

Magnetschwebesysteme (wie) zum Anfassen

Dittmer, Michael (GFM-eV)

Schlagwörter:

Magnetschwebebahn, 3D-Stereoskopie, Transrapid, SupraTrans, Urban Maglev, Open Source

Zusammenfassung

Diese Multimedia-Präsentation zeigt Magnetschwebesysteme (Transrapid TR09, SupraTrans) während ihres Betriebs auf Versuchsstrecken in 3D Stereo. Während der Präsentation werden geeignete 3D-Brillen ausgehändigt. Die Präsentation ist konzipiert als ein Gegenstück zu den zahlreichen wissenschaftlichen und technisch hochqualifizierten Fachvorträgen als Pause zwischen ihnen.

1. Einführung

Stereoskopisches Sehen (Stereopsis) beschreibt die Fähigkeit von Menschen und verschiedenen Tieren Eindrücke von Tiefe und 3-dimensionaler Struktur aus visueller Information von zwei Augen an geringfügig unterschiedlicher Position zu erhalten. Sie ermöglicht uns zu realisieren, daß Dinge in unserer Welt plastisch wie "zum Anfassen" und nicht flach sind, wie dies durch den Blick durch ein Auge den Eindruck erwecken würde.

Stereopsis ist bereits seit vielen Jahren angewendet worden in Forschungsinstituten sowie der Luft-/Raumfahrt- und Automobilindustrie zur Visualisierung und Erlangung von besserem Verständnis komplexer Strukturen wie organischen Molekülen und High-Tech-CAD-Modellen. Inzwischen sind 3D-stereofähige Ausgabegeräte wie 3D-Fernseher, Spielkonsolen und Beamer auf den Markt gebracht worden, so daß auch Schulen die Stereoskopie für eine verbesserte Lernerfahrung bei Schülern nutzen können.

Wissenschaftliche Forschungen haben gezeigt, daß das Betrachten von 3D-Bildern oder -Videos einen nachhaltigeren Eindruck hinterläßt, als wenn sie in 2D zur Verfügung gestellt werden. Der Neurowissenschaftler und Experte für digitale Bildgestaltung, Dr. Barry Sandrew, sieht 3D-Stereo-Videos als geeignetes Mittel, um ökologische Intelligenz (oder Wahrnehmung) zu bewerben und unterstreicht, daß diese die "Leinwand in ein exquisit geöffnetes Fenster, welches mit einem Innenbereich und einem Außenbereich die ganze Bühne umhüllt", transformiert und welches den Effekt hat, daß "der Raum vor und hinter der Leinwand ein integraler Teil der Geschichte und der Botschaft wird" [1].

In einem Ausblick wird darauf hingewiesen, daß dieser Effekt verstärkt werden kann durch das Hinzufügen einer interaktiven Komponente bei Präsentationen von 3D-Bildmaterial, so wie diese im Schulbereich in einem "Cyberclassroom" (CC) ihre Anwendung findet. Sie kann des Lernen in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik verbessern. Dies wird in [2] näher erläutert.

Die Präsentation von Magnetschwebesystemen fördert eine ökologische Wahrnehmung, weil diese Systeme einen nachhaltigen, berührungsfreien Verkehr durch Reduktion von Umweltbelastungen und der Verschwendung von Bodenschätzen aufgrund der Erneuerung von verschlissenen Materials. Die auf der Konferenz gezeigten Videos zeigen einige diese Systeme im Betrieb und werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

2. Eine Rundfahrt im Transrapid TR09

Der Transrapid TR09 ist das neuste und derzeit letzte Magnetbahnfahrzeug, welches erfolgreich auf der Transrapid-Versuchsanlage Emsland (TVE) in Lathen getestet worden ist. Er war für die Nutzung auf einer schnellen Anbindung des Münchner Flughafens mit der Innenstadt entwickelt worden – im Gegensatz zum Model-Vorgänger TR08, der für Fernreisen konzipiert war. Die Eigenschaften des Modells TR09 waren Thema verschiedener Vorträge auf früheren Maglev-Konferenzen (z.B. [3]).

