

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen.....</b>	<b>XV</b>
<b>Formelzeichen .....</b>	<b>XIX</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Das Rad-Schiene-System .....</b>	<b>7</b>
2.1 Das Rad-Schiene-Prinzip .....	8
2.2 Die Bedeutung der Eisenbahn in der Vergangenheit und Zukunft .....	10
2.3 Geschwindigkeit und Entfernung .....	17
2.4 Der ICE .....	19
2.4.1 Der ICE 1 .....	21
2.4.2 Der ICE 2 .....	22
2.4.3 Der ICE 3 .....	24
2.4.4 Der ICE T .....	27
2.4.5 Weitere Züge.....	28
<b>3 Das Magnetschnellbahn-System .....</b>	<b>31</b>
3.1 Entwicklung der Magnetschnellbahn.....	31
3.2 Der Antrieb .....	34
3.2.1 Das Magnetische Feld.....	35
3.2.2 Schweben und Antrieb beim Transrapid.....	41
3.2.2.1 Der Antrieb im Fahrweg .....	42
3.2.2.2 Das Schweben.....	44
3.2.2.3 Energieversorgung .....	46
3.3 Die Transrapid-Fahrzeuge .....	50
3.4 Sonstige Maglev-Fahrzeuge.....	53
<b>4 Die Transrapidprojekte.....</b>	<b>55</b>
4.1 Die Versuchsanlage im Emsland .....	56
4.2 Das chinesische Transrapidprojekt in Shanghai .....	57
4.3 Aufgegebene Projekte.....	60
4.3.1 Die Strecke Berlin-Hamburg .....	60
4.3.2 Der Metrorapid in Nordrhein-Westfalen .....	61

4.4	Planung des Münchener Transrapidprojektes .....	63
4.5	Transrapidprojekte weltweit .....	65
<b>5</b>	<b>Technischer Systemvergleich.....</b>	<b>69</b>
5.1	Der Fahrweg .....	69
5.1.1	Die Trassierung.....	69
5.1.1.1	Trassierung im Lageplan beim Rad-Schiene-System .....	70
5.1.1.2	Die Trassierung im Höhenplan beim Rad-Schiene-System.....	77
5.1.1.3	Trassierung im Lageplan beim Transrapid .....	80
5.1.1.4	Trassierung im Höhenplan beim Transrapid.....	82
5.1.1.5	Trassierungsvergleich der beiden Verkehrssysteme .....	84
5.1.2	Lichtraumprofile und Fahrbahnquerschnitte.....	86
5.1.2.1	Lichtraumprofil und Fahrbahnquerschnitt beim Rad-Schiene-System.....	86
5.1.2.2	Lichtraumprofil und Fahrbahnquerschnitt beim Transrapid.....	90
5.1.2.3	Flächenbedarf .....	91
5.1.3	Die konstruktive Ausbildung des Fahrwegs .....	95
5.1.3.1	Regelausbildung des Fahrwegs beim Rad-Schiene-System .....	95
5.1.3.2	Regelausbildung des Fahrwegs beim Transrapid .....	100
5.1.3.3	Weichen .....	109
5.1.4	Sonderbauwerke .....	112
5.1.4.1	Dämme und Einschnitte.....	112
5.1.4.2	Brücken.....	115
5.1.4.3	Tunnel.....	124
5.1.4.4	Tröge und Stützkonstruktionen.....	131
5.1.4.5	Schallschutzkonstruktionen .....	132
5.1.5	Materialbedarf.....	134
5.1.6	Verschleiß und Instandhaltung beim Fahrweg .....	136
5.1.7	Energieversorgung .....	141
5.2	Fahrzeuge.....	143
5.2.1	Komfort.....	144
5.2.2	Transportkapazität .....	146
5.2.3	Spezifische Gewichte.....	148
5.2.3.1	Gewicht bezogen auf die Nutzfläche .....	149
5.2.3.2	Gewicht bezogen auf die Sitzplätze.....	150
5.3	Antriebsleistung, Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeiten .....	151
5.3.1	Spezifische Antriebsleistung und Reibungszahlen .....	151
5.3.1.1	Spezifische Antriebsleistung und Höchstgeschwindigkeiten .....	151
5.3.1.2	Reibungszahl.....	154
5.3.2	Beschleunigungsverhalten und Anfahrzeitzuschläge .....	155
5.3.3	Höchstgeschwindigkeiten .....	160

