

XX. JAHRESBERICHT  
DER K. K.  
STAATS-OBERREALSCHULE  
IN  
TESCHEN.

AM SCHLUSSE DES SCHULJAHRES 1892/93.

VEREFFENTLICHT DURCH DIE DIRECTION.

I N H A L T.

SCHULNACHRICHTEN. VON DIRECTOR HANS JANUSCHKE.

XX. JAHRESBERICHT DES UNTERSTÜTZUNGSVEREINES „SCHÜLERLADE“. VON  
PROF. FRANZ JOHN.

XVIII. JAHRESBERICHT DER GEWERBL. } FORTBILDUNGSSCHULE. VOM DIRECTOR.  
VII.           "           " KAUFM. }

DIE WISSENSCHAFTLICHE BEILAGE ENTHÄLT DIE ABHANDLUNG: „DER ÄTHERDRUCK  
ALS EINHEITLICHE NATURKRAFT.“ VON H. JANUSCHKE.

---

TESCHEN.

K. UND K. HOFBUCHDRUCKEREI KARL PROCHASKA.

1893.

XX. JAHRGANG

STAATS-OBERREALSCHULE

LEHRPLAN

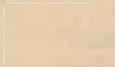
FÜR DAS SAISONBEREICH

IN DER SAISONBEREICH

1898

VERLAG VON ...

...



...

# Schulnachrichten

vom Director.

---

## I. Personalstand des Lehrkörpers.

### A. Veränderungen.

Herrn Prof. Franz Kunz wurde l. Erl. d. h. k. k. Minist. f. C. u. U. v. 28. Juni 1892, Z. 10521 und h. Erl. d. k. k. L.-Sch.-R. v. 13. Juli, Z. 1823 eine Lehrstelle an der Staats-Oberrealschule im 18. Gemeindebezirke in Wien verliehen. Derselbe hat durch siebenjährige, in wissenschaftlicher und pädagogischer Beziehung vorzügliche Lehrthätigkeit und durch seine collegiale und charaktervolle Haltung sich an der Anstalt ein ehrenvolles Andenken gesichert.

Herr Prof. Johann Weiss wurde nach zweijähriger Dienstleistung und nach ein- und einhalbjährigem Urlaube aus Gesundheitsrücksichten mit hohem Erl. d. k. k. Minist. v. 28. Juni 1892, Z. 14274 und Erl. d. k. k. L.-Sch.-R. v. 13. Juli 1892, Z. 1828 an die k. k. Staats-Oberrealschule in Böhmisches-Leipa versetzt. Derselbe bethätigte sich in der gewissenhaftesten Weise als hervorragender Fachmann und vorzüglicher Lehrer.

Herr Dr. Hans Pischek, suppl. Lehrer, trat mit Beginn des Schuljahres 1892/3 eine Stelle an der Döll'schen Realschule in Wien an; er bewährte sich während seiner einjährigen Wirksamkeit als kenntnisreicher, zielbewusster und humaner Lehrer und hinterlässt das Andenken eines sehr achtungswerten Collegen.

Mit Ende des Schuljahres 1891/2 schied Herr Hugo Skopal, suppl. Lehrer, nach einjähriger eifriger Thätigkeit.

In den Verband des Lehrkörpers traten zu Beginn des Schuljahres 1892/3 als wirkliche Lehrer:

Herr Dr. Hans Dutz (Erl. d. h. k. k. Minist. v. 27. Aug. 1892, Z. 19163 und Erl. d. h. k. k. L.-Sch.-R. vom 31. Aug. 1892, Z. 2438) und Herr Dr. Karl Klatovský (Erl. d. h. k. k. Minist. v. 27. Aug. 1892, Z. 19161 und Erl. d. k. k. L.-Sch.-R. v. 1. Septbr. 1892, Z. 2440); als suppl. Lehrer Herr Ernst Kaller (Erl. d. h. k. k. L.-Sch.-R. v. 3. Octbr. 1892, Z. 2696).

An die Stelle des verstorbenen Herrn Kreisrabbiners Simon Friedmann trat Herr Rabbiner Dr. Heinrich Berger (Erl. d. h. k. k. L.-Sch.-R. v. 17. Febr. 1893, Z. 341.)

## B. Lehrkörper.

(Am Schlusse des Schuljahres.)

### I. Für die obligaten Gegenstände.

1. Hans Januschke, k. k. Director, lehrte Mathematik in VI., wochentlich 5 Std.
2. Franz Holeček, k. k. Professor in der VIII. Rangsclasse, Custos der Lehrmittelsammlung für Freihandzeichnen, lehrte Freihandzeichnen in II., III., IV., V., VI. und VII. woch. 22 Std.
3. Franz John, k. k. Professor in der VIII. Rangsclasse, Custos der physikalischen Lehrmittelsammlung, Ordinarius der IV. Classe, Schriftführer und Säckelwart des Unterstützungsvereines der Realschule, lehrte Mathematik in I. a, III., IV und Physik in III., IV. und VI., woch. 19 Std.
4. Max Rosenfeld, k. k. Professor in der VIII. Rangsclasse, Custos des chemischen Laboratoriums, lehrte Naturgeschichte in II., Chemie in IV., V., VI., VII, analytische Chemie in V-VII., woch. 17 Std.
5. Wilhelm Klein, k. k. Professor, Weltpriester, Exhortator, lehrte kath. Religion in allen Classen woch. 15 Std.
6. Anton Pohorský, k. k. Professor in der VIII. Rangsclasse, Custos des naturhistorischen Cabinetes, Ordinarius der I. B., lehrte Mathematik in I. B., Naturgeschichte in I. A., I. B, V., VI., VII., woch. 17 Std.
7. Dr. Phil. Karl Zahradniček, k. k. Professor in der VIII. Rangsclasse, Ordinarius der VII. Classe, lehrte Mathematik in II., V., VII. und Physik in VII., woch. 17 Std.
8. Karl Hönig, k. k. Professor, Custos der Lehrmittelsammlung für Geometrie, Ordinarius der IV. Classe, lehrte Geometrie und geometrisches Zeichnen in II., III., IV., und darstellende Geometrie in V., VI., VII., woch. 18 Std.
9. Friedrich Jenkner, k. k. Professor, Custos der geogr. Lehrmittelsammlung, lehrte deutsche Sprache in IV., V., VI., VII., Geographie und Geschichte in I. B, V., woch. 19 Std.
10. Johann Králík, k. k. Professor, Bibliothekar und Custos der Programmsammlung, Ordinarius der II. Classe, lehrte französische Sprache in I. A, II., VII., und deutsche Sprache in II., woch. 15 Std.
11. Fritz Bock, k. k. Professor, lehrte französische Sprache in IV., V., VI., und englische Sprache in V., VI., VII., woch. 19 Std.
12. Dr. Karl Klatovský, k. k. wirkl. Lehrer, Ordinarius der III. Cl., lehrte Geographie und Geschichte in II., III., VI., VII., deutsche Sprache in III., woch. 18 Std.
13. Dr. Hans Dutz, k. k. wirkl. Lehrer, lehrte deutsche Sprache in I. A, I. B, IV., und französische Sprache in I. B. und III., woch. 20 Std.
14. Ernst Kaller, k. k. suppl. Lehrer, Ordinarius der I. Cl. A., lehrte Freihandzeichnen in I. A, I. B, Kalligraphie in I. A., I. B, II., und Geographie in I. A, woch. 18 Std.

