



Prof. Dr.-Ing. Joachim Fiedler

dandelion.com

© 2008 AGI-Information Management Consultants
May be used for personal purposes only or by
libraries associated to dandelion.com network.

BAHNWESEN

Planung, Bau und Betrieb
von Eisenbahnen, S-, U-,
Stadt- und Straßenbahnen

5., neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2005

 **WERNER VERLAG**

Inhaltsverzeichnis

1	Entwicklung, Werdegang und Rechtsgrundlagen	1
1.1	Daten technischer Entwicklung und verschiedener Betriebseröffnungen	1
1.2	Das deutsche Eisenbahnwesen im Wandel der Zeiten	3
1.3	Abgrenzung der Bahnsysteme – Rechtsgrundlagen	4
1.4	Bahnstrukturreform	8
1.4.1	EU-Vorgaben	8
1.4.2	Rechtliche Konsequenzen auf deutscher Seite	10
1.5	Deutsche Bahn AG	11
1.5.1	Unternehmensstruktur	11
1.5.2	Strategie „Netz 21“	13
1.6	Bundeseisenbahnvermögen	14
1.7	Eisenbahn-Bundesamt	15
1.8	Unternehmer – Betriebsleiter	16
1.9	Bundesgrenzschutz	18
1.10	Nichtbundeseigene Eisenbahnen	19
1.11	Nahverkehrsbahnen in Städten	20
2	Fahrdynamische Zusammenhänge	23
2.1	Antriebsaggregate	23
2.2	Übertragung von Antriebs- und Bremskräften	24
2.2.1	Antriebsvorgang	26
2.2.2	Bremsvorgang	29
2.3	Bremssysteme und Bremsleistung	30
	a) Pneumatische Bremse	31
	b) Elektropneumatische Bremse	33
	c) Dynamische Bremsen	33
	d) Federspeicherbremse	34
	e) Magnetschienenbremsen	35
	f) Wirbelstrombremsen	36
2.4	Kräftegleichgewicht der Bewegung	39
2.4.1	Widerstände	39
	a) Grund- und Fahrwiderstand	39
	b) Steigungswiderstand	41
	c) Bogenwiderstand	41
	d) Trägheitswiderstand	42

2.4.2	Zusammenspiel der Kräfte	44
a)	Beschleunigungsvorgang	44
b)	Linie gleichbleibenden Widerstandes	45
2.5	Ziele fahrdynamischer Untersuchungen	46
3	Trassierungselemente	49
3.1	Streckenabgrenzung, Vorschriften, Wertebereiche	49
3.2	Begriffe und Art der Züge, Zuglängen	52
3.3	Fahrgeschwindigkeit und Entwurfsgeschwindigkeit	53
3.4	Gradiente	56
3.4.1	Längsneigung	56
3.4.2	Neigungswechsel	57
3.5	Gleisbogen	57
3.5.1	Überhöhung und Seitenbeschleunigung	59
3.5.2	Mindesthalbmesser und zulässige Geschwindigkeiten	65
3.5.3	Fahrschaulinien	66
3.6	Übergangsbogen und Überhöhungsrampe	67
a)	Anwendungsbereiche	67
b)	Abmessungen	67
c)	Form des Übergangsbogens	69
d)	Rampenform und Rampenlänge	71
3.7	Profil des Fahrtraums	71
3.7.1	Begrenzung der Fahrzeuge	73
3.7.2	Umgrenzung des lichten Raumes	75
a)	Regellichtraum	75
b)	Lichttraumprofil GC	77
3.7.3	Lichttraumprofile für U-, Stadt- und Straßenbahnen	80
3.8	Querschnitte, Gleisabstände und Sicherheitsräume	81
3.8.1	Querschnitte	81
3.8.2	Gleisabstände	82
3.8.3	Querschnitte und Gleisabstände bei Straßen-/Stadtbahnen	85
3.8.4	Gefahrenbereiche, Sicherheitsräume	86
3.9	Gleisverziehungen	89
4	Fahrweg	91
4.1	Spurführung	91
4.1.1	Spurweiten	91
4.1.2	Zusammenspiel von Rad und Schiene	93

