

TRANSPORTTECHNOLOGIE

*Autorenkollektiv unter Leitung von
Dipl.-Ing. Werner George*

Transporttechnologie Eisenbahn

Band 2



transpress

VEB Verlag für Verkehrswesen

Berlin 1989

Inhaltsverzeichnis

0.	<u>Einführung</u>	16
1.	<u>Begriffe und Umfang der Betriebstechnologie der Eisenbahn</u>	17
2.	<u>Arbeitskräfte und Arbeitsmittel</u>	19
2.1.	Betriebseisenbahner	19
2.2.	Bahnanlagen	20
2.2.1.	Begriffserläuterungen und Einteilung	20
2.2.2.	Eigenschaften und Zustand der Gleisanlagen	25
2.2.3.	Sicherungsanlagen	26
2.2.3.1.	Bedeutung	26
2.2.3.2.	Zwangsmittel zur Sicherung der Fahrten	27
2.2.3.3.	Haupt- und Vorsignale	29
2.2.3.4.	Sicherung der Wegübergänge	36
2.2.4.	Fernmeldeanlagen	36
2.3.	Fahrzeuge	37
2.3.1.	Unterscheidung der Fahrzeuge	37
2.3.2.	Wichtige Bedingungen für den Zustand der Fahrzeuge	37
2.3.3.	Fahrdienstliche Einheiten	39
3.	<u>Organisation des Betriebsdienstes</u>	41
3.1.	Aufgaben	41
3.2.	Eigenschaften der Leiter im Betriebsdienst	43
3.3.	Bestimmungen für den Betriebsdienst	44
3.3.1.	Notwendigkeit	44
3.3.2.	Gestaltungsgrundsätze	44
3.3.3.	Gestaltungsorganisation	44
3.3.4.	Internationale Vereinbarungen	45
3.3.5.	Innerdienstliche Bestimmungen	45
3.4.	Pläne für den technologischen Prozeß	48
3.4.1.	Fahrpläne	48
3.4.2.	Technologische Arbeitspläne	51
4.	<u>Fahrdynamische Grundlagen</u>	52

4.1.	Kräfte bei der Bewegung von Eisenbahnfahrzeugen	52
4.2.	Kräfte in oder entgegen der Bewegungsrichtung	54
4.2.1.	Neigungskraft	54
4.2.2.	Luftkraft	57
4.3.	Kräfte entgegen der Bewegungsrichtung	59
4.3.1.	Allgemeines	59
4.3.2.	Einzelne Widerstandskräfte	59
4.3.2.1.	Bogenwiderstandskraft	59
4.3.2.2.	Weichenwiderstandskraft.	62
4.3.2.3.	Roll- und Lagerreibungswiderstandskraft sowie Anfahrwiderstandskraft	63
4.3.3.	Zusammengefaßte Widerstandskräfte	66
4.3.3.1.	Ursachen der Zusammenfassung	66
4.3.3.2.	Triebfahrzeugwiderstandskraft	66
4.3.3.3.	Wagenzugwiderstandskraft	67
4.3.4.	Bremskräfte	69
4.3.4.1.	Klotzanpreßkraft und Bremsmoment	69
4.3.4.2.	Bremswirkung und Bremskraft	71
4.3.4.3.	Bremsverhältnisse beim Fahren im Raumabstand	75
4.3.4.4.	Bremsverhältnisse beim Fahren im Sichtabstand	79
4.4.	Zugkräfte in der Bewegungsrichtung	79
4.4.1.	Antriebs- und Zugkräfte des Triebfahrzeugs	79
4.4.2.	Kraftschluß zwischen Treibrad und Schiene	80
4.4.3.	Fahrdynamische Charakteristiken der Triebfahrzeuge	82
4.4.3.1.	Zughakenkraft-Geschwindigkeits-Diagramm	82
4.4.3.2.	Geschwindigkeits-Neigungs-Diagramm	83
4.4.3.3.	Triebfahrzeugkennendiagramm	84
4.5.	Energiehöhen	88
5.	Technologie des Rangierens	91
5.1.	Bedeutung	91
5.2.	Rangieranlagen	91
5.3.	Rangierpersonal, Dienstbeginn, Arbeitsschutz	95
5.4.	Planung der Rangierarbeiten	96
5.5.	Fahrdienstliche Bestimmungen	97
5.5.1.	Begriffe	97
5.5.2.	Verständigung und Verhaltensnormen im Rangierdienst	99
5.5.2.1.	Elemente der Verständigung	99
5.5.2.2.	Unterrichtung der Beteiligten	99
5.5.2.3.	Vorbedingungen für die Zustimmung	106
5.5.2.4.	Vorbedingungen für den Fahrauftrag	110
5.5.2.5.	Vorbedingungen für die Ausführung des Fahrauftrags	112
5.5.2.6.	Aufgaben des Rangierleiters während der Fahrt	112
5.5.3.	Sichern stellstehender Fahrzeuge	113
5.5.4.	Bremsen im Rangierdienst	122
5.5.4.1.	Allgemeines	122
5.5.4.2.	Berechnungsprinzip	122
5.5.4.3.	Handbremsung	125

