

Die Bedeutung und Entwicklung einer europäischen Großforschungseinrichtung für Hyperlooptechnologien

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schüning, Prof. Dr. Walter Neu, Lukas Eschment (Hochschule Emden/Leer, Institut für Hyperloop Technologie)

Inhalt

Inhalt	I
1 Einführung	2
2 Status Quo Hyperloop-Technologien.....	2
3 Teststrecken und die Notwendigkeit von Großforschungseinrichtungen.....	3
4 Roadmap Europa.....	5
5 Schlussbetrachtung	6
6 Literaturverzeichnis.....	6

1 Einführung

Der Logistiksektor und die Geschwindigkeit des heutigen Transportwesens sowie der Personentransport gehören zu den Treibern des gegenwärtigen Lebensstandards und Wohlstandes. Die schnelle Verfügbarkeit von Waren, Dienstleistungen und anderen Gütern spielt eine zentrale sozioökonomische Rolle in der modernen Gesellschaft. Gleichzeitig ist das Transportwesen für etwa 25% der weltweiten CO₂ Emissionen verantwortlich und somit Innovation in diesem Sektor unerlässlich, um die Pariser Klimaziele einzuhalten (European Commission, 2019).

Der Hyperloop kann als sehr energieeffizientes Transportmittel einen großen Beitrag dazu leisten und auf hochfrequentierten Strecken eine umweltfreundliche Ergänzung zu bestehenden Transportmitteln bieten. Um die Klima Ziele zu erreichen, schlägt die Europäische Kommission mehrere Ideen vor. Eine der Lösungen, die in der "Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität" der Europäischen Kommission genannt wird, ist ein schnelleres und effizienteres bodengebundenes Transportmittel wie der Hyperloop (European Commission, 2020).

Mit den immer schnelleren Entwicklungsschritten der Einzeltechnologien für den Betrieb von Hyperloopsystemen sind entsprechende Teststrecken zur Validierung des Gesamtsystems notwendig. Erste Realisierungen in unterschiedlichen Skalierungsmaßstäben und kurzen Strecken sind geplant bzw. befinden sich in der Umsetzung. Um realitätsnah Systeme auf ihre Anwendbarkeit, insbesondere auch mit dem Blick auf die Energieeffizienz für den Betrieb, zu untersuchen, ist eine Langstrecke als geschlossener Loop unabdingbar.




Als tragende Basis für eine europäische Großforschungseinrichtung bietet sich die ehemalige Transrapid-Teststrecke mit einer Gesamtlänge von ca. 32km an. Vorteilhaft ist hier, dass die Betriebsaufnahme als Teststrecke für Hyperlooptechnologien deutlich einfacher und kostengünstiger erscheint als eine neue Strecke, insbesondere aufgrund von allen notwendigen Genehmigungen.

2 Status Quo Hyperloop-Technologien

Die Entwicklung von Hyperlooptechnologien wurde nach der Veröffentlichung des Whitepapers von Elon Musk 2013 gestartet (Musk, 2013). Zur Beschleunigung der technologischen Entwicklung wurde die Hyperloop Pod Competition ab 2016 als offener Konstruktionswettbewerb - insbesondere für Teams aus Hochschulen und Universitäten – weltweit ausgeschrieben. Im Verlauf des Wettbewerbes rückte die maximal erreichbare Geschwindigkeit in der Teströhre in den Fokus und die Energieeffizienz eines Hyperloopsystems in den Hintergrund. Der Wettbewerb wurde 2019 zuletzt durchgeführt.

Die Fortführung dieser Idee zur Entwicklung dieses Transportsystems erfolgt heute u.a. durch aus Studienteams hervorgegangenen Startups, aus wissenschaftlichen Institutionen sowie durch Unternehmensgründungen, die alle in der Hyperloopidee eine Chance für den zukünftigen energieeffizienten Transport von Gütern und Personen sehen.

Als wesentliche erfolgreiche Treiber der Hyperlooptechnologie haben sich heute 6 Technologieentwickler (Hardt-NL, Nevomo-PL, Virgin Hyperloop-US, Zeleros -SP, Hyperloop TT-US, Transpod-CA) etabliert und setzen dabei auf unterschiedliche Technologien. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Technologiekonzepte im Vergleich aufgeführt.