4.2	Aufbau und Zusammenwirken der Einzelemente des Bahnkörpers	95
4.3	Der Schienenstrang	103
4.3.1	Herstellung, Material und Schienenformen	104
4.3.2	Die Verbindung der Schienen	106
4.4	Befestigungsmittel	110
4.5	Schwellen	113
4.6	Bettung	115
4.7	Feste Fahrbahnen	117
4.8	Festere Fahrbahn auf Schotter	124
4.9	Bahnkörper	124
4.9.1	Dimensionierung	124
4.9.2	Entwässerung	126
4.10	Arbeiten am Bahnkörper	130
4.10.1	Instandhaltung des Oberbaus	131
4.10.2	Oberbauarbeiten und Maschineneinsatz	132
	a) Unterscheidung der Oberbauarbeiten	132
	b) Schienenschleifen	133
	c) Vegetationskontrolle	134
	d) Schienpflege gegen witterungsbedingte Schmierfilmbeläge	135
4.10.3	Gleiserneuerung und Gleiswechselung	135
4.10.4	Arbeiten am Unterbau	137
4.11	Fahrleitungsanlagen	138
4.12	Gleisabschlüsse	143
4.13	Bauen unter dem rollenden Rad	145
5	Elemente der Gleisverbindungen	148
5.1	Kreuzungen	148
5.2	Weichen	149
5.2.1	Weichenarten	149
5.2.2	Darstellungsweisen und Elemente einfacher Weichen	150
5.2.3	Bogen-, Doppel- und Kreuzungsweichen	154
5.2.4	Weichenbauteile	157
	a) Zungenspitzen und Backenschienen	157
	b) Zungenarten	158
	c) Stellvorrichtungen	159
	d) Weichenverschlüsse	160
	e) Weichenriegel, Zungenprüfer, Riegelschloss	161
	f) Zwischenschienen	163
	g) Herzstücke, Radlenker	163
	h) Unterschwellung	165

5.2.5	Weicheneinbau	165
5.2.6	Weichen im Gleisplan	165
	a) Weichenfolgen	166
	b) Gleiswechsel	169
	c) Weichenstraßen	170
5.2.7	Besonderheiten bei Straßenbahnweichen	170
5.3	Neuerungen für Weichen der Hochgeschwindigkeitsstrecken	173
	a) Thermischer Wanderschutz	175
	b) Backenschienenverspannung	175
	c) Weichen- und Herzstückantriebe	175
	d) Elastische Stützpunktlagerung	176
	e) Elastische Kupplung	176
	f) Fahrkinematische Optimierung	179
	g) Klothoidenweichen	181
5.4	Drehscheiben und Schiebebühnen	181
6	Ingenieurbauwerke	184
6.1	Bahnübergänge	184
6.1.1	Bauliche Gestaltung	184
	a) Anforderungen an die Konstruktion	184
	b) Konstruktionsarten	186
6.1.2	Verkehrstechnische Sicherung	187
	a) BÜ ohne technische Sicherung (OTS)	189
	b) BÜ mit technischer Sicherung (TS)	189
	c) Neue Überwachungsprinzipien	191
	d) Blick in die Zukunft	193
6.1.3	Die BÜ-Sicherung nach BÜSTRA	194
6.1.4	Unfallsituation an Bahnübergängen	195
6.1.5	Beseitigung von Bahnübergängen	196
6.2	Eisenbahntunnel	197
6.2.1	Entwurfsgrundlagen	198
6.2.2	Geotechnische Untersuchungen/Standortsicherheitsuntersuchungen	203
6.2.3	Bautechnik – Vortrieb, Sicherung und Ausbau	204
6.2.4	Tunnelinspektion	207
6.2.5	Baumaßnahmen an bestehenden Tunneln	208
6.2.6	Brand- und Katastrophenschutz	208
6.2.7	Umweltschutzaspekte	210
6.3	Tunnel für Stadtschnell- und Stadtbahnen	211
6.3.1	Untertagebauweise	211
	a) Spritzbetonbauweise	211

