



Bearbeiter



Name: Martin Retzmann
Studium: Verkehrsingenieurwesen

Betreuer

Prüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fengler
Betreuer: Dipl.-Ing. Jens Stehle
Dipl.-Ing. Jens Hettwer (Beratender Praxispartner
Schüler-Plan Dresden)

Aufgabenstellung

Nach zwanzigjähriger Entwicklungsarbeit konnte Anfang der neunziger Jahre die technische Einsatzzeit der Magnetschwebebahn des Typs Transrapid erreicht werden. Seitdem forcieren Wirtschaft und Politik Bestrebungen, die Magnetschwebe-technik als neue Spurführungstechnik auch in Deutschland einzuführen.

Um das Ziel der Einführung der Magnetschwebe-technik nicht aufgeben zu müssen, wurden Machbarkeitsstudien für den Einsatz der Magnetschwebe-technik im Regionalverkehr zweier Ballungszentren erstellt. Diese zeigen die technische Machbarkeit solcher Projekte. Trotz des höheren Beschleunigungsvermögens des Transpads werden jedoch allenfalls geringe Vorteile gegenüber dem konventionellen Bahnsystem erreicht.

In allen drei Projekten kommt der Vorteil der größeren möglichen Steigungen bei Magnetschwebe-technik nur wenig zur Geltung. Es ist anzunehmen, dass bei der Trassierung im Gebirge die Vorteile besser ersichtlich werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand eines konkreten Beispiels die Unterschiede bei der Trassierung von Hochgeschwindigkeitseisenbahn und Magnetschnellbahn im Bereich eines Mittelgebirges aufzuzeigen, die voraussichtlichen Kosten zu ermitteln und Umweltauswirkungen zu bewerten.

Thesen

- 1. In bisherigen Projekten des Systems Transrapid kommt der Vorteil größerer möglicher Steigungen bei der Magnetschwebe-technik nur wenig zur Geltung.
2. Die Magnetbahn ist gegenüber der Eisenbahn nahezu entgleisungssicher und aufgrund geringer Fahrwiderstände für hohe Geschwindigkeiten prädestiniert.
3. Die zulässigen Trassierungsgrenzwerte richten sich bei der Eisenbahn nach Gesichtspunkten der sicheren Führung der Fahrzeuge, bei der Magnetschwebebahn sind Komfortkriterien für den Fahrgast ausschlaggebend.
4. Bei der Magnetschwebebahnttrassierung besteht eine vielfältigere Wechselwirkung und gegenseitige Beeinflussung der Parametergrößen der Elemente des Lageplans, des Höhenplans und des Querschnitts als bei der Eisenbahn.
5. Der Eisenbahnfahrtweg ist vorzugsweise direkt mit dem Untergrund verbunden, bei der Magnetbahn dagegen als durchlaufendes Brückenbauwerk gestaltet.
6. Die Horizontalradien der Autobahn BAB 17 / D 8 sind kleiner als die beider Bahnsysteme, so dass teilweise keine autobahnparallele Führung möglich ist.
7. Die Trassierungsgrenzwerte der Magnetbahn für V0 = 300 km/h ermöglichen bessere autobahnparallele Führung als die der Eisenbahn für V0 = 300 km/h.
8. Durch unterschiedliches Steigungsvermögen sind im vorhandenen Gelände bei der Eisenbahn lange und bei der Magnetbahn kürzere Tunnel notwendig.
9. Auf Talbrücken mit geringer Bauhöhe und Erdämme kann bei der Magnetbahn verzichtet werden, Talbrücken fallen kürzer aus als bei der Eisenbahn.
10. Die Magnetbahnvarianten sind deutlich teurer als die HGV-Eisenbahnvariante.
11. Hauptkostenpunkte bei der HGV-Eisenbahn sind Tunnel und Talbrücken, bei der Magnetschnellbahn dagegen Fahweg und Energieversorgung.
12. Fahrzeiten und Energiebedarf der Eisenbahn und Magnetbahn sind bei V0 = 300 km/h etwa gleich, wogegen bei der Magnetbahn mit V0 = 400 km/h dem Fahrzeitgewinn ein sehr hoher Anstieg des Energiebedarfs gegenübersteht.