---

5.3.3.1	Rekord-Höchstgeschwindigkeiten .....	161
5.3.3.2	Erreichbare Höchstgeschwindigkeiten mit seriennahen Zügen ...	161
5.3.3.3	Betriebliche Höchstgeschwindigkeiten.....	161
5.3.3.4	Durchschnittliche Geschwindigkeiten und erreichbare Fahrzeiten.....	163
5.3.3.5	Anhaltezeiten .....	170
5.3.4	Strecken- und Fahrwiderstand .....	171
5.3.4.1	Grundwiderstand beim Rad-Schiene-System .....	172
5.3.4.2	Magnetisierungswiderstand beim Transrapid .....	175
5.3.4.3	Luftwiderstand .....	177
5.3.4.4	Induktiver Widerstand zur Bordenergieerzeugung.....	181
5.3.4.5	Beschleunigungswiderstand.....	185
5.3.4.6	Tunnelwiderstand.....	185
5.3.4.7	Steigungswiderstand .....	186
5.3.4.8	Bogen- und Weichenwiderstand .....	187
5.3.4.9	Sonstige Widerstände .....	187
5.3.4.10	Gesamtfahrwiderstand .....	187
5.3.5	Der Energieaufwand .....	191
5.3.5.1	Energieaufwand zum Fahren bei konstanter Geschwindigkeit....	191
5.3.5.2	Energieaufwand je Sitzplatzkilometer .....	194
5.3.5.3	Energieaufwand je Quadratmeter Nutzfläche und Kilometer .....	196
5.3.5.4	Energierückespeisung .....	198
5.4	Betriebliche Aspekte .....	201
5.4.1	Netzbildung.....	202
5.4.2	Der Einfluss des Haltestellenabstands .....	204
5.4.3	Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage .....	206
5.4.4	Zugfolgen.....	209
5.4.5	Beförderungskapazität .....	210
5.4.6	Kuppelbarkeit von Zügen .....	211
5.4.6.1	Anzahl benötigter Züge .....	213
5.4.7	Verschleißverhalten .....	215
5.5	Ökologische Aspekte .....	216
5.5.1	Ressourcenverbräuche .....	216
5.5.2	Schallemissionen .....	218
5.5.2.1	Gesetzliche Regelungen zum Schallschutz.....	218
5.5.2.2	Physikalische Grundlagen zur Schallemission .....	220
5.5.2.3	Gemessene Schallemissionen im Vergleich .....	221
5.5.2.4	Beurteilungspegel .....	223
5.5.2.5	Beurteilung des Schallschutzes bei Transrapid und Rad-Schiene-System .....	229
5.5.3	Erschütterungen .....	231
5.5.4	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder .....	234

5.6	Sicherheit .....	238
5.6.1	Kennzahlen zur Sicherheit .....	238
5.6.2	Beeinflussung der Sicherheit .....	240
5.6.3	Systembedingte Sicherheit.....	241
5.6.4	Konstruktiv-technische Sicherheit.....	243
5.6.5	Betriebliche und organisatorische Sicherheit.....	246
5.6.5.1	Linienzugbeeinflussung beim Rad-Schiene-System.....	246
5.6.5.2	Betriebsleittechnik beim Transrapid .....	248
<b>6</b>	<b>Wirtschaftlicher Systemvergleich .....</b>	<b>251</b>
6.1	Allgemeine Gedanken zum wirtschaftlichen Systemvergleich ...	251
6.2	Methoden der Investitionsrechnung.....	252
6.2.1	Statische Investitionsrechenverfahren .....	252
6.2.2	Dynamische Investitionsrechenverfahren .....	253
6.2.3	Kosten-Erlös- und Kosten-Nutzen-Rechnung .....	256
6.2.4	Lebenszykluskostenbetrachtungen .....	257
6.3	Stufen der Kostenermittlung .....	258
6.4	Kostenartengliederungen .....	260
6.5	Grobkennzahlen für die Investitionskosten der Infrastruktur .....	264
6.6	Streckenbezogene Kostenartengliederung .....	268
6.6.1	Streckenbezogene Kostenkennzahlen der zweiten Ebene für das Rad-Schiene-System.....	268
6.6.2	Streckenbezogene Kostenkennzahlen der zweiten Ebene für den Transrapid .....	269
6.7	Kostenkennzahlen für Grobelemente (Dritte Ebene).....	273
6.7.1	Grobelemente für die Kostenermittlung von baulichen Anlagen	274
6.7.1.1	Grobelemente für die Kostenermittlung von baulichen Anlagen für das Rad-Schiene-System .....	274
6.7.1.2	Grobelemente für die Kostenermittlung von baulichen Anlagen für den Transrapid.....	276
6.7.2	Kostenkennzahlen für die Grobelemente.....	277
6.7.2.1	Stochastische Kostenverteilungen des Fahrwegs für das Rad- Schiene-System.....	279
6.7.2.2	Stochastische Kostenverteilungen für den Fahrweg des Transrapid .....	283
6.8	Investitionskosten für Fahrzeuge .....	287
6.8.1	Investitionskosten für ICE-Züge.....	287
6.8.2	Investitionskosten für Transrapid-Züge .....	289
6.9	Betriebskosten.....	291
6.9.1	Betriebskosten beim Rad-Schiene-System .....	292
6.9.1.1	Pauschale Ansätze für die Instandhaltung beim Rad-Schiene- System.....	292

