

ENTWICKLUNG NEUER TRANSPORTKONZEPTE IN DER INDUSTRIE MIT HILFE VON LINEARMOTOREN

J. Hoffmann, Q. Maurus

1 EINLEITUNG

Die Anforderungen der Industrie an flexible, leistungsfähige und wartungsarme Transport- und Handhabungssysteme steigen. Zudem gibt es eine Vielzahl von speziellen Anforderungen einzelner Produktionsarten. Um eine hohe Dynamik und Präzision im Produktionsprozess bereitstellen zu können, sind leistungsfähige lineare Bewegungssysteme gefordert. Hier werden Alternativen zu herkömmlichen Bandsystemen, Kettentrieben, Spindeln, usw. benötigt.

Das IMAB entwickelt ein Langstator-Antriebssystem, welches ein oder mehrere passive Fahrzeuge bewegen kann. Die Bewegung des Fahrzeugs soll nicht nur in einer Ebene, sondern auch im 3-D-Raum möglich sein. Von Grund auf wird hier das Fahrbahnsystem, die Abstützung, das Fahrzeug sowie der Linearmotor entwickelt und gebaut. Das System soll eine hohe Fahrgeschwindigkeit und Beschleunigung, sowie eine präzise Positionierung der Fahrzeuge ermöglichen.

2 STAND DER TECHNIK

Parallel zu dem vom IMAB verfolgten Konzept werden außerhalb dieses Projekts Entwicklungen vorangetrieben, die zwar nicht so sehr den 3-D-Ansatz im Fokus haben, jedoch in ähnliche Richtungen weisen. Im Folgenden soll ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Wertung ein kleiner Überblick über den Stand der Technik anderer existierender Projekte gegeben werden.

2.1 MagneTrak

Das System MagneTrak der Firma Translift Schweiz AG [1] ist ein Langstatorsystem, bei dem das Fahrzeug auf einer gekapselten modularen flachen Fahrbahnstruktur fährt (**Bild 1**). Die Anwendungsgebiete liegen im Bereich der Materialflusssysteme. Der Langstator ist in die Fahrbahn integriert, die Führung des Fahrzeugs entlang der Strecke erfolgt über Permanentmagnete. Die Strecke ist modular aus Geraden, Kurven und Weichen aufgebaut und soll einfach zu montieren und zu verändern sein. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt maximal 10 m/s, die Beschleunigung max. 5 m/s², die Standardnutzlast 50 kg.

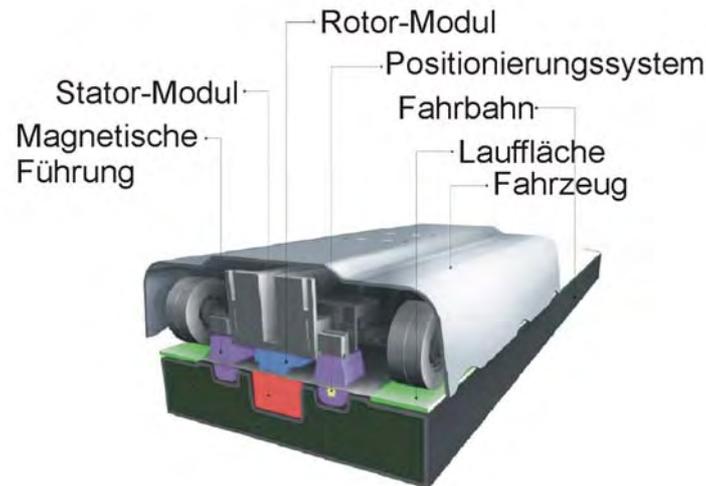


Bild 1: Das System MagneTrak der Firma Translift [1]

2.2 MagneMover

Das System MagneMover der Firma MagneMotion Inc. [2] ist wie der MagneTrak ein Langstatorsystem, hat jedoch keine magnetische, sondern eine mechanische Führung (**Bild 2**). Die einzelnen Fahrzeuge lassen sich zu größeren Transportplattformen verbinden. Ähnlich wie beim System MagneTrak ist ein einfacher modularer Aufbau der Strecke möglich, wobei es sich auch hier um eine 2-D-Transport-Anwendung handelt. Die Geschwindigkeit beträgt maximal 5 m/s, die Beschleunigung max. 2 g. Die Wiederholgenauigkeit der Position liegt bei +/- 1 mm.



