

Bernd Englmeier

Vergleichende Darstellung der beiden
spurgebundenen
Hochgeschwindigkeitsbahnen ICE und
Transrapid

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

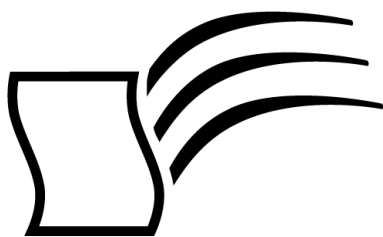
Copyright © 2001 Diplom.de
ISBN: 9783832453381

**Vergleichende Darstellung der beiden spurgebundenen
Hochgeschwindigkeitsbahnen ICE und Transrapid**

Bernd Englmeier

Vergleichende Darstellung der beiden spurgebundenen Hochgeschwindigkeitsbahnen ICE und Transrapid

Diplomarbeit
an der Fachhochschule Deggendorf
Fachbereich Bauingenieurwesen
Dezember 2001 Abgabe



Diplom.de

Diplomica GmbH ———
Hermannstal 119k ———
22119 Hamburg ———

Fon: 040 / 655 99 20 ———
Fax: 040 / 655 99 222 ———

agentur@diplom.de ———
www.diplom.de ———

ID 5338

Englmeier, Bernd: Vergleichende Darstellung der beiden spurgebundenen
Hochgeschwindigkeitsbahnen ICE und Transrapid / Bernd Englmeier - Hamburg: Diplomica
GmbH, 2002
Zugl.: Deggendorf, Fachhochschule, Diplom, 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002
Printed in Germany

Vorwort

Der Verkehr mit allen seinen positiven und negativen Begleiterscheinungen und Auswirkungen verfügt über eine beträchtliche Relevanz für den Alltag der Menschen. Allein schon der stetige Verkehrszuwachs in den letzten Jahren verlangt nach intensiveren Auseinandersetzungen mit dieser Problematik. Neben grundsätzlichen Untersuchungen über die Unumgänglichkeit und die Zweckmäßigkeit dieses Phänomens sind Fragestellungen über Möglichkeiten zu einer verträglicheren Abwicklung dieser Verkehrsströme zunehmend von Interesse. Und das nicht nur für einen kleinen Teil der Gesellschaft, sondern für die Gesamtheit der Bevölkerung. Die positiven und negativen Auswirkungen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs betreffen jeden einzelnen, dies gilt indirekt auch für Personen, die nicht daran partizipieren. Trotzdem nimmt der Verkehrssektor im Bereich Bauingenieurwesen oftmals nur eine untergeordnete Rolle ein. Zusätzlich reduziert sich der Betrachtungsschwerpunkt meistens auf den Verkehrswegebau (Bahnbaubau + Straßenbau) und läßt Fragen der Verkehrsplanung im Hintergrund. - Demnach handelt es sich hier um eine Arbeit, die keineswegs ein klassisches Bauingenieurthema als Gegenstand der Betrachtung untersucht. Die Vernachlässigung dieses Teilbereiches widerspricht der immensen Bedeutung des Wissenschaftszweiges Verkehr für den Menschen.

Die Interdisziplinarität der Themenstellung äußert sich in der Zahl der Fachdisziplinen, die hierbei eine Rolle spielen. Die technischen Gesichtspunkte der beiden Verkehrssysteme bilden das Grundgerüst und somit den Hauptteil dieser Arbeit. Neben den ingenieurwissenschaftlichen Bereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Bauingenieurwesen wurden auch sozialwissenschaftliche, ökonomische, ökologische und verkehrsgeographische Aspekte mit eingeflochten. Der Reiz dieser Aufgabe bestand darin, diese unterschiedlichsten Erkenntnisse zusammenzutragen und zu einem Gesamtkonzept zu verknüpfen.

Die vorliegende Diplomarbeit erhebt keineswegs den Anspruch die Thematik erschöpfend zu behandeln. Dies ist aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit der hierzu relevanten Einzelheiten in dem gebotenen Rahmen auch nicht möglich. Vielmehr wurde versucht eine umfassende Darstellung der wichtigsten Zusammenhänge zu entwerfen,

ohne sich dabei zu sehr im Detail zu verlieren. Nur bei den für das Verständnis wichtigeren Teilaspekten wurde tiefer auf die technologischen Hintergründe eingegangen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Bösl für die ausgezeichnete Betreuung während der Anfertigungsphase, sowie meiner Lebensgefährtin Birgit für das Korrekturlesen.

