



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

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

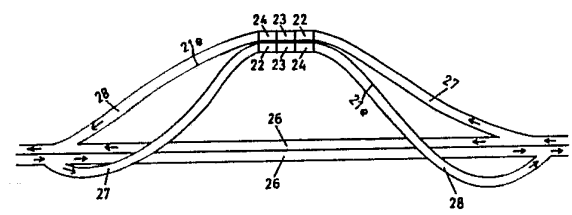
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> : <b>B61B 13/10, 13/12</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 92/04218</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. März 1992 (19.03.92)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/01673 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. September 1991 (04.09.91) (30) Prioritätsdaten: P 40 28 292.9 6. September 1990 (06.09.90) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: FOPPE, Werner [DE/DE]; Hünshovener Gracht 13, D-5130 Geilenkirchen (DE). (74) Anwälte: FELBER, Josef usw. ; Felber &amp; Partner AG, Dufourstrasse 116, CH-8034 Zürich (CH). (81) Bestimmungsstaaten: AT, AT (europäisches Patent), AU, BB, BE (europäisches Patent), BF (OAPI Patent), BG, BJ (OAPI Patent), BR, CA, CF (OAPI Patent), CG (OAPI Patent), CH, CH (europäisches Patent), CI (OAPI Patent), CM (OAPI Patent), CS, DE, DE (europäisches Patent), DK, DK (europäisches Patent), ES, ES (europäisches Patent), FI, FR (europäisches Patent), GA (OAPI Patent), GB, GB (europäisches Patent), GN (OAPI Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KP, KR, LK, LU, LU (europäisches Patent), MC, MG, ML (OAPI Patent), MN, MR (OAPI Patent), MW, NL, NL (europäisches Patent), NO, PL, RO, SD, SE, SE (europäisches Patent), SN (OAPI Patent), SU+, TD (OAPI Patent), TG (OAPI Patent), US.</p>		<p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: METHOD AND EQUIPMENT FOR CONSTRUCTING A VACUUM-TUBE MAGNETIC-CUSHION RAILWAY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERSTELLUNG EINER VAKUUM-MAGNETSCHWEBEBAHN

(57) Abstract

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.



(57) Zusammenfassung

Die Vakuum-Magnetschwebebahn (3) ist ein röhrengelundenes Hochgeschwindigkeitstransportmittel mit Überschallgeschwindigkeit, das sich mittels der Magnetschwebetechnik berührungsfrei und widerstandslos durch eine evakuierte Transportröhre (2) bewegt. Von dem für zwei Fahrrichtungen doppelröhrenigen Vakuumtransportröhrenstrang (26), der in einem tiefliegenden Tunnel (1) installiert ist, steigen Vakuum-Ausführröhren (27), die als Bremsstrecke dienen, zu den Zielbahnhöfen (23) an der Oberfläche. Die abfallenden Vakuum-Einführröhren (28) dienen bis zur Einfädung in den Vakuum-Durchgangsverkehrsstrang (26) als Beschleunigungsstrecke. Dadurch ist gewährleistet, daß die Vakuum-Magnetschwebebahnen mit Hochgeschwindigkeit und dichter Zugfolge im Vakuum-Durchgangsrohrstrang fahren können und jeden Bahnhof ohne Verzug erreichen. Die Antriebskraft für die Beschleunigung erfolgt auf der kurzen Fallstrecke (28) durch die Katapultwirkung des Atmosphärendrucks auf den vom Bahnhof in die evakuierte Beschleunigungskammer (25) gleitenden Magnetschwebezug (3), durch die Wirkung der Schwerkraft und durch die Magnetschwebeantriebstechnik.

+ Siehe Rückseite

**+ BESTIMMUNGEN DER "SU"**

**Die Bestimmung der "SU" hat Wirkung in der Russischen Föderation. Es ist noch nicht bekannt, ob solche Bestimmungen in anderen Staaten der ehemaligen Sowjetunion Wirkung haben.**

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU <sup>+</sup>	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERSTELLUNG EINERVAKUUM - MAGNETSCHWEBEBAHN

Die vorliegende Erfindung betrifft in erster Linie ein Verfahren, nach dem ein Massentransportsystem mittels der Magnetschwebetechnik, 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 kurz-

zeitige 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

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 Radschienensystems 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 Magnetschwebenantriebstechnik mit einem Vakuumtransporttunnelsystem, wie nachfolgend gelehrt, kombiniert.