Die erste Sektion des TR09 wurde am 19.04.2007 ausgeliefert und die anderen zwei Sektionen innerhalb der darauf folgenden Woche. Jedoch dauerte es anschließend länger als ein Jahr, bis die Betriebserlaubnis von dem niedersächsischen Landesamt für Verkehr für den Start des Testbetriebs am 3.07.2008 vorlag, weil ein neues Sicherheitskonzept erstellt werden mußte. Einen Monat später, am 4. August, begannen Testfahrten ohne Fahrgäste mit dem Ziel, die Zulassung für alle technischen Komponenten zu erhalten. Schließlich wurde im Mai des Folgejahres der Personentransport erlaubt, aber anders als bei den Modellen TR06, TR07, und TR08 nicht für alle Besucher der TVE. Dieses Privileg war ausschließlich für Mitglieder von Geschäfts-Delegationen für Vermarktungszwecke oder für Gruppen von Fachexperten reserviert.

Eine Geschäfts-Delegation aus der Schweiz, die die SwissRapid-Initiative basierend auf Transrapid-Technologie unterstützte, war am 29.05.2009 die erste Personengruppe, die an einer Fahrt im neuen Transrapid TR09 teilnahm. Sieben Tage später konnte sich eine Fachexpertengruppe, organisiert von Prof. Dr. Johannes Klühspies, einen Eindruck von den Vorteilen der Magnetschwebetechnologie während der Fahrt in dem Fahrzeug verschaffen. Als Angestellter eines Unternehmens, welches zur deutschen Bahnbranche gehört, hatte der Autor die Gelegenheit, sich dieser Gruppe anzuschließen. Einige Szenen dieses Videos wurden an diesem Tag mit einem Paar von Digitalkameras gedreht und sind somit Originalaufnahmen. Einige andere Szenen, wie die Geschwindigkeitsanzeige im Betrieb, wurden künstlich beim Post-Processing des Videos erzeugt, weil es keine Gelegenheit gab, später noch einmal mitzufahren. Die ersten Szenen, wurden mit einem Paar von Fotokameras gedreht (Panasonic Lumix LX3) in 2x720p Auflösung. Eine Kamerahalterung für zwei Canon Legria HF S21 mit einer gemeinsamen Fernsteuerung für spätere Szenen in 2x1080i wurde zusammengebaut (Abbildung 1).



Abb. 1: Transrapid TR09 vor der Stereo-Kamerahalterung (Foto: GFM-eV).

Am 28.11.2011 fand die letzte Fahrt des Transrapid TR09 mit einer Delegation von Beratern von Teneriffas Inselpräsidenten Ricardo Melchior Navarro statt. Danach wurde das Fahrzeug außer Betrieb genommen und verblieb bis heute in diesem Zustand. Inzwischen wurde der Linearmotor entlang des Fahrwegs der Versuchsstrecke entfernt.

Das Video verfolgt den Zweck, den Betrachter daran zu erinnern, daß Deutschland den ersten Personentransport mit einem sehr umweltfreundlichen Verkehrsmittel realisiert hat. Er wurde zuerst angewendet im Juni 1979 auf der Internationalen Verkehrsausstellung in Hamburg und später auf der TVE. Der Betrieb des Transrapid in Deutschland wurde beendet aus Gründen, die jeglicher vernünftigen technischen und ökologischen Argumentation entbehren.

Das Video ist das erste und einzige 3D-Stereo-Video in High Definition über die Transrapid-Technologie in Deutschland. Es ist Detlev Schubsky (1953-2006) gewidmet. Er wurde eines der Opfer des Transrapid-TR08-Unglücks, dessen Ursache nicht in der Magnetbahntechnologie lag. Dieses ereignete sich genau 10 Jahre vor dieser Maglev-Konferenz und eine Woche, nachdem er sich auf der Maglev 2006 in Dresden an einer Poster-Session beteiligt hatte. Er hatte den Spitznamen "Mr. Transrapid" und die Fähigkeit, vielen Tausenden von Fahrgästen im Transrapid TR07 und TR08 sowohl die Magnetschwebetechnologie zu erklären als auch gute politische Argumente für deren Einsatz zu liefern. Dies ließ die Besucher der TVE noch etwas mehr Faszination über den Transrapid empfinden. Aufgrund dieser Widmung sind Originalsätze während der TR09-Fahrt von ihm zu hören, selbst wenn es ihm nicht mehr vergönnt war, den Fahrbetrieb in der nächsten Generation der Magnetbahntechnologie zu demonstrieren.

