Elektrische Vollbahnlokomotiven

Von

Dr. techn. Karl Sachs

Elektrische Vollbahnlokomotiven

Ein Handbuch für die Praxis sowie für Studierende

von

Dr. techn. **Karl Sachs**
Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)

Mit 448 Abbildungen im Text
und 22 Tafeln

Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1928 by Julius Springer in Berlin.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Zugkraft und Leistung.

Seite

I. Die Bahnwiderstände 11
1. Reibungswiderstand zwischen Rad und Schiene 11
2. Widerstand der gleitenden Reibung 11
3. Luftwiderstand 11
4. Traktionskoeffizient 12
5. Krümmungswiderstand 15
6. Widerstand in der Steigung 16
7. Beschleunigungswiderstand 16
II. Die Zugkraft 17
III. Das Fahrdiagramm
1. Allgemeines 22
2. Anfahrdiagramm 25
a) für Einphasenlokomotiven 25
b) für Gleichstromlokomotiven 29
c) für Drehstrom- und Phasenumformer-Lokomotiven 34

Zweiter Abschnitt.

Der mechanische Teil (Wagenteil).

Einleitung 37
I. Rahmen 40
a) Blechrahmen 40
b) Barrenrahmen 40
c) Drehzapfen und Druckstützen 42
d) Zug- und Stoßorgane 43
e) Triebachslager 47
f) Tragfedern und Ausgleichhebel 49
II. Laufwerk 51
a) Lauf in der Geraden 51
b) Lauf in Krümmungen 52
α) Allgemeines S. 52. — β) Einstellbare Laufachsen (einachsige Laufgestelle) S. 55. — γ) Vereinigung der Laufachsen mit der benachbarten Triebachse zu einem Drehgestell S. 57. — δ) Zweiachsige Laufdrehgestelle S. 66. — ε) die geführte Länge 67.
c) Räder und Achsen 72
III. Triebwerk . . . . .
Einleitung 74
1. Übersetzungsfreie Triebwerke.
a) Unmittelbare Antriebe (Einzelachsantriebe) 77
b) Antriebe mit Stangenübertragung (mittelbare Antriebe).
I. Allgemeines 79
II. Antriebe mit Stangenübertragung unter Verwendung von Blindwellen 84
α) Senkrechter Blindwellenantrieb S. 84. — β) Schräger Blindwellenantrieb S. 84.
III. Antriebe mit Stangenübertragung unter Vermeidung von Blindwellen 87
α) flacher Kuppelrahmen S. 88. — β) hoher Kuppelrahmen (Dreieckstange) S. 90. — γ) Zweistangenantrieb S. 90. — δ) Dreistangenantrieb S. 91. — ε) Antrieb von Zehme-Auvert S. 93.
2. Triebwerke mit Übersetzung.
Einleitung 94
a) Einzelachsantriebe
I. mit wagerecht neben dem Triebrad angeordnetem Motor (Tramantrieb) 100
II. mit schief oder senkrecht über dem Triebrad angeordnetem Motor 103
α) Ausführung des Motors mit horizontaler Achse S. 103. — β) Ausführung des Motors mit vertikaler Achse S. 115.
b) Übersetzungstriebwerke mit Kuppelstangen 118
c) Triebwerke mit mehrfacher Übersetzung 126

Seite

IV. Massenausgleich 132
V. Verbindung der Motoren mit dem Rahmen 138
VI. Bremsen und Bremseinrichtungen.
1. Allgemeines 144
2. Druckluftbremsen 148
a) Druckluftpumpen.
I. Bauformen 148
α) Kolben-Druckluftpumpen mit Übersetzungsgetriebe S. 148. — β) Kolben-Druckluftpumpen ohne Übersetzungsgetriebe S. 150. — γ) Rotationskompressoren S. 153.
II. Steuerung und Schaltung 156
b) Westinghouse-Bremse. 159
I. Westinghouse-Schnellbremse 159
α) Wirkungsweise und Bestandteile S. 159. — β) Luftpumpe samt Antriebsorgan und Druckregler S. 161. — γ) Hauptluftbehälter S. 161. — δ) Führerbremsventil mit Ausgleichvorrichtung S. 161. — ε) Funktionsventil (Steuerventil) S. 165. — ζ) Funktionsventil (Steuerventil) mit ausgeschalteten Betriebsbremsungen S. 166. — η) Hilfsluftbehälter S. 167. — ϑ) Bremszylinder S. 167. — ι) Auslöseventil S. 168. — ϰ) Hauptleitung, Schlauchkupplungen und Kupplungshähne S. 169.
II. Westinghouse-Doppelbremse.
α) Wirkungsweise und Bestandteile S. 169. — β) Regulierventil S. 170. — γ) Doppelrückschlagventil S. 171. — δ) Schlauchkupplung S. 171. — ε) Anwendung der automatischen und nichtautomatischen Bremse S. 171.
c) Knorr-Bremse.
I. Einkammer-Schnellbremse 173
II. Zusatzbremse in Verbindung mit der Einkammer-Schnellbremse 175
3. Luftsaugebremsen.
Automatische Vakuum-Schnellbremse System Hardy-Clayton 177
I. Bauart A 177
II. Bauart B 182
III. Bauart C 184
IV. Bauart mit nur einer Vakuumpumpe 184
4. Notbremseinrichtungen für einmännige Lokomotivführung 186
VII. Zubehörteile.
1. Sandstreuvorrichtungen 191
1. Druckluftsandstreuer von Brüggemann 191
2. Druckluftsandstreuer von Leach 192
3. Druckluftsandstreuer von Knorr, Bauart S_1 192
2. Signalpfeifen 193
3. Geschwindigkeitsmesser 193
VIII. Lokomotivkasten 202
IX. Achsdruckberechnung 205

