

Die Schule des  
**Elektrotechnikers.**

Lehrgang  
für die  
**angewandte Elektrizitätslehre.**

Herausgegeben

von

**Alfred Holzt,**

Ingenieur und Direktor des Technikum Mittweida

im Verein mit

**H. Vieweger** und **H. Stapelfeldt,**

Lehrern der Physik und Elektrotechnik am Technikum Mittweida.

**Erster Band.**



# Inhaltsverzeichnis.

## 1. Kapitel.

### Der elektrische Strom und seine Gesetze.

	Seite.
Wie entsteht ein elektrischer Strom? . . . . .	1
Potentialdifferenz. Elektromotorische Kraft. Volt.	
Wirkungen des elektrischen Stromes . . . . .	3
Stromrichtung; Pole. Stromstärke; Ampère.	
Tangentenbussole und Reduktionsfaktor derselben.	
Widerstand . . . . .	8
Ohm'sches Gesetz.	
Specifischer Widerstand.	
Leitungsfähigkeit.	
Temperaturkoeffizient.	
Tabelle über den specifischen Widerstand und den Temperaturkoeffizienten einiger Metalle und Legierungen.	
Tabelle über Gewicht und Widerstand von Kupferdrähten.	
Erweiterung des Ohm'schen Gesetzes . . . . .	18
Klemmenspannung.	
Regulierwiderstand.	
Schaltung von Elementen . . . . .	23
Stromverzweigung . . . . .	33
Die Kirchhoff'schen Gesetze der Stromverzweigung.	
Die Wheatstone'sche Brücke.	
Schaltung von Dynamomaschinen	

## 2. Kapitel.

### Die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes.

Chemische Grundbegriffe und Grundgesetze . . . . .	60
Urstoffe oder Elemente. Molekül und Atom; Atomgewichte.	
Oxydation und Reduktion.	
Säuren. Salze. Salzlösungen.	
Das chemische Äquivalent.	
Die Elektrolyse . . . . .	66
Sekundäre Prozesse.	
Die Faraday'schen Gesetze der Elektrolyse. Das elektrochemische Äquivalent.	
Das galvanische Element . . . . .	72
Spannungsreihen.	
Polarisation.	
Konstante Elemente.	
Die gebräuchlichen Typen konstanter Elemente.	
Normalelement von Latimer Clark.	
Herstellung des Clarkelementes.	
Trockenelemente.	
Sekundär-Elemente (Akkumulatoren) . . . . .	88
Voltameter: . . . . .	96
Allgemeines über Messungen.	
Wasservoltameter.	
Knallgasvoltameter nach Kohlrausch.	

Kupfervoltmeter.  
 Silbervoltmeter.  
 Zinkvoltmeter.  
 Graphische Darstellung der Eichung.

### 3. Kapitel.

#### Die Wärmewirkungen des elektrischen Stromes und das Joule'sche Gesetz.

Wärmemessung . . . . .	113
Wärmeeinheit (Kalorie).	
Kalorimeter.	
Das Joule'sche Gesetz . . . . .	116
Bestimmung der Joule'schen Konstanten.	
Äquivalenz von Wärme und Arbeit.	
Anwendungen der Wärmewirkungen . . . . .	128
Glühlampen.	
Bogenlampen.	
Elektrisches Schweissverfahren.	
Thermostrome . . . . .	134
Elektromotorische Kraft der Thermostrome.	
Thermoelemente.	
Thermosäule.	
Das Peltier'sche Phänomen . . . . .	140

### 4. Kapitel.

#### Der Magnetismus und seine Gesetze.

Das Gesetz der magnetischen Anziehung und Abstossung. Magnetische Induktion . . . . .	142
Herstellung von künstlichen Magneten.	
Magnetische Deklination.	
Magnetische Inklination.	
Richtkraft des Erdmagnetismus.	
Das Coulombsche Gesetz . . . . .	151
Begriff der magnetischen Menge.	
Die Einwirkung zweier Magnete aufeinander . . . . .	156
Das magnetische Moment.	
Bestimmung des magnetischen Moments und der Horizontalkomponente des Erdmagnetismus.	
Tabelle der Horizontal-Intensität.	
Vergleichung der Horizontalintensität an 2 verschiedenen Orten.	
Vergleichung von magnetischen Momenten.	
Die magnetischen Kraftlinien . . . . .	171
Die Kraftlinien des Magneten und des elektrischen Stromes.	
Der Elektromagnet.	
Das Biot- und Savart'sche Gesetz und seine Anwendung . . . . .	179
Wirkung eines Kreisringes auf eine magnetische Menge.	
Wirkung eines Kreisringes auf einen Magneten.	
Die Tangentenbussole und der Reduktionsfaktor derselben.	
Absolute Einheit der Stromstärke; das Ampère.	
Wirkung eines Solenoids auf einen Magnetpol, Ampèrewindungszahl.	
Die Magnetisierung des Eisens und der magnetische Kreis . . . . .	195
Magnetisierungskurven.	
Hysteresis (magnetische Reibung).	
Tragkraft der Magnete.	
Bestimmung der Magnetisierungskurve m. Thompson's Durchlässigkeitsmesser.	
Das Ampère'sche Gesetz . . . . .	217
Wirkung paralleler Ströme aufeinander.	
Wirkung gekreuzter Ströme aufeinander.	
Das Elektro-Dynamometer.	