Bild 2: Das System MagneMover der Firma MagneMotion. Links das Fahrzeug über dem modularen Langstator, rechts ein Weichenmodul [2]

2.3 CargoCap

Das System CargoCap der gleichnamigen GmbH in Bochum [3] ist ein reines Transportsystem in großem Maßstab (**Bild 3**). Hier sollen unterirdisch in Röhren größere Gütermengen in Ballungszentren transportiert werden. Die Einzelnen Caps sollen jeweils 2 Europaletten

transportieren. Das System unterscheidet sich deutlich im Antriebskonzept von den bereits dargestellten. Hier wird konventionell auf ein Antriebssystem an Bord des Fahrzeugs gesetzt, d. h. das Fahrzeug ist im Gegensatz zu einem Langstatorfahrzeug nicht passiv, sondern aktiv. Dies gilt auch für die Weichenbefahrung. Die maximale Geschwindigkeit liegt bei ca. 11 m/s, die Beschleunigung bei 1 m/s², die Zuladung bei 2 t.



Bild 3: Das System CargoCap der gleichnamigen Firma. Links der Prototypaufbau, rechts eine Darstellung einer Weichenhalle [3]

3 ENTWICKLUNG EINES 3-D-FÄHIGEN LINEARANTRIEBS

Auf der einen Seite steigt in der Industrie die Anzahl an maschinell bearbeiteten Funktionen, wodurch die Produktionslinien immer komplexer werden. Dem stehen auf der anderen Seite der Wunsch nach kurzen Rüst- bzw. Umrüstzeiten gegenüber, die einen schnellen Produktwechsel ermöglichen. Dem entsprechend müssen die eingesetzten Transportsysteme, die den Material- bzw. Produktionsfluss gewährleisten, eine hohe Flexibilität, Dynamik und Positioniergenauigkeit aufweisen. Da Linearmotoren die letzten beiden Anforderungen besonders gut erfüllen, wird am Institut für Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen untersucht, in wie weit sich eine 3-D-gekrümmte, modular aufgebaute Fahrstrecke mit einem Linearmotor befahren lässt. Hierfür wird ein neues Antriebssystem entwickelt, das aus einem Langstator und einem mit Permanentmagneten ausgestatteten Fahrzeug besteht.

3.1 Modulbauweise

Ein Transportsystem ist dann flexibel, wenn es sich schnell an neue Gegebenheiten anpassen kann. Dies wird im Wesentlichen durch einen modularen Aufbau der Fahrstrecke und des Antriebssystems ermöglicht.

3.1.1 Linearantrieb

Die Unterteilung des Langstators in mehrere Abschnitte bietet die Möglichkeit, sowohl konstruktiv als auch regelungstechnisch das Verhalten der Maschine an die Bedürfnisse anzupassen. So kann durch die Doppelkammanordnung des Stators der Schub erhöht und durch die Variation des Sensors eine höhere Positioniergenauigkeit erzielt werden. Weitere Möglichkeiten, die Charakteristika des Antriebs zu verändern, bestehen darin, den Statoreisenkreis aus verschiedenen Materialien aufzubauen und/oder unterschiedliche

Statorspulen einzusetzen, sowie die Komponenten des magnetischen Kreises am Fahrzeug austauschbar zu gestalten.