### II. Für die bedingt obligaten und nicht obligaten Gegenstände.

15. Richard Fritsche, k. k. Gymn.-Professor in der VIII. Rangsclasse, lehrte evangelische Religion in 3 Abtheilungen, woch. 5 Std.
16. Dr. Heinrich Berger, Rabbiner, ertheilte den mosaischen Religionsunterricht in 3 Abtheilungen, woch. 5 Std.

17. Karl Wilke, k. k. Turnlehrer, ertheilte den Turnunterricht in I. A, I. B., II., III., IV., und V—VII. comb., woch. 12 Std.

18. Alfred Brzeski, k. k. Übungsschullehrer, lehrte polnische Sprache in 2 Abthl. woch. 4 Std.

19. Anton Pohorský, k. k. Professor (vgl. Z. 6), ertheilte den Gesangsunterricht in 2 Abthl., woch. 4 Std.

20. Franz John, k. k. Professor (vgl. Z. 3), lehrte Stenographie in 2 Abthl., woch. 3 Std.

21. Max Rosenfeld, k. k. Professor (vgl. Z. 4), ertheilte den Unterricht in der analytischen Chemie in 2 Abthl., woch. 4 Std.

## II. Lehrplan.

Im abgelaufenen Schuljahre wurde der durch hohen Min.-Erl. v. 15. April 1878, Z. 5607 vorgeschriebene Normallehrplan mit den durch hohen Min.-Erl. v. 25. Juli 1879, Z. 9733 für die schlesischen Realschulen angeordneten Modificationen eingehalten. Der Inhalt ist im XI. Jahresberichte S. 20—26 enthalten.

Der Unterricht im Freihandzeichnen wurde nach dem mit hohem Min.-Erl. v. 17. Juni 1891, Z. 9193 publicierten Lehrplane ertheilt, dessen Inhalt im XIX. Jahresberichte enthalten ist.

## III. Lehrbücher,

welche im Schuljahre 1892/93 gebraucht wurden.

Religionslehre a) Katholische:

Fischer, Kath. Religionslehre in I.,

Liturgik, . . . . . II.,

Eichler, Geschichte der Offenbarung des alten Bundes in III.,

neuen „ „ IV.,

Wappler, Katholische Religionslehre, in V. und VI.

Kaltner, Kirchengeschichte in VII.

b) Evangelische:

Calwer, Biblische Geschichte;

Das evangelische Gesangbuch, 1. Abtheilung;

Palmer, Lehrbuch der Religion und der Geschichte der christlichen Kirche für die mittleren Classen evang. Mittelschulen in der 1. Abtheilung.

„ Lehrbuch für die oberen Classen, II. Theil, in der 2. Abtheilung.

„ I. Theil in der 3. Abtheilung.

c) Israelitische:

Wolf, Religion und Sittenlehre;

Kayslerling, die 5 Bücher Moses;

Cassel, Leitfaden f. d. Unterr. in Geschichte und Literatur.

Deutsche Sprache:

- Willomitzer, Grammatik in I. bis VII.,  
Regeln und Wörterverzeichnis für die deutsche Beschreibung in I.—VII.,  
Kummer u. Stejskal, Deutsch. Leseb. f. österr. Realschulen I. Bd. in I.,  
" " " " " " " " II. " in II.,  
Neumann Franz, Lesebuch . . . . . III. " in III.,  
" " " " " " " " IV. " in IV.,  
Kummer u. Stejskal, Deutsch. Leseb. f. österr. Realschulen V. " in V.,  
" " " " " " " " VI. A, in VI.,  
Egger, Lesebuch f. höhere Lehranstalten, II. 2., in VII.

Französische Sprache:

- Bechtel, Französisches Sprech- und Lesebuch in I. und II.,  
" " " " " " " " Mittelstufe in III. und IV.,  
" Grammatik, 2. Theil, in V. bis VII.,  
" Übungsbuch, Oberstufe, in V., VI. und VII.,  
" Chrestomathie in V., VI. und VII.

Englische Sprache:

- Gesenius, Elementarbuch in V.,  
" Grammatik in VI. und VII.,  
Nader & Würzner, Lesebuch in VI. und VII.

Geographie:

- Herr, Grundzüge in I.  
Herr, Länder- und Völkerkunde in II., III., IV.,  
Trampler, Schulatlas in I. bis VII.,  
eventuell auch Stieler, Schulatlas.

Geschichte:

- Hannak, Lehrbuch für U.-R. 1., in II.,  
" " " U.-R. 2., in III.,  
" " " U.-R. 3., in IV.,  
" " " Ob.-R. 1., in V.,  
" " " Ob.-R. 2., in VI.,  
" " " Ob.-R. 3., in VII.,  
" Vaterlandskunde für U.-R. in IV.,  
" " " Ob.-R. in VII.,  
Putzger, Historischer Schulatlas in II. bis VII.,  
eventuell auch Rhode, Historischer Schulatlas.

Mathematik:

- Glöser, Arithmetik in I.,  
Močnik, Lehr- und Übungsbuch 2. Heft in II.  
Glöser, Grundzüge der allgem. Arithm. f. d. III.,  
Wallentin, Aufgabensammlung in IV. bis VII.,  
Močnik, Geometrie für die oberen Classen in V., VI. und VII.  
Köhler, Logarithmentafeln in V. bis VII.

Geometrie und geometrisches Zeichnen:

- Močnik, Formenlehre in I.,  
" Anfangsgründe in II., III., IV.

**Darstellende Geometrie:**

Menger, Lehrbuch der darstellenden Geometrie in V. und VI.  
Streibler, Lehrbuch in VII.

**Naturgeschichte:**

Pokorny, Thierreich in I.,  
" Pflanzenreich in II.,  
" Mineralreich in II.,  
Woldrich, Zoologie in V.,  
Burgerstein, Botanik in VI.,  
Hochstetter-Bisching, Mineralogie in VII.

**Physik:**

Mach u. Odstrčil, Grundriss der Naturlehre in III. und IV.,  
Wallentin, Lehrbuch, in VI. und VII.

**Chemie:**

Rosenfeld, Leitfaden für den ersten Unterricht, in IV.,  
Mitteregger, Anorganische Chemie, in V., VI. und VII.  
" Organische Chemie in VI. und VII.

**Stenographie:**

Faulmann, Lehrgebäude.

**Polnische Sprache:**

Lercel, Grammatik, in I. bis VII.,  
Wypisy polskie, tom 1., „ I. „ VII.

**Gesang:**

Albin Mende, Liederbuch für Studierende.

---

## IV. Themen für die deutschen Aufsätze.

### V. Classe.

1. Der Herbst.
2. Inhalt und Aufbau der Ballade v. Schiller: Die Kraniche des Ibykus. (Sch.)
3. Lob des Landlebens (nach Horaz).
4. Welche Naturbeschaffenheiten Griechenlands haben auf die Culturentwicklung seiner Bewohner wesentlich eingewirkt?
5. Inhaltsangabe des 1. Gesanges der Ilias (v. 1—147.) (Sch.)
6. Winterlandschaft.
7. Die Macht des Gesanges (nach Schiller).
8. Wie können wir der Nachwelt fortleben?
9. Gedankengang der Ode Klopstocks: Frühlingsfeier.
10. Erst wäg's, dann wag's.
11. Die Lage Teschens und seine Bedeutung in der Geschichte und Gegenwart.
12. Die atmosphärischen Niederschläge in ihrer Bedeutung für die Fruchtbarkeit des Bodens.