### 5. Kapitel.

#### Die Induktion.

Die Gesetze der Induktion . . . . .	223
Entstehung eines Induktionsstromes.	

Das Lenz'sche Gesetz.  
 Entstehung des Wirbelstromes. Dämpfung.  
 v. Waltenhofens Pendelversuch.  
 Mathematische Entwicklung der Induktionsgesetze.  
 Die absolute Einheit der elektromotorischen Kraft und d. Widerstandes. Das Volt und das Ohm.  
 Messung eines Induktionsstromes.  
 Bestimmung der Magnetisierungskurve nach der Ringmethode.  
 Bestimmung der Magnetisierungskurve nach Hopkinson.  
 Selbstinduktion und Coefficient derselben.  
 Bifilare (Induktionsfreie) Wickelung.  
 Gegenseitige Induktion. Coefficient derselben.  
 Induktionsapparat (Funkeninduktor).  
 Kondensator.  
 Capacität desselben.

**6. Kapitel.**

**Das absolute Masssystem.**

**7. Kapitel.**

**Messinstrumente und Messmethoden.**

Messinstrumente mit fester Stromspule und beweglichem Magneten . . . . .	266
Galvanoskop, Tangentenbussole und Messbereich derselben.	
Eichung der Tangentenbussole.	
Sinebussole.	
Galvanometer für schwache Ströme.	
Astasierung. Astatisches Nadelpaar.	
Spiegelablesung. Reduktions-Tabelle für Spiegelablesung.	
Galvanometer von Weber.	
Galvanometer von Wiedemann.	
Aperiodisches Galvanometer von Siemens und Halske.	
Aperiodisches Spiegelgalvanometer von Hartmann u. Braun.	
Galvanometer von Thompson.	
Astatische Spiegelgalvanometer.	
Spiegelgalvanometer nach Kohrausch.	
Galvanometer von Rosenthal.	
Differentialgalvanometer.	
Torsionsgalvanometer und Messbereich derselben.	
Messinstrumente mit festem Magneten und beweglicher Stromspule . . . . .	302
Galvanometer von Deprez-d'Arsonval.	
Galvanometer von Weston.	
Messinstrumente mit fester Stromspule und beweglichem Eisenkörper . . . . .	304
Ampèremeter von Uppenborn.	
Ampèremeter von Schuckert u. Co.	
Strom- und Spannungsmesser von Dolivo-Drobrowsky.	
Federgalvanometer von Kohrausch.	
Ampèremeter nach Kohrausch von Hartmann u. Braun.	
Ampèremeter von Siemens u. Halske.	
Messinstrumente auf der Wärmewirkung des Stromes beruhend . . . . .	315
Hitzdrahtvoltmeter von Cardew.	
Hitzdrahtvoltmeter von Hartmann u. Braun.	
Messinstrumente auf der Wirkung der statischen Elektrizität beruhend . . . . .	318
Gesetze der Reibungselektrizität.	
Das Elektrometer.	
Quadrantenelektrometer von Thomson.	
Statisches Voltmeter.	
Messinstrumente mit fester und beweglicher Stromspule . . . . .	325
Elektrodynamometer.	
Elektrodynamometer von Siemens u. Halske.	
Elektrodynamometer von Hartmann u. Braun.	
Wattmeter oder Arbeitsdynamometer von Siemens u. Halske.	
Wattmeter von Ganz u. Co.	
Die Elektrizitätszähler . . . . .	330
Coulombzähler von Edison.	
Elektrizitätszähler von Aron.	
Elektrizitätszähler von Elihu Thomson.	
Coulombzähler von Siemens u. Halske.	