7.6.5.	Störungen und Bedienungsfehler der Sicherungstechnik	258
7.6.6.	Arbeiten an Sicherungseinrichtungen	260
7.7.	Vorbedingungen für das Abfahren	261
7.7.1.	Regelfall bei Zugfahrten	261
7.7.2.	Besonderheiten bei Sperrfahrten	261
7.7.3.	Besonderheiten bei Kleinwagenfahrten	263
7.7.4.	Besonderheiten bei der Mitgabe zusätzlicher Triebfahrzeuge	264
7.8.	Bedingungen für das Einfahren und Anhalten	265
7.8.1.	Züge und Sperrfahrten	265
7.8.2.	Kleinwagenfahrten	266
7.8.3.	Ausfall eines Regelhalts	267
7.9.	Vorbedingungen für das Durchfahren	267
7.9.1.	Durchfahrt auf Bahnhöfen mit Ausfahrtsignal	267
7.9.2.	Durchfahrt auf Bahnhöfen ohne Ausfahrtsignal	267
7.10.	Aufgaben der Betriebseisenbahner während der Zugfahrt	267
7.10.1.	Zugpersonal	267
7.10.2.	Zugbeobachtung durch Betriebseisenbahner der Bahnhöfe und der freien Strecke	271
7.11.	Sicherung von Menschen im Gleisbereich	271
7.12.	Zeitbedarf für fahrdienstliche Handlungen	275
8.	<u>Technologie der Fahrplankonstruktion</u>	277
8.1.	Allgemeines	277
8.2.	Einflüsse	278
8.3.	Fahrplanbedingungen für den Einzelfahrplan	279
8.3.1.	Zugart, Zugstärke sowie Anzahl und Laufwege der Züge	279
8.3.2.	Bremsverhältnisse	282
8.4.	Fahrzeiten	286
8.4.1.	Berechnungsprinzip	286
8.4.2.	Fahrzeitermittlung nach UNREIN	287
8.4.3.	Fahrzeitermittlung mittels Rechentechnik	291
8.4.4.	Planmäßige Fahrzeiten	296
8.5.	Aufenthaltszeiten	297
8.6.	Zugfolgezeiten für die Fahrplankonstruktion	297
8.6.1.	Streckenzugfolgezeiten	298
8.6.1.1.	Arten	298
8.6.1.2.	Elemente	299
8.6.1.3.	Vorsprungszeiten	302
8.6.2.	Bahnhofszugfolgezeiten	314
8.7.	Reservezeiten	330
8.8.	Verkehrszeiten	331
8.9.	Triebfahrzeug- und Personaleinsatz	332
8.9.1.	Triebfahrzeugeinsatztechnologie	332
8.9.2.	Einsatz der Zugbegleiter	333
8.10.	Organisation der Fahrplanerarbeitung	334