VI. Classe.

1. Erlebnisse während meiner diesjährigen Ferien.
2. Welchen Antheil nahm das habsburgische Haus an der Entdeckung Amerikas? (Sch.)
3. Das erste Lied der Nibelungen (nach dem Urtexte erzählt).
4. Die Poesie in der Natur (eine Idylle).
5. Siegfrieds Tod (nach dem Urtexte erzählt). (Sch.)
6. Das Schwert, Johannas Ruhm und Untergang (nach Schillers: Die Jungfrau von Orleans).
7. Übersetzung einiger Lieder aus Walther von der Vogelweide. (Sch.)
8. Welche Verdienste erwarb sich Karl der Große um die Cultur?
9. Warum ist Wielands Oberon ein romantisches Epos?
10. Wie wurde die Ostmark gegründet?
11. Götz von Berlichingen, charakterisiert nach Goethes gleichnamigem Trauerspiel.
12. Stadt und Land (Parallele). (Sch.)

VII. Classe.

1. Wie beginnen wir das neue Schuljahr?
2. Welcher wesentliche Unterschied besteht in der Darstellung der Laokoongruppe beim Künstler und beim Dichter? (Sch.)
3. Charakteristik Wilhelm Tells (nach Schiller).
4. Auf den Ruinen von Athen.
5. Wozu lernen wir Geschichte, insbesondere die vaterländische?
6. Warum sollen wir das Studium der Muttersprache pflegen? (R.)
7. Die Liebe zum Vaterlande eine Tugend, eine Pflicht, ein Ruhmeskranz. (Sch.)
8. Den Menschen adelt, den tiefgesunkenen, das letzte Schicksal (nach Maria Stuart v. Schiller).
9. Der Name ist in Stein und Marmor nicht so wohl verwahrt, als in des Dichters Lied. (R.)
10. Charakteristik Hermanns (nach Goethes Hermann und Dorothea).
11. Wert der Arbeit.
12. Was bildet die Grundlage der in Hermann und Dorothea dargestellten Begebenheit?
13. Das Alte stürzt, es ändert sich die Zeit,  
Und neues Leben blüht aus den Ruinen. (R.)
14. Im engen Kreis verengert sich der Sinn,  
Es wächst der Mensch mit seinen höhern Zwecken. (R.)
15. Welche Veränderungen erfährt die Natur durch die Culturarbeit des Menschen? (Maturitätsarbeit).

Fr. Jenkner.

---

## V. Statistik der Schüler im Schuljahre 1892/93.

	C l a s s e							Zu- sammen	
	I. A.	I. B.	II.	III.	IV.	V.	VI.		VII.
<b>I. Zahl.</b>									
Zu Ende 1891/92 . . . . .	32	33	44	37	28	26	19	8	227
Zu Anfang 1892/93 . . . . .	39	40	56	38	29	15	24	13	254
Während des Schuljahres eingetreten	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Im ganzen also aufgenommen . . . . .	39	40	56	38	29	15	24	13	254
Darunter:									
Neu aufgenommen und zwar:									
aufgestiegen . . . . .	35	36	1	1	—	1	1	—	75
Repetenten . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	2
Wieder aufgenommen und zwar:									
aufgestiegen . . . . .	—	—	51	33	27	13	20	13	157
Repetenten . . . . .	3	4	4	3	2	1	3	—	20
Während des Schuljahres ausgetreten	2	2	4	5	1	3	—	1	18
Schülerzahl zu Ende 1892/93 . . . . .	37	38	52	33	28	12	24	12	236
Darunter:									
Öffentliche Schüler . . . . .	37	38	52	33	28	12	24	12	236
Privatisten . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>2. Geburtsort (Vaterland).</b>									
Teschen . . . . .	4	8	5	6	5	2	4	4	38
Schlesien außer Teschen . . . . .	25	22	37	24	20	6	13	6	153
Andere österr. Provinzen . . . . .	6	8	9	3	2	4	4	2	38
Ungarn . . . . .	2	—	1	—	1	—	2	—	6
Russland . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Türkei . . . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Summe . . . . .	37	38	52	33	28	12	24	12	236
<b>3. Muttersprache.</b>									
Deutsch . . . . .	19	21	22	21	15	9	17	7	131
Tschechoslavisch . . . . .	3	1	3	1	3	—	—	1	12
Polnisch . . . . .	15	16	26	11	10	3	7	4	92
Ungarisch . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kroatisch . . . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Summe . . . . .	37	33	52	33	28	12	24	12	236
<b>4. Religionsbekenntnis.</b>									
Katholisch . . . . .	21	24	36	17	18	8	16	6	146
Griechisch-Orientalisch . . . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Evangelisch . . . . .	9	11	9	10	4	2	5	3	53
Israelitisch . . . . .	7	3	6	6	6	2	3	3	36
Summe . . . . .	37	38	52	33	28	12	24	12	236
<b>5. Lebensalter.</b>									
11 Jahre alt . . . . .	3	7	—	—	—	—	—	—	10
12 " " . . . . .	8	7	5	—	—	—	—	—	20
13 " " . . . . .	6	9	12	1	—	—	—	—	28
14 " " . . . . .	12	10	18	5	9	—	—	—	54
15 " " . . . . .	3	3	11	10	7	—	—	—	34
16 " " . . . . .	5	2	5	12	3	5	3	—	35
17 " " . . . . .	—	—	1	5	6	7	8	2	29
18 " " . . . . .	—	—	—	—	3	—	5	2	10
19 " " . . . . .	—	—	—	—	—	—	5	6	11
20 " " . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	1	3
21 " " . . . . .	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Summe . . . . .	37	38	52	33	28	12	24	12	236





## VI. Vermehrung der Lehrmittel im Jahre 1892.

Im Jahre 1892 betragen die Einnahmen für Lehrmittel:

1. Cassabestand vom Jahre 1891 . . . . .	fl.	51.47
2. Dotation der Stadtgemeinde . . . . .	"	300.—
3. Lehrmittelbeitrag von 254 Schülern à fl. 1.05 . . . . .	"	266.70
4. Die Aufnahmestaxen von 79 Schülern à fl. 2.10 . . . . .	"	165.90
5. Die Taxen von 6 Semestralzeugnis-Duplicaten à fl. 1 . . . . .	"	6.—
6. Ersätze der Laboranten für geliefertes Verbrauchsmateriale . . . . .	"	52.82
7. Von der Handels- und Gewerbeschule . . . . .	"	10.—
8. Ersatz für ein Gypsmodell . . . . .	"	3 50
Summe des Empfanges . . . . .	fl.	856.39

Hievon wurden die im Nachfolgenden aufgeführten Ausgaben bestritten:

1. Für die Lehrerbibliothek . . . . .	"	338.94
2. " " Schülerbibliothek . . . . .	"	53.85
3. " geographische Lehrmittel . . . . .	"	22.45
4. " naturhistorische Lehrmittel . . . . .	"	39.21
5. " physikalische " . . . . .	"	154.31
6. " chemische " . . . . .	"	157.79
7. " Geometrie " . . . . .	"	33.—
8. " Freihandzeichnen " . . . . .	"	14.—
7. " Cassabestand . . . . .	"	42.84
Summe der Ausgaben . . . . .	fl.	856.39

### A. Bibliothek.

Custos: Professor Johann Králík.