	Seite.
Widerstände und Materialien derselben . . . . .	328
Normalwiderstände.	
Widerstandskisten. Stöpselrheostate.	
Widerstandskisten von Siemens u. Halske und von Hartmann u. Braun.	
Dekadenrheostate.	
Temperaturkorrektion.	
Graphitwiderstände.	
Regulierwiderstände	
Messinstrumente für Widerstände und Messmethoden . . . . .	351
Substitutions- oder Ersatzmethode.	
Isolationsmessungen.	
Widerstandsmessung mit dem Differentialgalvanometer.	
Indirekte Bestimmung eines Widerstandes.	
Universalwiderstandskisten von Siemens u. Halske und von Hartmann u. Braun.	
Drahtbrücken.	
Universalwiderstandsbrücke von Edelman.	
Kontrollierung des Messdrahtes.	
Runde Brücke.	
Universalgalvanometer von Siemens u. Halske.	
Tafel zum Universalgalvanometer.	
Universalmessbrücke von Kohlrausch.	
Telephon-Messbrücke.	
Messung kleiner Widerstände.	
Methode von Matthiesen und Hockin.	
Thomson'sche Doppelbrücke.	
Spezifischer Leitungswiderstand fester Körper.	
Bestimmung des Temperaturkoeffizienten.	
Widerstandsbestimmung eines zersetzbaren Leiters.	
Widerstand galvanischer Elemente.	
Bestimmung eines Galvanometerwiderstandes nach Thomson	
Messung elektromotorischer Kräfte . . . . .	395
Kompensations-Methode von Dubois-Reymond.	
Kompensations-Methode von Poggendorf.	
Der Kompensations-Apparat der Physik.-techn. Reichsanstalt.	
Kompensations-Apparat von Siemens u. Halske.	
Messung der Lichtstärke (Photometrie) . . . . .	405
Die Einheit der Lichtstärke nebst Tabelle.	
Das Bunsen'sche Photometer nebst Tabelle.	
Ausführung der Messungen.	
Das Photometer von Lummer u. Brodhun.	
Das Photometer von Weber.	
Hilfsmittel beim Photometrieren.	
Photometrieren von Bogenlampen.	
Messung des mechanischen Effektes . . . . .	418
Brems- und Transmissionsdynamometer.	
Tourenzähler, Tachometer.	

# **Elektrotechnikers.**

Lehrgang

für die

**angewandte Elektrizitätslehre.**

Herausgegeben

von

**Alfred Holzt,**

Ingenieur und Direktor des Technikum Mittweida

im Verein mit

**H. Vieweger** und **H. Stapelfeldt,**

Lehrern der Physik und Elektrotechnik am Technikum Mittweida.

**Zweiter Band.**

# Inhaltsverzeichnis des II. Bandes.

## 8. Kapitel.

### Die Gleichstrom-Dynamo-Maschinen und Elektromotoren.

	Seite.
Erzeugung der elektromotorischen Kraft . . . . .	425
Entstehung eines Wechselstromes bei der Ankerdrehung.	
Verwandlung desselben in Gleichstrom.	
Mittlere Stromstärke und mittlere elektromotorische Kraft.	
Siemens Induktor.	
Der Ringanker.	
Wicklung des Ringankers.	
Elektromotorische Kraft des Ringankers.	
Verbindung der Ankerspulen mit dem Kollektor.	
Der Trommelanker.	
Wicklung des Trommelankers.	
Widerstand des Ankers.	
Erzeugung des Magnetismus . . . . .	449
Magnetelektrische Maschinen.	
Maschinen mit besonderer Erregung.	
Maschinen mit eigener Erregung.	
Reihen-Maschine.	
Nebenschluss-Maschine.	
Compound-Maschine.	
Allgemeine Eigenschaften der Reihenmaschine und des Reihenmotors . . . . .	453
Allgemeine Eigenschaften der Nebenschlussmaschine und des Nebenschlussmotors . . . . .	455
Ankerrückwirkung . . . . .	457
Verschiebung der Bürsten.	
Einstellung der Bürsten auf funkenfreien Gang.	
Güteverhältnis der Reihenmaschine und des Elektromotors . . . . .	461
Bremsung eines Reihenelektromotors.	
Güteverhältnis der Nebenschlussmaschine und des Elektromotors . . . . .	471
Güteverhältnis der Compoundmaschine und des Elektromotors . . . . .	485
Charakteristische Kurven . . . . .	487
Charakteristik der Reihenmaschine.	
Charakteristik der Nebenschlussmaschine.	
Charakteristiken für die Kraftübertragung mittelst zweier Reihenmaschinen.	
Magnetformen . . . . .	497
Magnetische Streuung . . . . .	500
Bestimmung der Effektverluste einer Dynamomaschine . . . . .	503
Details der Dynamomaschinen . . . . .	507
Kollektoren.	
Bürsten.	
Anker.	
Welle.	
Lager.	
Berechnung des Ankers . . . . .	514
Der glatte Trommelanker.	