Kurzfassung

Ziel der Arbeit war es, anhand eines konkreten Beispiels die Unterschiede bei Trassierung von HGV-Eisenbahn und Magnetschnellbahn in einem Mittelgebirge aufzuzeigen. Dazu wurde für beide Bahnsysteme ein Systemvergleich durchgeführt, welche durch eine Auflistung der Trassierungsprinzipien mit Erläuterung der unterschiedlichen Trassierungsparameter in Lage- und Höhenplan, der Licht- raumprofile und Gleisabstände und der Gestaltung der Fahrwege komplettiert wurde. Weiterhin erfolgte die Darstellung des prinzipiellen Unterschieds der Fahrwege beider Systeme auch in Bezug auf die Geländelage und anschließend ein übersichtlicher Vergleich der bei beiden Systemen anzuwendenden Trassierungsparameter.

Der praktische Teil der Untersuchung umfasste Entwurf und Trassierung unterschiedlicher Varianten in Lage- und Höhenplan und die nähere Betrachtung je einer Vorzugsvariante der HGV-Eisenbahn für V0=300km/h und der Magnetschnellbahn für V0=300 / 400 km/h mit Erläuterung der Trassierungswerte, einer Grobkostenschätzung und Darstellung von Schutzmaßnahmen bei autobahnnahe Trassenverlauf. Abschließend erfolgte eine Gegenüberstellung und ein Vergleich aller drei Vorzugsvarianten.

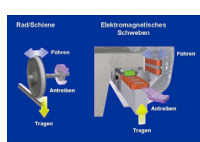
Die Magnetschnellbahnttrassen sind der HGV-Eisenbahnstrecke in Linienführung und Auslegung der Trassierungsparameter überlegen, wobei die Magnetbahn für V0=300 km/h noch besser als die für V0=400 km/h abschneidet. Allerdings erweist sich die HGV-Eisenbahn bei Betrachtung des Finanzbedarfs und betrieblicher Rahmenbedingungen vorteilhafter als die Magnetschnellbahn.



175 Jahre TU Dresden

„Wissen schafft Brücken.“

Systemvergleich



Eisenbahn:
• Formschluss und Reibung ermöglichen Bewegung auf Rad-Schiene-System
• Drehstromasynchronmotor als Antrieb
Magnetbahn:
• fast absolut entgleisungssicher durch Ungreifen des Fahrwegs
• Antrieb durch Langstator-Linearmotor
• geringe fahrdynamische Widerstände ermöglichen hohe Geschwindigkeiten

Magnetbahnfahrtweg: Gestaltung als durchlaufendes Brückenbauwerk
Eisenbahnfahrtweg: vorzugsweise direkt mit Untergrund verbunden

Entwurfsprinzipien

Table with columns: Bereich, Grenzen und Werte, Regelwert, Ermessensgrenzwert, Zustimmungswert, Ausnahmewert

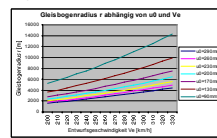
Maßgebend für zulässige Grenzwerte der Trassierungsparameter:
• bei Eisenbahn – sichere Führung der Fahrzeuge
• bei Magnetbahn – Kriterien des Fahrkomforts

Entwurfsprinzipien - Eisenbahn

Lageplanelemente: Gerade, Übergangsbogen (Klothoide), Kreisbogen
Höhenplanelemente: Gerade, Kreisbogen

Beispielhaft aufgeführt – Gleisüberhöhungen im Kreisbogen zur Begrenzung nach bogenaußen gerichteter Kräfte:

118 * v^2 / R = U0

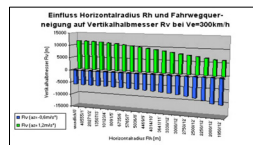


Entwurfsprinzipien - Magnetbahn

Lageplanelemente: Gerade, Übergangsbogen (Sinusoide), Kreisbogen
Höhenplanelemente: Gerade, Übergangsbogen (Klothoide), Kreisbogen

Equations for curve parameters: Rn = (v^2 / g) * cos^2(beta) and Rn = (v^2 / g) * cos(beta) * sin(beta)

Parameter der Magnetbahnttrassierung beeinflussen sich gegenseitig – Als Beispiel Einfluss von Horizontalradius auf Vertikalhalbmesser

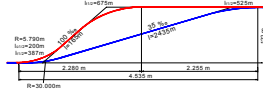


Entwurfsprinzipien – Vergleich beider Bahnsysteme

Table comparing parameters: Trassierungsparameter, Eisenbahn, Magnetbahn, Magnetschnellbahn

