

Prof. Dr.-Ing. Joachim Fiedler

Bahnwesen

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

4., neubearbeitete
und erweiterte Auflage 1999

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	2
1.3 Abgrenzung der Bahnsysteme – Rechtsgrundlagen	3
1.4 Bahnstrukturreform	6
1.4.1 EU-Vorgaben	6
1.4.2 Rechtliche Konsequenzen auf deutscher Seite	6
1.5 Deutsche Bahn AG	9
1.5.1 Unternehmensstruktur	9
1.5.2 Strategie „Netz 21“	11
1.6 Bundeseisenbahnvermögen	13
1.7 Eisenbahn-Bundesamt	14
1.8 Nichtbundeseigene Eisenbahnen	14
1.9 Nahverkehrsbahnen in Städten	15
2 Fahrdynamische Zusammenhänge	18
2.1 Antriebsaggregate	18
2.2 Übertragung von Antriebs- und Bremskräften	19
2.2.1 Antriebsvorgang	21
2.2.2 Bremsvorgang	24
2.3 Bremssysteme und Bremsleistung	24
a) Pneumatische Bremse	26
b) Elektropneumatische Bremse	27
c) Dynamische Bremsen	28
d) Federspeicherbremse	28
e) Schienenbremsen	29
2.4 Kräftegleichgewicht der Bewegung	32
2.4.1 Widerstände	32
a) Grund- und Fahrwiderstand	33
b) Steigungswiderstand	34
c) Bodenwiderstand	35
d) Trägheitswiderstand	36

2.4.2	Zusammenwirken der Kräfte	38
a)	Beschleunigungsvorgang	38
b)	Linie gleichbleibenden Widerstandes	39
2.5	Ziele fahrdynamischer Untersuchungen	40
3	Trassierungselemente	42
3.1	Streckenabgrenzung, Vorschriften, Wertebereiche	42
3.2	Begriffe und Art der Züge, Zuglängen	44
3.3	Fahrgeschwindigkeit und Entwurfsgeschwindigkeit	46
3.4	Gradienten	48
3.4.1	Längsneigung	48
3.4.2	Neigungswechsel	48
3.5	Gleisbogen	49
3.5.1	Überhöhung und Seitenbeschleunigung	50
3.5.2	Mindesthalbmesser und zulässige Geschwindigkeit	56
3.5.3	Fahrschaulinien	57
3.6	Übergangsbogen und Überhöhungsrampe	58
a)	Anwendungsbereiche	58
b)	Abmessungen	58
c)	Form des Übergangsbogens	60
d)	Rampenform und Rampenlänge	61
3.7	Spurweiten	62
3.8	Fahrtraumbegrenzung	63
3.8.1	Begrenzung der Fahrzeuge	64
3.8.2	Umgrenzung des lichten Raumes	66
a)	Regellichtraum	66
b)	Erweiterter Regellichtraum	68
c)	Lichtraum nach UIC	69
3.8.3	Lichtraumprofile für U-, Stadt- und Straßenbahnen	71
3.9	Querschnitte, Gleisabstände und Sicherheitsräume	72
3.9.1	Querschnitte	72
3.9.2	Gleisabstände	75
3.9.3	Querschnitte und Gleisabstände bei Straßen-/ Stadtbahnen	77
3.9.4	Gefahrenbereiche, Sicherheitsräume	78
3.10	Gleisverzierungen	80
4	Oberbau	82
4.1	Zusammenwirken von Rad und Schiene	82
4.2	Zusammenwirken der Einzelelemente des Oberbaues	85
4.3	Der Schienenstrang	92
4.3.1	Herstellung, Material und Form der Schienen	92
4.3.2	Die Verbindung der Schienen	94
4.4	Befestigungsmittel	98
4.5	Schwellen	101
4.6	Bettung	103
4.7	Feste Fahrbahnen	104