#### a) Lehrerbibliothek.

I. Znwachs durch Ankauf: Eicken, Mittelalterliche Weltanschauung. H. Paul, Germanische Philologie I. und II. Band. Meyer, Geschichte des Alterthums I. Bd. Koschwitz, Neufranzösische Schriftsprache I. Bd. Pictet, Pflanzenalkaloide. Hanner, Analytische Geometrie. Hann, Handbuch der Klimatologie. Wundt, Psychologie I. und II. Band. Peschel, Physische Erdkunde I. und II. Band. Láska, Astronomie. Krüger, Lehrbuch des Rechnens. Kirchhoff-Hensel, Vorlesungen über mathematische Optik. Kirchhoff-Hensel, Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus. Kolle, Lehrbuch der Physik. I. Band. Rosenberger, Geschichte der Physik I., II. und III. Band. Leunis, Synopsis der Botanik I., II., und III. Band. Jahrbuch der Grillparzergesellschaft, II. Jahrgang. Zeitschrift für den phys.-chem. Unterricht 1892. Groth, Übersicht der Mineralien. Fehling, Neues Handwörterbuch der Chemie, Lief. 69—72. Mendeleeff, Grundlagen der Chemie Lief. 5—8. Österr.-ung. Monarchie in Wort und Bild; Ungarn III. Band, Küstenland und Dalmatien. Wiedemann, Annalen der Physik und Chemie, 1892. Dessen Beiblätter, 1892. Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft. Zarneke, Literarisches Centralblatt, 1892. Englische Studien, 1892. Sybel, Historische Zeitschrift, 1892. Zeitschrift für französische Sprache und Literatur, 1892. Supplement hiezu. Lyon-Hildebrand, Zeitschrift für den deutschen Unterricht, 1892. Schwanert, Hilfsbuch zur Ausführung chemischer Arbeiten. Kolbe, Zeitschrift für das Realschulwesen, 1892. Klein, Gaea. Mittheilungen der geographischen Gesellschaft, 1892. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, 1892. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1892. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1891. Verordnungsblatt, 1892.

II. Zuwachs durch Geschenke: Rudolf Graf Hoyos, Gedichte, Geschenk des Verfassers. Vom hohen k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht: Bericht über die Industrie, den Handel und die Verkehrsverhältnisse in Niederösterreich im Jahre 1890. Von der historisch-statistischen Section in Brünn: Neu-Brünn, wie es entstanden und sich gebildet hat. I. Th. Notizenblatt der historisch-statistischen Section, 1888, 1889, 1890, 1891. Von der k. k. Akademie der Wissenschaften: Anzeiger der Akademie. XXVIII. Jahrgang. Geschenke des k. k. schlesischen L.-S.-R.: Österreichische botanische Zeitschrift. XII. Jahrgang. Bericht des k. k. schles. L.-S.-R. im Schuljahre 1891—1892.

#### b) Schülerbibliothek.

I. Zuwachs durch Ankauf: O. Höcker, Prärievogel. O. Höcker, Steuermann Ready. O. Höcker, Der Waldteufel. Cooper, Der rothe Freibeuter. Höcker, Die Ansiedler in Canada. Höcker, Conanct. Roth, Stanley's Reise. Das neue Universum, XX. Jahrgang. E. Falkenhorst, Ein afrikanischer Lederstrumpf, I. Theil. Dessen II. und III. Theil. Das neue Universum, 12. Jahrgang. Seiler-Zöllner, Der schwarze Erdtheil. Dr. Wägner, Prinz Eugen, der edle Ritter. Pederzani-Weber, Götz von Berlichingen. Fournier, Napoleon I. 3. Bd. Österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild, Ungarn III. Band und Küstenland und Dalmatien.

### B. Geographische Lehrmittelsammlung.

Custos: Professor Friedrich Jenkner.

Zuwachs durch Ankauf: 1. Hölzel, Geographische Charakterbilder: Der Sprudel Otukapnarangi mit Sinterterrasse am Rotomahana, aus der Sierra-Nevada Californiens, Plateau von Anahuac. 2. Lit.-artist. Bureau in Wien: Stammtafel des Hauses Habsburg-Lothringen. 3. H. Kiepert: Politische Wandkarte von Australien und Polynesien.

### C. Lehrmittelsammlung für Naturgeschichte.

Custos: Professor Anton Pohorský.

Zuwachs durch Ankauf: Ein Kryptogamen-Herbarium. Skeletierte Füße von Ein-, Zwei- und Vielhufern. Eine Wildente. Zehn Stück mikroskopischer Präparate für Zoologie. Zwölf Stück mikroskopischer Präparate für Botanik.

### D. Physikalisches Cabinet.

Custos: Professor Franz John.

Im Jahre 1892 erhielt das physikalische Cabinet folgende Apparate durch Kauf als Zuwachs:

Magnetometer nach Weber, Tauchbatterie nach Bunsen mit 8 großen Elementen, Lecher's Apparat zur Sichtbarmachung elektrischer Wellen, Recipient zur Luftpumpe, De la Rive's Apparat für Rotation des elektrischen Lichtbogens um seinen Magnet.

### E. Chemisches Laboratorium.

Custos: Professor Max Rosenfeld.

An Verbrauchsmateriale wurde im Jahre 1892 Reagentien, Glasröhren, Glascylinder, Pipetten etc. angekauft, ferner wurden Reparaturen einiger Apparate vorgenommen.

Als Zuwachs erhielt das chemische Cabinet: Eine Gröger-Rosenfeld'sche Schwimmerwaage zur Demonstration der Gewichtszunahme der Körper bei ihrer Oxydation, einen Kohlensäurebestimmungsapparat nach Petterson und Palmquist, ferner eine Mineralien- und Präparatensammlung bestehend aus 465 Stück, für den Anschauungsunterricht aus der anorganischen Chemie.

Die Präparatensammlung ist ein Geschenk des Custos. Mit Erlass des hohen k. k. Landesschulrathes vom 6. März 1893, Z. 504, wurde demselben für das Verdienst, das er sich durch die Schenkung dieser nach Elementen zweckmäßig geordneten und für den Unterricht höchst wertvollen Sammlung um die Anstalt erworben hat, die Anerkennung ausgesprochen. Auch der Berichterstatter hält es für seine Pflicht, namens der Anstalt für die Spende bestens zu danken.

### F. Lehrmittel für geometrisches Zeichnen.

Custos: Professor Karl Hönig.

Zuwachs durch Ankauf: Fünf Holzmodelle über Durchdringungen von Kegeln und Cylindern.

Zuwachs durch Geschenke: Vom Schüler der I. Cl. B., Malcher Alfred: Ein Kegel und ein Cylinder aus Holz mit ebenen Schnitten. Vom Schüler der I. Cl. A., Grauer Siegmund: Eine hölzerne Kugel mit zwei Schnittkreisen.

### G. Lehrmittelsammlung für Freihandzeichnen.

Custos: Professor Franz Holeček.

Vermehrung der Gipsmodelle durch Ankauf: Ritschel-Porträt, Pater Peter-Porträt, männliches Porträt und Schwind-Porträt von Ritschel.

### H. Programmsammlung.

Custos: Professor Johann Králík.

