

Die Bahnmotoren

für Gleichstrom.

Ihre Wirkungsweise, Bauart und Behandlung.

Ein Handbuch für Bahntechniker

von

M. Müller

und

W. Mattersdorff

Oberingenieur der Westinghouse-Elektrizitäts-
Aktiengesellschaft.

Abteilungsvorstand der Allgemeinen
Elektrizitäts-Gesellschaft.

Mit 231 in den Text gedruckten Figuren und 11 lithograph. Tafeln,
sowie einer Übersicht der ausgeführten Typen.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1903

Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1903

ISBN 978-3-642-52520-9 ISBN 978-3-642-52574-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-52574-2

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit soll bei ihrer Beschränkung auf ein Spezialgebiet den Bedürfnissen möglichst weiter Kreise dienen. Dementsprechend ergab sich in erster Linie die möglichste Einfachheit der Darstellungsweise und die Abrundung des Stoffes, um auch dem weniger Vorgebildeten das klare Verständnis der verschiedenen Erörterungen zu ermöglichen.

Von der vorliegenden Literatur wurden die einschlägigen Artikel der verschiedenen Fachzeitschriften, ferner das Buch von G. Hanchett: „The modern electric railway-motors“, und das ausführliche Werk von Blondel-Dubois: „La traction électrique“ benutzt, insbesondere wurden die Daten der Einleitung aus diesem letzteren Werke entlehnt. Außerdem wurden umfassendere Arbeiten über elektromechanische Probleme, wie z. B. von Arnold, Kapp u. a. an geeigneter Stelle verwertet.

Die Angaben des siebenten Teiles stützen sich auf unmittelbare Mitteilungen der einzelnen Firmen und möchten wir denselben an dieser Stelle unseren Dank für die freundliche Unterstützung ausdrücken.

Berlin, im Januar 1903.

M. Müller. W. Mattersdorff.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.		Seite
Die historische Entwicklung der elektrischen Bahnen und der Bahnmotoren		1
I.		
Die Arbeitsbedingungen für die Bahnmotoren.		
Der Bewegungswiderstand		10
1. Rollende Reibung		11
2. Achslagerreibung		12
3. Luftwiderstand		14
4. Der Widerstand in Steigungen und im Gefälle		16
5. Der Widerstand in Bahnkrümmungen		17
6. Widerstand infolge der Beschleunigung		20
7. Gesamtwiderstand, Traktionskoeffizient		21
Zugkraft, Beschleunigung und Verzögerung		24
Adhäsion		36
II.		
Die Wirkungsweise der Motoren im allgemeinen.		
Beziehung zwischen magnetischem Feld und elektrischem Strom		43
Grundformeln für Motoren		46
Verluste		48
Mechanische Reibung		48
Wirbelströme		49
Hysteresisverluste		52
Ohmscher Verlust		54
Ankerrückwirkung		55
Funkung am Kommutator		57
Wirkungsgrad		62
Leistung		63
III.		
Wirkungsweise der Hauptstrommotoren.		
Umdrehungszahl		78
Drehmoment; Leerlaufstrom		81
Leistung		83
Wirkungsgrad		84
Nutzloser Strom		85

	Seite
Einfluß der Betriebsspannung	87
Einfluß der Feldstärke und der Anzahl der Ankerleiter . . .	90
Feldstärke	90
Ankerleiter	94
Zugkraft und Geschwindigkeit	96
Motordiagramm	99
Übersetzungsverhältnis	101
Zusammenarbeiten zweier Motoren	103
Regulierung der Geschwindigkeit	112
Vorschaltwiderstände	113
Serien-Parallelschaltung	115
Batterieschaltung bei Akkumulatoren	118
Umformung	119
Änderung des Feldes	120
Spragueschaltung	120
Shuntmethode	123
Änderung der Übersetzung und sonstiges	125
Das Anfahren	126
Bestimmung der Vorschaltwiderstände	127
Gesamtdiagramm	136
Ökonomie des Anfahrens	139
Das Bremsen	146
Hauptstrommotor als Generator	147
Bremskraft	151
Berechnung der Bremswiderstände	153
Gesamtdiagramm	156
Beanspruchung des Motors bei der Bremsung	158
Der kritische Widerstand	160
Zusammenarbeiten zweier Motoren beim Bremsen	162
Bremsung im Gefälle	164
Elektromagnetische Bremse	165
Das Reversieren	165

IV.