Nachdem die TVE für den Transrapid-Testbetrieb geschlossen wurde, gründete die Betreibergesellschaft IABG (Industrieanlagen Betriebsgesellschaft mbH) eine Tochtergesellschaft namens INTIS (Integrated Infrastructure Solutions), welche ungefähr ein Drittel der hochqualifizierten Belegschaft und damit die technologische Kompetenz in der Region erhalten konnte. Die Transrapid-Technologie hatte zwei Spin-Off-Effekte auf dem Gebiet der Elektromobilität erzeugt.

Der erste ist die berührungsfreie Stromeinspeisung (Inductive Power Supply, siehe [4]), welche eine drahtlose Energieübertragung vom Fahrweg in das Fahrzeug ermöglicht. Der zweite Spin-Off-Effekt ist eine Anpassung der Einschaltung der Fahrwegmotorabschnitte (Stator Section Switching, siehe [5]), welche nur die Bereiche des Fahrwegs mit Strom versorgt, in welchen sich ein Fahrzeug befindet. Beide zusammen bilden die Grundlage eines Forschungsprojekts auf dem Gebiet der dynamischen drahtlosen Stromübertragung (Dynamic Wireless Power Transfer, DWPT) mit dem Namen „Wireless Power Road“, welches mit Hilfe des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ins Leben gerufen wurde [6].



*Abb. 2: Transrapid TR09 hinter seinen Spin-offs:
Die Teststrecke zum Projekt „Wireless Power Road“ (Foto: GFM-eV).*

Dabei kann ein Testfahrzeug entlang einer 25m langen Teststrecke geschoben werden und an jeder aktuellen Position 30 kW elektrische Leistung empfangen, die an 15 Halogen-Strahlern und einem Heiz-Element verbraucht werden (Abbildung 2). Diese Leistung reicht aus, um einen PKW entlang einer Autobahn fahren zu lassen. Um das Aufladen von LKWs zu demonstrieren, könnten die Tests bis zu einer Übertragungsleitung von 200 kW bei Frequenzen bis zu 35 kHz erweitert werden. INTIS plant, das erste Produkt für zumindest stationäres berührungsfreies Laden im kommenden Jahr auf den Markt zu bringen [7] und ist aufgelistet als

ein möglicher Versorger von Ladetechnologien in der Machbarkeitsstudie für die Stromversorgung von Elektrofahrzeugen auf Englands Hauptfernverkehrsstraßen [8].

Während die Weiterentwicklung der Transrapid-Technologie derzeit ausgesetzt ist, entwickelt sich die Spin-Off-Technologie sehr agil.

3. SupraTrans-Fahrversuchsanlage in Dresden

Seit 2004 laufen Versuche zum Transport von Personen mit Hilfe einer neuen Form der Magnetschwebetechnologie.

Als im Jahre 1911 der Niederländer Heike Kamerlingh Onnes an der Universität von Leiden das Phänomen der Supraleitfähigkeit durch Abkühlung von Quecksilber mit flüssigem Helium auf -269 Grad entdeckte, ahnte man noch nichts von den Anwendungsmöglichkeiten, die 100 Jahre später an dem Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) in Dresden untersucht werden

- Windgeneratoren,
- Aufzüge und
- Magnetbahnen

Diese sind möglich durch die Entdeckung von Hochtemperatur-Supraleiter, die aus keramischen Material sind und in den vergangenen 30 Jahren entdeckt wurden.

Das Video zeigt sowohl das Magnetschwebe-Anwendungsfahrzeug SupraTrans I – vorgeführt während der Maglev-2006-Konferenz – als auch dessen Nachfolger SupraTrans II. Es zeigt ebenfalls die Abkühlungs-Prozedur der Kryostaten mit flüssigem Stickstoff und eine Fahrt entlang der 80m langen runden Teststrecke in Dresden-Niedersedlitz [9], die seit dem 8.02.2011 in Betrieb ist. Fast drei Jahre später, am 27.01.2014 wurde eine Weiche in die Teststrecke eingefügt. Mit dieser Weiche ist der Nachweis erbracht worden, daß der magnetische Fahrweg verzweigt werden kann und nicht nur aus einem einzelnen Rundkurs oder einer abzweigungsfreien Verbindung zwischen zwei Endpunkten besteht.