4.8	Bahnkörper und Oberbauarbeiten	109
4.8.1	Die Gestaltung des Bahnkörpers	109
4.8.2	Oberbauarbeiten	112
4.8.3	Vegetationskontrolle	115
4.9	Fahrleitungsanlagen	116
4.10	Gleisabschlüsse	121
5	Elemente der Gleisverbindungen	123
5.1	Weichen	123
5.1.1	Weichenarten	123
5.1.2	Darstellungsweisen und Elemente einfacher Weichen	124
5.1.3	Bogen-, Doppel- und Kreuzungsweichen	128
5.1.4	Weichenbauteile	131
a)	Zungenspitzen und Backenschienen	131
b)	Zungenarten	133
c)	Stellvorrichtungen	134
d)	Weichenverschlüsse	135
e)	Weichenriegel, Zungenprüfer, Riegelschloß	137
f)	Zwischenschienen	138
g)	Herzstücke, Radlenker	138
h)	Unterswellung	139
5.1.5	Weicheneinbau	140
5.1.6	Weichen im Gleisplan	140
a)	Weichenfolgen	140
b)	Gleiswechsel	143
c)	Weichenstraßen	144
5.1.7	Besonderheiten bei Straßenbahnweichen	144
5.2	Kreuzungen	147
5.3	Drehscheiben und Schiebebühnen	148
5.4	Neuerungen für Weichen der Neu- und Ausbaustrecken	149
a)	Thermischer Wanderschutz	150
b)	Backenschienenverspannung	150
c)	Weichen- und Herzstückantriebe	152
d)	Elastische Stützpunktlagerung	152
e)	Schwingungstilger	152
f)	Fahrkinematische Optimierung	154
g)	Klothoidenweichen	155
6	Ingenieurbauwerke	157
6.1	Bahnübergänge	157
6.1.1	Bauliche Gestaltung	157
a)	Anforderungen an die Konstruktion	157
b)	Konstruktionsarten	159
6.1.2	Verkehrstechnische Sicherung	160
a)	Bahnübergänge ohne technische Sicherung	161
b)	Bahnübergänge mit technischer Sicherung	161
c)	Einheits-Bahnübergangs-Technik	164

d) Entwicklungstendenzen der Bahnübergangs- Technik (<i>Dipl.-Ing. Laumen</i>)	164
6.1.3 Die BÜ-Sicherung nach BÜSTRA	167
6.1.4 Beseitigung von Bahnübergängen	167
6.2 Tunnel auf Neubaustrecken (<i>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walz</i>)	168
6.2.1 Bautechnik	169
6.2.2 Ausrüstung und Einbauten	172
6.2.3 Sicherheit und Katastrophenschutz	172
6.2.4 Umweltschutzaspekte	173
6.3 Tunnel für Stadtschnell- und Stadtbahnen (<i>Dipl.-Ing. Stewering</i>)	174
6.3.1 Untertagebauweisen	174
a) Spritzbetonbauweise	174
b) Schildbauverfahren	175
6.3.2 Offene Bauweisen	177
6.3.3 Deckelbauweise	178
6.4 Großbrücken auf Neubaustrecken (<i>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Curbach</i>)	178
6.4.1 Eisenbahnbrücken – Straßenbrücken	179
6.4.2 Anforderungen an Eisenbahnbrücken	179
a) Lasten- und Beanspruchungen	179
b) Zulässige Verformungen	182
6.4.3 Rahmenplanung für Talbrücken	183
a) Talbrücken aus Spannbeton	183
b) Talbrücken aus Stahl	185
c) Talbrücken in Verbundbauweise	186
6.4.4 Ausgeführte Bauwerke	187
7 Konventionelle Zugsicherung	188
7.1 Überblick	189
7.2 Signale	190
7.2.1 Art und Bedeutung der Signale	191
7.2.2 Signalstandorte	194
7.3 Mittel der Abstandshaltung (Streckenblock)	196
7.3.1 Elektrischer Streckenblock (Handblock)	196
7.3.2 Selbsttätiger Streckenblock	197
7.4 Mittel zur Fahrwegsicherung	198
7.4.1 Maßnahmen zur Weichensicherung	198
7.4.2 Flankenschutzeinrichtungen	199
7.4.3 Blockeinrichtungen des Bahnhofsbereiches (Bahnhofsblock)	200
7.5 Stellwerke	202
7.5.1 Mechanische Stellwerke	203
7.5.2 Elektromechanische Stellwerke	204
7.5.3 Drucktastenstellwerke (DR-Stellwerke)	206
7.5.4 Spurplanstellwerke	207
7.5.5 Stellwerke für Straßenbahnen	208
7.6 Weichen- und Signalstörungen	208

