

Volker Matthews
Bahnbau

Das Lehr- und Fachbuch vermittelt anschaulich und praxisnah die basispflichten Grundlagen der Schienen- und auch der Magnet-schwebebahnen und wendet sich primär an Studierende im bautechnischen Hochschulbereich. Es ist eine wertvolle Ergänzung zu Vorlesungen und Übungen, dem Praktikum zeigt es, welche Grundlagen bestimmte Trassierungssoftware beinhaltet.

Bahnen können nach technischer Bauart, Verkehrsform, Eigentumverhältnissen und Betriebsweisen unterschieden werden. Dadurch kommen unterschiedliche Gesetze und Verordnungen, in denen auch Trassierungsparameter festgelegt sind, zur Anwendung. Der Titel erläutert die Einteilung der Bahnen nach vorstehenden Kriterien und aktuellen Rechtsgrundlagen.

Neben den technischen Grundlagen der Bahnen werden Themen wie Lichtraumprofile, Linienführung in Grund- und Auftraß, Querschnittgestaltung, Unter- und Oberbau, Weichen und Kreuzungen, ausgewählte Signale und Grundlagen des Schienenverkehrslärms behandelt. Der Autor bezieht sich im Schwerpunkt auf normalspurige Bahnen, also auf die „klassische“ Schienenbahn. Die 7. Auflage wurde durchgehend überarbeitet und aktualisiert.

Der Inhalt

Geschichte der Bahnen – Einteilung der Bahnen – Rechtsgrundlagen – Technische Grundlagen – Definitionen der Bahnanlagen – Lichtraumprofile – Gleisabstände – Linienführung – Terminologie – Untergrund und Unterbau – Oberbau – Weichen und Kreuzungen – Abnahme und Unterhaltung des Oberbaus – Berechnen von Gleisverbindungen – Hinweise zur Gestaltung von Lageplänen – Bahnübergänge – Ausgewählte Signale – Schienenverkehrslärm

Die Zielgruppen

Bausingenieure im Grundfachstudium und in der Praxis

Der Autor

Prof. Dr.-Ing. Volker Matthews, Georg-Simon-Ohm-Hochschule für angewandte Wissenschaften, Nürnberg

ISBN 978-3-8251-0013-8



www.teubner.de

7. Auflage

Volker Matthews
Bahnbau

7. Auflage

Matthews Bahnbau



Volker Matthews

Bahnbau

Volker Matthews

Bahnbau

7., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2007

Mit 139 Abbildungen und 60 Tabellen



Teubner

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Nach seinem Studium promovierte **Prof. Dr.-Ing. Volker Matthews** am Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart. Nach der Ausbildung zum Baureferendar war er in verschiedenen Bereichen des S-Bahn-Baus und der Planung von Neubaustrecken sehr erfolgreich tätig. Heute lehrt er an der Georg-Simon-Ohm-Hochschule für angewandte Wissenschaften in Nürnberg und ist zudem Sachverständiger für Eisenbahnbau- und betrieb, Ingenieurvermessungen sowie Vermessung im Bauwesen.

Email: volker.matthews@fh-nuernberg.de
Internet: www.fh-nuernberg.de

1. Auflage 1986
2. Auflage 1992
3. Auflage 1996
4. Auflage 1998
5. Auflage 2002
6. Auflage 2003
- 7., überarb. u. akt. Auflage März 2007

Alle Rechte vorbehalten

© B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Dipl.-Ing. Ralf Harms / Sabine Koch

Der B.G. Teubner Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.
www.teubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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 Waren- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Ulrike Weigel, www.CorporateDesignGroup.de
Druck und buchbinderische Verarbeitung: Strauss Offsetdruck, Mörtenbach
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed in Germany

ISBN 978-3-8351-0013-8

Vorwort

Eine gut ausgebaute Infrastruktur ist Grundlage eines funktionsfähigen Gemeinwens. Die Netze der Schienenbahnen im Fern-, Regional- und im Ballungsverkehr – sie werden vom Personen- und vom Güterverkehr genutzt- sind unverzichtbarer Bestandteil dieser Infrastruktur.