Unternehmen	Technologie
	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktfreie Führung oberhalb der Kapsel • Schweben durch aktive Magnettechnologie in Anlehnung an die Transrapidtechnologie (EMS) • Antrieb durch Linearmotor im Fahrweg
	<ul style="list-style-type: none"> • Schienengebundes Führungssystem • Start auf Schiene mit Übergang zum Schweben bei Erreichen einer Mindestgeschwindigkeit (passives Schweben) unterhalb der Kapsel • Antriebstechnik zwischen den Schienen
	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktfreie aktive Schwebetechnik oberhalb der Kapsel • Höherer Luftdruck (ca. 100mbar) als bei Mitbewerbern • Antriebstechnik (Turbine f. Langstrecke) im Fahrzeug, Linearmotor zum Start/Bremsen in der Röhre

Tab. 1: Beispiele von ausgewählten Hyperlooptechnologiekonzepten

Weitere Wettbewerber verfolgen ähnliche Kombinationen von Schwebetechnologie, Antriebssystemen und Führungssystemen. Einzig die Bewegung innerhalb einer Röhre mit niedrigem Luftdruck (ca. 100mbar oder ca. 1mbar) und das magnetische Schweben vereint die Entwicklerteams.

3 Teststrecken und die Notwendigkeit von Großforschungseinrichtungen

Zur Entwicklung und einer erfolgreichen Einführung eines kommerziellen Transportsystems nach dem Hyperloopprinzip ist die Abstimmung aller Prozessbeteiligten auf die beste Technologie essenziell. Da die Hyperlooptechnologie mindestens europaweit länderübergreifend funktionieren soll, wird eine Standardisierung bei den wesentlichen Systemkomponenten benötigt. Aus der Standardisierung erfolgt dann eine Zulassung zum Betrieb der

Fahrzeuge (Pods) und der Infrastruktur (Röhre, Weiche, Sicherheitskomponenten, ...). Grundlage der Standardisierung und der Zulassung ist der Nachweis der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems sowie die Zuverlässigkeit der Einzelkomponenten. Die Entwicklung wird derzeit durch kleine, kurze und lineare Teststrecken unterstützt, welche sich zurzeit in Planung und/oder in Bau befinden, Abb.1. Keine Teststrecke erfüllt die Bedingungen für einen Full-Scale-Test. Meist ist die Röhre kleiner als 2m im Durchmesser und nicht länger als 3km.



Abb. 1: Links: Teststrecke in Toulouse (Hyperloop TT), rechts: geplantes Testzentrum in Groningen (Hardt)

Mit den geplanten Teststrecken lassen sich erste Ergebnisse ermitteln, wobei eine Aussage für den Dauerbetrieb nicht möglich ist. Auch der Test mit realistischen Abmessungen und Gewichten ist oft nicht möglich. Für ein Fahrzeug mit 4 Sitzen pro Reihe wäre ein Röhrendurchmesser von mindestens 4m erforderlich, um die physikalischen Randbedingung wie zum Beispiel das „block ratio“ (Verhältnis zwischen Röhrendurchmesser und Fahrzeuggröße) zu berücksichtigen (Nøland, 2021).

Für den Dauerbetrieb ist eine geschlossene Strecke notwendig und erfordert aufgrund der beabsichtigten Geschwindigkeiten auch große Kurvenradien von mind. 1-2 km. Die Teststrecke sollte in Kombination mit einem Forschungszentrum für Hyperlooptechnologien zur Verfügung stehen. Hier könnten dann Systeme unterschiedlicher Hersteller getestet und zertifiziert werden. Diese beabsichtigte Großforschungseinrichtung sollte dann auch als Zulassungsstelle für Hyperlooptechnologie dienen, welche die Normen und Vorgaben der Länder und der EU umsetzt. In der ersten Phase wäre das Rohrdesign zu entwickeln und hierzu die Materialauswahl durchzuführen.

Beim Blick auf die Planung und Genehmigung einer neuen Teststrecke mit einer geschlossenen Trassenführung und angeschlossenem Forschungszentrum wird die Umsetzung als ein sehr langfristiges Verfahren abgeschätzt. Dies würde den Entwicklungsprozess für die Hyperlooptechnologie insgesamt verzögern und dem Ziel einen Beitrag zum klimafreundlichen Transport von Personen und Gütern zu leisten, entgegenstehen.