7.7	Zugbeeinflussungen	210
7.7.1	Mechanische und magnetische Fahrsperrung	210
7.7.2	Induktive Zugsicherung (Indusi)	211
7.7.3	Sicherheitsfahrerschaltung (Sifa)	213
7.8	Fahrdienstliche Verständigung	213
7.8.1	Zugmeldeverfahren	213
7.8.2	Rangierfunk und Zugbahnfunk	214
8	Überlegungen zur Leistungsfähigkeit	216
8.1	Begriffbestimmung und Grundlagen	216
8.2	Zugfolgezeitermittlung	216
8.2.1	Zeitgleiche Blockabschnitte	217
8.2.2	Standortbestimmung für Zwischensignale	219
8.2.3	Rückstauerscheinungen bei Verspätungen	221
8.2.4	Auswirkungen von Doppelbahnsteigen und Doppelhaltstellen	221
8.2.5	Eingleisige Streckenabschnitte	223
8.3	Folgerungen	224
9	Moderne Zugsicherung und Automation im Bahnbetrieb	227
9.1	Linienzugbeeinflussung	227
9.1.1	Zielsetzungen	227
9.1.2	System der Linienzugbeeinflussung	228
9.1.3	Anwendungsbereiche	230
a)	Sicherung schneller Zugfahrten	230
b)	Fahren im geschwindigkeitsabhängigen Abstand	231
c)	Die Signaltechnik auf Neubaustrecken der DB AG	232
d)	Wirtschaftliche Fahrweise	235
e)	Automatischer Zugbetrieb	237
f)	Zuglaufüberwachung, Betriebsdatenerfassung	239
g)	Fahren auf elektrische Sicht	239
9.2	FunkZugBeeinflussung – FunkFahrBetrieb (Dipl.-Ing. Laumen)	239
9.3	Elektronische und ferngesteuerte Stellwerke	242
9.4	Selbststell- und Zuglenkbetrieb	243
9.5	Wartung und Instandsetzung	244
10	Leit- und Sicherungssysteme der Zukunft (Prof. Dr.-Ing. Wiegand)	245
10.1	Konzentration der Betriebsführung	245
10.2	Dezentralisierte Bahnsteuerungssysteme	246
10.3	Integration von Betriebsführung und Sicherungstechnik	248
10.4	Mobilfunkgestützte Betriebsleittechnik	250
10.5	Blick voraus	251
11	Straßenverkehrstechnische Besonderheiten des Straßenbahnbetriebs	253