Die Öffentlichkeit reagiert auf Planungen von Bahnen, dies sind Schienen- und Magnetschwebebahnen, äußerst umweltsensibel. Dies gilt für den Neu- und auch für den Ausbau. Deshalb sind neben technischen Planungsparametern die Anforderungen der Umweltverträglichkeit wichtigste Vorgaben für den Planer von Bahnanlagen.

Dieses Buch vermittelt bauspezifische Grundlagen der Schienenbahnen und der Magnetschwebebahnen und wendet sich primär an Studierende des technischen Hochschulbereiches. Ihnen soll es eine Ergänzung zu Vorlesungen und Übungen sein, dem Praktiker kann es helfen, sich an Lösungen bahnspezifischer Aufgabenstellungen heranzuarbeiten.

Bahnen können hinsichtlich der technischen Bauart, der Verkehrsform, der Eigentumsverhältnisse und der Betriebsweise unterschieden werden. Entsprechend dieser Zuordnungen sind unterschiedliche Gesetze und Verordnungen, in denen auch die Trassierungsparameter festgelegt sind, anzuwenden. Die Einteilung der Bahnen nach vorstehenden Kriterien und ihre Rechtsgrundlagen werden erläutert.

Weitere Themen, wie Lichtraumprofile, Linienführung in Grund- und Aufriss, Querschnittsgestaltung, Unter- und Oberbau sowie Weichen und Kreuzungen beziehen sich vorwiegend auf normalspurige Bahnen, also auf die "klassische" Schienenbahn. Auch für die Magnetschwebebahn werden Trassierungsparameter angegeben. Darüber hinaus werden für Schienenbahnen die Themen Unterhaltung des Oberbaus, ausgewählte Signale und die Grundlagen des Verkehrslärms angesprochen.

Ein Begriff, der seit Jahren vermehrt wahrgenommen wird, ist die „Interoperabilität“ im Schienenverkehr. Darunter versteht man, dass Schienenfahrzeuge weitgehend durchgängig zwischen verschiedenen Schienennetzen im nationalen und insbesondere im europäischen Bereich verkehren können. Hier gibt es derzeit noch mannigfache Hindernisse z.B. auf technischem Gebiet bei Spurweiten, Lichtraumprofilen, Stromsystemen, Zugsicherungs- und Kommunikationssystemen und auch bei der Automatisierung des Betriebsablaufs. Die Langlebigkeit der Güter der Eisenbahnen diktiert die Geschwindigkeit, mit der die Interoperabilität voranschreiten kann.

Es lag nahe, die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß der Beschreibung im Anhang I der Richtlinie 96/48/EG durch technische Spezifikationen (TSI) sicher zu stellen. Es ist nicht daran gedacht, zu diesem Zeitpunkt Spezifikationen für die nationalen Schienennetze einzuführen.

Die DB AG hat diese Randbedingungen in ihre Richtlinien – soweit notwendig – übernommen. Mit diesen Richtlinien, sie bilden das Skelett dieses Buches, kann der „Bahnbau“ weiterhin gelehrt und gelernt werden.

Den Benutzern dieses Buches, vornehmlich den Professoren der Fachhochschulen und Universitäten, danke ich für viele wertvolle Hinweise.

