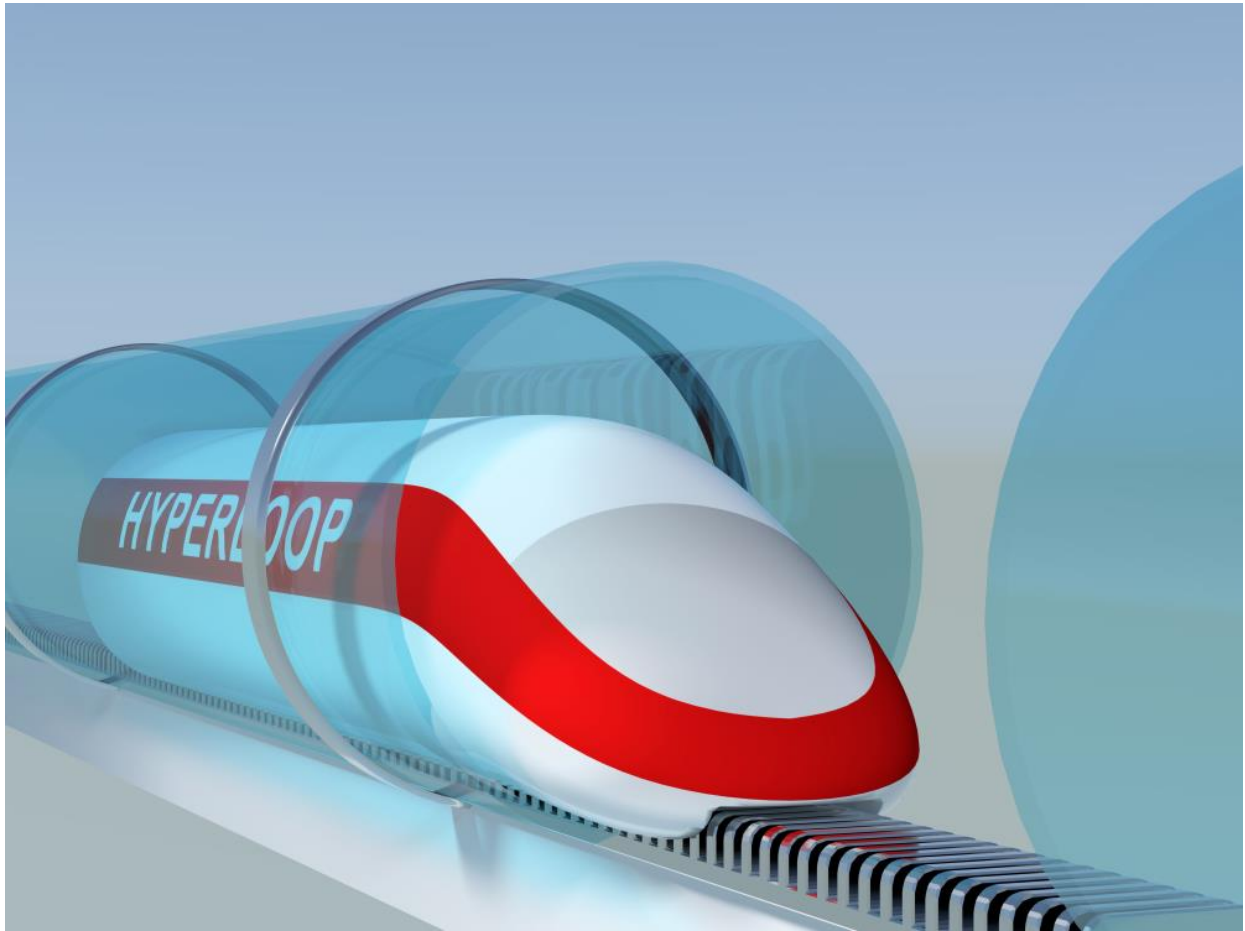


Rohrpost! Groß gezoomt.



Ist Hyperloop die Lösung? Eine wirtschaftliche Grobanalyse.