Dritter Abschnitt.

Die elektrische Ausrüstung.

Erster Teil. **Gleichstromlokomotiven.**

Einleitung.
1. Historische Übersicht 207
2. Grundsätzliche Einteilung der Stromkreise 213
A. Hauptstromkreise.
I. Stromabnehmer 213
1. Stromabnehmer für Fahrdrahtoberleitung.
a) Rollenstromabnehmer 214
b) Bügelstromabnehmer 214
α) Allgemeines und Konstruktion S. 214. — β) Anheben durch Federkraft S. 219. — γ) Anheben durch Druckluft und Federkraft S. 220. — δ) Anheben durch Saugwirkung S. 226. — ε) Doppelstromabnehmer S. 227.
2. Stromabnehmer für dritte Schiene 228
II. Dachausrüstung und Überspannungsschutz 231
III. Hauptschalter 232
IV. Triebmotoren 236
a) Achsmotor in Tramaufhängung 236
b) Schnelläufer halbhoch im Rahmen gelagert 244
c) Langsamläufer hoch im Rahmen gelagert 245
V. Fahrtwendeschalter 246
VI. Motorschalter 246
VII. Erdleitung und Erdung 247

Seite

VIII. Steuerung.
Einleitung 247
1. Steuerapparatur.
a) Steuerungen durch Stufenschalter mit runder oder gestreckter Kontaktbahn . . . 247
b) Steuerungen mittels Einzelschalter.
α) Allgemeines S. 250. — β) Schützensteuerung S. 253. — γ) Steuerung mittels Nockenkontroller S. 258.
2. Anfahrwiderstand 270
IX. Schaltungen für elektrische Bremsung 272
1. Widerstandsbremsung
a) mit selbsterregten Motoren 272
b) mit fremderregten Motoren 274
2. Nutzbremsung 276
X. Zugheizungsstromkreis 290
B. Nebenstromkreise 294
1. Vom Fahrleitungsstrom gespeiste Nebenstromkreise 294
a) Kompressormotor 294
b) Vakuumpumpenmotor 295
c) Ventilatormotoren 295
b) Führerstandheizung 295
e) Meßleitungen 295
2. Die Umformergruppe und die von ihr gespeisten Nebenstromkreise 295

Zweiter Teil. **Lokomotiven für einphasigen Wechselstrom.**

Einleitung.
1. Historische Übersicht 298
2. Grundsätzliche Einteilung der Stromkreise 307
A. Hauptstromkreise.
I. Hochspannungsstromkreis.
1. Stromabnehmer 308
2. Dachausrüstung.
a) Trennschalter 308
b) Überspannungsschutz 309
c) Erdungsschalter 309
3. Hauptschalter 309
4. Haupttransformator.
a) Lufttransformator 311
b) Öltransformator 312
II. Triebmotorenstromkreis.
1. Fahrstromschaltung 314
a) Triebmotoren 314
b) Motorschalter 321
c) Fahrtwendeschalter 321
d) Erdleitung und Erdung 321
e) Steuerung 321
α) Stufenschaltersteuerungen S. 322. — β) Steuerungen mittels Einzelschlater S. 326. — γ) Steuerungen unter vereinigter Verwendung eines Stufenschalters mit Einzelschaltern S. 335.
2. Bremsstromschaltung 336
a) Widerstandsbremsung.
α) mit selbsterregten Motoren S. 336. — β) mit fremderregten Motoren S. 337.
b) Nutzbremsung 337
α) mit Reihenschlußerregung der Triebmotoren S. 338. — β) mit Nebenschlußerregung oder Triebmotoren S. 339. — γ) mit Fremderregung der Triebmotoren S. 341.
III. Zugheizungsstromkreis 344
1. Heizungsanzapfungen am Haupttransformator 344
2. Regulierschalter 345
3. Heiz-Ölschalter 345
4. Heizkupplungen 345
5. Meßeinrichtungen 345
B. Nebenstromkreise 345
1a. Stromkreise der Hilfsbetriebe 346
α) Kompressormotoren-Ventilatormotoren-Ölpumpenmotor S. 346. — β) Führerstandsheizung S. 347. — γ) Ölwärmeplatten S. 347.
1b. Meßinstrumente, Meß- und Auslöseleitungen 347
2. Motorgeneratorstromkreis 348
3. Steuerstromkreise 349
4. Beleuchtungsstromkreise 349