	Seite.
Berechnung einer Nebenschlussmaschine mit glattem Trommelanker . . . . .	519
Berechnung der Ampèrewindungen zur Kompensation der Ankerrückwirkung.	
Vorausberechnung der statischen Charakteristik.	
Die dynamische Charakteristik.	
Berechnung der Schenkelwicklung.	
Wirkungen der Querwindungen des Ankers.	
Der Nutenanker . . . . .	539
Berechnung eines Nebenschlusselektromotors mit Nutenanker . . . . .	542
Der glatte Cylinderring-Anker . . . . .	553
Berechnung einer Compoundmaschine mit Cylinderringanker . . . . .	555
Berechnung eines Gleichstromtransformators . . . . .	566
Die mehrpoligen Maschinen . . . . .	574
Magnetformen.	
Parallelschaltung des Ringankers.	
Mordey'sche Schaltung. Arnold'sche Wickelung.	
Elektromotorische Kraft des Ankers bei Parallelschaltung.	
Widerstand des Ankers.	
Parallelschaltung des Trommelankers. Arnold'sche Wickelung.	
Die Reihenschaltung des Ringankers. Perry'sche Wickelung. Arnold'sche Wickelung.	
Elektromotorische Kraft des Ankers bei Reihenschaltung	
Die Reihenschaltung des Trommelankers. Arnold'sche Wickelung.	
Die gemischte Schaltung.	
Berechnung einer vierpoligen Nebenschlussmaschine . . . . .	599
Wirkung der Querwindungen bei mehrpoligen Maschinen . . . . .	610
Berechnung einer Innenpolmaschine . . . . .	613
Die offenen Ankerwickelungen . . . . .	625
Wickelung von Brush.	
Wickelung von Thomson-Huston.	
Gleichstromanker ohne Stromwender . . . . .	631
Beschreibung von Gleichstrommaschinen . . . . .	633
Allgemeine Electricitätsgesellschaft Berlin.	
Maschinenfabrik Esslingen.	
C. & E. Fein, Stuttgart.	
A. G. Electricitätswerke vorm. O. L. Kummer & Co., Dresden.	
Lahmeyer, Aachen und Frankfurt a. M.	
Gebr. Naglo, Berlin.	
Maschinenfabrik Örlikon.	
Electricitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg.	
Siemens & Halske, Berlin.	

### 9. Kapitel.

#### Die Erzeugung von Wechselströmen und die Gesetze derselben.

Erzeugung des Wechselstromes, Prinzip der Wechselstrommaschinen . . . . .	655
Die Gesetze des Wechselstromes . . . . .	661
Effektive, mittlere und Maximalwerte.	
Beziehung zwischen den einzelnen Werten für verschiedene Spannungs- bez. Stromkurven.	
Das Ohm'sche Gesetz für induktionsfreie Widerstände und für Induktionswiderstände.	
Der Effekt des Wechselstromes.	
Hintereinanderschaltung zweier Induktionsspulen.	
Methode der drei Voltmeter.	
Verzweigung von Wechselströmen.	
Methode der drei Ampèremeter.	
Zerlegung des Stromes in Komponenten.	
Die Drosselspule als Vorschaltwiderstand.	
Die Drosselspule in Parallelschaltung.	
Der Kondensator im Wechselstromkreise.	
Hintereinanderschaltung eines Kondensators und eines induktionsfreien Widerstandes.	
Hintereinanderschaltung eines Kondensators und eines Induktionswiderstandes.	
Der Kondensator im Nebenschluss.	
Die Eigenschaften der Wechselstrommaschine . . . . .	729
Der Selbstinduktionskoeffizient der Wechselstrommaschine.	
Charakteristik der Wechselstrommaschine.	
Darstellung der Eigenschaften der Wechselstrommaschine durch ein Vektor-Diagramm.	
Ankerrückwirkung.	



	Seite.
Vorausberechnung einer Wechselstrommaschine . . . . .	742
Die elektrische Kraftübertragung mittels zweier Wechselstrommaschinen . . . . .	755

