

STRECKER

HILFSBUCH FÜR DIE  
ELEKTROTECHNIK

ACHTE AUFLAGE

*Ing. Antonio  
Sardagna*

# Hilfsbuch für die Elektrotechnik

Unter Mitwirkung namhafter Fachgenossen

bearbeitet und herausgegeben

von

**Dr. Karl Strecker**

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 800 Figuren im Text



**Berlin**  
Verlag von Julius Springer  
1912

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

---

Copyright 1912 by Julius Springer in Berlin.

Druck der Universitätsbuchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)  
in Bernau und Berlin.

# Inhaltsverzeichnis.

## I. Teil. Allgemeine Hilfsmittel.

Nr.	I. Abschnitt. Tabellen, Formeln, Bezeichnungen.	Seite
1—11	Querschnitt und Gewicht von Eisen- und Kupferdrähten, Tafel zur Berechnung des Widerstandes von Drähten, Umrechnung von Isolations- und Leitungswiderständen. Englisches Gewicht und Maß. Mathematische Zeichen. Eigenschaften von Seekabeln. Tabelle der Werte von $e^{-x}$ , Umwandlung komplexer Größen. Tabelle der Dichte verschiedener Körper. Bezeichnungen. Näherungsformeln für das Rechnen mit kleinen Größen . . . . .	1
12—14	Vektorenrechnung . . . . .	17
15, 16	Statik. Zusammensetzung von Kräften, Trägheitsmomente . . . . .	21
17, 18	Festigkeit . . . . .	23
19	Vielfache von 0,736 . . . . .	26
20—22	Wärme. Temperaturen, spezifische Wärme, Verdampfungswärme, Ausdehnungskoeffizienten, Wärmeleitung . . . . .	26

## II. Abschnitt. Magnetismus und Elektrizität.

23—36	Magnetismus. Verteilung des Magnetismus, Herstellung der Magnete, Äußerungen der magnetischen Kraft, Magnetisches Feld, Kraftlinien, Magnetische Eigenschaften von Eisensorten, Hysterese, der magnetische Kreis; Erdmagnetismus	29
37—63	Elektrostatik. Einheit der Elektrizitätsmenge, Elektrisches Feld, Spannung, Dielektrische Verschiebung, Dielektrizitätskonstanten, Dielektrischer Energieverlust, Werte von Kapazitäten, Mechanische Kräfte elektrischen Ursprungs, Spannung und Schlagweite Der elektrische Strom. a) Metallisch leitende Körper. Eingeprägte Feldstärke, Ohmsches Gesetz, Energieumsatz. Potential, Lineare Leiter, Kirchhoffsche Sätze, Widerstände ausgedehnter Leiter, Temperatureinfluß, Spezifischer Widerstand, Joulesches Gesetz, Thermoelektrische Kräfte . . . . .	44 50
64—76	b) Elektrolyte. Leitfähigkeit, Dissoziation, Gesetz von Faraday, Überführungszahlen, Atom- und Äquivalentgewichte und elektrochemische Äquivalente, Wanderung der Ionen, Zersetzungs- und Überspannung, Polarisation und Depolarisation, Umkehrbare Elektroden, Berechnung elektromotorischer Kräfte . . . . .	55
77	c) Isolierstoffe . . . . .	65
78	d) Gase . . . . .	66
79—87	Das magnetische Feld elektrischer Ströme. Grundlegende Bedingungen, Vektorpotential, Magnetische Energie, Selbstinduktivitäten, Gegeninduktivitäten, Verschiebungsstrom . . . . .	67
88—92	Das Induktionsgesetz. Grundgesetze von Faraday-Maxwell, Lenzsches Gesetz, Wirbelströme . . . . .	73
93—96	Energiebeziehungen im elektromagnetischen Felde. Mechanische Kräfte, Energiestrom, Elektromagnetische Wellen . . . . .	77
97—101	Veränderliche Ströme. Wechselströme, Gesetz für die wichtigsten Stromkreise, Polardiagramm der Wechselstromgrößen, Komplexe Rechnung . . . . .	80