Deggendorf, im Dezember 2001

Inhaltsverzeichnis:

VORWORT	1
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	8
VERZEICHNIS DER BILDER	12
VERZEICHNIS DER TABELLEN	13
1 EINLEITUNG	14
2 TECHNISCHES PRINZIP DER VERKEHRSSYSTEME	16
2.1 RAD/SCHIENE-TECHNIK	16
2.1.1 Historische Entwicklung	16
2.1.2 Technische Grundlagen	17
2.2 MAGNETFAHRTECHNIK	19
2.2.1 Entwicklungsphasen.....	19
2.2.2 Varianten der Magnetbahnsysteme.....	20
2.2.3 Funktionsprinzip bei der Transrapidtechnologie.....	22
2.3 SYSTEMBEWERTUNG	23
3 FAHRZEUGE	25
3.1 ICE.....	25
3.1.1 Fahrzeuggenerationen	25
3.1.1.1 ICE/V	26
3.1.1.2 ICE 1	27
3.1.1.3 ICE 2.....	30
3.1.2 Fahrzeugdaten und Besonderheiten des ICE 3	34
3.1.3 Elektrische und dieselelektrische Triebzüge der ICE-Familie mit Neigetechnik	39
3.1.3.1 Entwicklungsmotivation	39
3.1.3.2 Neigetechnik	39
3.1.3.3 ICE T	40
3.1.3.4 ICE TD.....	42
3.1.4 Zugkonfigurationen.....	43
3.2 TRANSRAPID.....	44
3.2.1 Entwicklungsstufen	45
3.2.2 Fahrzeugdaten und Eigenschaften des TR 08	49
3.2.3 Zugkonfiguration.....	53
3.3 VERGLEICHENDE ZUSAMMENFASSUNG	54
4 FAHRWEGE	57

4.1	FAHRWEG FÜR DEN ICE	57
4.1.1	<i>Allgemeines</i>	57
4.1.2	<i>Bauweise</i>	59
4.1.2.1	Erdkörper	59
4.1.2.2	Oberbauformen	61
4.1.2.2.1	Schotteroberbau	61
4.1.2.2.2	Feste Fahrbahn.....	62
4.1.3	<i>Weichen</i>	63
4.1.4	<i>Signaltechnik</i>	65
4.2	FAHRWEG FÜR DEN TRANSPERID	65
4.2.1	<i>Kenndaten des Transperidfahrweges</i>	66
4.2.2	<i>Bauweisen</i>	68
4.2.2.1	Aufgeständerter Fahrweg	68
4.2.2.2	Ebenerdiger Fahrweg	69
4.2.2.3	Baustoffe für die Fahrwegkonstruktion.....	69
4.2.3	<i>Weichen</i>	70
4.2.4	<i>Möglichkeiten und Grenzen der Verknüpfungsfähigkeit mit anderen Verkehrsmitteln</i>	72
4.3	TRASSIERUNGSELEMENTE DER BEIDEN FAHRWEGE	73
4.4	VERGLEICHENDE ZUSAMMENFASSUNG	75
5	TECHNISCHE AUSRÜSTUNG	77
5.1	ANTRIEBS- UND BREMSSYSTEME	77
5.1.1	<i>Allgemeines</i>	77
5.1.2	<i>Antriebssystem beim ICE</i>	77
5.1.3	<i>Bremssysteme beim ICE</i>	79
5.1.4	<i>Antriebs- und Bremssystem des Transperid</i>	80
5.2	ENERGETISCHE ASPEKTE.....	82
5.2.1	<i>Energieversorgung des ICE 3 und ICE T</i>	82
5.2.1.1	Hauptstromversorgung für die Traktionsausrüstung	83
5.2.1.2	Bordnetzversorgung	84
5.2.2	<i>Elektrische Ausrüstung des ICE TD</i>	85
5.2.3	<i>Elektrische Energieversorgung beim System Transperid</i>	85
5.2.3.1	Energieversorgung des Linearmotors.....	85
5.2.3.2	Bordnetzversorgung	87
5.2.4	<i>Bauweise der Stromrichter</i>	87
5.3	FAHRZEUGFEDERUNGSSYSTEME.....	88
5.3.1	<i>Die gefederten Drehgestelle des ICE</i>	88
5.3.2	<i>Feder- und Dämpfungssystem des Transperid</i>	89
5.4	ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG DER TECHNISCHEN AUSRÜSTUNG UND DEREN LEISTUNGSFÄHIGKEIT	89

6	UMWELTVERTRÄGLICHKEIT	94
6.1	ENERGIEVERBRAUCH	94
6.2	LÄRMEMISSIONEN	96
6.3	FLÄCHENVERBRAUCH UND LANDSCHAFTSZERSCHNEIDUNG	97
6.4	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	98
7	BETRIEB UND SCHNITTSTELLEN	99
7.1	LEITTECHNIK	99
7.1.1	<i>Betriebsleittechnik des ICE</i>	99
7.1.2	<i>Betriebsleittechnik beim System Transrapid</i>	100
7.2	SICHERHEIT	101
7.3	SYSTEMSPEZIFISCHE PROBLEMSTELLUNGEN	103
7.3.1	<i>Fahrweganpassung an die Bedürfnisse des ICE</i>	103
7.3.2	<i>Mischbetrieb auf den Neubaustrecken als Hemmnis für den ICE</i>	104
7.3.3	<i>Windanfälligkeit</i>	104
7.3.4	<i>Einbindung in das Gesamtverkehrsnetz – Kompatibilität</i>	105
7.3.5	<i>Fehlende Betriebserfahrungen mit dem Transrapid</i>	105
8	WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE	107
8.1	ALLGEMEINES	107
8.2	AUSGEWÄHLTE DATEN ZUM VERGLEICH	108
9	ZUKUNFTSAUSSICHTEN	110
9.1	FRAGESTELLUNGEN ZUR GRUNDLEGENDEN NOTWENDIGKEIT EINES HOCHGESCHWINDIGKEITSVERKEHRSNETZES	110
9.1.1	<i>Analyse der Standpunkte</i>	110
9.1.2	<i>Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung</i>	111
9.1.3	<i>Interessensgruppen</i>	112
9.1.4	<i>Ergebnis</i>	114
9.2	ANWENDUNGSTRECKEN	115
9.2.1	<i>ICE-Verbindungen</i>	115
9.2.2	<i>Transrapid-Projekte</i>	117
9.3	EXKURS: KONKURRENZVERKEHRSSYSTEME	118
9.3.1	<i>Rad/Schiene Technik</i>	119
9.3.1.1	Hochgeschwindigkeitsverkehr	119
9.3.1.1.1	Der Train à Grande Vitesse (TGV)	119
9.3.1.1.2	Andere Hochgeschwindigkeitszüge	120
9.3.1.2	Regionalverkehr	122
9.3.2	<i>Magnetfahrtechnik</i>	122
9.3.3	<i>Motorisierter Individualverkehr und Flugzeug</i>	123