		Gegenwärtiger	
		Zuwachs:	Bestand:
I.	Mittelschulen Nieder-Österreichs . . . . .	40 Stücke.	772 Stücke
II.	„ Ober-Österreichs . . . . .	9 „	179 „
III.	„ Steiermarks . . . . .	10 „	193 „
IV.	„ Kärntens und Krains . . . . .	7 „	133 „
V.	„ des Küstenlandes . . . . .	6 „	168 „
VI.	„ Tirols und Vorarlbergs . . . . .	11 „	265 „
VII.	„ Böhmens . . . . .	60 „	923 „
VIII.	„ Mährens . . . . .	25 „	455 „
IX.	„ Schlesiens . . . . .	9 „	224 „
X.	„ Galiziens . . . . .	22 „	344 „
XI.	„ der Bukowina, Dalmatiens . . . . .	6 „	144 „
XII.	Österreichische Lehrerbildungsanstalten . . . . .	3 „	65 „
XIII.	Schulen Ungarns, Siebenbürgens, Croatiens . . . . .	6 „	244 „
XIV.	Sonstige inländische Anstalten . . . . .	— „	124 „
	B. I.—VIII. Baiेरische Mittelschulen . . . . .	11 „	457 „
	C. Preußische Mittelschulen:		
I.	Provinz Ostpreußen . . . . .	10 „	262 „
II.	„ Westpreußen . . . . .	8 „	216 „
III.	„ Brandenburg . . . . .	25 „	590 „
IV.	„ Pommern . . . . .	13 „	262 „

Zusammen 281 Stücke. 6040 Stücke.

		Transport 281 Stücke.	6040 Stücke.
V.	Provinz Posen . . . . .	5	204
VI.	„ Schlesien . . . . .	23	549
VII.	„ Sachsen . . . . .	13	426
VIII.	„ Schleswig-Holstein . . . . .	6	212
IX.	„ Hannover . . . . .	5	302
X.	„ Westfalen . . . . .	6	290
XI.	„ Hessen-Nassau . . . . .	10	265
XII.	„ Rheinprovinz und Hohenzollern . . . . .	28	585

D. Sonstige Lehranstalten Deutschlands:

a)	Reichsland Elsass-Lothringen . . . . .	5	143
b)	Königreich Sachsen . . . . .	15	399
c)	Königreich Württemberg . . . . .	7	106
d)	Großherzogthum Baden . . . . .	4	161
e)	„ Hessen . . . . .	5	93
f)	„ Mecklenburg-Schwerin . . . . .	6	115
g)	„ Oldenburg . . . . .	1	52
h)	„ Sachsen-Weimar . . . . .	3	48
i)	Herzogthum Anhalt . . . . .	3	38
k)	„ Altenburg, Coburg-Gotha . . . . .	2	80
l)	„ Braunschweig . . . . .	5	44
m)	Fürstenthümer Lippe, Reuß und Schwarzburg . . . . .	3	83
n)	Freie Städte Bremen, Hamburg und Lübeck . . . . .	7	90
o)	Andere ausländische Anstalten . . . . .	0	3

Zusammen . 443 Stücke. 10303 Stücke.

Herr Prof. Dr. Karl Rothe der k. k. Staatsrealschule im VII. Bezirke in Wien hat der Anstalt 60 Stücke Programme verschiedener Schulen geschenkt, wofür ihm der Berichterstatter den verbindlichsten Dank ausspricht.

**J. Münzensammlung.**

Custos: —

Gegenwärtiger Bestand 187 Stück.

**K. Turngeräthe..**

Custos: k. k. Turnlehrer Carl Wilke.

Der Bestand hat sich nicht geändert.

**VII. Maturitätsprüfung.**

**A) Verzeichnis**

der bei der Maturitätsprüfung im Sommertermine 1892 approbierten Abiturienten.

Die Prüfung fand am 22. und 23. Juli unter dem Vorsitze des k. k. Gymnasialdirectors Herrn Dr. Gustav Waniek statt. Es hatten sich 8 Abiturienten zu derselben gemeldet.

Fortlaufende Zahl	Name	Vaterland, Geburtsort	Alter in Jahren	Confession	Nationalität	Gewählter Beruf
124	Czermak Alois	Schlesien, Karwin	19	katholisch	polnisch	Bergwesen
125	Klein Arthur	Ungarn, Kis-Ladna	18	katholisch	deutsch	Hüttenwesen
126	Mannheimer Moriz	Galizien, Suchau	19	mosaisch	polnisch	Technik
127	Müller Hugo	Schlesien, Teschen	19	katholisch	deutsch	Technik
128	von Palästhy August	Kroatien, Fuzine	19	katholisch	magyarisch	Eisenbahnwesen
129	Spitzer Alfred	Schlesien, Skotschau	20	mosaisch	deutsch	Technik

### B. Verzeichnis

der bei der Maturitätsprüfung im Herbsttermine 1892 approbierten Abiturienten.

Die Prüfung fand am 29. September unter dem Vorsitze des k. k. Landes-  
schulinspectors Herrn Dr. L. Konvalina statt.

Fortlaufende Zahl	Name	Vaterland, Geburtsort	Alter in Jahren	Confession	Nationalität	Gewählter Beruf
130	Eliasch Robert	Schlesien, Karwin	20	katholisch	deutsch	Technik
131	Ožana Anton	Schlesien, Zablatz	19	katholisch	böhmisch	Bergwesen

### C. Themen

zu den schriftlichen Maturitätsprüfungen im Sommertermine 1893.

Deutsche Sprache: Welche Veränderungen erfährt die Natur durch die  
Culturarbeit des Menschen?

Friedrich Jenkner.

Französische Sprache: Übersetzung aus dem Französischen in's  
Deutsche: Aus „La bibliothèque de mon oncle par Töpffer.“ Von „Afin d'utiliser  
mes vacances...“ bis „lui ne bouge de sa fenêtre.“

Übersetzung aus dem Deutschen in's Französische „Der Bieler See.“

Johann Králík.

Englische Sprache: „History of Navigation von W. Robertsohn vom  
Anfange bis „...or to attempt remote discoveries.“

Fritz Bock.

Mathematik: 1. Die Rectascension von  $\alpha$  Herculis war im Jahre 1870  
 $a = 17^h 8^m 43.28^s$ , die Declination  $d = 14^\circ 32' 26.8''$ . Wie groß war die  
Länge und Breite dieses Sternes im Jahre 1870?

2. Durch den Punkt  $A(a, b)$  eines orthogonalen Coordinatensystemes wird eine gerade Linie gelegt, welche die Abscissenachse im Punkte  $M$  und die Ordinatenachse im Punkte  $N$  schneidet. Welche Linie beschreibt der durch die Gleichung  $NP = AM$  charakterisierte Punkt  $P$  der variablen Strecke  $MN$  bei deren Drehung um den Punkt  $A$ ?

3. Der periodische Kettenbruch

$$(n-1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{n-2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2n-2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{n-2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2n-2 + \dots}}}}}}}})$$

ist in geschlossener Form darzustellen.

4. Von einem Punkte außerhalb einer Ebene sind zu dieser 4 Strecken von gleicher Länge  $a$  so zu ziehen, dass sie die Seitenkanten einer Pyramide bilden, deren Basis ein Quadrat und deren Volumen so groß als möglich ist.

Dr. Karl Zahradníček.

Darstellende Geometrie: 1. Man zeichne an eine Kugel und einen Kegel die gemeinschaftlichen Berührungsebenen; der Mittelpunkt der Kugel sei  $m(7, 3, 2)$ , der Halbmesser  $r = 2$ ; der Kegel sei gerade ( $r_1 = 2.5, h = 8$ ), seine Basis liege in  $P_1$  und habe den Mittelpunkt  $n(12, 5, 0)$ .