## II. Teil. Meßkunde.

### I. Abschnitt. Elektrische Meßverfahren und Meßvorrichtungen.

102—114	Hilfsmittel bei den Messungen. Genauigkeit, einige besondere Einrichtungen an Meßinstrumenten (Spiegelablesung, erschütterungsfreie Aufhängung, Dämpfung, Stromwender u. a.), Hilfsbestimmungen . . . . .	91
115—132	Galvanometer. Schwingungsdauer, Empfindlichkeit, Dämpfung, Nadelgalvanometer, Tangentenbussole usw., Astasie, Panzergalvanometer, Drehspulengalvanometer, Saitengalvanometer, Zeigergalvanometer, Differentialgalvanometer . . . . .	98
133—136	Dynamometer . . . . .	111

Nr.		Seite
137	Das Telephon als Meßinstrument für Wechselströme, Vibrationsgalvanometer . . . . .	112
138	Elektrokalorimeter . . . . .	113
139—143	Elektrometer. . . . .	114
144	Registrierapparate. . . . .	116
145—151	Voltmeter, Wasser- und Knallgasvoltmeter, Metallvoltmeter, Messung mit dem Voltmeter . . . . .	117
152—155	Normalelemente . . . . .	121
156—170	Widerstände. Herstellung und Formen, Methoden der Widerstandsmessung . . . . .	123
171—176	Strom- und Spannungsmessung. Direkt zeigende Apparate, Potentialmessung, Kompensationsmethode . . . . .	136
177, 178	Messung einer Elektrizitätsmenge . . . . .	140
179—184	Selbstinduktivitäten. Gegeninduktivitäten . . . . .	141
185—189	Kapazität, Dielektrizitätskonstante . . . . .	145
190—206	Wechselstrommessungen . . . . .	147
207—209	Aufnahme von Stromkurven und deren Analyse . . . . .	156
210—219	Magnetische Messungen, Eisenuntersuchung . . . . .	160

## II. Abschnitt. Technische Messungen.

220—241	Messungen an elektrischen Maschinen und Transformatoren. Mechanische Leistung, Drehmoment, Drehungsgeschwindigkeit, Schlüpfung, Messungen an Gleichstrommaschinen, Verluste, Wirkungsgrad. Messungen an Wechselstrommaschinen, an Transformatoren . . . . .	169
242—246	Messungen in elektrischen Beleuchtungsanlagen . . . . .	180
247—258	Verbrauchsmessung. Elektrizitätszähler . . . . .	186
259—286	Messungen an Telegraphenkabeln, oberirdischen Leitungen und Erdleitungen, Fehlerbestimmung . . . . .	195
287—301	Messungen an Elementen und Sammlern . . . . .	211

## III. Abschnitt. Photometrie.

302—308	Grundlagen, Gesetze und Einheiten . . . . .	220
309—327	Photometer für weißes Licht. Lichtstärke in einer Richtung. Räumliche Lichtstärke. Gleichzeitige photometrische und galvanische Messungen, Verbandsvorschriften zur Glühlampenmessung . . . . .	225
328—332	Photometer für farbiges Licht. Farbige Gläser. Flimmerphotometer . . . . .	238
333, 334	Beleuchtung . . . . .	240

## III. Teil. Elektrotechnik.

### I. Abschnitt. Elektromagnete.

335—341	Benennungen, Abmessungen, Wicklung, Erwärmung . . . . .	241
342—352	Der magnetische Kreis. Hysterese, Wirbelströme. Selbstinduktion. Streuung. Zugkraft. Hubmagnete, Drosselspulen . . . . .	245

### II. Abschnitt. Transformatoren.

353—378	Benennungen. Magnetischer Kreis. Übersetzungsverhältnis. Bau. Öltransformatoren. Bewicklung. Isolation. Sicherheitsvorkehrungen. Streuung. Spannungsverlust. Transformatoridiagramm. Wirkungsgrad. Verschiedene Arten der Transformatoren. Schaltungen . . . . .	254
---------	--	-----