Die Vorteile der kombinierten Vakuumtransportröhren-Magnetschwebebahn 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 und 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-Magnetschwebebahn stellt ein modernes Massentransportmittel dar, das den Bedürfnissen heutiger und zukünftiger Verkehrsanforderung bis weit ins nächste Jahrhundert 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 Überschallreisesgeschwindigkeiten erreicht werden, wozu lediglich ein Tausendstel an Energie pro Fahrgast und Reisekilometer notwendig ist gegenüber einem Jumbo-Jet.

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-Hochgeschwindigkeitgleits-Magnetschwebbahn 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 I eine Ausweichstrecke mit Vakuum-Transportröhre und Magnetschwebezug mit Bahnhof und zugehörigen Atmosphärenkammern, Vakuumschleusen sowie Beschleunigungskammer;
- FIG II einen Tunnel mit optimaler Raumaufteilung für die Aufnahme von zwei Vakuumtransportröhren mit Magnetschwebebahnen nebst Einrichtungen;
- FIG III einen Querschnitt des Führungskanal der Vakuum-Transportröhre mit Fahrkufe der Magnetschwebebahn nebst Einrichtungen.
- FIG IV 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 oben angeführten Schmelzbohrverfahren DE 25 54 101 C2), mit der 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 gleichzeitig ein kontinuierlicher Bohrvorgang mit hoher Bohrfortschritts- geschwindigkeit von über 1000 m pro Tag möglich, bei dem eine feste Tunnelwandung aus der verdrängten Tunnelraummasse 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 die gegenwärtig hohen Raten an Verkehrstoten bei Flug-, Bahn- und Autoverkehr drastisch gesenkt werden.

Die Ausfädelung einer Magnetschwebbahn 3 aus der Vakuumtransportröhren-Durchgangsstrecke 26 in eine Zielbahnhofsvakuurröhre 27 erfolgt unter vollen elektronischer Steuerung über den Zentralcomputer, der den Bordcomputer anweist, hydraulisch die Ausfüh-



kufe 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-Durchgangstransporttröhre 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 von der Magnetschwebeantriebstechnik auf die notwendige Reisegeschwindigkeit in der Vakuum-Durchgangstransporttröhre 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 Vakuumtransporttröhre unter dem Atmosphärendruck bildet, wirkt bei einem Magnetschwebezug mit einer Querschnittsfläche von  $15 \text{ m}^2$ ,

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 Anschubkraft 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.

FIG II zeigt einen räumlich optimal ausgenutzten Tunnelquerschnitt, in dem sich die beiden Vakuumtransportröhrenstränge 26 befinden, die in entsprechenden Abständen auf Rollenlagern 8 aufliegen, um gegen 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 Ausfahrrohr 27 aus der Vakuum-Durchgangstransportstrecke ausgeführt. Die Magnetschwebebahn mit eingefahrener Ausführkufe 11 verbleibt in der Durchgangsröhre.