9.	Leistungseinschätzung von Betriebsanlagen	338
9.1.	Allgemeine Bemessungsverfahren für Betriebsvorgänge	338
9.1.1.	Zeitelemente	339
9.1.1.1.	Fahrstraßenbelegungszeit	339
9.1.1.2.	Rangierfahrstraßen- und Rangierwegbelegungszeit	340
9.1.1.3.	Gleisbelegungszeit	342
9.1.2.	Verflechtung der Betriebsvorgänge	342
9.1.2.1.	Fahrtausschlußtafel	342
9.1.2.2.	Betriebsvorgangsbilder	344
9.2.	Gleisbedarf	348
9.2.1.	Bestimmung mittels Betriebsvorgangsbildern	348
9.2.2.	Bestimmung mittels eines einstufigen Bedienungssystems	348
9.2.2.1.	Wartesystem bei MARKOWschen Strömen ohne beträchtliche Warteschlange	348
9.2.2.2.	Eingeschwungenes Wartesystem	352
9.2.3.	Bestimmung mittels eines zweistufigen Bedienungssystems	353
9.2.3.1.	Wartesystem bei MARKOWschen Strömen ohne beträchtliche Warteschlange	353
9.2.3.2.	Eingeschwungenes Wartesystem	355
9.3.	Fahrstraßenbedarf	359
9.4.	Weichenknoten	359
9.4.1.	Allgemeines	359
9.4.2.	Weichenknoten als Bedienungsknoten mit Vorrangbedingungen	359
9.5.	Personenbahnhof	363
9.5.1.	Allgemeines	363
9.5.2.	Beispiel einer Leistungseinschätzung	363
9.6.	Rangierbahnhof	365
9.6.1.	Allgemeines	365
9.6.2.	Ablaufberg	373
9.6.2.1.	Einflußgrößen	373
9.6.2.2.	Begründung der Grundformel für die Leistungseinschätzung des Ablaufbergs	373
9.6.2.3.	Ausnutzung des Ablaufbergs	379
9.6.3.	Einfahrgleise	380
9.6.3.1.	Einflußgrößen	380
9.6.3.2.	Gleisbelegungszeit	381
9.6.3.3.	Einfahrgleise als eingeschwungenes Wartesystem mit Echtzeiten	384
9.6.3.4.	Einfahrgleise als Wartesystem ohne beträchtliche Warteschlange	385
9.6.3.5.	Berechnung mit der Mindestgleisbelegungszeit	386
9.6.4.	Ausfahrgleise	387
9.6.4.1.	Einflußgrößen	387
9.6.4.2.	Gleisbelegungszeit	388
9.6.4.3.	Ausfahrgleise als eingeschwungenes Wartesystem mit Echtzeiten	389
9.6.4.4.	Ausfahrgleise als Wartesystem ohne beträchtliche Warteschlange	389
9.6.4.5.	Berechnung mit der Mindestgleisbelegungszeit	392
9.6.5.	Richtungsgleise	393
9.6.5.1.	Allgemeines	393
9.6.5.2.	Gleisbestand	393
9.6.5.3.	Gleisbedarf	393
9.6.5.4.	Gleisbenutzung	395
9.6.6.	Ausnutzung der Rangierbahnhöfe	396
9.6.6.1.	Optimaler Wagenausgang in das Netz	396