Wirkungsweise der Nebenschlußmotoren.

Drehmoment und Umdrehungszahl	167
Einfluß der Betriebsspannung	169
Einfluß der Feldstärke	173
Zusammenarbeiten zweier Motoren	173
Regulierung der Geschwindigkeit	177
Anfahren	179
Wiedergewinnung der Energie	180
Vergleich zwischen Hauptstrom- und Nebenschlußmotoren	183
Motoren mit besonderer Erregung und Compoundmotore	185

V.

Bauart der Bahnmotoren.

Bauart im allgemeinen	186
Grundlegende Bedingungen	186
Form des Magnetfeldes	190
Arten der Ankerwicklung	194

	Seite
Ringwicklung	195
Trommelwicklung	198
Wellen- und Schleifenwicklung	199
Kombinierte Wicklung	202
Verringerte Nutenzahl	202
Bauart des Ankers und seiner Teile	204
Ankerkörper	204
Material	204
Herstellung des Blechkörpers	205
Querventilation	206
Längsventilation	207
Nutquerschnitt	208
Ankerwelle	208
Ankerwicklung	209
Isolation	209
Kupferquerschnitt	211
Spulenform	211
Bandagen	216
Fertigungsarbeiten	218
Kollektor	220
Abmessungen	220
Material	220
Lamellenform	222
Bürstenapparat	224
Bürstenhalter	224
Bürsten	225
Befestigung des Bürstenhalters	226
Bauart des Gehäuses und seiner Teile	227
Feldspulen	227
Material	227
Spulenform	227
Herstellungsweise	228
Befestigung	229
Magnetgestell und Pole	231
Material	231
Befestigung der Polschuhe und Polform	232
Gehäuseform	236
Teilung	237
Bedienungsöffnungen	240
Anker- und Achslager	242
Material	242
Art der Anordnung	242
Abmessungen	245
Schmiergefäße, Ölfänger	246
Bauart der Motor-Aufhängung und der Übersetzung	247
Notwendigkeit elastischer Aufhängung	247
Nasenaufhängungen	248
Schwerpunktaufhängungen	251
Aufhängung bei angegossenen Achslagern	252
Aufhängung mit Schwinge	258
Besondere Aufhängungsarten	259
Übersetzung	261

	Seite
Konstruktionsdaten einiger Motoren	264
Motor-Tabelle 1	266
Ankerkörper-Tabelle 2	266
Ankerwicklung-Tabelle 3	267
Kollektor-Tabelle 4	268
Bürsten-Tabelle 5	268
Pole-Tabelle 6	269
Feldspulen-Tabelle 7	269
Feldstärke-Tabelle 8	270
Verluste- und Wirkungsgrad-Tabelle V, 9	271
Gewichte-Tabelle 10	272
Erregerwickelungen-Tabelle 11	273
Ankerwickelungen-Tabelle 12	274
Kollektoren-Tabelle 13	276

VI.

Behandlung und Untersuchung der Motoren.

Messungen	277
Messungen im Prüfraum	277
Fabrikationsprüfungen	277
Abnahmeprüfungen	279
Widerstandsmessungen	279
Isolationmessungen	281
Leistungsmessungen	283
Temperaturmessungen	285
Wirkungsgradbestimmung	287
Trennung der Verluste	293
Schaltungsprüfungen	295
Messungen im Wagen (mit Tabelle 14)	296
Strom-, Energie-, Arbeitsbedarfs- und Geschwindigkeitsmessung	297
Zugkraftbestimmung und Traktionswiderstand	301
Behandlung vor Inbetriebsetzung	302
Regeln für den Einbau	303
Kontroll-Prüfung vor dem Einbau	304
Behandlung im normalen Betrieb	305
Bedienung durch das Fahrpersonal	305
Schmierung	314
Revisionen, Ausbau	317
Auftretende Fehler, ihre Feststellung und Beseitigung	322
Verhalten des Fahrpersonals beim Auftreten von Fehlern	322
Merkmale und genaue Feststellung der Fehler	328
Unterhaltung und Reparatur	333
Kosten der Unterhaltung und Abnutzungsdauer (mit Tabelle 15-18)	336
Werkstattseinrichtung und Magazin	343

VII.