Eine mögliche Lösung zur zeitnahen Realisierung einer Teststrecke könnte die ehemalige Transrapid Versuchsanlage im Emsland sein. Die Teststrecke wurde zum Teil zurückgebaut und die wesentlichen Installationen zum Testbetrieb des Transrapids entfernt. Die Tragstrukturen (Fahrweg und Pylone) sind weiterhin vorhanden und bilden eine ideale Voraussetzung zur Installation von Röhren mit Hyperlooptechnologie. Es steht ein linearer Streckenabschnitt von 6km Länge mit zwei angrenzenden Kurven zur Verfügung. Der Radius der Kurven beträgt 1 km und 1,6 km und über Weichen kann ein vollständiger Umlauf auf einer Länge von insgesamt 32km realisiert werden, Abb.2.

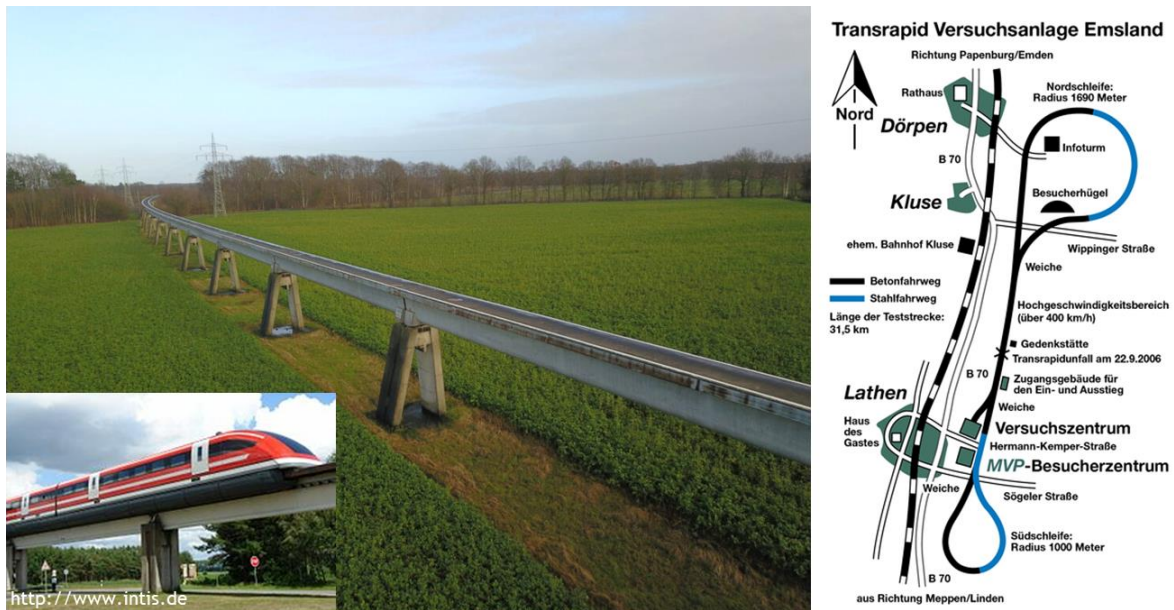


Abb. 2: Ehemalige Transrapid Teststrecke im Emsland (TVE)

Das Gelände rund um die Teststrecke bietet ausreichende Möglichkeiten ein Großforschungszentrum zu errichten und dieses mit einem direkten Zugang zur Teststrecke zu verbinden. Grundlagenforschung und die Entwicklung von Komponenten sowie Standards für den Betrieb nach dem Hyperloopprinzip werden möglich, da die Teststrecke bereits als tragende Infrastruktur vorhanden ist und das Genehmigungsverfahren für einen Testbetrieb nicht neu begonnen werden müsste. Die Genehmigung zur Nutzung der bestehenden Anlagen und der veränderte Testbetrieb sind die zunächst relevanten Schritte zum Start einer europaweiten Initiative von Institutionen und der Wirtschaft.

4 Roadmap Europa

Zur Umsetzung der Schaffung einer Großforschungseinrichtung sind zunächst die relevanten Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft zu einem gemeinsamen Netzwerk zusammenzubringen. Dieses Netzwerk soll die beteiligten Länder zur Finanzierung der Großforschungseinrichtung motivieren und über die EU sind die Kosten für die Entwicklung von Komponenten und System zur wirtschaftlichen Umsetzung des neuen Mobilitätssystem nach dem Hyperloopsystem einzuwerben. Wirtschaftsunternehmen sind ebenso gefordert, die Fortentwicklung dieser Technologie voranzutreiben.