**10. Kapitel.**

**Die mehrphasigen Ströme und ihre Gesetze.**

Erzeugung der mehrphasigen Ströme . . . . .	767
Entstehung eines rotierenden Magnetfeldes.	
Der Kurzschlussanker.	
Der Drehstrom.	
Sternschaltung.	
Messung des Effektes eines Drehstromes bei Sternschaltung.	
Dreieckschaltung.	
Messung des Effektes eines Drehstromes bei Dreieckschaltung.	
Die Maschinen zur Erregung der mehrphasigen Ströme, ihre Konstruktion und Berechnung	786
Die verschiedenen Wirkungsarten.	
Die Gleichstrommaschine mit Schleifringen zur Abnahme mehrphasiger Ströme.	
Berechnung einer Drehstrommaschine für 2000 V und 15 A pro Phase.	
Konstruktion und Berechnung der Drehstrommotoren . . . . .	804
Wicklung des zwei- und mehrpoligen Ständers,	
Wicklung des Läufers. Kurzschlussanker. Phasenanker.	
Anlasswiderstand.	
Berechnung des Ständers.	
Berechnung des Läufers.	
Berechnung eines Drehstrommotors von 6 PS.	
Messungen an Drehstrommotoren.	
Die asynchronen einphasigen Wechselstrommotoren . . . . .	838

**11. Kapitel.**

**Die Transformatoren für ein- und mehrphasigen Wechselstrom.**

Transformatoren für einphasigen Wechselstrom . . . . .	841
Das Transformationsverhältnis.	
Der Leerlaufstrom.	
Kerntransformatoren.	
Manteltransformatoren.	
Streuung des Transformators.	
Effektverluste. Güteverhältnis. Der Jahreswirkungsgrad.	
Temperaturerhöhung des Transformators.	
Berechnung der Transformatoren.	
Transformatoren für Drehstrom . . . . .	856
Schaltung der Drehstromtransformatoren.	
Berechnung eines Drehstromtransformators	
Das Transformatorendiagramm . . . . .	862
Der einspulige Transformator . . . . .	869
Der Verschiebungstransformator . . . . .	869
Scotts System zur Verwandlung eines zweiphasigen Stromes in einen dreiphasigen . . . . .	873
Tesla-Ströme . . . . .	874
Mac Farlan Moore's Vakuumröhren-Beleuchtung . . . . .	876

**12. Kapitel.**

**Beschreibung ausgeführter Wechselstrommaschinen. Motoren und Transformatoren.**

Wechselstrommaschinen . . . . .	872
Siemens & Halske, Berlin.	
Mordey (Anglo American Brush-Electric Light Corporation).	
Maschinenfabrik Örlikon.	
Elektrizitätsgesellschaft Alioth, Basel.	
Lahmeyer & Co. Frankfurt a. M.	
Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert, Nürnberg.	

	Seite
Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft. Ganz & Co., Budapest. Elektricitäts-Gesellschaft Union, Berlin. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin.	
<b>Motoren</b> . . . . .	<b>906</b>
Siemens & Halske, Berlin. Maschinenfabrik Örlikon. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin. Kolben & Co., Prag.	
<b>Transformatoren</b> . . . . .	<b>919</b>
Siemens & Halske, Berlin. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin. Brown, Boveri & Co., Frankfurt a. M. Elektricitäts-Gesellschaft Alioth, Basel. Ganz & Co., Budapest.	

### Anhang.

#### Verwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom.

Pollaks Gleichrichter . . . . .	925
Aluminium-Kohle-Zelle . . . . .	927

### Tafeln.

Tafel 1. Gleichstromdynamomaschine (Manchestertype) s. S. 557.	
Tafel 2. Magnetisierungskurven (s. S. 198).	
Tafel 3. Elektromotor (Lahmeyertype) (s. S. 209—212).	
Tafel 4. Dynamomaschinendetails (s. S. 507—514).	
Tafel 5. Gleichstromdynamomaschine (Hufeisentype) (Berechnung s. S. 519—537).	
Tafel 6. Innenpolmaschine (Berechnung s. S. 613—620).	
Tafel 7 und 8. Wechselstrommaschine (Berechnung s. S. 744—754).	
Tafel 9. Drehstrommotor (Berechnung s. S. 826—832).	
Tafel 10. Drehstromtransformator (Berechnung s. S. 857—862).	
Tafel 11. Drehstrommaschine Type DR. von Siemens & Halske (s. S. 878—880).	
Tafel 12. Drehstrommaschine O 800 der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin (s. S. 904)	
Tafel 13. Drehstrommaschine A 200	(s. S. 905)

Die Schule des  
**Elektrotechnikers.**

Lehrgang

für die

**angewandte Elektrizitätslehre.**

Herausgegeben

von

**Alfred Holz,**

Ingenieur und Direktor des Technikum Mittweida

im Verein mit

**H. Vieweger** und **H. Stapelfeldt,**

Lehrern der Physik und Elektrotechnik am Technikum Mittweida.