Abb. 3: Nahaufnahme der magnetischen Kufen mit kleiner Stereobasis (Foto: GFM-eV).

Die Mehrzahl der Videoszenen wurden aufgenommen mit Hilfe eines Sony HDR-TD10 Camcorders mit zwei Objektiven. Für Nahaufnahmen wurde ein Sony HDR-TD20 Camcorder mit einer geringeren Stereobasis (2 cm) verwendet (Abbildung 3). Diese entspricht einem Drittel der Distanz zwischen einem linken und ei-

nem rechten menschlichen Auge und erlaubt die Aufnahme von Objekten innerhalb eines Abstandsbereichs von 30 cm bis 5 Meter mit einem guten 3D-Effekt.

Im Jahr 2015 wurde die SupraTrans-Versuchsanlage mit einer 4,4%-Steigungsstrecke, genannt „Bowl“ und einem Sprungelement mit Steigungen von bis zu 25% versehen. Ihr Zweck waren Vorversuche zu einem Werbevideo mit Fahrten auf einem Hoverboard. In Zusammenarbeit mit dem japanischen Fahrzeugbauer Lexus wurde ein Einzelstück eines Skateboards mit einem Tank für flüssigem Stickstoff (Low-Profile-Kryostat) zur Abkühlung des Supraleiters hergestellt. Nach erfolgreichen Tests auf der modifizierten Versuchsstrecke mit einem qualifiziertem Hoverboard-Fahrer wurde die Versuchsanlage im Mai 2015 für drei Monate nach Cubelles bei Barcelona transportiert. Die finalen Test fanden dort statt, bevor die Permanentmagnete in dem Skatepark mit der Skatepark-Oberfläche überdeckelt wurden. Anschließend konnte das Video gedreht werden. Nach dessen Vollendung wurde die Anlage wieder nach Dresden zurückgebracht. Die „Bowl“-Steigungsstrecke blieb erhalten, um dort Besuchern die Steigfähigkeit des Fahrzeugs zu demonstrieren.

4. Go Green, Go Maglev!

“Go Green, Go Maglev!” war der Slogan der Maglev-2011-Konferenz in Daejeon, Süd-Korea.

Das Video zeigt einige Impressionen dieser Konferenz und der folgenden technischen Tour zum Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM), wo die Konferenz-Besucher die Gelegenheit hatten, an einer Fahrt in Südkoreas Urban Maglev auf einer 1.3 km langen Teststrecke teilzunehmen.



*Abb. 4: Auf technischer Tour zur 1.3 km langen Teststrecke im KIMM
(Foto: Prof. Wang, Chengdu, China).*

Abbildung 4 zeigt Dreharbeiten am Fahrweg der Teststrecke mit der Kamerahalterung. Anders als beim Transrapid-Fahrweg sind keine Linearmotor-Wicklungen, jedoch eine elektrische Stromschiene zu erkennen, da das Fahrzeug durch einen Kurzstator angetrieben wird (der Linearmotor befindet sich im Fahrzeug).

Der neue den Besuchern vorzuführen Maglev-Zugverband besteht aus Doppeltriebwagen-Fahrzeugen. Seine “frontale Gestalt wurde entworfen, die Form von Koreas traditionelle Seladon-Keramik zu imitieren” [11]. Dieser Prototyp wurde im KIMM getestet bis 2013 [12]. Der Bau der 6.1 km langen Demonstrationsstrecke von Seoul zum Incheon International Airport wurde Ende 2012 beendet. Testbetrieb und Zulassungsverfahren wurden 2014 abgeschlossen. Für den Fahrbetrieb 2015 wurden 34.000 Fahrgäste pro Tag erwartet. Die Demonstrationsstrecke wird zu einer Anwendungsstrecke mit einer Länge von 57 km erweitert. Die Inbetriebnahme einer weiteren Magnetbahnstrecke in Daejeon ist Anfang 2019 geplant.

