

Aus der Sammlung "www.Berliner-Verkehrsseiten.de"

M-BAHN

SYSTEM HEIDELBERG



MAGNETBAHN GMBH



GEFÖRDERT DURCH DEN BUNDESMINISTER FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE

M-BAHN - EIN NEUES ANGEBOT FÜR DEN ÖFFENTLICHEN NAHVERKEHR



Aus dem Archiv der
Berliner Verkehrsseiten

Das Problem des öffentlichen Nah- verkehrs

Der öffentliche Nahverkehr ist ein ungelöstes Problem der Industriegesellschaft. Die notwendige Erweiterung und Verbesserung des öffentlichen Verkehrsangebotes ist mit herkömmlichen Verkehrsmitteln nicht erreichbar. Der Bau neuer U- und S-Bahnen erfordert extrem hohe Investitionen. Straßenbahnen und Busse sind vom Straßenverkehr abhängig. Alle konventionellen Systeme verursachen hohe laufende Betriebskosten mit Personalkostenanteilen von durchschnittlich 70%.

Erforderlich ist ein automatisiertes Nahverkehrssystem auf eigenen Fahrwegen mit hoher Verkehrsleistung, das wirtschaftlich erstellt und betrieben werden kann.

Das Angebot der M-Bahn

Das neue Nahverkehrssystem M-Bahn (System Heidelberg) ist ein automatisiertes, aufgeständertes, ebenerdig oder unterirdisch fahrendes Verkehrsmittel mit einer neuen »Technik des magnetischen Fahrens«.

Die Fahrzeuge der M-Bahn werden von Dauermagneten getragen. Der Antrieb erfolgt durch eine elektrische Einrichtung im Fahrzeug (Fahrwegwanderfeldantrieb). Durch diese neue Fahr- und Antriebstechnik wird das M-Bahn-System im Vergleich zur herkömmlichen Technik wesentlich vereinfacht und verbilligt.

Die Anwendung des M-Bahn-Systems ist universell - Kapazität, Fahrzeuggröße, Geschwindigkeit und Fahrebenen können nach Bedarf gewählt werden - sie reicht vom innerstädtischen und Regionalverkehr bis zum Gütermassentransport.



DIE TECHNIK DER M-BAHN - MAGNETISCHES FAHREN

Die neue einfache Technik der M-Bahn

Die M-Bahn bedient sich eines neuen, vereinfachten Prinzips für den Antrieb und die Tragetechnik des Fahrzeuges.

Bei der herkömmlichen Technik der Nahverkehrssysteme mit ihrer 150 Jahre alten eisenbahntechnischen Grundlage wird das Fahrzeug durch Räder getragen und geführt. Ein im Fahrzeug befindlicher Motor treibt die Räder an.

Die M-Bahn hat weder tragende Räder noch Antriebsmotoren im Fahrzeug. Statt durch Räder wird das Fahrzeug durch am Fahrwerk angebrachte Dauermagnete getragen, die sich von unten an den Fahrweg hängen. Bewegliche Rollen halten die Magnete auf Abstand vom Fahrweg und steuern den Luftspalt und damit die Magnetkräfte entsprechend der Belastung.

Der Fahrzeugantrieb erfolgt durch im Fahrweg verlegte, von ortsfesten Umrichtern gespeiste, einfache Drehstromkabel. Diese erzeugen bei Stromfluß das sogenannte Wanderfeld, welches die Magnete und damit das Fahrzeug über die Strecke zieht (Linearmotor).

Die Dauermagnete haben also eine Doppelfunktion: Sie tragen das Eigengewicht und die Zuladung des Fahrzeuges und dienen als Erreger für den Wanderfeldantrieb.

Diese integrierte Fahrzeugtrag- und Antriebstechnik ist einfach, robust, billig und sicher.

Die technischen Vorteile der M-Bahn

Die M-Bahn-Technik ermöglicht eine entscheidende Verringerung des technischen Aufwandes für die Funktionen Tragen und Antreiben. Der Fahrweg ist von einfacher Konstruktion. Das System bietet auch wesentliche Vorteile für die automatisierte Steuerung.

Das Gewicht eines Fahrzeuges der M-Bahn ist, verglichen mit Fahrzeugen herkömmlicher Technik gleicher Kapazität, um etwa die Hälfte geringer, da die Antriebstechnik im Fahrzeug fortfällt und die fahrmechanische Technik (Fahrwerke) zum größeren Teil eliminiert ist.