**Dritter Band.**

# Inhaltsverzeichnis.

## 13. Kapitel.

### Die Akkumulatoren (Stromsammler, Ladungssäulen, Sekundär-Elemente).

	Seite
<b>Ansammlung elektrischer Arbeit</b> . . . . .	930
Elektrische Polarisation.	
Grovesche Gasbatterie.	
Planté-Akkumulator.	
Faure-Akkumulator.	
Chemische Vorgänge im Akkumulator.	
Völkmarische Gitterkonstruktion.	
Plattenkonstruktion der Electrical Power Storage Co.	
<b>Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Plattensysteme</b> . . . . .	938
<b>Gitterplatten</b> . . . . .	938
Kölnner Akkumulatorenwerke.	
Correns-Akkumulatoren von W. Kayser & Co.	
Akkumulatoren „System Hartung“.	
Akkumulatoren „System Heyl“.	
Wershoven-Akkumulatoren von Morian & Co., Neumühl.	
Gitterkonstruktion der Maschinenfabrik „Örlikon“.	
Gitterkonstruktion von E. Franke.	
Akkumulatoren „System Gülcher“.	
<b>Muldenplatten</b> . . . . .	965
Mulden-Akkumulatoren von Dr. Lehmann & Mann.	
Akkumulatoren des Leitnerschen Elektrizitätswerkes.	
Akkumulatoren der Elektrizitätsgesellschaft Triberg.	
<b>Masse- oder Rahmenplatten</b> . . . . .	973
Masseplatten „System Boese“.	
Akkumulatoren der Berliner Akkumulatoren-Fabrik (Hammacher)	
Akkumulatoren der Thüringer Akkumulatoren-Werke.	
<b>Kernplatten</b> . . . . .	983
Bleistaub-Akkumulatoren der Elektrizitätsges. Gelnhausen.	
Akkumulatoren „System Pollak“.	
Akkumulatoren der Akkumulatorenfabrik, Aktien-Gesellschaft in Hagen i. W.	
<b>Andere Akkumulatorensysteme</b> . . . . .	1007
Akkumulator „System Tommasi“.	
Akkumulatoren von Théric-Oblasser und Faure-King.	
Zink-Blei-Akkumulatoren.	
Kupferoxyd-Alkali-Zink-Akkumulatoren.	
Kupfer-Zinkelemente von Lalande, Dr. E. Böttcher.	
Cupron-Elemente von Umbreit und Matthes.	
Akkumulatoren von Wadell, Entz und Phillips.	
<b>Herstellung der Bleiplatten</b> . . . . .	1016
Schmelzöfen.	
Giessformen.	
Giessmaschinen.	
Bleipressen.	
Löten des Bleies.	
Wasserstoff-Lötapparate.	
Pollaksches Lot.	

	Seite.
Pastieren der Elektroden . . . . .	1037
Bleiglätte, Bleimennige und Bleistaub.	
Kner- und Mischmaschinen.	
Einstreichen der Masse.	
Härten der Platten.	
Beimengungen, Binde- und Härtemittel.	
Plattenumhüllungen und poröse Scheidewände.	
Elektrolyt . . . . .	1044
Aräometer.	
Gehaltstabelle für Schwefelsäure.	
Konzentrationsgrad und Konzentrationsänderungen der Säure.	
Reinigung der Säure.	
Einfrieren des Elektrolyten.	
Formieren der Platten . . . . .	1054
Aufbau der Zellen und Batterien . . . . .	1058
Einbau der Platten.	
Akkumulatorgefässe.	
Hintereinanderschaltung.	
Parallelschaltung.	
Aufstellung der Zellen.	
Akkumulatorenraum.	
Tabelle über Querschnitt und Tragfähigkeit von Pitchpine (für Akkumulatorengestelle).	
Tabelle über Querschnitt und Tragfähigkeit von Kiefernholz (für Akkumulatorengestelle).	
Elektrische Grössen (Konstanten) des Akkumulators . . . . .	1073
Klemmenspannung.	
Charakteristik des Akkumulators.	
Lade- und Entladekurven.	
Stromdichte.	
Kapazität.	
Beziehung zwischen Kapazität und Entladestromstärke.	
Graphische Darstellung der Kapazität.	
Kapazitätserhöhung.	
Kapazitätsverminderung.	
Elektrische Arbeitsleistung und Wirkungsgrad.	
Bestimmung von Zahl und Grösse der Zellen einer Batterie . . . . .	1086
Ladung und Betrieb einer Akkumulatorenbatterie . . . . .	1093
Anwendung der Akkumulatoren; Vor- und Nachteile derselben . . . . .	1096