### III. Abschnitt. Dynamomaschinen.

379—433	Dynamomaschinen im allgemeinen. Arten, Mechanischer Aufbau. Polgehäuse. Erregung des Feldes; Kühlung; Schenkel und Polschuhe; Wicklung. Massenausgleich. Schwungraddynamos. Lager. Bauart der Motoren. — Anker. Glatte und Zahnanker. Lüftung. Wicklung. — Schleifringe, Kommutator, Bürsten. Funkenbildung. — Ankerrückwirkung und Kommutierung. — Verluste und Wirkungsgrad. Entwerfen der Maschinen . . . . .	269
434—465	Gleichstromdynamos. Unipolarmaschinen. Kommutatormaschinen. Die EMK. Schaltungen. Angehen. Charakteristiken. Regulierwiderstände. Besondere Maschinen. Parallel- und Reihenschaltung. — Gleichstrommotoren. Generator und Motor. Umsteuerung. Bauart. Verhalten des fremderregten, des Nebenschluß- und des Reihenschlußmotors im Betrieb. Anlassen und Anlasser . . . . .	308
466—587	Wechselstrom- und Drehstromdynamos. Synchrone und asynchrone Generatoren. Umfangsgeschwindigkeit. Blechschnitt. Pole. Wicklungsschema. Vektor- und Potentialdiagramm. Ankerrückwirkung. Voraus-	

Nr.		Seite
	berechnung der Kurve der EMK, Erregung. Regulierwiderstände. Darstellung der EMK durch Reihen. Diagramme. Charakteristiken. Selbsterregung und Kompoundierung. Parallelbetrieb. — Wechselstrommotoren. Arten der Motoren. — Synchronmotoren. — Asynchronmotoren. Induktionsmotoren, Mehrphasenmotoren. Ständer. Drehfeld. Grenze der Spannung. Läufer. Kraftflußdichte, EMK-Streuung. Wirkungsweise. Heylandsches Diagramm. Leistungsfaktor. Drehmoment. Änderung der Umlaufzahl. Anlassen. Kompensierung. Kompoundierung. Der Induktionsmotor als Generator und als Transformator. Der Induktionsmotor für Einphasenstrom. — Kommutatormotoren. — Einphasenmotoren. Einteilung und Schaltungen. Verhalten. Diagramm. Bau. Anlassen . . . . .	327
588—599	Stromumformungen. Umformer. Gleichrichter . . . . .	399
600—610	Regulierwiderstände und Anlasser . . . . .	406
611	Beispiele ausgeführter Dynamomaschinen und Transformatoren . . . . .	413
<b>IV. Abschnitt. Galvanische Elemente.</b>		
612—619	Primäre Elemente und Thermolemente. Konstruktionen, Vorgänge im Element. Güteverhältnis, Schaltungen . . . . .	445
620—644	Sammler oder Akkumulatoren. I. Der Bleisammler. Chemischer Vorgang. Eigenschaften des Sammlers. Aufstellung und Bedienung einer Batterie. — II. Der alkalische Sammler. Chemischer Vorgang. Eigenschaften. Bedienungs-vorschriften. — Technische Verwendungen . . . . .	456
<b>V. Abschnitt. Das elektrische Kraftwerk.</b>		