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

FIG III 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.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung einer Vakuum-Magnetschwebebahn (3) mit Überschallgeschwindigkeit, bei dem die Vakuum-Magnetschwebebahn (3) in eine evakuierte Transportröhre (2) verlegt wird, die vorzüglich in einem tiefliegenden Tunnel (1) verläuft, wobei die Gefällestrecke einer Vakuumtransport-Einführrohre (28) aus einem Bahnhof (23) zu der tieferliegenden Vakuum-Durchgangstransportröhre (26) unter Ausnutzung der Schwerkraft, der Schubkraft des Atmosphärendrucks und des Einsatzes der Magnetschwebeantriebstechnik zur Beschleunigung dient, die Hauptstrecke (26) gegebenenfalls durch Zwischenbeschleunigung der Magnetantriebstechnik, ansonsten antriebslos durchfahren wird und die Anstiegsstrecke einer Vakuumtransport-Ausführrohre (27) zu einem Zielbahnhof durch Wirkung der Schwerkraft und der Magnettechnik zum Abbremsen genutzt wird, derart, daß die Beschleunigungsenergie aus Atmosphärendruck und Magnetantriebskraft, die auf der Fallstrecke zur Anwendung kam, zum großen Teil wieder zurückgewonnen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuum-Magnetschwebebahn (3) mit den Vakuumtransportröhren (2) vorzüglich in einem Tunnel (1) -von minimalem Volumenaushub- installiert wird, der maßgeschneidert nach dem Prinzip eines Verdrängungsbohrverfahrens erstellt wird, bei dem die Bohrkopfform - wie beispielsweise beim Litho-Jet Schmelzbohrverfahren DE 25 54 101 C2 - dem gewünschten Tunnelquerschnittsformat angepaßt ist, und aus dem anfallenden Bohrgut beim kontinuierlich ablaufenden Bohrvorgang eine feste Bohrlochverschalung miterstellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der ansteigende Vakuumtransport-Ausführröhrenstrang (27) und der abfallende Vakuumtransport-Einführröhrenstrang (28), die einen Bahnhof (23) mit der tieferliegenden Vakuumtransport-Durchgangsröhrenstrecke (26) verbinden, von einer solchen Länge sind, daß die Fahrt in und aus der Abzweigrohre bei Höchstgeschwindigkeit erfolgen kann, so daß der Verkehrsstrom in der doppelröhriigen Vakuumtransport-Durchgangsröhrenstrecke (26) von aus- und einfahrenden Magnetschwebbahnen (3) nicht behindert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumtransport-Ausführröhrenstränge (27) über schleifenförmige Abzweigungen verfügen, die auf Bahnhofsebene in die Vakuumtransport-Einführröhrenstränge (28) der jeweiligen Gegenrichtung einmünden und damit die Möglichkeit des Kreisverkehrs unter allen angeschlossenen Bahnhöfen gesichert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetschwebbahnaufkommen im gesamten Streckenbereich elektronisch gesteuert wird und damit bei maximaler Zugdichte jeder Zielbahnhof mit Höchstgeschwindigkeit zu erreichen ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumtransportröhrenstränge (26) auf Druckrollenlagern (8) ruhen, die in den Tunnelboden eingelassen sind, wodurch Materialdehnungen und Bodenbewegungen neutralisiert werden.

7. Vorrichtung zum Betreiben des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitigen Führungskanäle (6) im unteren Drittel der Vakuumtransportröhre (2) nach außen gestülpt sind (FIG III) und in ihrem Inneren die Leitebenen (15,17,20) für die Trag- und Führungsmagnete (19,18)

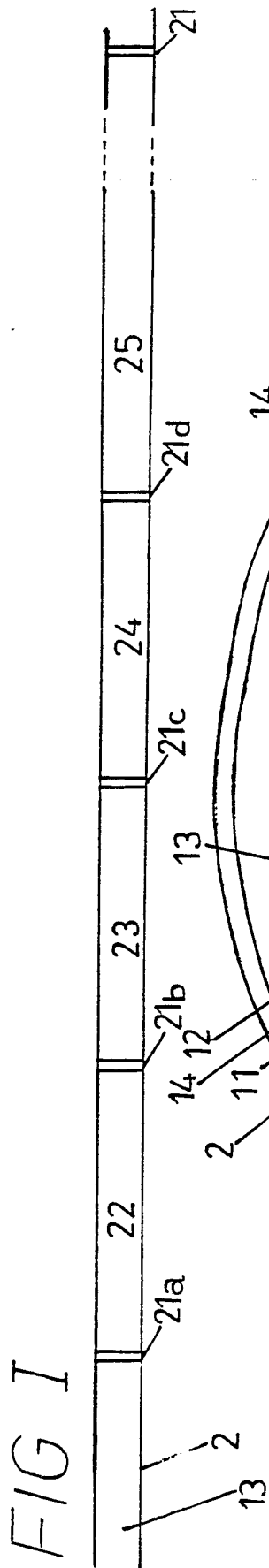
bilden sowie die Statorpakete samt Kabelwicklungen (20) in der oberen Wandung des Führungskanals so aufnehmen, daß sie ohne Unterbrechung des Vakuums vom Tunnelraum (1) während des Fahrbetriebes gewartet und ausgetauscht werden können.

8. Vorrichtung zum Betreiben des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuum-Magnetschwebbahn (3) zu beiden Seiten des Zuges unterhalb der Einstiegsebene mit Fahrkufen (7) ausgerüstet ist, die ihrerseits die Trag- und Führungsmagnete (19,18) tragen und die Magnetschwebbahn (3) in den Führungskanälen (6) der Vakuumtransportröhre (2) in ruhiger Lage schweben lassen.