9.6.6.2.	Senkung der Verlustzeiten am Ablaufberg	397
9.6.6.3.	Erhöhung der Abdruckgeschwindigkeit	398
9.6.6.4.	Verkürzung der Gleisbelegungszeiten auf Ein- und Ausfahrgeleisen	398
9.6.6.5.	Verkürzung der Sammelzeiten für Wagen auf den Richtungsgleisen	398
9.7.	Sonstige Betriebsanlagen der Bahnhöfe	400
9.8.	Streckengleise	402
9.8.1.	Begriffe	402
9.8.2.	Erforderliche Durchlaßfähigkeit	402
9.8.3.	Vorhandene Durchlaßfähigkeit	404
9.8.3.1.	Ermittlung bei vorliegendem Fahrplan	404
9.8.3.2.	Ermittlung ohne vorgegebenen Fahrplan	416
9.8.4.	Einflüsse auf die vorhandene Durchlaßfähigkeit	420
9.8.4.1.	Zugfolge	420
9.8.4.2.	Fahrzeit und Fahrgeschwindigkeit	420
9.8.4.3.	Blockteilung	420
9.8.4.4.	Länge der Einfahr- und Räumabschnitte	420
9.8.4.5.	Stellwerkstechnik und Stellwerksbedienungszeiten	420
9.8.4.6.	Stehende Kreuzung	421
9.8.4.7.	Fliegende Kreuzung	421
9.8.4.8.	Stehende Überholung	423
9.8.4.9.	Fliegende Überholung	423
9.8.5.	Durchfuhrfähigkeit	424
9.9.	Streckengleise in Abhängigkeit von Einflüssen der Bahnhöfe und Abzweigstellen	424
9.9.1.	Allgemeines	424
9.9.2.	Von Bahnhöfen zurückstauende Wartezeiten	425
9.9.3.	Durchlaßfähigkeit auf Streckengleisen mit Abzweigstellen	431
9.9.3.1.	Ausschließlich eingleisige Strecken	431
9.9.3.2.	Zweigleisige Strecke mit abzweigender eingleisiger oder zweigleisiger Strecke	432
10.	Spezielle Methoden der Betriebsleitung	435
10.1.	Allgemeines	435
10.2.	Großveranstaltungen	435
10.3.	Betriebliche Behandlung außergewöhnlicher Sendungen	435
10.3.1.	Lademaßüberschreitungen	435
10.3.1.1.	Feststellung	435
10.3.1.2.	Grenzen der Durchführbarkeit	438
10.3.1.3.	Betriebliche Maßnahmen	442
10.3.2.	Andere außergewöhnliche Sendungen	444
10.4.	Baubetriebstechnologie	445
10.4.1.	Allgemeine Grundsätze	445
10.4.2.	Bauarbeiten ohne unmittelbare Betriebsbeeinflussung	446
10.4.3.	Bauarbeiten mit unmittelbarer Betriebsbeeinflussung	447
10.4.3.1.	Unter Schutz einer Langsamfahrstelle	447
10.4.3.2.	Unter Schutz einer Gleissperrung auf eingleisiger Strecke	448
10.4.3.3.	Unter Schutz einer Gleissperrung auf zweigleisiger Strecke	448
10.4.3.4.	Mit Sperrung von Bahnhofsgleisen	450
10.4.3.5.	Besonderheiten auf elektrifizierten Strecken	450

10.4.4.	Gleisbautechnologie	450
10.4.4.1.	Grundsätze für das Aufstellen	450
10.4.4.2.	Sperrzeitnormative	459
10.4.4.3.	Fahrzeitzuschläge	462
10.4.5.	Planung	465
10.4.5.1.	Langfristig	465
10.4.5.2.	Mittelfristig	467
10.4.5.3.	Operativ	472
10.4.6.	Genehmigungsverfahren	472
10.4.7.	Regelungen	473
10.4.7.1.	Betriebliche Anweisung	473
10.4.7.2.	Betriebs- und Bauanweisung (Betra)	473
10.4.7.3.	Bekanntgabe der Langsamfahrstellen	474
10.5.	Winterdienst	474
10.5.1.	Erscheinungen, Leitungsaufgaben	474
10.5.2.	Einteilung der Behinderungen	477
10.5.3.	Materiell-technische Bedingungen	477
10.5.4.	Arbeitskräfte	479
10.5.5.	Einsatzorganisation	480
10.6.	Havarien, Katastrophen und andere Ereignisse	482
10.6.1.	Begriffe	482
10.6.2.	Einteilung der Ereignisse	484
10.6.3.	Bergungs- und Rettungstechnik	484
10.6.4.	Verantwortlichkeit	487
10.6.5.	Handlungsgrundsätze	488
10.6.5.1.	Verhaltensprinzipien	488
10.6.5.2.	Herbeirufen von Hilfe	488
10.6.5.3.	Handlungsfolge	488
10.6.5.4.	Maßnahmen zur Normalisierung des Betriebsablaufs	490
10.6.5.5.	Untersuchung der Ursachen	490
10.6.5.6.	Behandlung der Untersuchungsunterlagen	491
10.6.6.	Auswertung	491
10.6.7.	Schulung der Eisenbahner	491
10.6.8.	Besonderheiten bei Katastrophen	492
11.	<u>Dispatcherdienst</u>	493
11.1.	Aufgaben und Stellung	493
11.2.	Arbeitsgrundlagen	495
11.3.	Räumliche Bedingungen und Arbeitsmittel	499
11.4.	Schwerpunkte und Planung der operativen Arbeit	500
11.4.1.	Volkswirtschaftliche und betriebstypische Kennwerte	500
11.4.2.	Technischer Plan	502
11.4.3.	Leerwagenausgleich und Regulativ	505
11.4.4.	Tägliche operative Aufgabenstellung und betriebliche Vormeldungen	509
11.5.	Tätigkeitsbereiche, deren fachspezifische Aufgaben und Arbeitsmethodik	509
11.5.1.	Operativer Reise- und Güterzugfahrtdienst	509
11.5.2.	Operativer Wagedienst	513