5. Unsere Ziele

Wie im ersten Kapitel ausgeführt, kann das Präsentieren von Magnetschwebesystemen im Betrieb uns dabei helfen, eine ökologische Wahrnehmung zu fördern. Die "Gesellschaft zur Förderung der Magnetschwebetechnologie (Transrapid) e.V." (GFM-eV) wurde am 9.06.2000 als eine gemeinnützige Organisation gegründet. Ihr Ziel ist es, Vorbehalte gegenüber verschiedenen Magnetschwebetechnologien abzubauen und wurde inspiriert durch die Arbeit der früheren Bürgerinitiative "Pro Transrapid" in Perleberg (Brandenburg), die uns gestattete, diesen Namen unter weiteren in unser Internet-Präsenz (u.a. www.pro-transrapid.org) zu verwenden. Dank der Aufklärungsarbeit der Bürgerinitiative fand die geplante Transrapidstrecke Hamburg-Berlin hohe Akzeptanz: Eine Petition für ein Referendum gegen die Magnetschnellbahn, initiiert von den Grünen, den Linken (PDS) und verschiedene Umweltverbänden konnte für Brandenburg am 3.03.1998 mangels Mehrheit offiziell für gescheitert erklärt werden. Unter unseren Mitglieder sind aktuell bzw. waren früher Ingenieure und Politiker (selbst von den Grünen).

Mit Hilfe von Diskussionen mit Mitgliedern der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg initiierten wir eine Senats-Debatte am 18.01.2006 um 21:33h über einen gemeinsamen Antrag der CDU- und SPD-Fraktion ("Drucksache 3472"). Der parteiübergreifend mehrheitlich beschlossene Antrag an den Senat forderte, darauf hinzuwirken, daß die im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung beschriebene Transrapid-Referenzstrecke unter Einbeziehung Hamburgs realisiert und erbaut wird. Daraufhin startete Hamburg eine Initiative zur Vollendung einer solchen Strecke nach Amsterdam mit Unterstützung des Bundes, der sich die anderen norddeutschen Bundesländer anschlossen. Jedoch lehnten Vertreter der Bundesregierung dies ab.

Am 14.06.2007 wurden wir eingeladen, unsere Vision eines Europäischen Transrapid-Netzes in der Generaldirektion für Verkehr und Energie (DG TREN) zu präsentieren. Für unsere Argumentation waren Videos stets sehr hilfreich. Für internationale Anwendungen produzierten wir ein "unabhängiges" (d.h. nicht von der Systemindustrie gesponsertes) Werbevideo für Magnetschnellbahnen in vier Sprachen.



Abb. 5: Ein Werbevideo in Deutsch, Spanisch, Türkisch und Englisch (Screenshots: GFM-eV).

Abbildung 5 zeigt die unterschiedlichen Titelbeschriftungen der Sprachfassungen des Videos. Die Fremdsprachen wurden gewählt aufgrund vorhandenen Interesses an Magnetschnellbahnverbindungen auf der spanischen Insel Teneriffa, zwischen Antalya und Alanya (Türkei) und schließlich in England und den USA. Teile der türkischen Version wurden in der türkischen Wikipedia [13] veröffentlicht, wo ein geringes Risiko bestand, daß das Video von Mitgliedern gegensätzlicher Interessengruppen aus dem Artikel gelöscht wird.



Fig. 6: Werbung für den Transrapid im TCDD Hauptquartier in Ankara (Foto: GFM-eV).

Abbildung 6 zeigt die Präsentation des türkischen Videos im Hauptquartier der Türkischen Staatsbahn (TCDD) am 14.05.2010, um für eine Transrapid-Verbindung in der Tourismusregion zwischen Antalya und Alanya zu werben. Wir wurden Lothar Albrecht begleitet, der Geschäftsführer der Fag-Ema Verkehrs- und Systemtechnik GmbH & Co.KG war, Er stand an der Spitze eines Verbandes von 30 Betrieben des Elektromaschinenbauer-Handwerks aus Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg und Schleswig-Holstein entlang der geplanten Transrapidstrecke Hamburg-Berlin mit dem damaligen Ziel, als Generalunternehmer für die Installation der Langstatoren und der Energieversorgung entlang der Strecke aufzutreten. Er hatte ein Konzept entwickelt für die Ausbildung einheimischer Fachkräfte seitens der Gesellschaft im Falle einer Realisierung dieser Strecke, um Linearmotor-Wicklungen zu installieren, sowie ein weiteres über die Stromversorgung aus erneuerbaren Energien.