	b) Schildbauverfahren	212
6.3.2	Offene Bauweisen	214
6.3.3	Deckelbauweise	215
6.4	Großbrücken auf Neubaustrecken	216
6.4.1	Eisenbahnbrücken – Straßenbrücken	217
6.4.2	Anforderungen an Eisenbahnbrücken	217
	a) Lasten und Beanspruchungen	217
	b) Zulässige Verformungen	221
6.4.3	Rahmenplanung für Brücken	222
	a) Brücken aus Spannbeton	223
	b) Brücken aus Stahl	225
	c) Brücken in Verbundbauweise	226
6.4.4	Ausgeführte Bauwerke	227
7	Konventionelle Zugsicherung	228
7.1	Überblick	228
	a) Abstandshaltung	229
	b) Fahrwegsicherung	229
7.2	Signale	231
7.2.1	Art und Bedeutung der Signale	231
	a) Hauptsignale, Hp	231
	b) Vorsignale, Vr	232
	c) Kombinationssystem, Ks	233
	d) Mehrabschnittssignale	234
	e) Sperrsignale, Sh	234
7.2.2	Signalstandorte	234
7.3	Mittel der Abstandshaltung (Streckenblock)	235
7.3.1	Elektrischer Streckenblock (Handblock)	236
7.3.2	Selbsttägiger Streckenblock	237
7.4	Mittel zur Fahrwegsicherung	238
7.4.1	Maßnahmen zur Weichensicherung	238
7.4.2	Flankenschutzeinrichtungen	239
7.4.3	Blockeinrichtungen des Bahnhofsbereichs (Bahnhofsblock)	240
7.5	Stellwerke	243
7.5.1	Mechanische Stellwerke	243
7.5.2	Elektromechanische Stellwerke	245
7.5.3	Drucktastenstellwerke (Dr-Stellwerke)	246
7.5.4	Spurplanstellwerke	248
7.5.5	Stellwerke für Straßenbahnen	248
7.6	Weichen- und Signalstörungen	248
7.7	Zugbeeinflussungen	250

7.7.1	Mechanische und magnetische Fahrsperrung	251
7.7.2	Induktive Zugsicherung (Indusi)	251
7.7.3	Sicherheitsfahrerschaltung (Sifa)	254
7.8	Fahrdienstliche Verständigung	254
7.8.1	Zugmeldeverfahren	254
7.8.2	Rangierfunk und Zugfunk	255
8	Überlegungen zu Streckenleistungsfähigkeit	256
8.1	Begriffsbestimmung und Grundlagen	256
8.2	Zugfolgezeitermittlung	256
8.2.1	Zeitgleiche Blockabschnitte	257
8.2.2	Standortbestimmung für Zwischensignale	259
8.2.3	Rückstauerscheinungen bei Verspätungen	261
8.2.4	Auswirkungen von Doppelbahnsteigen und Doppelhaltestellen	262
8.2.5	Eingleisige Streckenabschnitte	264
8.2.6	Zugfolge beim Transrapid	264
8.3	Folgerungen	264
8.4	Fahrwegkapazität und Betriebsqualität	267
9	Moderne Zugsicherung und Automation im Bahnbetrieb	269
9.1	Linienzugbeeinflussung	269
9.1.1	Zielsetzungen	269
9.1.2	System der Linienzugbeeinflussung	270
9.1.3	Anwendungsbereiche	272
a)	Sicherung schneller Zugfahrten	272
b)	Signaltechnik auf Neubaustrecken der DB	273
c)	Wirtschaftliche Fahrweise	276
d)	Automatischer Zugbetrieb, Betriebsdatenerfassung	280
e)	Zuglaufüberwachung, Betriebsdatenerfassung	280
f)	Fahren in geschwindigkeitsabhängigem Abstand	280
9.2	Elektronische und ferngesteuerte Stellwerke	281
9.3	Selbststell- und Zuglenkbetrieb	282
9.4	Wartung und Instandsetzung	283
9.5	Stellwerkstechniken für Regionalstrecken der DB und Nichtbundeseigene Eisenbahnen (NE)	284
10	Neue Techniken – neue Strukturen	288
10.1	Konzentration der Betriebsführung	288