Von Stephan Bauer und Michael Pohl
Berlin/München im November 2022

In einem der letzten Leporelli beklagten wir den bescheidenen Geschwindigkeitsfortschritt der Eisenbahn in den letzten 80 Jahren. Manche Reisezeiten erscheinen uns nicht mehr zeitgemäß und behindern die Transformation des Passagierverkehrs auf ein nachhaltiges System. In der Folge stellen wir uns im Zusammenhang mit der Technologie Hyperloop zwei Fragen:

- Frage 1: Was würde der Aufbau eines solchen Systems für Deutschland (grob) kosten? Womit wäre zu rechnen?
- Frage 2: Wie viele Passagiere würden benötigt, um substanzielle Erlöse zu generieren? Oder – anders ausgedrückt – kann sich dieses System jemals rechnen?

Zur Frage 1)

Zunächst ein paar Grundpfeiler des Konzepts. Wir gehen von einem ringförmigen Ansatz aus, der die Städte Berlin, Hamburg, Köln, Frankfurt, Stuttgart, Zürich und München miteinander

verbindet¹. Das System wird über Mittelsäulen für zwei Röhren auf den vorhandenen Autobahnstrukturen implementiert (bidirektionaler Verkehr). Die Gesamtlänge des Ringes beträgt fast 2300 Kilometer. Davon können 90% oberirdisch (also auf dem Mittelstreifen der existierenden Autobahnen) errichtet werden, der Rest erfolgt unterirdisch (und damit deutlich teurer).

Wir gehen von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 800 Stundenkilometern aus, weil bei geringem Luftwiderstand relativ hohe Beschleunigungs- und Bremswerte möglich sind. Gegenüber der Straße und auch den heutigen ICE-Bahnverbindungen ergäbe sich für den Reisenden eine Zeitersparnis von etwa 80%. Ein Quantensprung.

Eine Kapsel („pod“) bietet 45 Personen Platz und wir rechnen mit einem Bedarf von weniger als 170 Kapseln, wobei ein Teil davon jeweils „beladen“ wird bzw. auch gereinigt und gewartet werden muss. Die Abfahrten erfolgen im 3 Minuten-Abstand (entspricht 40 km), um einen hinreichenden Sicherheitsabstand einhalten zu können. Wir gehen von einer sinnvollen Betriebszeit von 16 Stunden aus. Nachts können zusätzlich zeitkritische Gütersendungen (Post, Expressgut) abgewickelt werden.

Legt man der Stückliste des Systems die Kostenannahmen der Studie der Delft University of Technology zugrunde (eine übrigens sehr lesenswerte Ausarbeitung), so ergibt sich bei zwei Röhren **ein Investitionsaufwand von 98 bis 105 Mrd. EUR.**

Das ist zunächst mal eine sehr hohe Zahl. Sie relativiert sich jedoch angesichts von etwa 23 Mrd. EUR² für den Eurotunnel und 12 Mrd. Schweizer Franken für den Gotthard-Basistunnel. Beides sehr sinnvolle und wirtschaftlich tragfähige Projekte, sie umfassen jedoch jeweils nur Strecken von weniger als 60 km. Der Hyperloop-Ring vernetzt demgegenüber Großstädte und Metropolregionen Deutschlands und der Schweiz.

Ergebnis dieses ca. 100 Mrd. Investitionsbrockens „Hyperloop“ wäre ein System, das im Betrieb CO₂-frei Millionen von Passagieren mit sehr hoher Geschwindigkeit zwischen den sieben erwähnten Metropolen hin und her bewegen kann. Und das vollständig ohne grünen Wasserstoff oder synthetisches Kerosin.

Und nur zur Frage 2)

Je Streckenabschnitt weist das System bei einer Fahrtenfolgezeit von 3 Minuten zwischen den Kapseln eine Kapazität von 29 Tausend Reisenden pro Tag auf. Daraus ergeben sich im Gesamtsystem etwa 66 Mio. Platzkilometer pro Tag. Angenommen es gelänge, davon drei Viertel auch tatsächlich zu nutzen, dann käme man bei einer mittleren Reiseweite von 500 km auf 99 Tausend zahlende Fahrgäste pro Tag³. So errechnen wir bei einem

¹ Ausgewählt wurden die sechs größten Städte/Metropolen Deutschland plus Zürich, primär wegen der Bedeutung des Flughafens und des erheblichen Einzugsgebietes aus Deutschland.

² Inflation wurde berücksichtigt. Der Tunnel wurde 1993 eröffnet.