6.9.1.2	Wartung, Inspektion und Instandhaltung des Gleiskörpers .....	294
6.9.1.3	Wartung, Inspektion und Instandhaltung der Züge.....	295
6.9.2	Betriebskosten beim Transrapid .....	296
6.9.2.1	Pauschale Ansätze für die Instandhaltung beim Transrapid .....	296
6.9.2.2	Wartung, Inspektion und Instandhaltung der Transrapid-Züge ...	297
6.10	Erlöse .....	298
<b>7</b>	<b>Verkehrspolitischer, volkswirtschaftlicher und industriepolitischer Systemvergleich .....</b>	<b>301</b>
7.1	Verkehrspolitischer Systemvergleich .....	301
7.1.1	Mobilität und Verkehr .....	301
7.1.2	Verkehrspolitik .....	304
7.1.2.1	Anliegen, Ziele und Aufgaben der Verkehrspolitik.....	304
7.1.2.2	Varianten der Verkehrspolitik .....	305
7.1.2.3	Nationale und europäische Verkehrspolitik.....	306
7.1.3	Verkehrsentwicklung und Verkehrspolitik im Personenverkehr .	308
7.1.3.1	Rückblick auf die Verkehrsentwicklung.....	308
7.1.3.2	Prognosen zur Verkehrsentwicklung .....	310
7.1.4	Verkehrspolitische Anforderungen an den Hochgeschwindigkeitsverkehr .....	312
7.1.4.1	Entwicklungen im Hochgeschwindigkeitsverkehr.....	312
7.1.4.2	Verkehrspolitische Anforderungen.....	313
7.2	Volkswirtschaftlicher Systemvergleich .....	316
7.2.1	Verkehrswirtschaft als Teil der Volkswirtschaft .....	316
7.2.2	Volkswirtschaftlicher Nutzen des Verkehrs .....	318
7.2.2.1	Beschäftigungswirkungen.....	318
7.2.2.2	Wirkungen auf die Raum- und Siedlungsstruktur .....	321
7.2.3	Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs .....	324
7.3	Industriepolitischer Systemvergleich.....	327
7.3.1	Industriepolitische Wirkungen des Verkehrs.....	327
7.3.2	Innovationen und Entwicklungspotenziale im Hochgeschwindigkeitsverkehr .....	329
7.3.3	Exportchancen im Hochgeschwindigkeitsverkehr.....	330
7.3.4	Auswirkungen auf Arbeitsmarkt und Beschäftigung .....	333
<b>8</b>	<b>Ein gesamtheitlicher Systemvergleich.....</b>	<b>337</b>
8.1	Methodische Ansätze für Bewertungsverfahren .....	337
8.1.1	Planungs- und Entscheidungsprozesse in der Verkehrsplanung..	337
8.1.2	Kosten-Erlös-Rechnung.....	340
8.1.3	Kosten-Nutzen-Analyse (KNA).....	340
8.1.4	Nutzwertanalyse (NWA) .....	343
8.1.5	Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) .....	346

8.2	Angewandte Bewertungsverfahren in der Verkehrswegeplanung .....	349
8.2.1	Gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik der Bundesverkehrswegeplanung 2003 .....	349
8.2.2	Bewertungsverfahren nach Heimerl .....	355
8.2.3	Standardisiertes Bewertungsverfahren für den ÖPNV .....	359
8.3	Weitere Methoden für die Bewertungen.....	363
8.3.1	Bewertungsverfahren für eine nachhaltige Entwicklung .....	363
8.3.2	Sensitivitätsanalysen.....	365
8.4	Angewandte Bewertungsverfahren für Magnetschnellbahnen ....	366
8.4.1	Bewertung von Magnetbahnsystemen nach Richtlinien der BVWP.....	366
8.4.2	Szenarioanalyse nach Schellhase.....	368
8.4.3	Technikwirkungsanalyse nach Hübner et al. ....	370
8.4.4	Machbarkeitsstudie für Magnetschnellbahnstrecken in Bayern und Nordrhein-Westfalen .....	373
8.5	Entwicklung einer multikriteriellen Methode.....	376
8.5.1	Randbedingungen für den Systemvergleich .....	376
8.5.2	Methodische Vorgaben für den gesamtheitlichen Systemvergleich.....	378
8.5.3	Klassifikation und Eignung der vorgestellten Verfahren.....	380
8.5.4	Varianten von Nutzwertanalysen.....	382
8.5.5	Grundkonzept der multikriteriellen Methode für den gesamtheitlichen Systemvergleich.....	383
8.6	Ergebnis des gesamtheitlichen Systemvergleichs.....	385
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>393</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>399</b>
	<b>Schlagwortverzeichnis.....</b>	<b>417</b>

Transrapid und  
Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahn  
Ein gesamtheitlicher Systemvergleich  
Schach, R.; Jehle, P.; Naumann, R.  
2006, XX, 428 S., Hardcover  
ISBN: 978-3-540-28334-8