportröhre reicht, in die ansteigende Ausführröhre 27 aus. Durch die Wirkung der Schwerkraft wird der Magnetschwebezug an der Steigung um den Betrag abgebremst, der beim Beschleunigungsvorgang auf einer entsprechenden Gefällestrecke durch die Schwerkraft als Beschleunigungsenergie auf den Zug 3 übertragen wurde. Die Beschleunigungsenergie aus dem Vakuumspeicher 13 und der Magnetschwebeantriebstechnik wird beim Bremsvorgang als elektrische Energie zum grössten Teil wieder zurückgewonnen. Nach Einfahrt des gebremsten Magnetschwebezuges 3 in die Atmosphärenkammer 22 wird die Vakuumschleuse 21a geschlossen und die Atmosphärenkammer 22 auf Atmosphärendruck geflutet. Nach Öffnen der Vakuumschleuse 21b kann der Zug in den Bahnhof 23 bei Atmosphärendruck einfahren. Bei Abfahrt schwebt der Zug in die offene Atmosphärenkammer 24 ein, das Vakuumventil 21c wird geschlossen und die Flutungstore hinter dem Vakuumventil 21c werden geöffnet. Mit Öffnen des Vakuumventils 21d wird der Magnetschwebezug unter Atmosphärendruck und Mitwirkung der eigenen Schwerkraft und der Magnetschwebeantriebstechnik in die abfallende Strecke der Beschleunigungskammer 25 katapultiert und letztendlich von der Magnetschwebeantriebstechnik auf die notwendige Reisegeschwindigkeit wie in der Vakuum-Durchgangstransportröhre gebracht. Nachdem die Antriebsenergie aus dem Vakuumspeicher 13 erbracht ist und der Magnetschwebezug (3) in Fahrt gekommen ist, werden die Flutungstore der Atmosphärenkammer 24 und die Vakuumschleusen 21d und 21e der Beschleunigungskammer 25 geschlossen und das Vakuum wird über die Kompressionsanlage wieder hergestellt. Der Vakuumkatapult, den die Vakuumtransportröhre unter dem Atmosphärendruck bildet, wirkt bei einem Magnetschwebezug mit einer Querschnittsfläche von 15 m^2 , die z. B. von einem 3 m hohem und 5 m breitem Zug geboten wird, mit einer Schubkraft von 150 Tonnen, die aus

dem Stand zur Beschleunigung zur Verfügung stehen und nur kurzzeitig als Anschubskraft genutzt werden. Die Spitzenbeschleunigung erfolgt - nach Ausblendung des Atmosphärendrucks auf den vakuum- Magnetschwebezug - neben der Schwerkraft, sofern noch Gefälle vorhanden, im wesentlichen durch die Magnetschwebeantriebstechnik.

Da die Beschleunigungs- bzw. Bremsstrecke ausreichend lang bemessen ist, ist der Beschleunigungs- und Bremsvorgang für den Fahrgast kaum merklich.

Fig. 2 zeigt einen räumlich optimal ausgenutzten Tunnelquerschnitt, in dem sich die beiden Vakuumtransportröhrenstränge 26 befinden, die in entsprechenden Abständen auf Rollenlagern 8 aufliegen, um vor Auswirkungen von Bodenbewegungen oder Materialdehnung geschützt zu sein.

Im unteren Teil der Transportröhren 2 sind die Führungskanäle 6 ausgebildet, in denen die Magnetschwebebahn mittels der Fahrkufen 7 und der Trage- und Führungsmagneten 19 und 18 gleiten. Die Antriebs- und Versorgungsaggregate des Magnetschwebezuges 3 befinden sich im Bodenraum 5. Darüber schliesst der Fahrgast- oder Transportraum 4 an. Die in der Decke der Magnetschwebezüge eingebauten durchgehenden Auslenkkufen sind unter Beispiel 10 ausgefahren und unter 11 eingefahren. D.h. der Magnetschwebezug 3 mit der hydraulisch ausgefahrenen Kufenformation wird bei der nächsten Ausfahrrohre 27 aus der Vakuum-Durchgangstransportstrecke ausgeführt. Die Magnetschwebebahn mit eingefahrener Ausfahrkufe 11 verbleibt in der Durchgangsröhre.

Der freie Deckenraum 9 steht als Versorgungstank für Sauerstoff oder Wasser oder zu anderen Verwendungszwecken zur Verfügung.

Fig. 3 zeigt im Detail die Schwebe- und Antriebskomponenten im Führungskanal 6 der Magnetschwebebahn. Die Trag- und Führungsmagneten 19 und 18 sind über die Fahrkufe 7 mit der Aggregatebene 5 des Magnetschwebezuges verbunden. Auf der Innenseite des Führungskanals 6 befinden sich die Abstellschienen 15 und die Führungsschienen 17. In der Wandung 16 des Führungskanal 6 ist auf der Oberseite das Statorpaket samt Wicklungen 20 so installiert, dass eine Wartung oder Auswechslung vom Tunnelraum 1 erfolgen kann, ohne das Vakuum oder den Verkehrstrom in der betreffenden Vakuumtransportröhre zu unterbrechen.

Teile, die dem Verschleiss oder Versagen unterliegen, sind damit so angeordnet, dass sie entweder vom Tunnelraum aus zu warten sind oder im Magnetschwebezug selbst, der jederzeit durch Ausrangierung zwecks Wartung und Reperatur aus der Vakuumtransportröhre zu entnehmen ist. Damit ist für die Vakuumtransportröhre eine hohe Verfügbarkeit garantiert, die so für Jahrzehnte ohne Generalüberholung aufrechterhalten bleibt, da kein Verschleiss durch den Fahrbetrieb im Vakuum und durch die Magnetschwebetechnik im Innern auftritt. Das gleiche gilt für die Aussenmäntel der Vakuumtransportröhren und den Tunnel selbst, die keinen Temperaturschwankungen und nicht der Witterung ausgesetzt sind.

Jahrtausende alte, bestens erhaltene Höhlenmalereien und 3000 Jahre alte Tunnel in erdbebenaktiven Zonen Italiens sind eindrucksvoller Beweis für die Beständigkeit

unterirdischer Verkehrswege.