## 14. Kapitel.

### Die Schaltungssysteme zur Verteilung des elektrischen Stromes.

Allgemeine Anordnung der einzelnen Systeme . . . . .	1099
Direkte und indirekte Systeme.	
Löschbarkeit.	
Elastische und unelastische Systeme.	
Hintereinanderschaltung (Serienschaltung) . . . . .	1101
Nebeneinander- (Parallel-) Schaltung . . . . .	1103
Übliche Betriebsspannungen.	
Das Ringsystem von Fritsche.	
Ausdehnungsfähigkeit.	
Parallelschaltung mit Akkumulatorenbetrieb und Einfachzellenschalter . . . . .	1108
Schaltungsschema für den Ladebetrieb.	
Übergang vom Lade- zum Parallelbetrieb.	
Schaltungsschema für den Parallelbetrieb.	
Parallelschaltung mit Akkumulatorenbetrieb und Doppelzellenschalter . . . . .	1116
Kontrolle des Ladungszustandes der Schaltzellen.	
Ampèremeterumschalter.	
Parallelschaltung mit Akkumulatorenbetrieb und Zusatzdynamo . . . . .	1120
Ladung der Batterie in zwei Reihen . . . . .	1123
Reihenschalter.	
Gemischte Schaltung . . . . .	1126
Spannungsverlust.	
Wirtschaftlicher Spannungsverlust und Leitungsquerschnitt.	
Zulässiger Spannungsverlust.	

	Seite.
Steigerung der Betriebsspannung. Beziehungen zwischen Leitungslänge, Gewicht etc. Aufgaben.	
Dreileitersystem mit zwei Maschinen . . . . .	1134
Vergleich zwischen Dreileiter- und Zweileitersystem. Blanker Mittelleiter.	
Dreileitersystem mit Spannungsteiler . . . . .	1137
Konstruktion des Spannungsteilers.	
Dreileitersystem mit Ausgleichmaschinen . . . . .	1139
Dreileitersystem mit Akkumulatoren-Ausgleich . . . . .	1140
Übliche Betriebsspannungen der Dreileitersysteme.	
Fünfleitersystem . . . . .	1143
Schaltungsschema für das Fünfleitersystem.	
Indirekte Stromverteilung mittelst Gleichstromtransformatoren . . . . .	1146
Indirekte Stromverteilung mittelst Akkumulatoren-Unterstationen . . . . .	1146
Indirekte Stromverteilung mittelst Wechselstromtransformatoren . . . . .	1147
Parallelschaltung der Wechselstromtransformatoren. Höhe der Primärspannungen.	
Indirekte Stromverteilung durch Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer . . . . .	1153
Pollakscher Gleichrichter.	

15. Kapitel.

**Die Leitungen zur Verteilung des elektrischen Stromes. Ihre Herstellung, Isolation, Installation und Berechnung.**

Herstellung der Leitungen . . . . .	1155
Verseilung der Drähte. Isolation und Umspinnung der Drähte. Umspinnmaschinen. Bandwickelmaschine. Klöppelmaschine. Herstellung der Kabel. Kabelpresse. Bleikabel. Armierte Bleikabel.	
Installation (Verlegung) der Leitungen . . . . .	1168
Installation im Freien. Durchhang von Kupferdrähten für verschiedene Spannweiten und Temperaturen. Isolatoren. Tragstangen. Imprägnierung der Tragstangen. Verbindung zweier Leiterenden. Abzweigungen. Installationen in Innenräumen. Verlegung mittelst Porzellanrollen. Verlegung mittelst Porzellan- oder Holzklemmen. Klemmisolatoren von Heller. Ringsisolatoren von Peschel. Verlegung in Holzleisten. Verlegung der Leitungen in Röhren (System Bergmann). Befestigung der Leitungen mittelst Oesen. Installation unter der Erde Verlegung der Leitungen in Kanälen. Endverschlüsse der Kabel. Verbindungsmuffen. Tabelle über Bleikabel.	
Berechnung der Leitungen . . . . .	1204
Abzweigung von einem und mehreren Speisepunkten. Geschlossene Ringleitung. Berechnung einer Hausinstallation. Schnittmethode. Netzentwurf für ein Elektrizitätswerk. Berechnung von Drei- und Fünfleiter-Netzen. Anordnung des Netzes bei einphasigen Wechselstromanlagen. Drehstromanlagen. Zulässige Ausdehnung des Konsumgebietes.	