Als wir mit der Produktion von Transrapid-Videos im Jahr 2004 begannen, wurden TV-Sendungen noch in Standard-Auflösung übertragen, während in den USA und Japan HDTV bereits eingeführt war. Mit Hilfe eines importierten Camcorders aus Japan konnten wir von Anfang an unsere Szenen in High-Definition-Video drehen. Jedermann, der dieses erste High-Definition-Video über den Transrapid in Lathen auf einem Notebook mit einem geeigneten Display betrachtete, war beeindruckt von den Details in den Bildern. Die Strategie war, die Faszination über die Magnetschwebetechnologie mit der Faszination über das hochauflösende Fernsehen zu koppeln durch Bereitstellen von Inhalt über ein umweltfreundliches Verkehrsmittel an jeden der den Start von HDTV in Europa sehnsüchtig erwartete.

Die Produktion von Videos in 3D-Stereo über Magnetschwebetechnologie war die logische Konsequenz dessen. Alle Videos sind lizenziert unter einer Creative-Commons-Lizenz und auf offene Weise verfügbar im Internet. Das heißt, sie verwenden patent-freie Audio- und Video-Codecs (Vorbis/VP8) und sind eingebettet in einen WEBM-Container. Daher sind die herunterladbar im Internet ohne das Risiko, Lizenzgebühren für Software-Patente bezahlen zu müssen, was nicht der Fall wäre, wenn sie MPEG-4-Codecs verwenden würden. Ferner wird das WEBM-Container-Format von freier, quelloffener Software unterstützt, wie dem VLC Media Player oder dem Bino 3D Player und auch dem Firefox-Browser und ermöglicht eine plattformunabhängige Nutzung (d.h. die Videos können unter Linux, OS X, Android, iOS und Microsoft Windows abgespielt werden). Der WEBM container wurde mit speziellen Metadaten, wie dem Titel, dem Autor, Beschreibung und Lizenz-Information. Ein kleines Datei-Patch-Programm wurde entwickelt, um dies zu ermöglichen (die Gründe sind unter [14] beschrieben).

Trotz allem konnten wir unsere Ziele in Deutschland nicht erreichen, weil die politischen Hürden höher gelegt worden waren. Nichtsdestotrotz, arbeitet die Zeit für diese Technologie. Sie sollte mit Hilfe des Transrapid-3D-Videos gegen das Vergessen bis zu besseren Tagen in Erinnerung gehalten werden.

6. Danksagungen

The Produktion der genannten 2D- und später 3D-Videos war nur mit der Hilfe zahlreicher Personen möglich.

Der Autor möchte seinen Dank an Gerhard Hugenberg, Jörg Metzner, Detlef Schubsky und Roman Hebbelmann zum Ausdruck bringen für das Geben tiefer Einblicke in Test-Prozeduren und den Fahrbetrieb während verschiedener Besuche der Transrapid-Versuchsanlage Emsland (TVE). Er bedankt sich für die Zuarbeit verschiedener Mitglieder des International Maglev Board unter der Leitung von Prof. Johannes Klühspies, der ein Review der "Beta-Version" des Transrapid 3D Video durchführte, und ist dankbar für die Organisation der Exkursion nach Lathen am Tag der Fahrt mit dem Transrapid TR 09.

Er ist auch Dank schuldig an Beatriz Albornoz, Hans Jürgen Böhm, Eileen und Cebel Kücükkaraca für das Schreiben und/oder Sprechen des spanischen, englischen bzw. türkischen Textes in den internationalen Versionen der Videos sowie Wulf Rumpel für das Sprechen des deutschen Textes.

Seine Dankbarkeit gebührt auch Prof. Ludwig Schultz und Dietmar Berger für die gebotenen Einblicke in die SupraTrans II Fahrversuchsanlage in Dresden sowie viele weiteren Helferinnen und Helfer.

Zusammenfassung

Die Präsentationen der Maglev-Videos in 3D-Stereo bieten ein Beispiel dafür, wie eine ökologische Wahrnehmung gefördert werden kann mit Hilfe von Verkehrssystemen, welche einen nachhaltigen, berührungsfreien Verkehr ermöglichen durch Reduktion von Umweltbelastungen und der Verschwendung von Bodenschätzen aufgrund der Erneuerung von verschlissenen Materials. Von Anfang an der Aktivitäten wurden Maglev-Videos mit neuen Produktionstechniken erstellt. Zukünftige Demonstrationen sollten realisiert werden als 360-Grad-Produktionen und für beste Effekte, in 3D-Stereo als interaktives Lernspiel.