11.1	Signalisierung	253
11.2	Beschleunigungsprogramme	255
11.3	Rechnergesteuerte Betriebsleitsysteme (RBL)	257
12	Bahnhofsanlagen	258
12.1	Übergeordnete Gesichtspunkte	258
12.1.1	Begriffsbestimmungen	258
12.1.2	Gleisarten, Anordnungen, Gleislängen	259
12.1.3	Generelle Gestaltung der Gleispläne	261
12.2	Personenbahnhöfe der Eisenbahn	262
12.2.1	Haltepunkte	262
12.2.2	Kleine und mittlere Bahnhöfe	263
12.2.3	Bahnhöfe an Neu- und Ausbaustrecken	263
12.2.4	Große Bahnhöfe	264
12.3	Haltestellen der Stadtschnell- und Stadtbahnen	267
12.3.1	Unterwegshaltestellen	267
12.3.2	Endhaltestellen	269
12.3.3	Kreuzungshaltestellen	270
12.4	Haltestellen der Straßenbahn	272
12.4.1	Unterwegshaltestellen	273
12.4.2	Umsteigehaltestellen	274
12.4.3	Endhaltestellen	275
12.5	Systemverknüpfende Umsteigeanlagen	276
12.5.1	Verknüpfung Stadt-/Straßenbahn – Bus an Endhaltestellen	278
12.5.2	Verknüpfung Eisenbahn – Bus an kleinen Bahnhöfen auf Strecken mit geringer Zugdichte	279
12.5.3	Verknüpfungspunkt Bahnhofsvorplatz	280
12.6	Einzelheiten der baulichen Gestaltung	282
12.6.1	Bahnsteiganordnung	282
12.6.2	Bahnsteiglänge	288
12.6.3	Ein-/Ausstiegverhältnisse Bahnsteighöhe – Fahrzeugboden	288
12.6.4	Bahnsteigbreite, Treppen, Bahnsteigoberfläche	294
12.6.5	Wetterschutzanlagen	299
12.6.6	Querbahnsteige, Zwischengeschosse, Gänge	300
12.6.7	Weg- und Fahrzielinformation	300
12.6.8	Beleuchtung	302
12.6.9	Serviceeinrichtungen für Reisende	303
12.7	Abstell- und Betriebsbahnhöfe, Betriebshöfe	304
13	Der Güterverkehr und seine Anlagen	306
13.1	Organisation und Abwicklung des Güterverkehrs	306
13.1.1	Strukturen und Zuständigkeiten	306
13.1.2	Unternehmensstrategische Überlegungen	307
13.1.3	Güterverkehrsprodukte (<i>Dipl.-Ing. Heinrigs</i>)	308
13.2	Zugbildungsanlagen (<i>Dipl.-Ing. Heinrigs</i>)	309

13.2.1 Betriebliche Ausgangssituation	310
a) Das Transportsystem des Einzelwagenverkehrs	310
b) Der Zugbildungsprozeß	311
13.2.2 Grundformen und Arten von Zugbildungsbahnhöfen	312
13.2.3 Gestaltung der Teilbereiche	314
a) Einfahrgleise, Abdrückgleise, Einfahrgruppe	314
b) Ablaufanlage, Richtungsgruppe	315
c) Ausfahrgleise, Ausfahrgruppe, Nachordnungsgruppe	319
13.2.4 Signal- und rangiertechnische Elemente	320
a) Steuerung der Abdrück- und Ablaufbewegungen	320
b) Bremsverfahren, Bremseinrichtungen, Festhalteeinrichtungen	323
c) Förderverfahren und zugehörige Einrichtungen	329
d) Bremsbefüll- und Bremsprobeanlagen	331
13.2.5 Grundsätze für die Planung von Zugbildungsanlagen	332
13.3 Kombiniertes Ladungsverkehr	333
13.3.1 Containerverkehr	333
13.3.2 Anlagen für den kombinierten Verkehr	334
13.3.3 Spezialwagen	337
13.4 Auto im Reisezug	339
13.5 Privatgleisanschlüsse	340
14 Nebenbahnen	345
14.1 Schienenpersonennahverkehr (SPNV) nach EBO	345
14.1.1 Ausgangssituation (<i>Dipl.-Ing. Böhl</i>)	345
14.1.2 Lösungsansätze (<i>Dipl.-Ing. Böhl</i>)	347
14.1.3 Eine neue Generation von Regionalverkehrsfahrzeugen	350
14.1.4 Betriebsleittechniken bei Nebenbahnen	353
14.2 Mischbetrieb nach BOStrab und EBO	355
a) Planung und Genehmigung	355
b) Anpassung zwischen Gleis, Fahrzeugen und Bahnsteigen	356
c) Fahrzeuge	357
d) Zugsicherungstechnik/Kommunikationseinrichtungen	357
e) Energieversorgung	357
f) Betriebliche Regelungen	357
15 Bahnen besonderer Bauart	358
15.1 Die Wuppertaler Schwebebahn (<i>Dipl.-Ing. Beyen</i>)	358
15.1.1 Entstehungsgeschichte	358
15.1.2 Fahrweg	359