Nürnberg, im Frühjahr 2007

Volker Matthews

Inhalt

1 Geschichte der Bahnen	9
1.1 Schienenbahnen	9
1.2 Magnetschwebbahnen	13
2 Einteilung der Bahnen	14
3 Rechtsgrundlagen	16
3.1 Gesetze und Verordnungen	16
3.2 Baurechtliche Verfahren	22
4 Technische Grundlagen	27
4.1 Das Rad-Schiene-System	27
4.1.1 Spurweite	28
4.1.2 Räder und Radsätze	28
4.1.3 Entgleisungssicherheit	31
4.2 Magnetfahrttechnik	33
4.3 Fahrdynamik	34
4.3.1 Antriebe	34
4.3.2 Widerstände	36
4.3.2.1 Gewichtsabhängige Widerstände	36
4.3.2.2 Geschwindigkeitsabhängige Widerstände	37
5 Definition der Bahnanlagen	38
5.1 Bahnhöfe	38
5.2 Bahnanlagen der freien Strecke	39
6 Lichtraumprofile	41
6.1 Fahrzeugbegrenzungslinien	41
6.2 Lichtraumprofile der Schienenbahnen	45
6.2.1 Regellichraum nach EBO	45
6.2.2 Lichtraumprofil GC für Neu- und Ausbaustrecken	51
6.2.3 Lichtraumprofil für S-Bahnen	52
6.2.4 Regellichraum nach EBOA	53
6.3 Lichtraumprofil der Magnetschwebbahnen	54
6.4 Profilpunkte bei Gleisen mit Überhöhung	55
7 Gleisabstände	57
7.1 Gleisabstände bei Schienenbahnen	57
7.1.1 Abstand zwischen Streckengleisen	57
7.1.2 Gleisabstand in Bahnhöfen	61
7.1.3 Gleisabstand bei Gleisen mit Überhöhung	61

7.1.4 Abstände zu Kunstbauwerken	63
7.2 Spurmittenabstand bei Magnetschwebbahnen.....	65
8 Linienführung	66
8.1 Formelzeichen und ihre Bedeutung.....	68
8.2 Geschwindigkeiten	70
8.3 Längsneigung und Neigungswechsel	72
8.3.1 Neigung der freien Strecke	73
8.3.2 Neigung der Bahnhofsgleise	73
8.3.3 Neigungswechsel.....	74
8.4 Kreisbogen	80
8.5 Überhöhung	81
8.5.1 Ausgleichende Überhöhung.....	82
8.5.2 Mindestüberhöhung	86
8.5.3 Regelüberhöhung	88
8.5.4 Zulässige Überhöhung.....	88
8.6 Überhöhungsrampe.....	89
8.6.1 Gerade Überhöhungsrampe	90
8.6.2 Geschwungene Überhöhungsrampe	92
8.6.2.1 S-förmig geschwungene Rampe.....	93
8.6.2.2 Rampe nach Bloss.....	94
8.6.2.3 Rampe bei Magnetschwebbahnen.....	95
8.7 Übergangsbogen	95
8.7.1 -mit gerader Krümmungslinie.....	99
8.7.2 -mit geschwungener Krümmungslinie	103
8.7.2.1 S-förmig geschwungene Krümmungslinie.....	103
8.7.2.2 Übergangsbogen nach Bloss.....	105
8.7.3 -bei Gegenbögen	105
8.8 Gleisverziehungen.....	106
8.9 Gleisbogenabhängige Wagenkastensteuerung.....	111
8.10 Zulässige Geschwindigkeiten der Schienenbahnen	112
9 Terminologie für den Schienenbahnbau	113
10 Untergrund und Unterbau	115
10.1 Grundlagen	115
10.2 Entwässerung des Bahnkörpers	119
10.2.1 Offene Entwässerungsanlagen	119
10.2.2 Tiefenentwässerung.....	121
11 Oberbau	123
11.1 Schienen	125
11.2 Schwellen.....	129
11.3 Befestigungsmittel.....	133
11.4 Bettung.....	137
11.5 Bettungsquerschnitte	137
11.6 Beton-Breitschwellengleis	142

