

Projektdatenblatt

Masterarbeit HS 2015 Lukas Richner
 Leitung: Prof. Dr. Ulrich Weidmann
 Betreuung: Patrick Braess

Systemanalyse Hochgeschwindigkeitsnetz Schweiz

Vergleich der Systeme Hochgeschwindigkeitsbahn, Maglev und Evacuated Tube Transport

1 Ausgangslage

In der Schweiz ist die Netzdichte des öffentlichen, schienengebundenen Verkehrs eine der höchsten der Welt. Auch die Pünktlichkeit und Frequenz sind überragend, hingegen ist die Trassierung in den wenigsten Fällen auf Hochgeschwindigkeitsverkehr ausgelegt. Hauptziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Netzentwurfes für ein Schweizer Hochgeschwindigkeitsnetz zur Fahrzeitreduktion. Es sollen die realistisch kürzesten Fahrzeiten ermittelt werden.

2 Systemeigenschaften

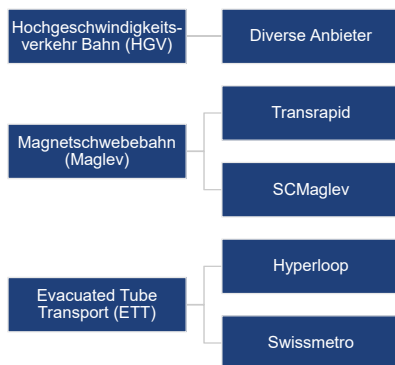


Abb. 1 Übersicht über die Hochgeschwindigkeits-Transportmittel

Weltweit gibt es viele HGV-Projekte, die geplant sind oder sich bereits im Bau befinden. Dies obwohl bis heute erst auf zwei Strecken eine Refinanzierung der Baukosten erreicht wurde. Dass Projekte nicht wirtschaftlich betrieben werden können, liegt häufig daran, dass die Nachfrage überschätzt wurde, die Baukosten unterschätzt wurden oder durch politischen Druck eine Station in einem Gebiet mit nicht ausreichendem Nachfragepotential gebaut wurde.

Für das Deutsche Transrapid-System gibt es bisher nur eine kommerziell betriebene Strecke. Diese befindet sich in Shanghai und verbindet den Flughafen mit einem Vorort der Stadt. Die Technologie konnte sich aber nicht durchsetzen, da die Vorteile gegenüber dem HGV-System zu klein sind, um die höheren Kosten zu rechtfertigen.

Mit dem Japanischen SCMaglev-System wurde 2015 ein Geschwindigkeitsrekord von 603 km/h aufgestellt. Bis 2027 wird eine erste Strecke von Tokio nach Nagoya gebaut. Mit einem Tunnelanteil von 87 % weist diese sehr hohe Kosten von rund 180 Mio. CHF/km auf.

Das System Hyperloop verspricht tiefe Investitionskosten bei einer sehr hohen maximalen Betriebsgeschwindigkeit von 1220 km/h. Die Technologie befindet sich erst in der Entwicklungsphase.

3 Varianten Netzentwurf

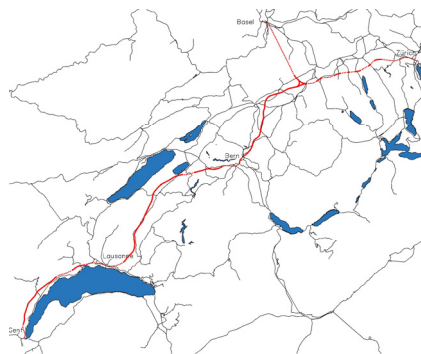


Abb. 2 Netzentwurf zur Variante Maglev

Für die drei Varianten HGV, Maglev und ETT wurde je ein Netzentwurf erstellt und Fahrzeiten und Investitionskosten berechnet. Für die Variante Maglev mit den Entwurfsparametern der Transrapid-Technologie und für die Variante ETT mit den Entwurfsparametern der Hyperloop-Technologie.