2. Man zeichne die untere Hälfte eines hohlen regelmäßigen Dodekaeders, von welchem eine Fläche in  $P_1$  liegt; der Mittelpunkt derselben sei  $m(4, 4, 0)$ ; ein Eckpunkt sei  $a(3.5, 2, 0)$ . Diese Fläche bildet zugleich die Basis einer geraden fünfseitigen Pyramide, deren Seitenkanten doppelt so groß sind als die Basiskanten. Man bestimme den Schatten dieser Körpergruppe, wenn der Schatten der Spitze der Pyramide nach  $s_1(10, 2, 0)$  fällt.

3. Man bestimme in centraler Projection die Durchdringung zweier geraden Prismen, deren Grundflächen in verschiedenen Ebenen liegen. Das erste Prisma hat zur Basis ein in der horizontalen Ebene  $A(\xi = -5)$  liegendes Quadrat, von dem ein Eckpunkt durch  $a'(3, -4)$  gegeben ist, dessen Seiten  $= 6$  und  $45^\circ$  zu  $P$  geneigt sind; die Höhe dieses Prismas sei  $h = 10$ . Die Basis des zweiten Prismas sei ein Dreieck, welches in der zur Verticalebene parallelen Ebene  $B(\xi = -4)$  liegt und durch die centralen Projectionen der Eckpunkte  $p'(-3, 0)$ ,  $g'(-2.3, 2)$ ,  $r'(2.3, -2)$  gegeben ist; die Höhe dieses Prismas ist  $h = 12$ ;  $OO' = 10$ .

Karl Hönig.

Polnische Sprache:

Który poeta polski pierwszy zapoznał ziomków swoich z nowym kierunkiem w literaturze niemieckiej i dał początek nowej epoce piśmiennictwa polskiego?

(Welcher polnische Dichter machte seine Stammesgenossen mit der neuen Richtung in der deutschen Dichtkunst bekannt und verkündigte eine neue Epoche in der polnischen Literatur?)

Alfred Brzeski.

### D. Verzeichnis

der bei der Maturitätsprüfung im Sommertermine 1893 approbierten Abiturienten.

Fortlaufende Zahl	Name	Vaterland, Geburtsort	Alter in Jahren	Confession	Nationalität	Gewählter Beruf
132	Biesmer Otto	Schlesien, Teschen	20	katholisch	deutsch	Technik (Chemie)
133	Fasal Oskar	Schlesien, Teschen	19	mosaisch	deutsch	Handels-Akademie
134	Heczko Josef	Schlesien, Bystrzitz	20	evangelisch	polnisch	Technik
135	Holeczek Anton	Böhmen, Smichow	22	katholisch	deutsch	Hochschule für Bodencultur
136	Kukucz Georg	Schlesien, Konskau	20	evangelisch	polnisch	Technik
137	Nowak Eduard	Galizien, Ploki	19	katholisch	polnisch	Technik
138	Presser Hugo	Schlesien, Teschen	19	mosaisch	deutsch	Technik
139	Schwehelka Adalbert	Schlesien, Brusowitz	19	katholisch	öechisch	Handels-Akademie
140	Schwehelka Franz	Schlesien, Teschen	18	katholisch	deutsch	Technik
141	Stée Franz	Schlesien, Gr.-Kuntschitz	17	katholisch	deutsch	Berg-Akademie
142	Wojnar Georg	Schlesien, Bobrek	19	evangelisch	polnisch	Technik
143	Ziffer Friedrich	Schlesien, Skotschau	20	mosaisch	deutsch	Bahnwesen

### VIII. Gesundheitspflege der Schüler.

Die bestehenden hohen Ministerialerlasse vom 9. Juni 1873, Z. 4816 und vom 15. September 1890, Z. 19097, wurden in der im XIX. Jahresberichte ausführlich geschilderten Weise zur Ausführung gebracht. Einige bezügliche specielle Daten für das abgelaufene Schuljahr sind folgende:

Die in den Monaten October, März und Juni von den Classenvorständen erhobenen Gesundheitsverhältnisse ergaben folgende Zusammenstellung:

Gesundheitsstörungen	im October	im März	im Juni
Kopfschmerzen . . . . .	61	55	48
Nasenbluten . . . . .	23	17	22
Brustschwäche, Athembeschwerden . . . . .	13	11	11
Herzklopfen . . . . .	8	6	3
Magenleiden . . . . .	11	4	8
Husten und Schnupfen . . . . .	47	27	21
Gesichts- und Gliederreißen . . . . .	12	6	4
Nervosität . . . . .	20	14	7
Ohrenscherzen . . . . .	11	5	4
Schwerhörigkeit . . . . .	6	5	5
Augenschmerzen . . . . .	24	8	8
Kurzsichtigkeit . . . . .	23	23	21
Körperschwäche, Blutarmut . . . . .	14	12	10
Sonstige Übel (Leistenverschiebung, Scitenstechen etc.) . . . . .	18	7	6
Summe . . . . .	291	202	178
Schülerzahl . . . . .	254	243	236

An schwereren Krankheiten litten: 12 Schüler an Halsentzündung, 5 Schüler an Lungenkatarrh, 3 Schüler an Fußverstauchungen, 2 Schüler an Gelenksrheumatismus, je 1 Schüler an Lungenentzündung, Rippenfellentzündung, Bauchtyphus, gastrischem Fieber, Magenkatarrh, Influenza, Friesel, Masern, Beinbruch und 1 Schüler an Masern, Scharlach und Kinderblattern. Ein Schüler starb an Leberentartung.

Eine Analyse des Brunnenwassers im Anstaltsgebäude, welche Herr Prof. Rosenfeld in entgegenkommendster Weise ausführte, ergab folgende Resultate:

In einem Liter sind enthalten:		Grenzwerte
1. Chlor (in Form von Chloriden) . . . . .	79·75 mg . . . . .	35 mg
2. Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) (gebunden) . . . . .	75·48 mg . . . . .	80 mg
3. Kalk (CaO) (gebunden) . . . . .	230·40 mg	
4. Magnesia (MgO) (gebunden) . . . . .	2·898 mg	
5. Salpetersäure (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (als Nitrate) . . . . .	135·48 mg . . . . .	20 mg
6. Zur Oxydation der gelösten organ. Substanzen nöthige Menge Kalium- permanganat . . . . .	6·34 mg . . . . .	8 mg
7. Abdampfückstand . . . . .	1·6304 g	
8. Härtegrade . . . . .	23 . . . . .	16—18

Ammoniak und salpetrige Säure wurden in Spuren nachgewiesen.

Das Wasser enthält also, wie ersichtlich, große Mengen von Chloriden und Nitraten; die Zuflüsse zu demselben gehen daher durch Schichten, in welchen Abfallstoffe verwesен.

Auf Grund dieser fachmännischen Feststellung wurde das Trinken aus dem Brunnen verboten und den Schülern ein unschädliches Trinkwasser aus einem Röhrbrunnen in Kannen zur Verfügung gestellt.

Die Desinfection der Aborte und die Mischung der Flüssigkeit für die Spucknäpfe etc. geschah unter der fachmännischen Aufsicht des Herrn Prof. Rosenfeld.