**16. Kapitel.****Hilfsapparate.**

<b>Ausschalter</b> . . . . .	1262
Ein- und zweipolige Ausschalter.	
Automatische Ausschalter.	
Umschalter.	
Voltmeterumschalter.	
Gruppen-Umschalter.	
Zellenschalter.	
Automatische Zellenschalter.	
Schema des Thury'schen Automaten.	
<b>Sicherungen</b> . . . . .	1283
Ein- und zweipolige Sicherungen verschiedener Systeme.	
<b>Blitzschutzvorrichtungen</b> . . . . .	1296
<b>Erdschlussanzeiger</b> . . . . .	1300
<b>Widerstände</b> . . . . .	1302
Hauptstromregulator.	
Nebenschlussregulator.	
Automatischer Nebenschlussregulator.	
Anlasswiderstände.	
Berechnung der Anlasswiderstände.	
Umkehranlass-Widerstände.	
Vorschaltwiderstände.	
<b>Schalttafeln</b> . . . . .	1317
<b>Spannungsregulierung</b> . . . . .	1318
Prüfdrähte.	
Regulierung in Wechselstromnetzen.	

**17. Kapitel.****Bogenlampen**

<b>Gleichstrombogenlampen</b> . . . . .	1322
Hauptstrom-, Nebenschluss- und Differentiallampen.	
Herstellung der Kohlenstifte.	
Lichtstärke.	
Glocken.	
Verschiedene Lampenkonstruktionen.	
Nebenschlusslampen mit ein und zwei Kohlenpaaren.	
Differentiallampen.	
Lampen mit abgeschlossenem Lichtbogen.	
Dreischaltungssystem.	
<b>Wechselstrombogenlampen</b> . . . . .	1336
<b>Stromindikatoren</b> . . . . .	1343

**18. Kapitel.****Glühlampen.**

<b>Herstellung der Glühlampen</b> . . . . .	1344
Glühlampenfäden.	
Glühlampenbirnen.	
Kerzenstärken.	
Lebensdauer.	
Fassungen.	
Schutzhüllen.	
Nernst-Lampe.	
Beleuchtungstabellen.	

**19. Kapitel.****Elektrische Koch-, Heiz-, Lötapparate und Öfen.**

<b>Erläuterungen der verschiedenen Systeme</b> . . . . .	1357
Kochapparate von P. Stottz.	

Kochapparate von Helberger.  
 Kochapparate der Gesellschaft „Prometheus“.  
 LötKolben.  
 Zenerens Schweissverfahren.  
 Slavianoffs Giessverfahren.  
 Elektrische Schmelzöfen.  
 Wechselstrom-Heizapparat.

**20. Kapitel.**

**Die elektrischen Kraftübertragungen (Bahnen, Automobilwagen und Boote).**

Verschiedene Kraftübertragungssysteme und deren Anwendung . . . . .	1365
Elektrischer Antrieb von Werkzeugmaschinen . . . . .	1367
Elektrisch betriebene Hebemaschinen . . . . .	1371
Elektrische Bahnen . . . . .	1376
Schaltungsschema.	
Ausrüstung der Strecke.	
Kontaktleitung.	
Aufhängen und Verankerung des Fahrdrahtes.	
Verankerung der Auslegermaste.	
Kurvenspannung.	
Berechnung der Polygonseiten.	
Lufweichen.	
Strecken-Isolatoren.	
Wagenausrüstung.	
Rollenkontakt, Bügelkontakt.	
Schema der Spragueschen Schaltung.	
Schema eines Peronschalters.	
Schaltungsschema für zwei parallel geschaltete Motoren.	
Schaltungsschema für zwei Motoren in Hintereinander- oder Parallelschaltung.	
Schaltung der Wagenmotoren.	
Elektrische Wagenbremse.	
Der Motor und seine Aufhängung.	
Motorwagen-Untergestell.	
Gemischter Betrieb	
Reiner Akkumulatorenbetrieb.	
Unterirdische Stromzuführung.	
Berechnung des Kraftbedarfs eines Motors.	
Kraftbedarf der Centralen.	
Berechnung der mittleren Leistung der Centralen.	
Berechnung der Leitung.	
Berechnung des Spannungsverlustes.	
Zusatzmaschine in der Speiseleitung.	
Unterstationen.	
Betrieb mit Drehstrom.	
Elektrische Automobilwagen . . . . .	1433
Lenkachse.	
Hinterachse.	
Differentialgetriebe.	
Motoren.	
Schaltungen.	
Räder und Bereifung.	
Beschreibung einiger Wagensysteme . . . . .	1444
Wagen der Gesellschaft für Verkehrsunternehmungen.	
Wagen von Kühlstein.	
Wagen der Motorfahrzeugfabrik Marienfelde.	
Wagen von Henschel & Co.	
Omnibus von Siemens & Halske.	
Vorspann-Wagen von Mildé.	
Wagen der Maxwerke.	
Automobilen mit Oberleitung . . . . .	1462
Kraftbedarf eines Automobils . . . . .	1463
Elektrische Boote und elektrische Schleppschiffahrt . . . . .	1464