Dementsprechend reduziert sich die zu installierende Antriebsleistung etwa um die Hälfte. Da die Fahrzeuge keinen Motor haben, entfällt die Stromübertragung mit offenen Stromschienen und Schleifkontakten.

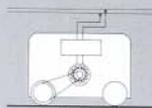
Aufgeständerte und ebenerdige Fahrzeuge können aufgrund der geringeren Belastung weniger aufwendig sowohl in Stahlbau- als auch in Betonbauweise ausgeführt werden. Wegen des reduzierten und besonders niedrigen Fahrwerks ergeben sich kleinere Querschnitte des Fahrzeuges mit entsprechenden Vorteilen für Bahnbauten, insbesondere für unterirdische Streckenführung.

Da Antrieb und Steuerung der Fahrzeuge durch ortsfeste Einrichtungen (Drehstromwandler, gesteuerte Umrichter) erfolgen, können diese ohne Rücksicht auf Gewicht, Volumen und Er-

schütterungsfestigkeit ausgeführt werden. Die Wanderfeldeinrichtung im begehbaren Fahrweg ist voll zugänglich, und trotzdem gegen Fremdkörper und Witterungseinflüsse geschützt, da die Funktionsflächen nach unten gerichtet sind. Durch diese vereinfachte Fahrzeugtechnik, die stationäre Antriebstechnik und die konsistente Außensteuerung wird der Wartungsaufwand gesenkt und die Funktionssicherheit erhöht.

Diese Systemmerkmale machen die M-Bahn besonders automatisierungsgerecht. Zusätzliche Betriebssteuerungs- und Zuverlässigkeitsvorteile ergeben sich daraus, daß nicht das Fahrzeug, sondern das in Abschnitten gespeiste Wanderfeld gesteuert wird. Der Synchronantrieb ermöglicht eine exakte Standortbestimmung der Fahrzeuge.

Die Technik des magnetischen Fahrens: Motorlose Fahrzeuge von Magneten getragen und angetrieben



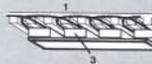
Prinzip der herkömmlichen Technik

- Tragen, Führen und Antreiben des Fahrzeuges durch Räder,
- Motor und Motorsteuerung im Fahrzeug,
- Stromübertragung mit Stromschienen und Schleifkontakten.



Prinzip der M-Bahn

- Dauermagnete (3) tragen das Fahrzeug, wobei sich die Größe der Magnetkräfte zur Kompensation von Fahrzeuggewicht, Zuladung und Massenkraften selbsttätig steuert. Kleine Räder dienen nur noch zur seitlichen Führung und zur Steuerung der Magnetkräfte.
- Motorloses Fahrzeug, Antrieb und Steuerung ortsfest durch Wanderfeldeinrichtungen (1), die im Fahrweg eingebaut sind und von einem Umrichter (2) gespeist werden.
- Die gleichen Dauermagnete (3) im Fahrzeug wirken mit Wanderfeld als synchroner Linearantrieb zusammen.



DIE WIRTSCHAFTLICHEN VORTEILE

Die Kostenvorteile der M-Bahn

Die Reduzierung des technischen Aufwandes ergibt im Vergleich zu Bahnen konventioneller Technik folgende Kostenvorteile:

Investitionskosten

Die Kosten für das komplette Fahrzeug sind, verglichen mit konventionellen Systemen, wegen des einfachen Fahrwerks und der fehlenden Antriebskomponenten etwa um die Hälfte geringer.



Entsprechend dem geringeren Fahrzeuggewicht reduziert sich auch der Aufwand für die zu installierende Antriebsleistung und damit der gesamten elektrischen Antriebstechnik.

Aufgeständerte und ebenerdige Fahrwegstrecken können, verglichen mit konventionellen Systemen, ebenfalls entsprechend billiger erstellt werden. Tunnelbaukosten können wegen des geringeren Fahrwerksquerschnittes gesenkt werden.

Betriebskosten

Der Energieverbrauch des M-Bahn-Systems wird infolge des halben Fahrzeuggewichts und des weitgehend eliminierten Rollwiderstandes um etwa die Hälfte gesenkt.



