

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung, Begriffsbestimmung</b>	<b>1</b>
1.1 Bewegung - Transport - Verkehr - Kommunikation	1
1.2 Verkehrssysteme, Transportsysteme	2
1.3 Spurgeführte Bahnsysteme, Schienenbahn, Eisenbahn	4
1.4 Die neue Bahn – Gliederung der Deutsche Bahn Aktiengesellschaft (DB AG)	4
1.5 Gesetzliche Grundlagen	14
1.5.1 Gesetze	14
1.5.2 Rechtsverordnungen	27
1.5.3 Weitere Bau- und Betriebsordnungen für Eisenbahnen	31
1.5.4 Internationale Rechtsvorschriften	31
1.6 Internationale Institutionen der Eisenbahn	32
1.6.1 Internationaler Eisenbahnverband UIC	32
1.6.2 Europäisches Institut für Eisenbahnforschung ERRI	32
1.6.3 Internationale Eisenbahn-Kongressvereinigung AICCF	32
1.6.4 Gemeinschaft der Europäischen Bahnen (GEB)	32
1.7 Bautechnische Regelwerke der Deutschen Bahn AG	32
<b>2 Technische Grundlagen, Fahrdynamik, Traktion</b>	<b>34</b>
2.1 Rad-Schiene-System	34
2.2 Tragsystem, Führungssystem	36
2.3 Kinematik des Einzelfahrzeuges; Bewegungsgleichungen	38
2.3.1 Gleichmäßig beschleunigte/verzögerte Bewegung ( $b = konst.$ )	42
2.3.2 Gleichförmige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit ( $b = 0; v = konst.$ )	44
2.4 Geschwindigkeitsprofil, Geschwindigkeitsganglinie	45
2.5 Massenfaktor bei Berücksichtigung rotierender Fahrzeugmassen	46
2.6 Fahrzeitberechnungen mit konstanten Beschleunigungs- und Verzögerungswerten	48
2.6.1 Beispiel: Fahrzeit zwischen Bf A und Bf B	48
2.6.2 Beispiel: Fahrzeit zwischen S-Bahn-Haltepunkten (Gefällestrecke)	49
2.6.3 Beispiel: Fahrzeit zwischen Bf A und Bf B (Ausweichstelle, Gradientenvorgabe)	54
2.7 Fahren im beweglichen Raumabstand (Raumblock)	61
2.8 Beispiel: Fahren im relativen Bremswegabstand $V_1 = V_2$	62
2.9 Beispiel: Fahren im relativen Bremswegabstand $V_1 < V_2$	64
2.10 Übertragung der Antriebs- und Bremskräfte	68
2.10.1 Traktion, Haftreibung	68
2.10.2 Bewegungszustände	71
2.11 Bewegungswiderstände	75
2.11.1 Laufwiderstand $W_L [N]$ oder $w_L [N/kN]$	76
2.11.2 Streckenwiderstand $W_{Str} [N]$ oder $w_{Str} [N/kN]$	80
2.11.3 Beschleunigungswiderstand $w_B [N/kN]$	83
2.11.4 Gesamtwiderstände $\sum W [N]$ bzw. $\sum w [N/kN]$	83
2.11.5 Empirische Fahrwiderstandsformeln	84
2.12 Zugkräfte, Z-V Diagramm	85
2.12.1 Zugkraftüberschuss; $Z_{\ddot{u}}$ – V – Diagramm	88

2.12.2	Beispiel: Ermittlung des Zugkraftüberschusses bei einer Zugfahrt . . . . .	90
2.12.3	Beispiel: Ermittlung der maßgebenden Steigung . . . . .	91
2.12.4	Beispiel: Auswertung eines $Z_{ü}^*/s$ -V - Diagramms (Beschleunigungs-Steigungs-Geschwindigkeits-Diagramm) . . . . .	93
2.13	Anfahrzeit-Anfahrweg-Berechnungsverfahren . . . . .	100
2.13.1	$\Delta V$ - Verfahren . . . . .	100
2.13.2	Beispiel: Ermittlung der Anfahrstrecke und Anfahrzeit für einen Güterzug (Schwerlast) nach dem $\Delta V$ - Verfahren . . . . .	102
2.13.3	$\Delta t$ - Verfahren . . . . .	104
2.13.4	Beispiel: Ermittlung der Anfahrstrecke und Anfahrzeit für eine Zugfahrt mit einer Lok BR 103 nach dem $\Delta t$ - Verfahren . . . . .	105
2.14	Zugbremsung . . . . .	108
2.14.1	Bremsvorgang, Bremssysteme, Bremsweg . . . . .	108
2.14.2	Erfassung des Bremsvermögens . . . . .	113
2.14.3	Bremstafel . . . . .	113
2.14.4	Ermittlung des Bremsweges . . . . .	114
2.14.5	Bremswegberechnung nach der Mindener Formel . . . . .	115
2.14.6	Bremswegberechnung nach der Münchener Formel . . . . .	118
<b>3</b>	<b>Fahrweg – Linienführung</b> . . . . .	<b>119</b>
3.1	Allgemeine Grundsätze . . . . .	119
3.2	Trassierung mit dem Nulllinienverfahren . . . . .	121
3.3	Trassierungselemente . . . . .	123
3.3.1	Gerade . . . . .	123
3.3.2	Kreisbogen . . . . .	123
3.3.3	Übergangsbogen . . . . .	146
3.3.4	Überhöhungsrampen . . . . .	161
3.3.5	Zulässige Höchstgeschwindigkeiten $\max V$ in Gleisbögen . . . . .	165
3.3.6	Beispiel: Trassierung der Elementenfolge Gegenbogen/Korbbogen/Kreisbogen/Gerade . . . . .	166
3.3.7	Beispiel: Neubau-Trassierung Gerade - Kreisbogen mit s-förmig geschwungener Krümmungslinie . . . . .	173
3.3.8	Beispiel: Gleisstrecken-Entwurf aus der Praxis . . . . .	174
3.3.9	Gleisverziehnngen . . . . .	180
3.4	Gleisplan – Trassengestaltung mittels DV-Programme . . . . .	185
3.4.1	Achskonstruktion . . . . .	186
3.4.2	Beispiel: Berechnung zweier Achsen mit Gleisverbindung . . . . .	187
<b>4</b>	<b>Fahrweg – Linienführung im Aufriss</b> . . . . .	<b>191</b>
4.1	Längsneigungen . . . . .	191
4.2	Ausrundung von Neigungswechseln und Neigungsänderungen . . . . .	191
4.3	Regelwerte für die Ausrundung von Neigungswechseln . . . . .	194
4.4	Beispiel: Wannenausrundung . . . . .	196
<b>5</b>	<b>Elemente der Gleisverbindungen</b> . . . . .	<b>198</b>
5.1	Einführung . . . . .	198
5.2	Weichen . . . . .	198
5.2.1	Anforderungen . . . . .	198