Die Anregungen in der Schule hatten sehr befriedigende Erfolge: 66% der Schüler übten im Winter das Schlittschuhlaufen, 74% (gegen 61% im Vorjahre) übten das Schwimmen, 94·4% (gegen 47%) benützten im Winter mehrmals Bäder und 95% badeten regelmäßig im Sommer. — 67% nahmen durchschnittlich an den Jugendspielen theil, die seit Ende Mai an jedem Samstag-Nachmittag unter Aufsicht der Professoren und des Berichterstatters stattfanden. Viele Schüler der unteren Classen belustigten sich auch an den Nachmittagen am Mittwoch auf dem Spielplatze. — Am 20. Juni unternahmen die Schüler unter Führung der Professoren Bock, Dr. Dutz, Jenkner, John, Králík und Pohorský classenweise Ausflüge in die Umgebung von Teschen.

Für die Jugendspiele wurden angekauft: 4 Fußbälle, 2 Schleuderbälle, 6 kleine Bälle, 1 Schwung-, 1 Ziehseil, 1 Cricket, 8 Speere, 3 Bogen, 6 Pfeile, ferner Zielscheibe und Schlaghölzer. Für diese Erfordernisse wurde der Betrag von 118 fl. ausgezahlt. Eine Sammlung der Schüler zur Deckung der betreffenden Auslagen ergab 127·73 fl.

Von großem Werte für die Gesundheitspflege der Schüler waren die gewährten Begünstigungen:

Der Unterstützungsverein „Schülerlade“ verabfolgte dreimal im Winter an 50 arme Schüler Badekarten für das Kaiserbad.

Der Besitzer der Eisbahn, Herr P. Morcinek, bewilligte 110 Karten zum freien Eintritt auf den Eisplatz und ermäßigte den Eintrittspreis für die Studierenden von 5 kr., beziehungsweise 10 kr. auf 4 kr.

Herr Hajduk, Pächter des Kaiserbades, gewährte für die Wannen- und Dampfbäder circa 40% Ermäßigung und setzte den Preis für Bassin- und Douchebäder auf 10 kr. herab.

Der löbliche Gemeindevorstand gewährte geneigtest 40 Schülern für den ganzen Sommer gültige Freikarten und den übrigen Schülern den mäßigen Preis von 2 kr. für die Benützung der städtischen Schwimm- und Badeanstalt.

Herr Ritter von Walcher-Uysdal, Erz. Albrecht'scher Cameral-Director, gab wie in früheren Jahren in hochherziger Weise die Erlaubnis zur Benützung eines prächtigen, über 2 Joch großen Wiesenplatzes in der Nähe der Stadt für die Jugendspiele und Herr C. Karger, erz. Spinnerei-Verwalter, vermittelte freundlichst die Übergabe und die Herrichtung des seinem Wirkungskreise zugehörigen Spielplatzes.

Die genannten P. T. Herren, der löbliche Gemeindevorstand und der löbl. Ausschuss des Vereines „Schülerlade“ haben durch Gewährung der bezüglichen Ansuchen ihre Schul- und Jugendfreundlichkeit in humanster Weise bekundet und den Schülern der Anstalt eine große Wohlthat erwiesen; die Direction spricht dafür den wärmsten Dank aus und bittet zugleich, die freundliche Gesinnung der Schule auch fernerhin bewahren zu wollen.

---

## IX. Hohe Erlässe.

Erlass des hoh. k. k. Minist. vom 14. Mai 1892, Z. 212 ex 1891 und Erl. des h. k. k. L.-Sch.-R. vom 23. Juni 1892, Z. 1382. Die Stundung des halben Schulgeldes wird nicht gewährt. Im Freihandzeichnen ist behufs Erlangung der Schulgeldstundung mindestens die Note befriedigend erforderlich.

Erlass des h. k. k. Landespräsidiums vom 20. September, Z. 2002, Erlass des h. k. k. Minist. vom 11. September l. J., Z. 18812. Vom Schuljahre 1892/3 angefangen wird der Unterricht in den freien Lehrgegenständen durch 10 Monate ertheilt, die Remunerationen in 12 anticip. Raten flüssig gemacht.

Erlass des h. k. k. L.-Sch.-R. vom 21. November 1892, Z. 3256, Erl. des h. k. k. Ministeriums vom 19. October 1892, Z. 5241. Prof. Anton Anděl wurde mit der Function eines Fachinspectors für den Zeichenunterricht an Mittelschulen und Lehrerbildungsanstalten betraut.

---

## X. Chronik.

**1892.** Über die Veränderungen im Lehrkörper wurde bereits oben unter I. berichtet.

Das Schuljahr wurde am 18. September mit einem feierlichen Gottesdienste eröffnet.

Am 18. September nachmittags beteiligten sich der Lehrkörper und die Schüler an dem Leichenbegängnisse des Bürgermeisters, Reichsraths- und Landtagsabgeordneten, Herrn Dr. Johann Demel, Ritter von Elswehr. Der Berichterstatter hatte bereits vorher der Familie des Dahingeshiedenen namens der Anstalt die tiefe Trauer und die innigste Theilnahme zum Ausdruck gebracht. Mit Bürgermeister Dr. Johann Demel hat die Anstalt einen Gönner und Förderer verloren. Unter seiner Leitung übernahm die Stadtgemeinde im Jahre 1870 die damalige unseibständige k. k. Unterrealschule in die Verwaltung und erweiterte dieselbe zu einer selbstständigen vierclassigen Communal-Unterrealschule. Der weisen Ein-

sicht, den rastlosen Bemühungen und dem hohen Einflusse des Herrn Bürgermeisters ist es zu danken, dass die Anstalt im Jahre 1873 in die Staatsverwaltung übernommen und zur vollständigen Oberrealschule erweitert wurde. Sohin hat der Verstorbene um den Bestand und die Entwicklung der Anstalt die größten Verdienste, durch sein Interesse und sein Wohlwollen hat er derselben auch stets eine mächtige Förderung zutheil werden lassen. Wie in der Geschichte der Stadt, so wird auch in der Geschichte der Anstalt der Name des Verewigten an hervorragendster Stelle stehen und sein ehrenvolles Andenken unvergänglich sein.

Vom 24. December bis 1. Jänner waren Weihnachtsferien.

**1893.** Der Herr Minister für Cultus und Unterricht hat mit hohem Erlasse vom 22. December 1892, Z. 27770, die Professoren Anton Pohorský und Dr. Karl Zahradníček in die VIII. Rangklasse zu befördern gefunden. (Erl. d. h. k. k. L.-Sch.-R. vom 15. Jänner 1893, Z. 13.)

Am 30. Jänner fand ein Trauergottesdienst für weiland Se. kaiserliche Hoheit den durchlauchtigsten Kronprinzen statt.

Am 8. Februar verschied Herr Kreisrabbiner Simon Friedmann, Lehrer der israelitischen Religion seit der Gründung der Anstalt. Derselbe erlag einem schweren Herzleiden, das bereits durch 3 Semester seine Vertretung im Unterrichte durch Herrn Rabbiner Dr. Heinrich Berger nothwendig machte. Er wirkte als Lehrer in aufopfernder und höchst ersprießlichen Weise; durch geistvolle Lehren und muster-giltiges Beispiel leitete er seine Schüler zu wahrer Humanität an. Seiner edlen Gesinnung, seinem warmen Interesse für die Anstalt verdankt diese ihr erstes Stipendium, das den Namen seiner im Jahre 1876 verstorbenen Gattin „Emilie Friedmann-Stiftung“ führt und das bereits 16 mal im Sinne des Stiftsbriefes einem würdigen Schüler ohne Rücksicht auf die Confession verliehen wurde. Die Anstalt brachte ihre Verehrung und Dankbarkeit für den Dahingeschiedenen durch die Theilnahme an dessen Leichenbegängnisse zum Ausdrucke. Seiner Persönlichkeit und seinem Wirken ist ein ehrenvolles Andenken gesichert.