10.2	Dezentralisierte Bahnsteuerungssysteme	289
10.3	Integration von Angebotsplanung, Betriebsführung und Sicherungstechnik	292
10.4	Mobilfunkgestützte Betriebsleittechnik	292
10.4.1	Fahrzeugortung	293
10.4.2	Kommunikationssystem GSM-R bei der DB ...	294
10.4.3	Vollautomatischer, fahrerloser Betrieb bei Stadtschnellbahnen	296
10.4.4	Organe der Betriebsdisposition bei der DB AG .	299
	a) Transportleistungen Personenverkehr für den Fernverkehr	299
	b) Transportleistungen Personenverkehr für den Nahverkehr	300
	c) Leitstellen des Güterverkehrs	300
10.4.5	Reisenden-Fahrgastinformationssystem RIS der DB AG	301
11	Straßenverkehrstechnische Besonderheiten des Straßenbahnbetriebs	304
11.1	Signalisierung	304
11.2	Beschleunigungsprogramme	306
11.3	Rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL)	308
12	Bahnhofsanlagen	310
12.1	Übergeordnete Gesichtspunkte	310
12.1.1	Begriffsbestimmungen	310
12.1.2	Gleisarten, Anordnung, Gleislängen	311
12.1.3	Generelle Gestaltung der Gleispläne	313
12.2	Personenbahnhöfe der Eisenbahn	314
12.2.1	Haltepunkte	314
12.2.2	Einfache Bahnhöfe	315
12.2.3	Bahnhöfe an Neu- und Ausbaustrecken	315
12.2.4	Große Bahnhöfe	316
12.3	Haltestellen der Stadtschnell- und Stadtbahnen	320
12.3.1	Unterwegshaltestellen	320
	a) Stellwerkshaltestellen mit Gleiswechsel	321
	b) Stellwerkshaltestellen mit Kehrgleis	321
	c) Stellwerkshaltestellen mit Kehr- und Abstellgleisen	322
	d) Stellwerkshaltestellen mit Gleisverdoppelung	322
12.3.2	Endhaltestellen	322

12.3.3	Kreuzungshaltestellen	323
12.4	Haltestellen der Straßenbahn	325
12.4.1	Unterwegshaltestellen	327
a)	Knotenpunktsabhängige Unterwegshaltestellen	327
b)	Knotenpunktsunabhängige Unterwegshaltestellen	327
12.4.2	Umsteigehaltestellen	328
a)	Knotenpunktsabhängige Umsteigehaltestellen	328
b)	Knotenpunktsunabhängige Umsteigehaltestellen	328
12.4.3	Endhaltestellen	329
12.5	Systemverknüpfende Umsteiganlagen	330
12.5.1	Verknüpfungen gleicher Systeme	331
12.5.2	Verknüpfungen unterschiedlicher Systeme (Kombinierte Verkehre)	333
12.5.3	Verknüpfung Stadt-/Straßenbahn – Bus an Endhaltestellen	334
12.5.4	Verknüpfung Eisenbahn – Bus an einfachen Bahnhöfen	334
12.5.5	Verknüpfungspunkt Bahnhofsvorplatz	335
12.6	Einzelheiten der baulichen Gestaltung	338
12.6.1	Bahnsteiganordnung	338
a)	Tunnelhaltestellen	340
b)	Viadukthaltestellen	343
c)	Damm- und Einschnittshaltestellen	343
d)	Ebenerdige Haltestellen	343
12.6.2	Bahnsteiglänge	344
12.6.3	Ein-/Ausstiegverhältnisse	344
12.6.4	Bahnsteigbreite, Treppen, Bahnsteigoberfläche	345
12.6.5	Wetterschutzanlagen	351
12.6.6	Querbahnsteige, Zwischengeschosse, Gänge ..	352
12.6.7	Weg- und Fahrzielinformation	352
12.6.8	Beleuchtung	354
12.6.9	Serviceeinrichtungen für Reisende	355
12.6.10	Kriterien zur barrierefreien Fahrzeug- und Anlagengestaltung	356
12.7	Abstell- und Betriebsbahnhöfe, Betriebshöfe	358