645—662	Kraftmaschinen. Anlage der Kraftwerke. Wirtschaftlichkeit. Tarife . . . . .	472
<b>VI. Abschnitt. Leitung und Verteilung.</b>		
663—680	Verteilungssysteme. Allgemeines. Direkte Verteilung: Parallelschaltung, Reihenschaltung, gemischte Schaltung. — Indirekte Verteilung: Gleichstrom; Umformer und Gleichrichter; Sammler. Wechselstrom . . . . .	487
681—728	Herstellung von Anlagen zur Verteilung elektrischer Energie. Wahl des Verteilungssystems, Maschinenanlage, Berechnung der Leitungen und Anlagen, Wirtschaftlichkeit des Netzes. Kabelleitungen. Freileitungen. Innenräume. Schaltapparate und Sicherungen. Leitungs- und Installationsmaterial . . . . .	501
<b>VII. Abschnitt. Elektrische Beleuchtung.</b>		
729, 730	Allgemeines. Arten der Beleuchtung . . . . .	552
731—761	Glühlampen mit Kohlenfäden, mit Metalloxyden, mit Metall-Leuchtkörpern. Vergleich. — Bogenlampen mit Lichtbogen im luftleeren Raum, in der atmosphärischen Luft, mit Flammenbogen, unter Luftabschluß . . . . .	552
762—784	Anwendungen der elektrischen Beleuchtung. Vergleich der gebräuchlichen Lichtquellen. Verteilung der Beleuchtung, Berechnung der erforderlichen Lichtstärke. Straßenbeleuchtung. Raumbeleuchtung. Theaterbeleuchtung. Beleuchtung von Eisenbahnwagen . . . . .	575
<b>VIII. Abschnitt. Elektrische Kraftübertragung.</b>		
785—789	Elektrische Kraftverteilung. Allgemeines. Vergleich mit anderen Übertragungen. Strom, Spannung. Regelung der Geschwindigkeit der Motoren	591
790—807	Sondergebiete der elektrischen Kraftübertragung. I. Bergwerke. II. Hütten- und Walzwerke. III. Hebezeuge. IV. Fabrikbetrieb	593
808—816	Elektrischer Betrieb in der Landwirtschaft und Überlandzentralen . . . . .	604
817—868	Elektrische Bahnen. Betriebsarten. I. Kritik der Systeme. II. Betriebsmittel. Zugeinheit. Antrieb. Die Motoren und ihre Regelung: Einphasen-Wechselstrom, Gleichstrom; Drehstrom. Steuerungs- und Wagen-Ausrüstung. III. Streckenausrüstung. Stromzuführung. IV. Speisung und Verteilung. Spannungsabfall. Gleich- und Wechselstromwiderstände. V. Kraftwerke. Zugkraft und Zugwiderstand. Fahrprogramme. Rückstrombremsung. Bahnkraftwerk. Unterstationen. VI. Rentabilität. Kosten. — Triebwagen. Lokomotiven für besondere Zwecke. . . . .	616
869—875	Elektrische Fahrzeuge. Gleislose Bahnen. Automobile . . . . .	658
<b>IX. Abschnitt. Die Elektrizität auf Schiffen.</b>		
876—888	Verwendungsarten der Elektrizität an Bord. Umfang der Anlagen. Beleuchtung. Antrieb. Signal- und Kommandoapparate . . . . .	661