Dritter Teil. **Lokomotiven für dreiphasigen Wechselstrom.**

Seite

Einleitung.
1. Historische Übersicht 351
2. Grundsätzliche Einteilung der Stromkreise 354
A. Hauptstromkreise.
I. Stromabnehmer 358
II. Trennschalter, Erdungsschalter, Überspannungsschutz 361
III. Hauptschalter 361
IV. Triebmotorenschalter und Fahrtwendeschalter 361
V. Triebmotoren und deren Steuerung 362
1. Geschwindigkeitsregelung im Verhältnis 1 : 2 durch Kaskaden- und Parallelschaltung der Motoren 362
2. Geschwindigkeitsregelung im Verhältnis 1 : 2 durch Polumschaltung der Motoren 370
3. Geschwindigkeitsregelung in vier Stufen durch Vereinigung von Polumschaltung und Kaskadenschaltung 374
a) Wicklungen zur Änderung der Polzahl im Verhältnis 4 : 3 oder 3 : 2 durch Änderung der Phasenzahl 374
α) Statorwicklungen S. 374. — β) Rotorwicklungen S. 376.
b) Wicklungen zur Änderung der Polzahl im Verhältnis 4 : 3 oder 3 : 2 bei unveränderter Phasenzahl durch Änderung der Stromrichtung in einzelnen Wicklungsteilen . . . 378
c) Steuerung 382
4. Geschwindigkeitsregelung in vier Stufen im Verhältnis 3 : 4 : 6 : 8 oder 2 : 3 : 4 : 6 unter Verwendung polumschaltbarer Kurzschlußankermotoren 384
5. Geschwindigkeitsregelung in mehr als vier Stufen 386
6. Triebmotoren (elektro-mechanischer Aufbau) 387
B. Nebenstromkreise 391

Vierter Teil. **Umformerlokomotiven.**

Einleitung 392
A. Phasenumformer-Lokomotiven 394
B. Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven 406

Vierter Abschnitt.

Beschreibung ausgeführter Lokomotiven.

I. B_0—B_0-Güterzuglokomotive Reihe E 101 der „Cie du Chemin de fer de Paris à Orléans“ 412
II. 2B_0—$B_0$2-Schnellzuglokomotive Reihe 242. BE der „Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée“ 415
III. 1D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 3001 der Niederländisch-Indischen Staatsbahnen 418
IV. 2$D_0$2-Schnellzuglokomotive Reihe E 501 der „Cie du Chemin de fer de Paris à Orléans“ 421
V. 2C 2-Schnellzuglokomotive Reihe E 0601 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft 424
VI. 2B—B2-Personenzuglokomotive Reihe E 5201 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft . . . 428
VII. 1C—C1-Güterzuglokomotive Reihe 14301 der Schweizerischen Bundesbahnen 433
VIII. 1C_0—$C_0$1-Güterzuglokomotive Reihe 201 der Berner Alpenbahngesellschaft Bern-Lötschberg-Simplon 436
IX. 2$D_0$1-Schnellzuglokomotive Reihe 10901 der Schweizerischen Bundesbahnen 439
X. 1D1-Schnellzuglokomotive Gruppe E 431 der Italienischen Staatsbahnen 442
XI. 1D1-Schnellzuglokomotive Gruppe E 432 der Italienischen Staatsbahnen 447
XII. E-Güterzuglokomotive Gruppe E 552 der Italienischen Staatsbahnen 450
XIII. E-Güterzuglokomotive Gruppe E 554 der Italienischen Staatsbahnen 452
XIV. 1D1-Schnellzuglokomotive Gruppe E 472 der Italienischen Staatsbahnen 453
XV. D_0—D_0+D_0—D_0-Güterzuglokomotive Reihe 501 der Detroit, Toledo & Ironton Bahn 455

Autorenverzeichnis 459
Sachverzeichnis 460
Tafel I—XXII.