9. Vorrichtung zum Betreiben des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetschwebbahn (3) im Dach eine durchgehende, hydraulisch ein- und ausfahrbare Auslenkkufe (10) besitzt, die im Falle des Ausscherens zu einem Zwischenhalt oder in eine Nebenlinie ausgefahren wird und durch das Trage- und Führungsmagnet (14) an der Auslenkschiene (12) der Vakuum-Ausführröhre (27) ausgelenkt wird, da diese Auslenkschiene (12) bis in die Vakuum-Durchgangstransportröhre (2,26) hineinragt.

10. Vorrichtung zum Betreiben des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einrichtung von Atmosphärenkammern (22,24) und einer Beschleunigungskammer (25) der Ein- und Ausstieg bzw. das Be- und Entladen bei der Vakuum-Magnetschwebbahn (3) im Bahnhof (23) unter Atmosphärendruck durchgeführt wird und die Anfahrtsbeschleunigung in der Beschleunigungskammer (25) unter dem gewalttigen Schub des Atmosphärendrucks erfolgt, derart, daß nach Abbremsung der Vakuum-Magnetschwebbahn (3) in der Steigröhre (27) zum Bahnhof hin die Bahn (3) in die Atmosphärenkammer I (22) einschwebt, die Vakuumschleuse (21a) geschlossen wird und die Kammer mit

Luft geflutet wird, womit nach Öffnung der Schleuse (21b) die Bahn bei Atmosphärendruck in den Bahnhof (23) einfährt. Die Vorbeschleunigung des Vakuum-Magnetschwebezuges (3) durch Atmosphärendruck erfolgt derart, daß nach einschweben des Zuges (3) aus dem Bahnhof (23) in die Atmosphärenkammer II (24) und nach Schließen der Schleuse (21c) und Öffnen der Schleuse (21d) der Magnetschwebezug (3) vom Luftdruck in die offene Vakuumtransportröhre (28) gedrückt wird. Mit Öffnen von seitlichen Luftschieusen der Atmosphärenkammer II (24) treibt der Luftdruck mit enormer Schubkraft den Vakuum-Magnetschwebezug (3) in die abschüssige Beschleunigungskammer (25) unter gleichzeitiger Einwirkung der Schwerkraft und der Magnetantriebstechnik. Nach Durchfahren der Beschleunigungskammer (25) schließen sich die Vakuumschieusen (21d, 21e), wonach das Vakuum (13) in der Beschleunigungskammer durch die Kompressionsanlage wieder hergestellt wird, um für den nächsten Beschleunigungsstart die gespeicherte Energie in Sekundenschnelle als Schubkraft auf den Magnetschwebezug erneut wirken zu lassen.