11.7	Feste Fahrbahn	142
11.8	Sonderformen des Oberbaus	149
11.9	Schieneauszüge	150
11.10	Mittel zur Sicherung der Gleislage	151
11.11	Gleisabschlüsse	152
11.12	Fahrbahn der Magnetschwebebahn	155
12	Weichen und Kreuzungen	157
12.1	Einfache Weichen	159
12.2	Weichengeometrie	163
12.3	Bauteile der Weichen	165
12.3.1	Zungenvorrichtung	165
12.3.2	Zwischenschienenteil	168
12.3.3	Herzstück und Radlenker	169
12.3.4	Antrieb und Verschluss	170
12.3.5	Unterschwellung	171
12.4	Doppelweichen	172
12.5	Bogenweichen	173
12.5.1	Berechnung der Bogenweichen	175
12.5.2	Bogenweiche mit geradem Herzstück	179
12.5.3	Weichen im Übergangsbogen	180
12.6	Kreuzungen	180
12.7	Kreuzungsweichen	182
12.8	Grenzzeichen	185
12.9	Einbaukriterien für Weichen und Kreuzungen	185
12.10	Absteckmaße der Weichen und Kreuzungen	188
12.10.1	Einfache Weichen, Grundformen	189
12.10.2	Einfache Weichen, Grundformen mit beweglicher Herzstückspitze	191
12.10.3	Klothoidenweichen für Abzweigstellen	192
12.10.4	Klothoidenweichen für Gleisverbindungen	193
12.10.5	Grundformen der Kreuzungen	195
12.10.6	Kreuzungsweichen	196
12.10.7	Abgeleitete Weichen und Regelweichen-NE	197
12.11	Unterlagen für Bestellung und Einbau von Weichen	198
12.12	Einbau von Weichen	198
12.13	Weichen und Kreuzungen der Magnetschwebebahn	199
13	Abnahme und Unterhaltung des Oberbaus	200
14	Berechnen von Gleisverbindungen	204
14.1	Gerade Gleisverbindungen	204
14.1.1	-mit Weichen gleicher Neigung	204
14.1.2	-mit Weichen verschiedener Neigung	206
14.2	Abzweig in ein Parallelgleis	207

15 Hinweise zur Gestaltung von Lageplänen	209
15.1 Zeichnen eines Kreisbogens	209
15.2 Konstruktion einer Tangente an einen Kreisbogen	210
15.3 Darstellung von Übergangsbögen	211
15.4 Konstruktion einer Bogenweiche	212
16 Bahnübergänge	213
16.1 Bahnübergänge ohne technische Sicherung	215
16.2 Bahnübergänge mit technischer Sicherung	217
16.3 Bautechnische Ausbildung der Bahnübergänge	219
17 Ausgewählte Signale	221
17.1 Hauptsignale (Hp)	222
17.2 Vorsignale (Vr)	224
17.3 Planzeichen der Haupt- und Vorsignale	225
17.4 Kombinationssignale (Ks)	225
17.5 Rottenwarnsignale (Ro)	226
17.6 Zugsicherung für Geschwindigkeiten $v > 160$ km/h	227
17.6.1 Linienzugbeeinflussung	228
17.6.2 Europäisches Zug-Kontroll-System (ETCS)	229
18 Schienenverkehrslärm	231
18.1 Grundlagen	231
18.2 Berechnungsverfahren	233
18.2.1 Berechnung des Beurteilungspegels	234
18.2.2 Berechnung des Emissionspegels	237
18.2.3 Behinderung der Schallausbreitung	240
Abkürzungsverzeichnis	241
Literaturverzeichnis	243
Sachverzeichnis	246

1 Geschichte der Bahnen

Als Bahnen können Verkehrsmittel bezeichnet werden, deren Transportgefäße durch Formschluß auf einer Fahrbahn geführt werden. Die Fahrbahn ist meistens aus Stahl gefertigt.

Güter und Personen können mit Hilfe von Bahnen von einer Verkehrsquelle zu einem Verkehrsziel befördert werden. Zwischen Quelle und Ziel ist ein Verkehrsstrom vorhanden, der, in Abhängigkeit von deren sozioökonomischer Struktur, mehr oder weniger breit sein wird. Weil die Bahnen im Güter- wie im Personenverkehr hohe Kapazitäten pro Querschnitt haben, können sie breite Verkehrsströme wirtschaftlich bewältigen. Wenn sich die Verkehrsströme überlagern, muss ein Bahnnetz mannigfach verknüpft sein, um die Quellen und Ziele sinnvoll zu verbinden. Je größer die Zahl der Quell- und Zielpunkte wird, um so geringer wird die Wahrscheinlichkeit, dass die Transporte über lange Wege gemeinsam geleitet werden können. Eine direkte Verbindung zwischen Verkehrsquelle und Verkehrsziel erscheint wünschenswert, ist aber mit wachsender Anzahl der zu verknüpfenden Punkte weniger wahrscheinlich, weil damit der Aufwand für den Betrieb des feinmaschigen Netzes erheblich wächst. Eine wirtschaftliche Bedienung schwacher Verkehrsnachfrage ist selbst bei optimierter Betriebsführung mit Bahnen kaum zu erbringen.