Nr.	<b>X. Abschnitt. Elektrische Wärmeerzeugung.</b>	Seite
889—899	Heizen und Kochen. Wärmeerzeugung durch Widerstände, durch Induktion und mittels Lichtbogen. Wirkungsgrad. Anwendungen. Heizen, Kochen; Schweißen . . . . .	668
900—915	Zünden. Minenzündung. Zündung von Verbrennungsmotoren, von Gasflammen . . . . .	673
<b>XI. Abschnitt. Elektrochemie.</b>		
916—923	Elektrolyse, Spannung, Stromstärke, Elektroden, Diaphragmen, Gefäße, Schaltung	683
924—941	Elektrolytische Metallgewinnung. Alkali-, Erdalkali-, Erdmetalle, Schwermetalle . . . . .	687
942—961	Anwendung der Elektrolyse zur Darstellung chemischer Produkte. Elemente und anorganische Verbindungen. Organische Verbindungen. — Anwendungen der Elektrolyse in der Färberei und Druckerei . . . . .	696
962—978	Elektrothermisch-chemische Vorgänge und Einrichtungen dazu. Öfen; deren Anwendung in der chemischen und metallurgischen Industrie	705
979—982	Wirkung elektrischer Entladungen. Stille Entladung. Funkenentladung und Flammenbogen. Elektrokultur . . . . .	713
983—985	Elektroendosmose. Gerberei . . . . .	716
986, 987	Magnetische und elektrostatische Scheidung in der chemischen und Hüttenindustrie . . . . .	716
988—1011	Galvanotechnik. Stromquellen, Schaltung, Regulierung. — Galvanostegie. Bearbeitung der Gegenstände. Herstellung metallischer Überzüge. — Galvanoplastik. Formen. Kupfergalvanoplastik. Herstellung von Druckplatten usw. Irisierung, Brünierung, Patinierung. . . . .	720
<b>XII. Abschnitt. Telegraphie und Telephonie.</b>		
1012—1054	Linien und Leitungen. Oberirdische Leitungen: Stangen, Isolatoren, Stützen, Leitungsdraht; Herstellung der Linien und Leitungen, Spannung des Drahtes, Festigkeit der Gestänge. — Versenkte Leitungen und ihre Herstellung. — Zimmerleitungen und Amtseinrichtungen . . . . .	732
1055—1088	Apparate. Arten. Neutrale und polarisierte Apparate. Gegenkraft am Anker. Magnetsysteme. Gleichlauf. Morseapparat, Klopfer, Hughes, Baudot, Wheatstone, Creed, Buckingham, Murray, Pollak und Virág, Siemens und Halske, Rowland, Börsendrucker, Ferndrucker, Kopiertelegraphen. — Hilfsapparate: Galvanoskop, Umschalter, Blitzableiter, Schmelzsicherungen, Wecker u. a. . . . .	759
1089, 1090	Stromquellen. Primäre Elemente, Sammler. . . . .	780
1091—1120	Schaltungen. Einfachbetrieb. Morse-, Klopfer- und Hughes-Betrieb. — Mehrfachbetrieb. Künstliche Leitung. Gegensprechen, Doppelsprechen, Wechselstromtelegraphie, Doppelgegensprechen, Phonoplex, Phonopore, Vielfachtelegraph von Mercadier, wechselzeitige Vielfachtelegraphie, mehrfaches Fernsprechen, gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen. — Kabelschaltungen	781
1121—1135	Fernsprechwesen. Fernsprecher, Mikrophon, Hilfsapparate (Wecker, Induktor, Induktionsspulen, Kondensatoren). Fernsprechgehäuse. Verbindungssysteme, Einfach- und Vieltachumschalter. Zentralbatterie. Größere Fernsprechämter. Selbstanschlußsysteme. Nebenstellen, Fernsprechautomaten. Überland- und Fernleitungen . . . . .	795
1136—1153	Eigenschaften von Telegraphen- und Fernsprechleitungen und -apparaten. Telegraphenkabel. Telegraphengleichung. Stromverlauf. Andauernde Wechselströme. Anschalten von Apparaten. Erhöhte Induktivität; Anwendung auf Fernsprechkreise. — Stromstärken und Induktivität in Telegraphenapparaten. Scheinwiderstände von Fernsprechapparaten. Stärke der Telephonströme. . . . .	805
1154—1161	Einwirkung elektrischer Leitungen aufeinander. Stromübergang, Induktion, Influenz, Schutzmittel . . . . .	815
<b>XIII. Abschnitt. Telegraphie und Telephonie ohne Draht.</b>		
1162—1173	Elektrische Schwingungen. Entladung eines Kondensators, eines stabförmigen Oszillators. Kopplung. Messung von Wellenlängen, der Dämpfung. Feste Kopplung. Skineffekt . . . . .	822
1174—1179	Apparate. Wellenindikatoren. Induktoren und Unterbrecher. Lichtbogen-generatoren. Kondensatoren. Selbstinduktivitäten . . . . .	830
1180—1184	Sender und Senderschaltungen. Einfache und gekoppelte Systeme. Löschfunkenstrecke. Ungedämpfte Schwingungen. Drahtlose Telephonie. Luftleiter. Abstimmen. Reichweite . . . . .	835
1185—1193	Empfängerschaltungen. Antennen, Luftleiter. Schaltungsschema. Gerichtete Telegraphie. Reichweiten. Störungen . . . . .	837