Am IMAB wurde ein Stator entwickelt, der aus vielen zueinander drehbaren Elementen besteht, wodurch er einem 3-D-gekrümmten Fahrbahnverlauf folgen kann. Der Einsatz eines Langstators führt dadurch zu einer hohen Stückzahl, weshalb die Pulverpress- und Sintertechnologie wirtschaftlich sind. Neben den Vorteilen bei der Formgebung können hier die neuen Pulvermaterialien der Firma Höganäs verwendet werden. Diese so genannten Soft Magnetic Composite (SMC) Pulver bestehen aus einem mit einer Kunststoffschicht ummantelten Eisenpulver, das in Form gepresst und anschließend bei einer Temperatur von etwa 500 °C wärmebehandelt wird. Weiterführende Informationen sind unter [4] erhältlich.

Bild 4 zeigt ein gekrümmtes Statorpaket mit teilweise eingelegten Zahnspulen.

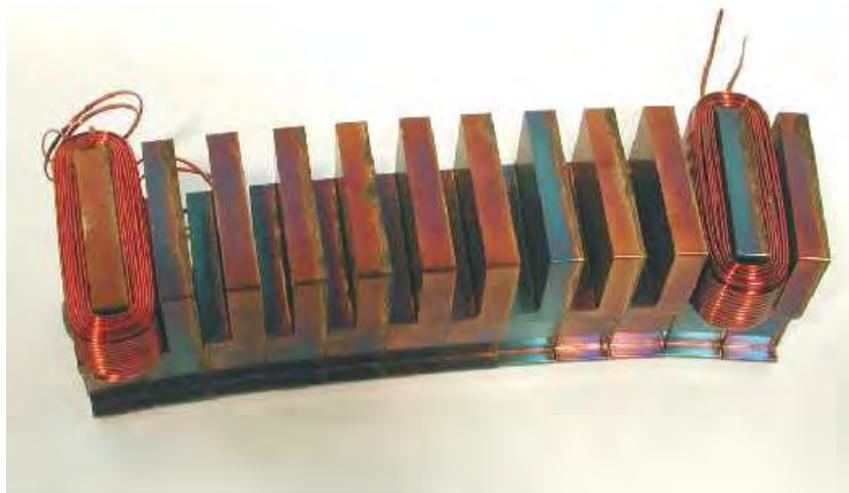


Bild 4: Gekrümmtes Statorpaket

3.1.2 Fahrbahn

Die Unterteilung der Fahrbahn in mehrere Abschnitte ermöglicht es, die Fahrstrecke bereichsweise an die benötigten Anforderungen anzupassen. So lassen sich unter anderem Abschnitte zum Beschleunigen, zum präzisen Positionieren oder für Höchstgeschwindigkeiten realisieren.

Am IMAB wird ein geschlossener ovaler Fahrweg aufgebaut, der in vier Bereiche unterteilt ist. Auf den Geraden werden die Funktionen Beschleunigung und Präzisionsfahrt umgesetzt. In den Kurven neigt sich die Fahrbahn mit einem Winkel von bis zu 50°. Diese Kurvenüberhöhung dient als Nachweis dafür, dass das Lineartriebssystem 3-D-gekrümmte Fahrwege bewältigen kann. Diese Abschnitte sind wiederum modular aufgebaut. Sie setzen sich aus Schienen, Statorpaketen, Gusshaltern und Fußstützen zusammen. Die Halter sind in regelmäßigen Abständen mit den Schienen verbunden, so dass zum einen die Spurbreite festgelegt und zum anderen die Fahrbahn versteift wird. Weiterhin nehmen sie den Stator auf und sind über die Fußstützen mit dem Untergrund verbunden. Die Gestaltung des Gussteils ermöglicht zusätzlich das Einstellen des Neigungswinkels in den Kurven. Das hier

vorgestellte Baukastensystem ermöglicht eine flexible Streckenführung. In **Bild 5** ist ein Modell einer Kurvenüberhöhung dargestellt.