9.4	RESÜMEE UND ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN	125
9.4.1	<i>Fazit</i>	125
9.4.2	<i>Zukunft der Rad/Schiene-Technik im Hochgeschwindigkeitsverkehr</i>	126
9.4.3	<i>Chancen für den Transrapid</i>	128
9.4.4	<i>Ausblick</i>	129
10	ZUSAMMENFASSUNGFEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.	
	ANHANG	131
	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN LITERATUR.....	140

Verzeichnis der Abkürzungen

In alphabetischer Reihenfolge:

ABS	Ausbaustrecke
ADtranz	ABB Daimler-Benz Transportation
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AGV	Automatice à Grande Vitesse (Bezeichnung für den zukünftigen TGV)
AMbG	Allgemeines Magnetschwebbahngesetz
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BR	Baureihenbezeichnung
BR 460	Baureihe 460 (italienischer Neigetechniktriebzug „Pendolino“)
BUND	Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland
C 50/60	Betondruckfestigkeitsklasse nach DIN EN 206-1 in N/mm ²
DB	Deutsche Bundesbahn (heute: DB AG)
DB AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DRP	Deutsches Reichspatent
DS	Drucksache
DWA	Deutsche Waggonbau AG
EBA	Eisenbahnbundesamt
EBO	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung
EDS	Elektrodynamisches Schwebesystem
EMS	Elektromagnetisches Schwebesystem
engl.	englisch
ETCS	European Train Control System

europ.	europäisch
FEM	Finite Elemente Methode (computerorientierte Berechnungsart für die Statik von Baukonstruktionen)
FW 15	Feuerwiderstandsdauer von 15 Minuten bei Normbrand
franz.	französisch
FSS	Frostschuttschicht
GTO	Gate-Turn-Off (Elemente für den Stromrichter des ICE)
h	Stunde
HSB	Hochleistungsschnellbahn
Hz	Hertz
ICE	Intercity Expres
ICE/V	Intercity Experimental
ICE T	Intercity Triebwagen
ICE TD	Intercity Dieseltriebwagen
IC NeiTech	Intercity Neigetechnik (Firmenkonsortium zum Bau des ICE T)
IFB	Institut für Bahntechnik GmbH, Berlin
jap.	japanisch
JRC	Japan Railway Central (jap. Eisenbahngesellschaft)
kg	Kilogramm
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
magnet.	magnetisch
MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
MbBO	Magnetschwebbahn Bau- und Betriebsordnung
MBPIG	Magnetschwebbahnplanungsgesetz

Mg	Megagramm
min	Minute
Mio.	Millionen
MLU	Maglev Levitation U-shape (jap. Magnetbahnsystem)
Mrd.	Milliarden
MVP	Versuchs- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnsysteme m.b.H.
NBS	Neubaustrecken
NS	Nederlandse Spoorwegen (Niederländische Staatsbahnen)
ÖBB	Österreichische Bundesbahn
PMS	Permanent magnetische Schwebetechnik
PSS	Planumsschutzschicht
r	Radius
SBB	Schweizerische Bundesbahn
SNCB	Société Nationale des Chemins de Fer Belges (belgische Staatsbahnen)
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer Français (franz. Staatsbahnen)
St 52-3	Stahlfestigkeitsklasse nach DIN 17100 mit einer Zugfestigkeit von 520 N/mm ² (neue Bezeichnung: S 355)
TCN	Train Communication Network (internationaler Standard für Leittechniksysteme)
TGV	Train à Grande Vitesse (franz. Hochgeschwindigkeitszug)
TR 08	Transrapid 08
TRI	Transrapid International (Firmenkonsortium zum Bau des Transrapid)
Triebzug	Triebwagenzug
TVE	Transrapidversuchsanlage Emsland
UIC	Union Internationale des Chemins de fer (europ. Eisenbahnnormung)
U/min	Umdrehungen pro Minute