Die Verwendung motor- und tragradloser Fahrzeuge, die einfache Konstruktion des Fahrweges sowie die ortsfeste Installation der Antriebseinrichtung und Steuerung senken den Wartungsaufwand etwa entsprechend dem geminderten Investitionsaufwand. Dazu kommt der Wartungsvorteil der ortsfesten statt im Fahrzeug angeordneten Technik.

Durch den automatisierten Betrieb entfällt das Fahrpersonal, das übrige Betriebspersonal verringert sich entsprechend der reduzierten Wartung. Damit wird der Personalkostenanteil insgesamt wesentlich gesenkt.

Die Vorteile der M-Bahn für das Verkehrsunternehmen

Die Investitions- und Betriebskosten der M-Bahn ermöglichen ein wirtschaftliches Bahnsystem bei geringem Personaleinsatz. Damit werden die Voraussetzungen für eine Erweiterung des öffentlichen Nahverkehrsangebots geschaffen.

Die automatisierte Betriebsführung gewährleistet eine hohe Abfahrhäufigkeit und Beförderungskapazität. Durch variablen Einsatz von Zügen und/oder Verkürzung der Zugfolgezeiten kann das Verkehrsangebot flexibel verdichtet werden.

Das vom technischen Prinzip her sichere und zuverlässige System ist von

hoher Umweltfreundlichkeit. Die Fahrzeuge fahren abgasfrei und praktisch geräuschlos.

Die M-Bahn hat sehr kurze Bauzeiten und kann ohne wesentliche Behinderung des Straßenverkehrs oder der Anlieger schnell errichtet werden. Das Problem des Erwerbs von Grundstücksflächen oder der Beeinträchtigung bestehender Verkehrsflächen ist bei aufgeständertem Fahrweg reduziert.

Ebenerdige und aufgeständerte Fahrwege können demontiert und für eine andere Trassenführung umgesetzt werden.

Der Bau der ebenerdigen oder aufgeständerten Fahrbahn kann aufgrund der einfachen Stahl- oder Beton-Konstruktion an regionale Firmen vergeben werden, so daß für die örtliche, mittelständische Industrie Arbeitsvolumen geschaffen wird.

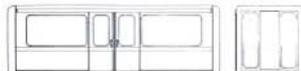


KOMPONENTEN UND BETRIEB

Fahrzeuge

Daten der Fahrzeuge der Erprobungsanlage:

6,3 x 2,1 x 2,1 m	16 Sitzplätze 24 Stehplätze
9,5 x 2,3 x 2,3 m	24 Sitzplätze 30 Stehplätze
12,5 x 2,3 x 2,3 m	38 Sitzplätze 34 Stehplätze



Doppelschiebetüren 1,5 m breit, druckluftbetätigt. Türentriegelungs- und TürschlieÙautomatik. Mechanische Sicherheitsbremse mit Notbrems- und Haltebremskreis, druckluftbetätigt. Hilfsenergie für Beleuchtung, Belüftung über Fahrzeuggenerator, Energie für Speicherheizung und Druckluftaggregate über Stationsladung.

Die Fahrzeuge haben auf den Stirnseiten Nottüren, die den direkten Ausstieg auf den begehbaren Fahrweg erlauben.

Fahrweg

Drei aufgeständerte Bauweisen:

- Normträgerstahlbau mit Profilversteifung auf Stahlstützen bei variabler Stützweite.
- Spannbetonbauweise in polygonal angeordneten Sektoren mit Querversteifung.
- Halbhoher Leichtbaufahrweg, 2,50 m Höhe, 8-12 m Stützweite.

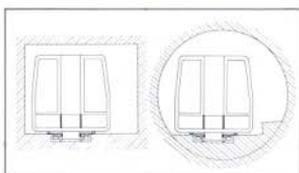
Die Fahrträger sind auf vertieft angebrachten Gitterrosten geschützt begebar.

Zwei ebenerdige Bauweisen:

- U-förmige Spante mit Schwellenauflage in offener Bauweise.
- Leichtträgerbauweise geschlossen mit 8-12 m Sockelauflage.

Unterirdische Bauweisen:

Diese können mit geringen Querschnitten erstellt werden.