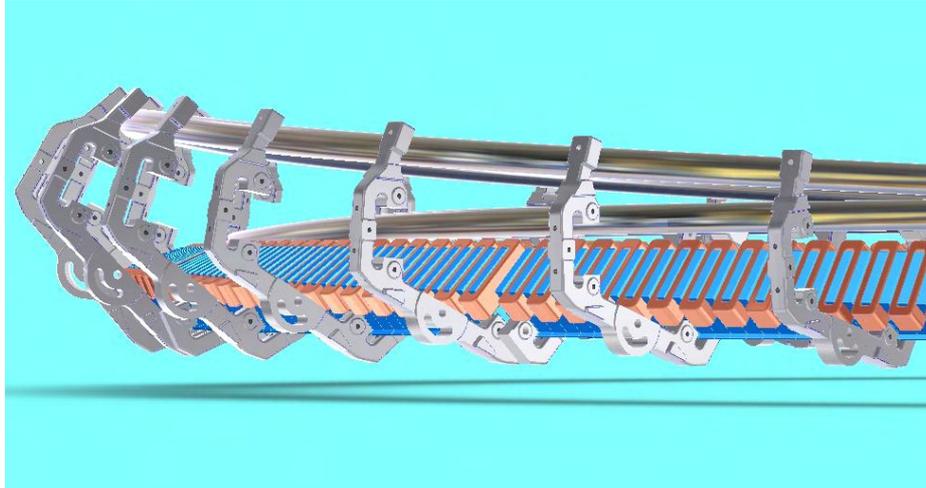


Bild 5: Modell einer Kurvenüberhöhung ohne Anbindung an den Untergrund

3.2 Fahrzeug

Eine 3-D-gekrümmte Fahrbahn stellt hohe Anforderungen an das Fahrwerk des Fahrzeugs. Es muss tolerant gegenüber Spurbreitenänderungen, Steigungen bzw. Gefälle und Verschränkungen sein. Des Weiteren muss der Luftspalt in bestimmten Toleranzen liegen, damit das Fahrzeug nicht mit dem Stator kollidiert bzw. nicht zu viel Schub verliert.

Die einzige Möglichkeit, den Antrieb des Fahrzeugs an unterschiedliche Gegebenheiten der Strecke anzupassen, beruht auf Änderungen der Komponenten des magnetischen Kreises. Weiterhin können Fahrzeuge mit und ohne Sensorelemente versehen sein. Diese unterschiedlichen Konfigurationen ziehen Änderungen in der Steuerung nach sich, so dass dies nur für lokal begrenzt eingesetzte Spezialfahrzeuge sinnvoll ist. Durch getrennte Speisung der Streckenabschnitte ist auch ein Mehrfahrzeugbetrieb realisierbar.

Die Konstruktion des Fahrzeugs ist am IMAB noch nicht abgeschlossen, so dass Änderungen des Konzeptes möglich sind. Geplant ist jedoch der Bau eines zweigeteilten Fahrzeugs, das die Fahrzeughälften über ein Kugelgelenk koppelt. Der Eisenrückschluss und die Permanentmagnete bilden eine austauschbare Einheit, von denen sich je zwei in einem Fahrzeugteil befinden. Dadurch kann das Fahrzeug mit Doppelkammanordnung betrieben werden.

4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Anforderungen an die Transportsysteme in der Industrie steigen aufgrund der heute geforderten hohen Flexibilität in der Produktion. Eine hohe Produktivität kann nur erreicht werden, wenn der Transport und die Umrüstung wenig Zeit in Anspruch nehmen. Dieser Bericht zeigt, dass Linearmotoren für diesen Zweck eingesetzt werden können. Durch das modulare Konzept können 3-D-verlaufende Fahrwege aufgebaut und in Speiseabschnitte mit

unterschiedlichen Funktionen geteilt werden. Im nächsten Entwicklungsschritt werden Fahrzeuge gefertigt, mit denen die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems bestimmt werden kann.

LITERATUR

- [1] www.translift.ch
- [2] www.magnemotion.com
- [3] www.cargocap.de
- [4] *The latest development in soft magnetic composite technology*, Reports of Höganäs AB, Sweden, 1997–2005. Verfügbar unter <http://www.hoganas.com>