1.1 Schienenbahnen

Die Entwicklung des Fahrweges und der Fahrzeuge der Eisenbahn ist in Tabelle 1.1 dargestellt. Die Eisenbahngeschichte beinhaltet eine Fülle wichtiger und interessanter Daten, von denen hier nur einige wenige erwähnt werden können.

Die erste Eisenbahnstrecke auf deutschem Boden wurde am 07. Dezember 1835 zwischen Nürnberg und Fürth in Betrieb genommen. Bis 1840 waren etwa 500 km Schienenwege vorhanden, die von privaten Gesellschaften gebaut und betrieben wurden. Die ersten Strecken waren direkte Quelle - Ziel - Verbindungen, sie hatten also keine Netzwirkung. Die Idee eines ersten Eisenbahnnetzes in Deutschland wurde von Friedrich List bereits im Jahr 1833 veröffentlicht.

Tabelle 1.1: Entwicklung des Fahrweges und der Fahrzeuge

Entwicklung		Geschichtliche Ereignisse
des Fahrweges	der Fahrzeuge	
1630 Bohlenbahn mit Querhölzern. Später Bohlen mit eisernen Bändern beschlagen	1690 Erste Dampfmaschine von Pa- pin	1630 - 1635 Schwedischer Krieg
1767 Britischer Eisenfabrikant ver- wendet in seinem Werk erst- mals eiserne Schienen	1769 Dampfmaschine von J. Watt patentiert.	1776 Gründung der USA
1776 Gusseiserne Schienenform von Curr	1801 Erste Dampflok	1789 Französische Revolution
1789 Jesop entwickelt Schiene mit pilzförmigem Kopf	1803 Erstes Dampfmaschinenfah- zeug von Trevithik v = 8 km/h, Schlepplast: 25,4 t	1804 - 1815 Napoleon I
1834 Breitfußschiene von Robert Stevens	1814 Stephenson baut erste brauch- bare Lokomotive Schlepplast: 45 t	1807 Regelmäßiger Dampfschiff- verkehr auf dem Hudson
1850 Breitfußschiene allgemein in Deutschland eingeführt	1825 Erste Eisenbahn der Welt in England zwischen Stockton und Darlington	1829 Erfindung der Schiff- schraube
1972 Teststrecken mit schotterlo- sem Oberbau in Rheda und Oelde.	1832 Amerikanische Lok erreicht erstmalig v = 128 km/h	1834 Deutscher Zollverein
1984 Inbetriebnahme der Transra- pid – Teststrecke im Emsland	1892 Dieselmotor patentiert	1871 Gründung des Deutschen Reiches
1990 Gesamtdeutsches Schienen- netz 41.112 km	1990 Geschwindigkeitsweltrekord 515 km/h der SNCF	1990 Beitritt der DDR zur BRD
2002 Schienennetz in Deutschland 35.755 km		

Das Eisenbahnnetz in Deutschland wuchs rasch (Tabelle 1.2).

Tabelle 1.2: Betriebslänge der Bahnen in Deutschland (Normalspur)

Jahr	Betriebslänge	Jahr	Betriebslänge
1835	6 km	1915	62 410 km
1845	2 300 km	1920	57 650 km
1855	8 290 km	1985	* 27 784 km
1865	14 690 km	1990	** 41 112 km
1875	27 930 km	1997	*** 40 826 km
1885	37 650 km	2000	36 588 km
1895	46 560 km	2004	34.722 km
1905	56 980 km	2005	34 218 km

- * = Deutsche Bundesbahn, DB
- ** = Bundesbahn, DB, und Reichsbahn, DR, zusammen
- *** = ab 1977 Deutsche Bahn AG