13	Der Güterverkehr und seine Anlagen	360
13.1	Organisation und Abwicklung des Güterverkehrs	360

13.1.1	Strukturen und Zuständigkeiten	360
13.1.2	Unternehmensstrategische Überlegungen	361
13.1.3	Güterverkehrsprodukte	363
13.2	Zugbildungsanlagen	364
13.2.1	Betriebliche Ausgangssituation	364
	a) Das Transportsystem des Einzelwagen- verkehrs	364
	b) Der Zugbildungsprozess	366
13.2.2	Grundformen und Arten von Zugbildungs- bahnhöfen	367
13.2.3	Gestaltung der Teilbereiche	368
	a) Einfahrgleise, Abdrückgleise, Einfahrgruppe	368
	b) Ablaufanlage, Richtungsgruppe	370
	c) Ausfahrgleise, Ausfahrgruppe, Nach- ordnungsgruppe	372
13.2.4	Signal- und rangiertechnische Elemente	375
	a) Steuerung der Abdrück- und Ablauf- bewegungen	375
	b) Bremsverfahren, Bremseinrichtungen, Fest- halteeinrichtungen	378
	c) Förderverfahren und zugehörige Einrichtungen	384
	d) Bremsbefüll- und Bremsprobeanlagen	386
13.2.5	Grundsätze für die Planung von Zugbildungs- anlagen	386
13.3	Kombinierter Ladungsverkehr	387
13.3.1	Containerverkehr	388
13.3.2	Anlagen für den kombinierten Verkehr	389
13.3.3	Spezialwagen	392
13.4	Trailerzug	394
13.5	Auto im Reisezug	395
13.6	Privatgleisanschlüsse	395
14	Nebenbahnen – Regionalstrecken	402
14.1	Bedeutung + Netzbildung – technische Anforderungen ..	402
14.2	Problemfelder	403
	14.2.1 Bahninfrastruktur- und Fahrzeugzustand	403
	14.2.2 Siedlungsstruktur – Mobilitätsverhalten – Angebotsqualität	404
	14.2.3 Wirtschaftliche Restriktionen	405
14.3	Lösungsansätze	406

14.4	Betriebsverfahren auf Regionalstrecken der DB und Nichtbundeseigenen Eisenbahnen (NE)	409
	a) Zugmeldeverfahren	409
	b) Zugleitbetrieb ZLB	409
	c) Signalisierter Zugleitbetrieb SZB	410
14.5	Modernisierungskonzeption – Streckentypen	411
14.6	Belastungsprofile eingleisiger Eisenbahnstrecken	413
14.7	Mischbetrieb nach BOStrab und EBO	413
	a) Planung und Genehmigung	414
	b) Anpassung zwischen Gleis, Fahrzeugen und Bahnsteigen	414
	c) Fahrzeuge	415
	d) Zugsicherungstechnik/Kommunikations- einrichtungen	416
	e) Energieversorgung	416
	f) Betriebliche Regelungen	416
15	Bahnen besonderer Bauart	417
15.1	Wuppertaler Schwebbahn	417
	15.1.1 Entstehungsgeschichte	417
	15.1.2 Fahrweg	420
	15.1.3 Fahrzeuge	422
	15.1.4 Zugsicherung und Betrieb	422
	15.1.5 Ausbau der Schwebbahn	423
	15.1.6 Die kleine Schwester – Bergschwebbahn Dresden	424
15.2	Kabinenbahnen	425
15.3	Magnetschwebbahn Transrapid	429
	15.3.1 Technische Möglichkeiten und Stand der Transrapid-Technik	429
	15.3.2 Die Komponenten des Transrapid	429
	a) Fahrzeug und Antrieb	430
	b) Fahrweg und Stationen	430
	c) Betriebsleittechnik	434
	15.3.3 Rechtsgrundlagen	434
	15.3.4 Einsatzfelder des Systems	434
16	Umweltschutz bei der DB	436
16.1	Flächeninanspruchnahme	437
16.2	Naturschutz und Landschaftspflege	437
16.3	Immissionsschutz (Luftreinhaltung)	439
16.4	Gewässerschutz	440
16.5	Lärmschutz	441