Übersicht ausgeführter Motortypen der verschiedenen Konstruktionsfirmen.

Gesamtübersicht (mit Tabelle 19)	350
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin („ „ 20, 21 u. 22)	355
Brush Electrical Engineering Co. Ltd., London („ „ 23 u. 24)	360
Electricité et Hydraulique, Charleroi („ „ 25 „ 26)	362

Inhaltsverzeichnis.

IX

	Seite
English Electric Mfg. Co., Preston (mit Tabelle 27 u. 28)	364
Ganz & Co., Budapest („ „ 29 „ 30)	366
Helios Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Köln-Ehrenfeld („ „ 31 „ 32)	369
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Kolben & Co., Prag („ „ 33 „ 34)	372
Gebr. Körting, Körtingsdorf bei Hannover . . . („ „ 35 „ 36)	374
Fr. Krizik, Prag („ „ 37 „ 38)	376
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M. („ „ 39 „ 40)	378
Lorain Steel Co., Johnstown, Pa. („ „ 41 „ 42)	380
Maschinenfabrik Örlikon, Örlikon bei Zürich . . . („ „ 43 „ 44)	382
A. G. vorm. Joh. Jacob Rieter & Co., Winterthur	386
E. A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg . . . (mit Tabelle 45 u. 46)	386
Siemens & Halske A. G., Berlin („ „ 47, 48 u. 49)	391
Stanley Electric Mfg. Co.	399
Union E. G., Berlin (mit Tabelle 50 u. 51)	400
Walker Co., Cleveland („ „ 52 „ 53)	404
Westinghouse Electric and Mfg. Co., Pittsburg . („ „ 54, 55 u. 56)	406
—————	
Übersicht der Buchstabenbezeichnung	412
Namen- und Sachregister	414

Tafelverzeichnis.

- Tafel I. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Motor AB 53 mit Kurven.
- Tafel II. English Electric Mfg. Co., Motor A—1—25 mit Kurven.
- Tafel III. Ganz & Co., eingebauter Motor.
- Tafel IV. Helios Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Motoren StM 7, 20 und 30 mit Kurven.
- Tafel V. Maschinenfabrik Örlikon, Motor
- Tafel VI. E. A. G. vorm. Schuckert & Co., Motor AB 80, Kurven der Motoren 53, 55 und 82.
- Tafel VII. Siemens & Halske, Motor cD 17/18 mit Kurven.
- Tafel VIII. Union E. G., Motor GE 52.
- Tafel IX. Walker Co., Motor 2N 750.
- Tafel X. Westinghouse Electric and Mfg. Co., Motor 62 mit Kurven und Motor 64.
- Tafel XI. Drehgestell mit Motor von Fr. Krizik.
General Electric Co., Kurven des Motors GE 73 A 5.
A.-G. Rieter, Kurven des Motors SM 30.
Lorain Steel Co., Kurven des Motors 16 und 34.

Abkürzungen.

- A. E. G. = Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
E. & H. = Electricité et Hydraulique, Charleroi.
G. E. = General Electric Co.
S. & H. = Siemens & Halske A. G., Berlin.
Union = Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
E. A. G. = Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft.
Lahmeyer, Schuckert, Rieter u. s. w. bedeuten:
E. A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co. u. s. w.
V. D. E. = Verband Deutscher Elektrotechniker.
ETZ = Elektrotechnische Zeitschrift.
V. D. I. = Verein Deutscher Ingenieure.
-

Berichtigung.

Auf Seite 284 Zeile 1 muß es heißen: pro Minute, statt: pro Sekunde.