Zur Standardisierung der Hyperlooptechnologie wurde bereits eine Arbeitsgruppe auf EU-Ebene initiiert, welche sich mit der Normung für diesen Bereich beschäftigt, damit ein reibungsloser Betrieb über die Ländergrenzen in Europa erreicht werden kann.

Die ersten Anwendungen des Transportsystem werden im Bereich der Güterlogistik gesehen, da hier sehr schnell relevante Beiträge zum klimafreundlichen Verkehr bei vergleichsweise moderaten technologischen Herausforderungen erzeugt werden können. Da eine Großforschungseinrichtung nur mittel bis langfristig zu realisieren ist, sind die Aktivitäten der Entwicklerteams auf ihren eigenen kleinen Teststrecken notwendig, um erste richtungsweisende Entscheidungen zur präferierten Technik fällen zu können.

5 Schlussbetrachtung

Die Einrichtung einer Großforschungseinrichtung für Hyperlooptechnologien ist auf europäischer Ebene notwendig, da kein Hyperlooptentwickler eine geschlossene Versuchstrecke realisieren kann, um die Marktfähigkeit dieser Technologie nachzuweisen. Da es sich um eine komplett neue Technologieentwicklung handelt ist gemeinschaftliches Handeln für den Erfolg unabdingbar. Die ehemalige Transrapid Versuchsanlage im Emsland bietet derzeit die beste Möglichkeit zeitnah eine Realisierung zu ermöglichen. Wesentlich für den Erfolg dieser Technologieentwicklung wird die Integration in bestehende Logistiksysteme sein, sodass der intermodale Verkehr möglich wird und somit der größtmögliche Beitrag zum Green Deal der EU geleistet werden kann.

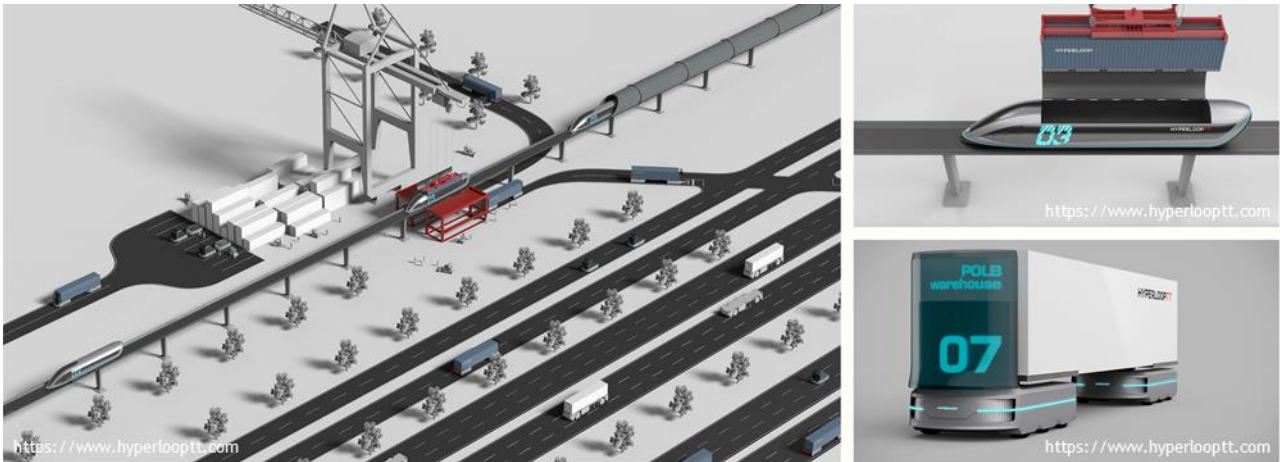


Abb. 3: Intermodaler Verkehr als Schlüsselkonzept zur Erreichung des Green Deal

6 Literaturverzeichnis

European Commission. (2019). *Der europäische Green Deal*. Brüssel.

European Commission. (2020). *Strategy for sustainable and intelligent mobility: Putting transport in Europe on course for the future*. Brüssel.

Musk, E. (2013). *White paper Hyperloop Alpha*. Los Angeles.

Nøland, J. K. (09 2021). Prospects and Challenges of the Hyperloop Transportation System: A Systematic Technology Review. *IEEE Access*, S. 28439-28458.