Von der gesamten Betriebslänge von 34.218 km wurden im Jahr 2005 19.350 km elektrisch betrieben. Etwa 1.000 km des Netzes wurden ausschließlich vom Personenverkehr und etwa 6.500 km ausschließlich vom Güterverkehr genutzt. Etwa 28.200 km wurden von Personen- und Güterverkehr gemeinsam, also im Mischverkehr genutzt. Die Länge aller Gleise der bundeseigenen (s. Kap. 2) Bahnen betrug 2005 64.696 km. Darin sind etwa 75.900 Weichen und Kreuzungen verlegt. Diese werden von 5.085 Stellwerken – davon 640 elektronische Stellwerke – bedient. Es gab im Jahr 2005 etwa 21.800 Bahnübergänge, von denen 11.400 technisch gesichert waren. Es gibt etwa 28.400 Brücken und 650 Tunnel. Im Bereich der bundeseigenen Bahnen gab es im Jahr 2005 4.064 Privatgleisanschlüsse die teilweise von mehreren Firmen mitbenutzt werden

Es gibt etwa 3.500 km nichtbundeseigene Bahnen des öffentlichen Verkehrs (NE-Bahnen s. Kap. 2) mit etwa 2.930 Gleisanschlußbenutzern und etwa 1.800 km NE-Bahnen des nichtöffentlichen Verkehrs (Werksbahnen).

Beim Neubau der Bahnen waren diese bis Ende des 19. Jahrhunderts Privatbahnen, die durch Verstaatlichung in Staatsbahnen der Länder (Länderbahnen) übergingen. 1920 wurden die Länderbahnen als Deutsche Reichsbahn zusammengefasst und durch Staatsvertrag Eigentum des Deutschen Reiches. Seit 1949 bestand im Bereich der Bundesrepublik Deutschland die Deutsche Bundesbahn (DB), im Bereich der Deutschen Demokratischen Republik firmierte die Eisenbahn weiterhin als Deutsche Reichsbahn (DR). Von 1989 bis 1994 waren DB und DR Bahnen des Bundes. Am 1. Januar 1994 wurden die unternehmerischen Bereiche (Personenverkehr, Güter-

verkehr, Personenbahnhöfe und Fahrweg) aus den Bahnen ausgegliedert und, als erste Stufe der Bahnreform, in die Deutsche Bahn Aktiengesellschaft (DB AG) eingebracht. Ab 1. Januar 1999 wurde mit der zweiten Stufe eine Trennung von Fahrweg und Betrieb vollzogen.

Derzeit gibt es unter dem Dach der DB AG als Holdinggesellschaft die Unternehmensbereiche Personenverkehr, Transport und Logistik sowie Infrastruktur und Dienstleistungen, mit folgenden Konzernunternehmen:

- DB - Fernverkehr AG
- DB - Regio AG (Personennahverkehr)
- DB – Stadtverkehr GmbH
- DB - Netz AG (Fahrweg)
- DB – Station & Service AG (Personenbahnhöfe)
- DB - Energie
- DB - Dienstleistungen GmbH
- DB - Railion AG und die Logistikfirmen Schenker und Stinnes

Zur Unterstützung dieser Unternehmensbereiche wurden ergänzend mehrere Tochterunternehmen eingerichtet, so z.B: DB Projektbau, DB Services, DB Systems und DB Telematik (alle als GmbH).