Unterpflasterstrecke: Innenhöhe ca. 2,80 m.
Tunnel: Durchmesser ca. 3,60 m.
Unterführungen: Die M-Bahn-Technik ermöglicht günstige Querungsunterführungen mit steilen Kurzrampen, da die für Steigungsstrecken erforderliche erhöhte Leistungsinstallation keine Fahrzeugkomponenten betrifft, sondern sich nur örtlich an den Rampen in Form verstärkter Wandfeldausstattung auswirkt.



Weiche

Die Weichen werden mechanisch geschaltet, während das Fahrzeug konsequent passiv bleibt. In der Weiche wird dazu ein einzelnes Führungsstück um etwa 20 cm mit Drehpunkt am Weichenherz seitlich verstellt; Verstellung elektrohydraulisch mit Verriegelung.

Energieversorgung und Steuerung

Die das Fahrwegwanderfeld speisenden Umrichter werden über Halbleiter-schalter auf den jeweils befahrenen Fahrwegabschnitt geschaltet. Die Fahrwegabschnitte sind kürzer als der durch die Taktzeit bestimmte Fahrzeugabstand. Die Steuerung der Umrichter erfolgt nach Spannung und Frequenz über eine Phasenwinkelkontrolle, welche für die synchrone Übereinstimmung von Fahrwegwanderfeld und Fahrzeugmagnetfeld sorgt.

Die Automatisierung und Sicherung der M-Bahn

Für die Automatisierung der M-Bahn wurden von AEG-TELEFUNKEN entwickelte Komponenten und Systemteile an die M-Bahn adaptiert. Es sind verschiedene Automatisierungsgrade und Betriebsmodalitäten möglich. Die Steuerung der M-Bahn-Züge erfolgt nach einem rechnergespeicherten, vorgegebenen Fahrprofil. Zentrale Rechner steuern die betrieblichen Abläufe im M-Bahn-Netz. Durch ein autarkes Zug-sicherungs-system wird die Sicherheit des Fahrbetriebes gewährleistet.

Betriebsweise der M-Bahn

Automatisierter, fahrerloser, vornehmlich On-line-Betrieb mit Taktzeitsteuerung, Einzelfahrzeuge oder Züge. Minimalabstände von fahrenden Fahrzeugen sind durch Abfahrtszeit bzw. Bremsweglängen bestimmt. Sicherung durch eine dem Blocksystem ähnliche Schaltung der Umrichterabschnitte.