Nr.	<b>XIV. Abschnitt. Eisenbahn-Telegraphen- und Signalwesen.</b>	Seite
1194—1213	Umfang der Einrichtungen. Ausführung der Anlagen: Leitungen, Apparate, Batterien. — Zugmelde- und Lätewerksleitungen; Hilfs-signalleitungen, telegraphische und Fernsprech-Hilfsstationen. — Überwachung der Fahrgeschwindigkeit. — Block-Einrichtungen. — Selbsttätige Lätewerke. — Überwachung der Signalstellung. Zählwecker . . . . .	842

**XV. Abschnitt. Feuerwehr- und Polizeitelegraphen.**

1214—1222	Feuerwehrtelegraphen . . . . .	861
1223—1226	Polizeitelegraphen . . . . .	866

**XVI. Abschnitt. Elektrische Signal- und Feuermelde-Anlagen, Haus- und Gasthoftelegraphen und elektrische Uhren.**

1227—1236	Signalanlagen. Wecker und deren Schaltungen. Signalgeber. Klingelanlagen. Stromquellen. Zeitkontakte. Türkontakte. Einbruchsalarm. Signalwecker für Bergwerke. Wasserstandszeiger . . . . .	868
1237—1243	Fernmelder und Befehlsübertrager. Konstruktionen. Verwendungsgebiete . . . . .	873
1244—1249	Haus- und Gasthoftelegraphen. Telephon und Mikrophon. Linienwähler. Korrespondenzanlage. Nebenstellen. Leitungen . . . . .	875
1250—1263	Elektrische Uhren. Arten. Pendeluhrn mit elektrischem Antrieb. El. aufgezo-gene, el. gestellte Uhren. Haupt- und Nebenuhren. Konstruktionen. Stromquellen. Leitungsnetz. Uhrenanlagen. Schaltung der Uhren. Überwachungseinrichtungen. Uhrenzentrale. Zeitverteilung. Zeitballstationen . . . . .	878

**XVII. Abschnitt. Blitzableiter.**

1264—1266	Blitzgefahr. Arten der Blitzableiter. Blitzschaden . . . . .	888
1267—1276	Gebäudeblitzableiter. Auffangvorrichtungen. Schutzraum. Gebäudeleitung. Anschluß von metallenen Gebäudeteilen und Rohrleitungen. Erdleitungen. Größe und Widerstand der Elektroden. Prüfung . . . . .	890
1277—1292	Leitungsblitzableiter oder Blitzschutzvorrichtungen. Wirkungsweise. Überspannungen. Spannungssicherungen. Lichtbogenlöschung. Erdung; Wasserstrahlerder; Kapazitätswiderstände; Aluminiumzellen. Erdleitung. Schaltung . . . . .	895

**Anhang. Gesetze, Verordnungen, Ausführungsbestimmungen, Vorschriften aus dem Gebiete der Elektrotechnik.**

1. Gesetz, betr. die elektrischen Maßeinheiten . . . . .	902
2. Bestimmungen zur Ausführung des Gesetzes, betr. die elektrischen Maßeinheiten . . . . .	903
3. Prüfordnung für elektrische Meßgeräte . . . . .	906
4. Prüfungsbestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt . . . . .	908
5. Die zur Beglaubigung zugelassenen Zählersysteme . . . . .	913
6. Gesetz, betr. die Bestrafung der Entziehung elektr. Arbeit . . . . .	915
7. Gesetz, betr. die Kosten der Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen . . . . .	915
8. Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reichs . . . . .	916
9. Das Telegraphenwegesetz . . . . .	918
10. Ausführungsbestimmungen des Reichskanzlers zum Telegraphenwegesetz . . . . .	922
11. Verpflichtungen der Eisenbahnverwaltungen im Interesse der Reichs-Telegraphenverwaltung . . . . .	924
12. Vertrag zwischen der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung und der Preußischen Staats-Eisenbahnverwaltung . . . . .	925
13. Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließl. der elektr. Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen . . . . .	928
14. Allgemeine Vorschriften zum Schutz vorhandener Reichs-Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegen neue elektrische Bahnen . . . . .	931
15. Bestimmungen für die bruchsichere Führung von Starkstrom-Freileitungen oberhalb von Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen . . . . .	932
16. Bedingungen für fremde Starkstromleitungen auf Bahngelände . . . . .	935
17. Sätze und Formelzeichen des AEF . . . . .	938
Alphabetisches Register . . . . .	940
Berichtigungen . . . . .	968