15.1.3	Fahrzeuge	362
15.1.4	Zugsicherung und Betrieb	363
15.1.5	Ausbau der Schwebbahn	363
15.1.6	Die kleine Schwester – Bergschwebbahn Dresden	364
15.2	Kabinenbahnen/Fahrerloser Betrieb	365
15.3	Magnetbahn Transrapid (<i>Dipl.-Ing. Rogg</i>)	367
15.3.1	Technische Möglichkeiten und Stand der Transrapid-Technik	367
15.3.2	Die Komponenten des Transrapid	368
a)	Fahrzeuge und Antrieb	368
b)	Fahrweg und Stationen	369
c)	Betriebsleittechnik	372
15.3.3	Rechtsgrundlagen	373
15.3.4	Einsatzfelder des Systems	373
16	Umweltschutz (<i>Dr.-Ing. Braune</i>)	374
16.1	Flächenverbrauch, Naturschutz und Landschaftspflege	375
16.2	Schadstoffemissionen und Reinhaltung der Luft	376
16.3	Reinhaltung der Gewässer und des Grundwassers	377
16.4	Lärmschutz	379
16.4.1	Schallausbreitung	380
16.4.2	Lärmsanierung	381
16.4.3	Lärmreduktionsprogramm	382
16.4.4	Innengeräusche in Fahrzeugen	383
16.4.5	Körperschallerregung durch Schienenfahrzeuge	384
16.5	Abfallvermeidung und -entsorgung	384
16.6	Transport gefährlicher Güter und radioaktiver Stoffe	385
17	Planen, Finanzieren und Bauen von Bahnanlagen	387
17.1	Planungsgrundlagen	388
17.2	Öffentlichkeitsarbeit und politisches Marketing	389
17.3	Umweltschonende Überlegungen	389
17.4	Grundstücks- und Rechtsfragen	390
17.5	Finanzierungsgrundlagen	390
17.5.1	Die Rechtsgrundlagen der konventionellen Finanzierung	391
17.5.2	Public-Private-Partnership-Finanzierung (<i>Dipl.-Kfm., Dipl.-Polit. Goll</i>)	392
17.6	Projektmanagement (<i>Dipl.-Ing. Schmidt</i>)	394
17.7	Strukturanpassungsmaßnahmen	397
17.7.1	Stillegung von Eisenbahnstruktureinrichtungen	397
17.7.2	Veräußerungen von Liegenschaften und Flächen- Nutzungen (<i>Ass. jur. Thomas</i>)	398
17.8	Verkehrsprojekte Deutsche Einheit	400
17.9	Projekt Knoten Berlin (<i>Dipl.-Ing. Knittler</i>)	401

18 Schienenbahnen – Teil des Gesamtverkehrssystems in Deutschland	404
19 Europaweiter Eisenbahnverkehr	411
19.1 Stationen des Zusammenwachsens	411
19.2 Der UIC-Railplan	412
19.2.1 Infrastrukturvorhaben	413
19.2.2 Fragen des grenzüberschreitenden Personen- verkehrs	416
19.2.3 Fragen des grenzüberschreitenden Güterverkehrs (<i>Dr. rer. pol. Stahl</i>)	416
19.3 Technische Schnittstellen	419
19.3.1 Spurweite und Stromsysteme	419
19.3.2 Zugsicherung und Zugsteuerung	421
19.3.3 Automatische Kupplungen	422
20 Rückblick und Ausblick	425
Beteiligtenkreis	427
Literaturverzeichnis	431
Autorenpublikationen	431
Sammelwerke	436
Vorschriften, Richtlinien, Merkblätter, Leitfäden	437
Stichwortverzeichnis	441