11.5.3.	Operativer Containerdienst	514
11.5.4.	Operativer Triebfahrzeugbetriebsdienst	515
11.6.	Ergebniserfassung und -auswertung einschließlich Berichtswesen	517
11.7.	Weiterentwicklung des Dispatcherdienstes	520
11.7.1.	Erreichtes, Zielsetzung	520
11.7.2.	Rechentchnik in der operativen Arbeit	520
11.7.3.	Zugfunkgestützte operative Arbeit	522
12.	Betriebstechnologie an der Nahtstelle der DR zur Anschlußbahn	523
<hr/>		
12.1.	Bedeutung, Aufgaben und Rechtsgrundlagen	523
12.2.	Begriffe	523
12.3.	Bedienungsweise und Betriebsführung	526
12.3.1.	Arten der Betriebsführung	526
12.3.2.	Bedienungsweise durch die DR	527
12.3.2.1.	Sicherungstechnik an der Nahtstelle zur DR	527
12.3.2.2.	Bedienungsanweisung	530
12.3.3.	Verträge über wechselseitige Hilfeleistung	530
12.4.	Aufgaben der Staatlichen Bahnaufsicht	531
12.5.	Untersuchungen der Betriebstechnologie	533
12.5.1.	Verfahrensgrundsätze	533
12.5.2.	Gutauskommen, Verkehrsströme	534
12.5.3.	Bemessen der Ladestellen und Gleisanlagen	536
12.5.4.	Rangieraufwand, Wagenaufenthaltszeiten	536
12.5.5.	Personalbedarf	541
12.5.6.	Ökonomische Auswertung und Betriebswürdigkeit	541
12.6.	Rationalisierung im Anschlußbahnbetrieb	544
13.	Anleitung und Kontrolle des Betriebsdienstes	546
<hr/>		
13.1.	Ziele	546
13.2.	Dienstunterricht	547
13.3.	Kontrolle der Dienstposten	548
13.4.	Bahnhofsbegehung	550
13.5.	Betriebsprüfung	551
13.6.	Prüfung der Technologie auf den Bahnhöfen	551
13.7.	Signalschaufahrten	552
13.8.	Spezielle Kontrollen	552
13.9.	Komplexxkontrollen	553

Anlage 1 (zu Abschnitt 6.)	554
Anlage 2 (zu Abschnitt 7.)	558
Anlage 3 (zu Abschnitt 9.)	581
Anlage 4 (zu Abschnitt 10. 4.)	602
Anlage 5 (zu Abschnitt 10. 6.)	615
Anlage 6 (zu Abschnitt 12.)	620
Verzeichnis der Dienstvorschriften	624
Literaturverzeichnis	629
Sachwortverzeichnis	641