Nach 1945 dienten Investitionen in Baumaßnahmen der Bahn vorwiegend der Beseitigung von Kriegsschäden. Vor etwa 35 Jahren wurde im Bereich der ehemaligen DB mit dem Ausbau des vorhandenen Streckennetzes begonnen. Wenn vorhandene Strecken den technischen Anforderungen für eine Geschwindigkeit von 200 km/h bis 230 km/h angepaßt werden, bezeichnet man diese als Ausbaustrecken (ABS). Neubaustrecken (NBS) werden zur Ergänzung des vorhandenen Netzes und zur Beseitigung von Kapazitätsengpässen geplant und für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 300 km/h trassiert. Wegen dieser hohen Geschwindigkeit werden diese Strecken auch als Schnellfahrstrecken bezeichnet. Inzwischen wurde der Betrieb auf vielen Ausbaustrecken und auf den NBS Hannover - Würzburg, Mannheim – Stuttgart, Frankfurt - Köln und seit 2006 auf der NBS/ABS Nürnberg – München aufgenommen. Hier wurde die Strecke von Nürnberg bis Ingolstadt neu trassiert (NBS), von Ingolstadt bis München wurde die vorhandene Strecke ausgebaut (ABS). Der weitere Ausbau der Schieneninfrastruktur ist im **Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2003** beschrieben, wobei die einzelnen Vorhaben in Kategorien des *vordringlichen Bedarfs, laufende und fest disponierte Vorhaben, neue Vorhaben, weiteren Bedarf* und *internationale Projekte* eingestuft wurden. Einschließlich einer Planungsreserve bei den neuen Vorhaben werden bis zum Jahr 2015 etwa 64 Milliarden Euro für die Realisierung der Vorhaben erforderlich.

Die erste Straßenbahn wurde von Werner von Siemens 1881 in Berlin gebaut. Die „ursprüngliche“ Straßenbahn, d. h. die unregelmäßige gemeinsame Nutzung der Straße von Individualverkehr und Bahn, führte zu erheblichen gegenseitigen Behinderungen und somit zu erheblichen Verspätungen der Straßenbahn. Die Führung der Gleise auf einem eigenen Gleiskörper und Vorrangschaltungen für die Straßenbahn an Lichtsignalanlagen erhöht deren Pünktlichkeit. Der Einsatz moderner, z. T. auch klimatisierter Fahrzeuge, soll die Attraktivität dieses Verkehrssystems erhöhen und die Fahrgäste an den ÖPNV binden.

1.2 Magnetschwebebahnen

Deutschland und Japan sind weltweit in der Entwicklung von Magnetschwebebahnen führend. In Deutschland wurde das erste Prinzipfahrzeug mit elektromagnetischer Schwebetechnik 1971 vorgestellt. Schon 1979 wurde anlässlich der Internationalen Verkehrsausstellung in Hamburg eine Demonstrationsanlage gebaut, auf der ein fahrplanmäßiger, öffentlicher Betrieb durchgeführt wurde. 1983 wurde die Transrapid Versuchsanlage Emsland in Betrieb genommen, um die Komponenten für das Tragen, Führen, Beschleunigen und Bremsen bis zur Serienreife zu entwickeln. Die einzelnen Komponenten haben inzwischen die Typenzulassung durch das Eisenbahn-Bundesamt erhalten.

1994 wurde der Bau einer Magnetschwebebahn zwischen Berlin und Hamburg beschlossen. Diese Strecke sollte von Berlin-Lehrter Bahnhof über Spandau und Schwerin über eine Gesamtentfernung von 285 km nach Hamburg-Hauptbahnhof führen. Bei einer Betriebshöchstgeschwindigkeit von 430 km/h sollte diese Strecke in weniger als einer Stunde Reisezeit zurückgelegt werden. Der planmäßige Betrieb sollte im Jahr 2005 aufgenommen werden. Die Planungen wurden eingestellt, nachdem die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme nicht hinreichend nachgewiesen werden konnte.

Die Magnetschwebebahn Transrapid wurde 2003 in China zwischen dem Finanzzentrum Shanghai - Lujiazui (U-Bahn Endhaltestelle „Long Yang Road“) und dem Flughafen Shanghai – Pudong in Betrieb genommen. Auf der etwa 30 km langen Strecke verkehren vier Fahrzeugen im 10 Minuten-Takt. Dieses Vorhaben hat vorerst einen gewissen Pilotcharakter. Wenn die Erfahrungen positiv ausfallen, ist sowohl eine Verlängerung der Strecke um 200 km bis nach Hangzhou als auch eine 1.300 km lange Strecke zwischen Shanghai und Peking im Gespräch.

2003 begann das Planfeststellungsverfahren für die Strecke München Hbf - München Franz-Josef-Strauß-Flughafen.