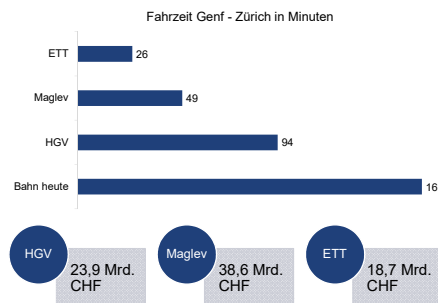


Abb. 3 Fahrzeiten und Kosten der drei Varianten

5 Fazit

Grundsätzlich bieten alle drei untersuchten Varianten eine gute Lösung für ein Hochgeschwindigkeitsnetz Schweiz. Ein HGV-System bietet eine spürbare Fahrzeitverkürzung, ist kompatibel zum bestehenden Eisenbahnnetz und weist dabei vertretbare Investitionskosten auf. Ein Maglev-System bietet den grössten Komfort bei kurzen Fahrzeiten. Es ist jedoch eine sehr teure Lösung für die Schweiz. Ein Hyperloop-System bietet sehr kurze Fahrzeiten und hat einen Umweltvorteil. Die Risiken bezüglich Kosten sind momentan noch zu gross. Es muss abgewartet werden, bis die Technologie fertig entwickelt ist. Dann zeigt sich, wie es um den Passagierkomfort steht, wie gross die Hyperloop-Röhre wird und wie hoch die Tunnelkosten sind. Die Erträge sind bei allen drei Systemen in jedem Fall höher als die Betriebskosten. Mit diesen Einnahmen könnte der Unterhalt der bestehenden Bahnstrecken querfinanziert werden.

4 Vertiefung Variante ETT

Zur weiteren Bearbeitung wurde aufgrund der Umweltfreundlichkeit die Variante ETT ausgewählt.

Anhand einer dynamischen Investitionsrechnung wird gezeigt, dass es unter optimalen Bedingungen möglich ist, die Baukosten mit einer Betriebszeit von elf Jahren zu refinanzieren. Mit einem mittleren und einem pessimistischen Szenario wird gezeigt, wie stark sich kleine Änderungen bei den Betriebseinnahmen, dem kalkulatorischen Zinssatz oder der Bauzeit auswirken. Beim mittleren Szenario wird eine Betriebszeit von 32 Jahren zur Baukostenrefinanzierung benötigt und beim pessimistischen Szenario ist dies nicht mehr möglich.

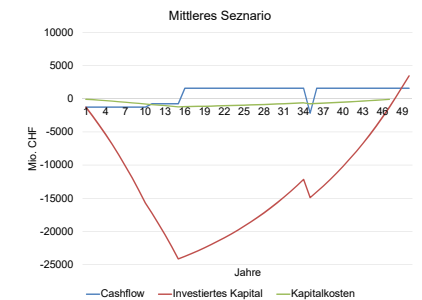


Abb. 4 Dynamische Investitionsrechnung zur Variante ETT

Die Hyperloop-Technologie verwendet kleine Fahrzeuge mit Platz für 28 Fahrgäste. Dies fordert ein neuartiges Stationsdesign. Es wurde ein Entwurf für die Station Zürich erstellt, welche zwischen Bahnhof Museumsstrasse und Bahnhof Löwenstrasse zu liegen kommt. Die Station weist pro Richtung zwei Druckausgleichskammern und zehn Halteinseln für den Fahrgastwechsel auf.

6 Literatur

- Albalade, D., & Bel, G. (2012). The economics and politics of high-speed rail: lessons from experiences abroad. Lexington Books.
- Hyperloop Transportation Technologies. (2015). Crowdstorm Documentation & Cost estimation.
- Hughes, M. JR Central commits to superconducting maglev. Railway Gazette 12/2013, S. 26-29
- Klühspies, J. (2008). Zukunftsaspekte europäischer Mobilität: Perspektiven und Grenzen einer Innovation von Magnetschnellbahntechnologien. ksv-verlag.
- Musk, E. (2013). Hyperloop Alpha. SpaceX. (Online Article). http://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha.pdf.
- Schach, R., Jehle, P., & Naumann, R. (2006). Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahn. Springer, Berlin.