Erprobungsanlage M-Bahn

Ort: Braunschweig
Erste Inbetriebnahme: 1976

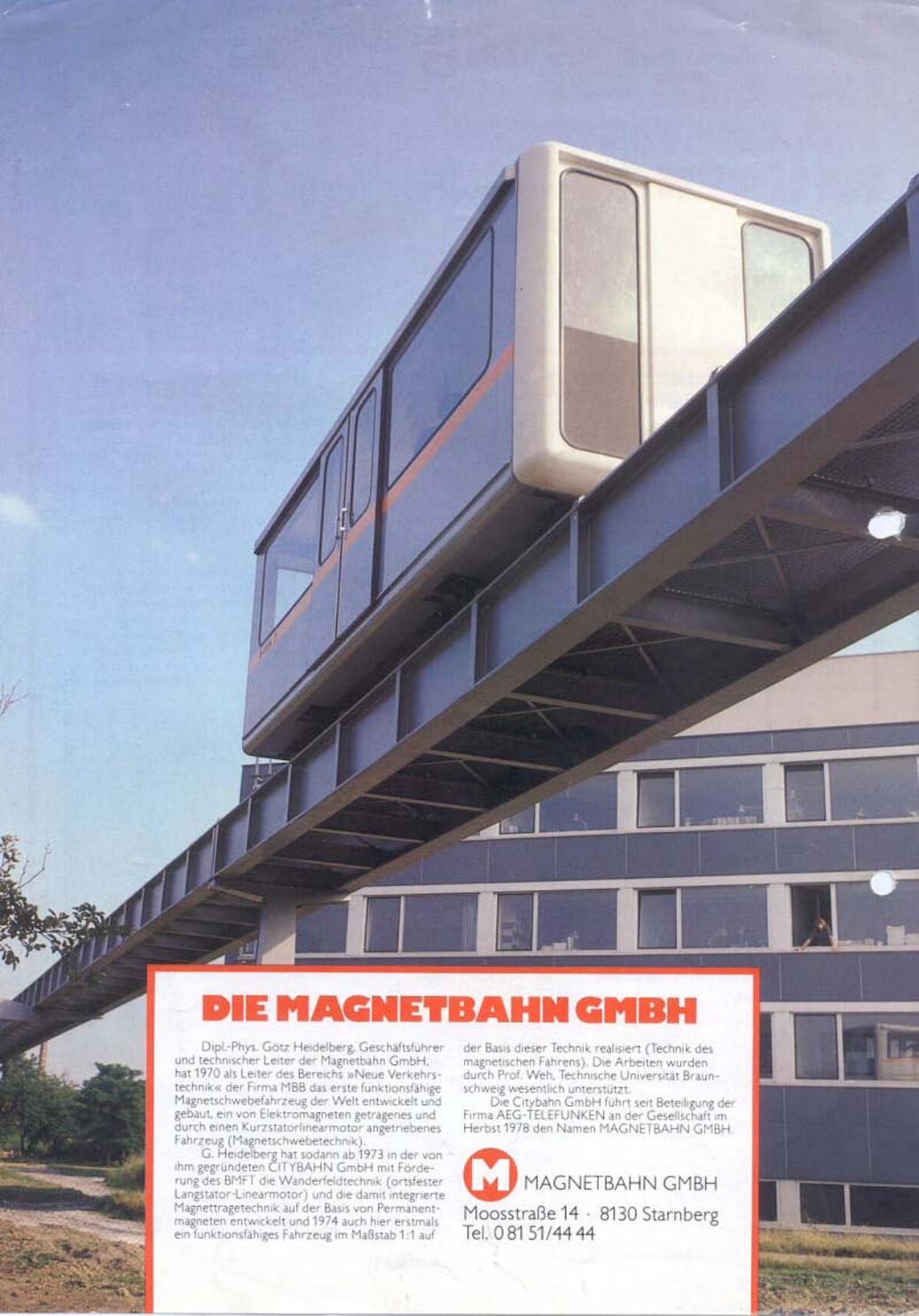
Strecke im derzeitigen Ausbaustadium 1400 m in zwei geschlossenen, über Weichen miteinander verbundenen Trassenschleifen mit Steigungs- und Gefällestrecken.

Erprobungsstrecken teils ebenerdig, teils aufgeständert.

Bauweise in Stahl; auf geständerten Teilstück in Spannbetonbauweise.

Zur Zeit Fahrzeuge für je 40 bzw. 60 Personen. Fahrzeuggeschwindigkeit 50 km/h, begrenzt durch Kurvenradien. Unterwerk mit mehreren Frequenzumrichtern und Streckenschalteinrichtungen sowie Steuerungszentrale. Zwei Stationen.

Es handelt sich bei der Erprobungsanlage und bei der 1974 durchgeführten Vorerprobung um die erste anwendungsgerechte Verwirklichung eines Antriebsprinzips, bei welchem Fahrzeuge über Magnetfelder vom Fahrweg aus angetrieben werden.



DIE MAGNETBAHN GMBH

Dipl.-Phys. Götz Heidelberg, Geschäftsführer und technischer Leiter der Magnetbahn GmbH, hat 1970 als Leiter des Bereichs »Neue Verkehrstechnik« der Firma MBB das erste funktionsfähige Magnetschwebefahrzeug der Welt entwickelt und gebaut, ein von Elektromagneten getragenes und durch einen Kurzstatorlinearmotor angetriebenes Fahrzeug (Magnetschwebetechnik).

G. Heidelberg hat sodann ab 1973 in der von ihm gegründeten CITYBAHN GmbH mit Förderung des BMFT die Wanderfeldtechnik (ortsfester Langstator-Linearmotor) und die damit integrierte Magnettragetechnik auf der Basis von Permanentmagneten entwickelt und 1974 auch hier erstmals ein funktionsfähiges Fahrzeug im Maßstab 1:1 auf

der Basis dieser Technik realisiert (Technik des magnetischen Fahrens). Die Arbeiten wurden durch Prof. Weh, Technische Universität Braunschweig wesentlich unterstützt.

Die Citybahn GmbH führt seit Beteiligung der Firma AEG-TELEFUNKEN an der Gesellschaft im Herbst 1978 den Namen MAGNETBAHN GMBH.



MAGNETBAHN GMBH

Moosstraße 14 · 8130 Starnberg
Tel. 081 51/44 44