³ Zum Vergleich: 2017 wurden allein im Flugzeug 27 Mio. Menschen innerdeutsch bewegt (täglich etwa 74 Tausend). Der Fernverkehr (Bahn) weist 2015 die Gesamtzahl von 132 Mio. Passagieren aus (täglich etwa 361 Tausend). Anders ausgedrückt: Hyperloop hat das Potenzial, 400 bis 500 Inlandsflüge zu vermeiden.

durchschnittlichen Ticketpreis von 150 EUR **Gesamterlöse von 5,4 Mrd. EUR pro Jahr**. Auf eine erwartete Nutzungsdauer des Systems von 30 Jahren errechnet sich (ohne Berücksichtigung von Inflation bzw. Zeitwert des Geldes) ein Betrag von rund 160 Mrd. EUR. Immerhin übersteigt dieser Betrag die Anfangsinvestitionen. Durch Cargo-Betrieb nachts und ggf. Ausrüstung der Röhren für Photovoltaik-Paneele ließe sich die Rentabilität vermutlich noch verbessern.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur eingeschränkt abschätzen lässt sich der Betriebsaufwand. Auch wenn von sehr hohem Automatisierungsgrad auszugehen ist (so braucht man z.B. keine „Pod“-führer) so werden doch die Energiekosten für die Pumpen und die Bewegung der Kapseln erheblich zu Buche schlagen. Positiv ist jedoch zu vermerken, dass der Betrieb, da von Anbeginn elektrisch, grundsätzlich nachhaltig und CO₂-neutral gestaltet werden kann.

A priori muss man ein Hyperloop System daher nicht verwerfen, zumindest nicht aus groben wirtschaftlichen Überlegungen heraus. Die – aus unserer Sicht – entscheidende Frage ist vielmehr ob es gelingt, ausreichend Passagiere zu motivieren, auch tatsächlich einzusteigen. Wir vermuten eine Reihe von psychologischen Barrieren, z.B. Klaustrophobie.

Zu erwarten sind erhebliche Anlaufmühen mit erhöhtem Marketingaufwand und zugkräftigen Erfolgsgeschichten. Die Gebrüder Montgolfier mussten zunächst ein Schaf, eine Ente und einen Hahn mit ihrem Heißluftballon aufsteigen lassen, bevor Menschen erlaubt wurde damit abzuheben. Ähnliches in unsere heutige Zeit übertragen wird auch dem Hyperloop nicht erspart bleiben. Das kostet Zeit und erhebliche Mittel.

Unser Fazit lautet dennoch: **Der Hyperloop wäre – nach dem Meistern aller noch verbliebenen technischen Herausforderungen – ein hervorragendes Vehikel, eine neue, leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur in Deutschland aufzubauen.** Diese Kraftanstrengung würde das Land und vermutlich auch Europa ziemlich sicher einige Jahrzehnte auf dem Innovationskalender nach vorne katapultieren. So ein Leuchtturmprojekt wäre zwar keine Goldgrube; die Investitionen sind erheblich, jedoch auch nicht prohibitiv hoch. Die große Herausforderung wird darin bestehen, ausreichend Passagiere und Fahrgäste aus Flugzeug und Zug dazu zu bewegen, den Hyperloop zu nutzen. Erste Studien⁴ zu Nutzerpräferenzen deuten an, dass im Vergleich zu Flugzeug, Zug und Auto gerade bei jüngeren Käuferschichten hohe Affinität gegeben wäre. Das muss nun weiter vertieft und validiert werden.

Würden Sie einsteigen? Wenn nein, warum nicht? Wenn ja, worauf warten wir?

* * * * *

Wir freuen uns mit Ihnen in Austausch zu treten (unter leporello@duende.eu).

⁴ Abouelela, M.; Al Haddad, C.; Islam, M.A.; Antoniou, C. (Oktober 2022): „User Preferences towards Hyperloop Systems: Initial Insights from Germany.“ in Smart Cities 2022, 5, 1336–1355.
<https://doi.org/10.3390/smartcities5040068>

Autoren:

Dr. Stephan Bauer, Unternehmensberater, Gründer und Geschäftsführer der Duende Management Consulting GmbH, Berlin.

Dipl. Ing. Michael Pohl, Partner und Leiter Eisenbahnfernverkehr in Deutschland, Intraplan Consult GmbH, München.

Datenquelle: Die erwähnte Studie kann unter <https://hyperloopconnected.org/2019/06/report-the-future-of-hyperloop/> abgerufen werden.