*FIG II*

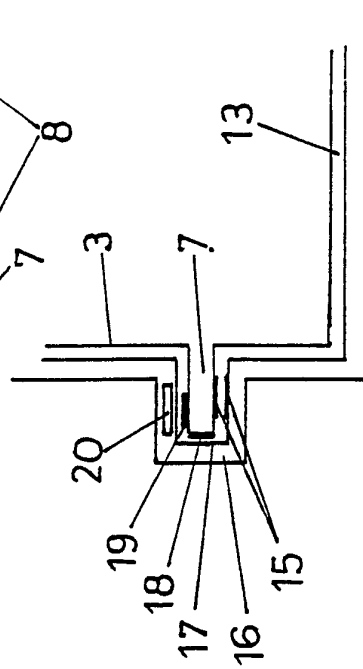
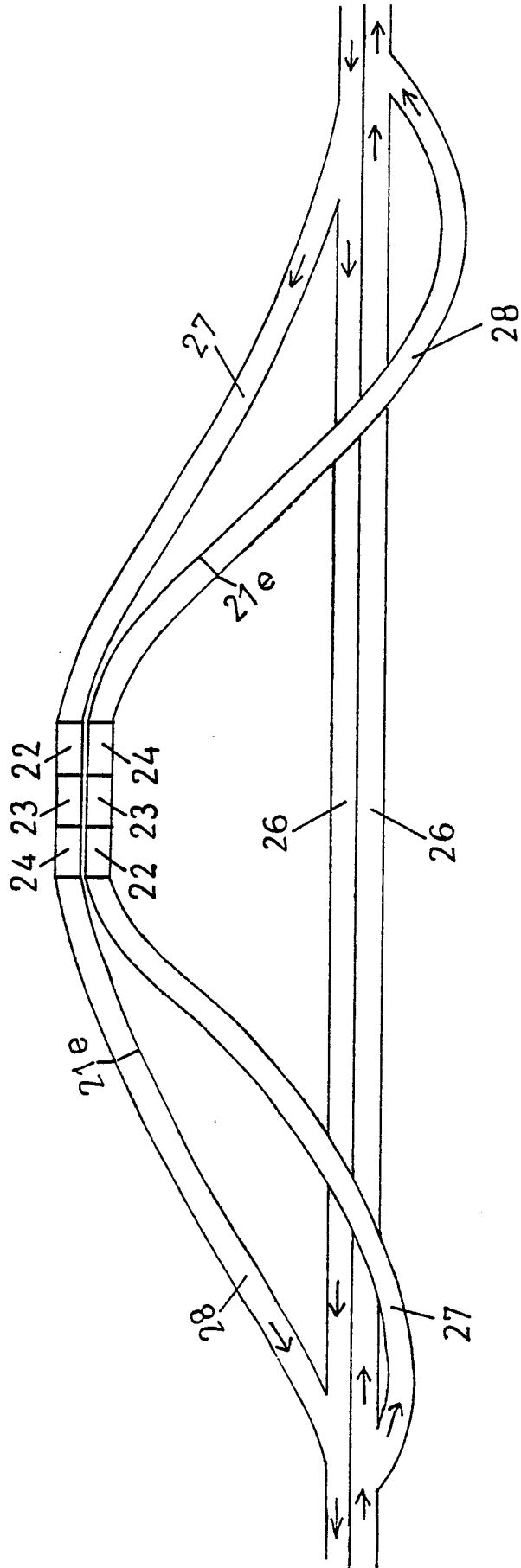




FIG IV



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP91/01673

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl <sup>5</sup> : B61B 13/10; B61B 13/12		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl <sup>5</sup>	B61B; B61C	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>		
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with Indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
X	US, A, 4148260 (M. A. MINOVITCH) 10 April 1979 see the whole document	1
A	-----	2-4, 10
A	DE, A, 1906736 (TUBE TRANSIT CORP.) 20 November 1969 see page 5, line 10 - page 8, line 5; figures 1,2	1
A	-----	7
A	WO, A, 8702949 (H. HIRTZ) 21 May 1987 see page 12, line 26 - page 14, line 19; figures 3.4	
-----		
<p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
6 November 1991 (06.11.91)	29 November 1991 (29.11.91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9101673  
SA 50642**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 06/11/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4148260	10-04-79	US-A- 3954064	04-05-76
DE-A-1906736	20-11-69	CH-A- 520654 FR-A- 2007950 US-A- 3565011	31-03-72 16-01-70 23-02-71
WO-A-8702949	21-05-87	DE-C- 3539783 EP-A, B 0272274 JP-T- 63501706 US-A- 4881469	27-05-87 29-06-88 14-07-88 21-11-89

I. KLASSIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 B61B13/10; B61B13/12		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	B61B ; B61C	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN <sup>9</sup>		
Art. <sup>10</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
X	US,A,4 148 260 (M. A. MINOVITCH) 10. April 1979 siehe das ganze Dokument	1
A	---	2-4, 10
A	DE,A,1 906 736 (TUBE TRANSIT CORP.) 20. November 1969 siehe Seite 5, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 5; Abbildungen 1,2	1
A	---	7
A	WO,A,8 702 949 (H. HIRTZ) 21. Mai 1987 siehe Seite 12, Zeile 26 - Seite 14, Zeile 19; Abbildungen 3,4	
	---	
<p><sup>10</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
06. NOVEMBER 1991	29. 11. 91	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	CHLOSTA P. <i>P. Albst</i>	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9101673  
 SA 50642

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen 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.

06/11/91

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4148260	10-04-79	US-A- 3954064	04-05-76
DE-A-1906736	20-11-69	CH-A- 520654 FR-A- 2007950 US-A- 3565011	31-03-72 16-01-70 23-02-71
WO-A-8702949	21-05-87	DE-C- 3539783 EP-A,B 0272274 JP-T- 63501706 US-A- 4881469	27-05-87 29-06-88 14-07-88 21-11-89

EPO FORM P0473

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