5.2.2	Beanspruchungen der Weichen . . . . .	199
5.2.3	Einfache Weiche (EW) . . . . .	200
5.2.4	Weichenbezeichnung . . . . .	202
5.2.5	Weichen-Elemente . . . . .	202
5.2.6	Doppelweichen (DW) . . . . .	212
5.2.7	Berechnung von einfachen Weichen . . . . .	213
5.2.8	Bogenweichen . . . . .	214
5.2.9	Klothoidenweichen . . . . .	226
5.2.10	Weichen mit vertauschter Zungenvorrichtung . . . . .	228
5.3	Kreuzungen (Kr) . . . . .	229
5.3.1	Kreuzungsweichen . . . . .	231
<b>6</b>	<b>Fahrweg-Querschnitt</b> . . . . .	<b>244</b>
6.1	Allgemeine Zusammenstellung der Elemente des Querschnitts . . . . .	244
6.2	Regellichraum . . . . .	244
6.2.1	Fahrzeugbegrenzungslinie . . . . .	244
6.2.2	Grenzlinie . . . . .	246
6.2.3	Kinematischer Regellichraum . . . . .	246
6.2.4	Berechnung der Grenzlinie . . . . .	253
6.3	Gleisabstände . . . . .	257
6.3.1	Freie Strecken . . . . .	257
6.3.2	S-Bahn-Strecken . . . . .	259
6.3.3	Bahnhöfe . . . . .	260
<del>6.4</del>	<del>Fahrweg-Querprofil</del> . . . . .	<del>260</del>
6.4.1	Pianum . . . . .	260
6.4.2	Fahrbahn-Querschnitt . . . . .	262
6.4.3	Rand- und Zwischenwege . . . . .	270
6.4.4	Kabeltrassen und Rohrzüge . . . . .	270
6.4.5	Profilierung des Böschungsraumes bei Auftrags- und Einschnittsstrecken . . . . .	271
<b>7</b>	<b>Fahrweg - Konstruktion</b> . . . . .	<b>272</b>
7.1	Einführung . . . . .	272
7.2	Querschwellenoberbau . . . . .	273
7.2.1	Schienen . . . . .	274
7.2.2	Schwellen . . . . .	279
7.2.3	Schienenbefestigung . . . . .	282
7.2.4	Bettung . . . . .	291
7.3	Tragplattenoberbau; Feste Fahrbahn . . . . .	293
7.3.1	Monolytische Bauform . . . . .	294
7.3.2	Aufgelöste Bauform . . . . .	295
<b>8</b>	<b>Beanspruchungen des Fahrweges</b> . . . . .	<b>298</b>
8.1	Einführung . . . . .	298
8.2	Ermittlung der Spannungen in Schienenfußmitte . . . . .	298
8.2.1	Wirksame Radkraft $Q$ . . . . .	300
8.2.2	Bettungsmodul $C$ . . . . .	300
8.2.3	Oberbauzustand und Fahrgeschwindigkeit . . . . .	300
8.2.4	Breite des Langschwellenoberbaues . . . . .	301

8.2.5	Trägheitsmomente und Widerstandsmomente der Schiene	301
8.2.6	Elastische, ideelle Länge $L_i$ (Grundwert)	301
8.2.7	Einfluss der benachbarten Achsen	302
8.2.8	Biegezugspannung in der Mitte des Schienenfußes	302
8.3	Ermittlung der Schwellenkraft $S$ und der Schotterpressung $p$	303
8.3.1	Beispiel: Ermittlung der Biegezugspannung, Schwellenkraft und Schotterpressung	305
8.4	Beanspruchung des Schienenkopfes	313
8.4.1	Belastungsnachweis für den Schienenkopf	313
8.4.2	Ermittlung der Flächenpressung in der Berührstelle Rad/Schiene	315
8.5	Gleisstabilität; Querverschiebewiderstand	317
9	Literaturverzeichnis	321