16.5.1	Gesetzliche Regelungen	441
16.5.2	Schallausbreitung	441
16.5.3	Lärmvorsorge – ganzheitliche Betrachtung	443
16.5.4	Lärmminderung am Gleis	443
16.5.5	Lärmminderung an Fahrzeugen	444
16.5.6	Lärmsanierung	445
16.5.7	Innengeräusche in Fahrzeugen	445
16.5.8	Geräusche in den Führerräumen der Trieb- fahrzeuge	446
16.6	Abfallvermeidung und -entsorgung	447
16.7	Transport gefährlicher Güter	448
17	Planen, Finanzieren und Bauen von Bahnanlagen	450
17.1	Planungsgrundlagen	451
17.2	Öffentlichkeitsarbeit und politisches Marketing	452
17.3	Umweltschonende Überlegungen	452
17.4	Grundstücks- und Rechtsfragen	453
17.5	Finanzierungsgrundlagen	453
17.5.1	Die rechtlichen Grundlagen der konventionellen Finanzierung	454
17.5.2	Public-Private-Partnership-Finanzierung	455
17.6	Projektmanagement	458
18	Strukturanpassungsmaßnahmen	462
18.1	Stilllegung von Eisenbahnstruktureinrichtungen	462
18.2	Veräußerungen von Liegenschaften und Flächen- nutzungen – Entwidmung von Eisenbahn- Betriebsanlagen	464
18.2.1	Ausgangslage	464
18.2.2	Problematik	466
19	Schienenbahnen – Teil des Gesamtverkehrssystems	470
19.1	Rechtlicher Rahmen	473
19.2	Verlässliche Bedienung im öffentlichen Personenverkehr	474
19.2.1	Verspätungen	475
19.2.2	Anschlussverluste	476
19.2.3	Integrale Taktfahrpläne	478
19.2.4	Bedeutung der Fahrgastinformation	479
19.2.5	Garanziezusagen und Risikobegrenzung	480
19.3	Politische Verantwortung – Mobilitätsmanagement	481

20. Europaweiter Eisenbahnverkehr	484
20.1 Schritte auf dem Wege zum Zusammenwachsen	484
20.1.1 Historische Daten	484
20.1.2 Initiativen der EWG und der EU – Verkehrspolitische Ziele	485
20.2 Rechtlicher Rahmen	486
20.3 Das Transeuropäische Netz (TEN) und der grenz- überschreitende Eisenbahnverkehr	488
20.3.1 Infrastrukturvorhaben	490
20.3.2 Probleme des grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehrs	492
a) Personenverkehr	492
b) Güterverkehr	492
20.4 Technische Harmonisierung	495
20.4.1 Technische Spezifikationen für die Inter- operabilität (TSI)	495
20.4.2 Spurweiten	497
20.4.3 Stromsysteme	498
20.4.4 Zugsicherung und Zugsteuerung	498
20.4.5 Automatische Kupplungen	500
20.5 Stand der Umsetzung in Deutschland	502
20.5.1 Öffnung des Verkehrsmarktes	502
a) Ausgangssituation	502
b) Zwischenzeitliche Entwicklung	503
c) Erfahrungen und Erwartungen	504
20.5.2 Interoperabilitätsbemühungen	505
21. Rückblick und Ausblick	507
Beteiligtenkreis	510
Literaturverzeichnis	513
Autorenpublikationen	513
Sammelwerke	517
Fachbücher	519
Gesetze	521
Verordnungen, Richtlinien	522
Stichwortverzeichnis	525