Referenzen

- [1] Sandrew, Barry (2013): The Power of Social Networks, 3D Documentaries and 3D Feature Films to Promote Environmental Intelligence Retrieved 07 16, 2016, from bsandrew.blogspot.de: <http://bsandrew.blogspot.de/2013/06/invited-presentation-to-world-cultural.html>, June 1, 2013
- [2] Gunst, Christian (2013): 3D zum Anfassen [*means: 3D as you can touch*], p. 61 – 104. Master Thesis, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Germany (*in German*).
- [3] Tum, Michael / Huhn, Gregor / Harbeke, Christian (2006): Design and Development of the Transrapid TR09. International Maglev Conference 2006, Dresden, Germany
- [4] Metzner, Jörg (2006): The Transrapid Testfacility (TVE) – Practical testing for success in commercial operation. International Maglev Conference 2006, Dresden, Germany
- [5] Henning, Uwe / Hooke, Dirk / Nothhaft, Jürgen (2004): Development and Operation Results of Transrapid Propulsion System. International Maglev Conference 2004, Shanghai, China
- [6] Intis (2014): Presenting a test centre for electric vehicle inductive energy transfer systems. EcarTec 2014 Fair, Munich, Germany Retrieved 07 23, 2016, from intis.de: http://www.intis.de/assets/ecartec2014_e.pdf
- [7] IHS Hybrid-EV (2015): EVs Unplugged [Interview of Richard Gould]. IHS Automotive Hybrid-EV Analysis Vol 6 Issue 5, p. 8 – 11 Retrieved 07 23, 2016, from intis.de: <http://www.intis.de/assets/intis---hybrid-ev-analysis---volume-6-issue-5.pdf>

- [8] Transport Research Laboratory (2015): Feasibility study: Powering electric vehicles on England's major roads. Retrieved 07 23, 2016, from highways.gov.uk: <http://assets.highways.gov.uk/specialist-information/knowledge-compendium/2014-2015/Feasibility+study+Powering+electric+vehicles+on+Englands+major+roads.pdf>
- [9] Kühn, Lars / de Haas, Oliver / Berger, Dietmar / Schultz, Ludwig / Olsen, Henning / Röhlig, Steffen (2012): SupraTrans II – Fahrversuchsanlage für eine Magnetbahn mit Supraleitern [*means: SupraTrans II – test facility for a magnetic train with supraconductors*]. Elektrische Bahnen, 110, 461-469, 8-9 2012 (*in German*).
- [10] Kühn, Lars / de Haas, Oliver (2014): LN2-free Superconducting Magnetic Bearings continuous cooled by cryocoolers for industrial applications and urban transportation systems. International Maglev Conference 2014, Rio de Janeiro, Brazil
- [11] Shin, B. C. / Kim, W. J. / Park, D. Y. / Baik, S. H. / Beak, J. G. / Kang, H. S. (2014): Recent Progress of Urban Maglev Program in Korea. International Maglev Conference 2011, Daejeon, South Korea
- [12] Shin, B. C. / Park, D. Y. / Han, H. S. / Lee, J. M. / Baik, S. H. / Beak, J. G. / Kang, H. S. (2014): Korea's First Urban Maglev System. International Maglev Conference 2014, Rio de Janeiro, Brazil
- [13] GFM-eV (2010): Manyetik Hızlı Tren - Geleceğin Seyahatini bu günden başlatıyoruz Retrieved 07 23, 2016, from tr.wikipedia.org: https://tr.wikipedia.org/wiki/Manyetik_ray%C4%B1_tren
- [14] Project WEBM issues (2015): issue 1077 vpxenc encoding parameter should support writing some global metadata into webm file Retrieved 08 04, 2016, from bugs.chromium.org: <https://bugs.chromium.org/p/webm/issues/detail?id=1077#c1>

Über den Autor

Dittmer, Michael, Dipl.-Math. Stellvertretender Vorsitzender der GFM-eV, Kiel, Deutschland.
E-Mail: mdittmer@gfm-magnetbahn.org

Dieser Artikel erschien in englischer Sprache unter dem Titel "Maglev Systems as you can touch" in dem zweiten Teil des Konferenz-Bandes zur Maglev 2016 (ISBN 9 783940 685285).