Entwurfsprinzipien - Vergleich Höhenplantrassierung

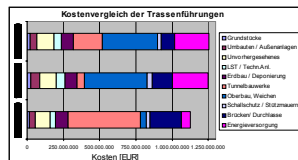
Grafische Darstellung des unterschiedlichen Steigungsvermögens von HGV-Eisenbahn und Magnetschnellbahn für V0 = 300 km/h



Grobkostenschätzung der Varianten

Eisenbahn: Kostenkennsätze nach DS 808.021

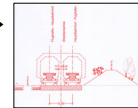
Magnetbahn: Kostenmanagementsystem Magnetschnellbahn



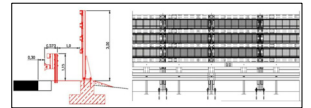
HGV-Eisenbahnvariante 120: 1,124 Mrd. EUR
Magnetschnellbahnvariante 300: 1,249 Mrd. EUR
Magnetschnellbahnvariante 400: 1,255 Mrd. EUR

Schutzmaßnahmen bei autobahnnahe Trassierung

• Vorteile durch Streckenbündelung mit Autobahnen (geringerer Flächenverbrauch, Genehmigungsfähigkeit, Baustellenlogistik)
• Schutzmaßnahmen vor abkommenden Fahrzeugen und Ladung nötig



Abkommenschutzwall



Fahrzeugschutzsysteme / Ladungsabwurfsicherung LAS

Trassenentwürfe

Trassenentwürfe – Trassierungsparameter Autobahn BAB 17 / D 8

Table with columns: Trassierungsparameter, BAB 17, D 8

→ Vorgabe: autobahnparallele bzw. autobahnnahe Trassierung der HGV- und MSB-Trassen

Trassenentwürfe – HGV-Eisenbahn



Vorzugsvariante: 120 (Länge 42,8 km)
• 6 Tunnel (längster 9,385 m)
• 9 Talbrücken (längste 1.085 m)
• 24 Querungsbauwerke
• 14,1 km Dammlage; 12,3 km im Einschnitt
• 4 Überleitstellen, 2 Blockunterwerke

Trassenentwürfe – Magnetschnellbahn



Vorzugsvarianten: 300 / 400 (Länge 46,3 / 42,8 km)
• 7 / 5 Tunnel (längster 600 / 3.690 m)
• 6 / 6 Talbrücken (längste 870 / 475 m)
• 10 / 8 Querungsbauwerke
• 32,4 / 28,0 km Hochlage; 7,6 / 6,5 km im Einschnitt
• je 3 Überleitstellen, je 2 Blockunterwerke

Trassenentwürfe – Fahrdynamische Prüfung der MSB-Trassen

Prüfprotokoll der Fahrdynamischen Prüfung in CARD/1

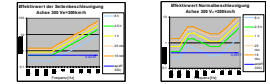
Beispiel MSB-Variante 300
Vorher (Oben)
Nachher (Unten)



Trassenentwürfe – Beschleunigungseffektivwerte der MSB-Trassen

Beurteilung Fahrkomfort in Anlehnung ISO 2631 und EU-Richtlinie zum Vibrationschutz – Beschleunigungseffektivwerte über Untersuchungsstrecke am Beispiel MSB-Variante 300

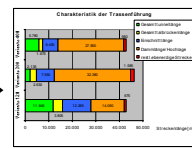
Equation for acceleration effectiveness: a_rms = sqrt(integral(a^2 dt))



→ Kurvigkeit vor-/nachlaufende Strecke bei längeren Fahrzeiten beachten

Vergleich der Entwürfe

Table comparing characteristics of variants: Charakteristik der Strecke, HGV 120, MSB 300, MSB 400



→ MSB-Trassen in Linienführung und Auslegung Trassierungsparameter überlegen

→ HGV-Trasse bei Finanzbedarf und betrieblichen Rahmenbedingungen vorteilhafter

Diplomarbeit

Autobahnnahe Trassierung einer Magnetschnellbahn Transrapid und einer HGV-Eisenbahnstrecke am Beispiel des Korridors Berlin-Dresden-Prag-Budapest im Teilstück „Querung des Erzgebirges“ sowie wertender Vergleich beider Systeme