Am 11. Februar Schluss des ersten Semesters.

Am 15. Februar Eröffnung des zweiten Semesters.

Am 18. Februar langte die Trauernachricht ein, dass Frau Landesschul-inspector Anna Konvalina am 16. Februar nach langem, schweren Leiden selig im Herrn entschlafen sei. Tieferschüttert brachte der Lehrkörper seinem hochverehrten Herrn Landesschulinspector Dr. L. Konvalina das innigste Beileid und die herzlichste Theilnahme telegraphisch zum Ausdrucke und ließ durch sein ehemaliges Mitglied, Herrn Prof. Franz Kunz in Wien, wo die Leichenbestattung stattfand, einen Kranz am Sarge der Verewigten niederlegen.

Am 4. März fand ein Schülerconcert zu Gunsten des Unterstützungsvereines „Schülerlade“ unter gefälliger Mitwirkung der Fräulein I. Rothe, Unger, E. Slawik der Herrn H. Eichler, R. Fietz, K. Prochaska, Schwarz, O. Slawik und unter der Leitung des Herrn Professors A. Pohorský statt. Dasselbe hatte in musikalischer Beziehung einen glänzenden, der Anstalt zu besonderer Ehre gereichenden Erfolg und brachte der Schülerlade den namhaften Reinertrag von 111.79 fl.

Am 10. März nachmittags betheiligte sich die Anstalt an dem Leichenbegängnisse des verstorbenen Herrn Carl Hussak, k. k. Musiklehrers an der Lehrerbildungsanstalt, der vor längerer Zeit den Gesangsunterricht an der Realschule durch ein Jahr in verdienstvoller Weise ertheilt hatte.

Vom 28. März bis 5. April Osterferien.

Am 8. April starb der Schüler der 7. Classe Bruno Hermann, der sich während seiner Studienzeit stets durch ein musterhaftes Verhalten ausgezeichnet und das Vertrauen und die Liebe seiner Lehrer und Mitschüler im hohen Maße verdient hatte. Der Lehrkörper und die Schüler der Anstalt brachten ihre aufrichtige

Trauer durch Niederlegung von Kränzen auf den Sarg des Dahingeshiedenen und durch die Theilnahme am Leichenbegängnisse zum Ausdrucke. Am Grabe sangen die Schüler der oberen Classen einen Trauerchor und hielt Herr Prof. Klein eine ergreifende Trauerrede. Bei dieser Feier gereichte es der Anstalt zur besonderen Ehre, dass auch der eben in Teschen anwesende Herr Landesschulinspector Dr. L. Konvalina persönlich theilnahm.

Vom 10.—16. April unterzog Herr Landesschulinspector Dr. Leopold Konvalina die Anstalt einer eingehenden Inspection.

Am 1. und 2. Mai inspicierte der Fachinspector Herr Professor Anton Anděl den Zeichenunterricht.

Vom 15. — 19. Mai schriftliche Maturitätsprüfungen.

Vom 20. — 23. Mai Pfingstferien.

Am 30. Juni, 1. und 3. Juli mündliche Maturitätsprüfung.

Am 15. Juli feierliches Dankamt. Schulschluss. Zeugnisvertheilung.

Am 15. Juli Aufnahme und Aufnahmeprüfung für die erste Classe.

## Voranzeige für das kommende Schuljahr.

Das Schuljahr 1893/4 wird am 18. September mit einem feierlichen Gottesdienste eröffnet. Die Einschreibungen finden für neu eintretende Schüler am 15. und 16. September von 8 — 10 Uhr und für die seitherigen Schüler am 17. September von 9 — 12 Uhr vormittags statt.

Alle aufzunehmenden Schüler haben sich in Begleitung ihrer Eltern oder deren Stellvertreter bei der Direction zu melden und das zuletzt erhaltene Studienzeugnis oder Frequentationszeugnis der Volksschule mitzubringen; neu eintretende müssen überdies den Tauf- oder Geburtsschein vorlegen. Auch hat jeder Schüler zu der Einschreibung ein vorher vollständig ausgefülltes Nationale mitzubringen, auf welchem zugleich diejenigen freien Gegenstände verzeichnet sind, an denen er theilnehmen soll. Als freie Gegenstände werden gelehrt: polnische Sprache und Gesang in allen Classen, Stenographie in den 4 und analytische Chemie in den 3 oberen Classen. Ein zweites ebenso ausgefülltes Nationale ist am ersten Unterrichtstage dem Classenvorstande zu übergeben.

Zur Aufnahme in die I. Classe ist das vollendete oder bis 31. December d. J. zur Vollendung gelangende 10. Lebensjahr, sowie das Bestehen einer Aufnahmeprüfung erforderlich. Bei dieser Prüfung wird verlangt: „Jenes Maß von Wissen in der Religion, welches in den ersten 4 Jahreskursen einer Volksschule erworben werden kann; Fertigkeit im Lesen und Schreiben der deutschen Sprache und der lateinischen Schrift, Kenntnis der Elemente aus der Formenlehre der deutschen Sprache, Fertigkeit im Analysieren einfacher bekleideter Sätze; Übung in den 4 Grundrechnungsarten in ganzen Zahlen.“

Zum Eintritt in eine höhere Classe ist eine Aufnahmeprüfung in allen jenen Fällen unerlässlich, in welchen der Aufnahmewerber ein Zeugnis über die Zurücklegung der unmittelbar vorhergehenden Classe einer gleichorganisierten öffentlichen Realschule nicht beibringen kann. Dieses Zeugnis muss überdies die Bestätigung enthalten, dass der Schüler seinen Abgang von der bis dahin besuchten Anstalt ordnungsmäßig angezeigt hat.

Die Aufnahme von Privatisten unterliegt denselben Bedingungen wie jene der öffentlichen Schüler.

Die Taxe für die Aufnahmeprüfung (mit Ausnahme jener für die I. Classe) wie für eine Privatistenprüfung ist 12 fl.

Das halbjährig im 1. Monate des Semesters im vorhinein zu entrichtende Schulgeld beträgt 15 fl.

Die Schüler der I. Classe haben im 1. Semester das Schulgeld spätestens im Laufe der ersten 3 Monate nach Beginn des Schuljahres zu entrichten. Doch kann ihnen bis zum Schlusse des 1. Semesters die Zahlung des Schulgeldes unter folgenden Bedingungen gestundet werden:

1. Dass sie binnen 8 Tagen nach erfolgter Aufnahme bei der Direction jener Schule, welche sie besuchen, ein Gesuch um Stundung der Schulgeldzahlung überreichen, welches mit einem nicht vor mehr als einem Jahre ausgestellten behördlichen Zeugnisse über die Vermögensverhältnisse belegt sein muss.

2. Dass sie, beziehungsweise die zu ihrer Erhaltung Verpflichteten, wahrhaft dürftig, das ist, in den Vermögensverhältnissen so beschränkt sind, dass ihnen die Bestreitung des Schulgeldes nicht ohne empfindliche Entbehrungen möglich wäre.

3. Dass ihnen in Bezug auf sittliches Betragen und Fleiß eine der beiden ersten Noten der vorgeschriebenen Notenscala und in Bezug auf den Fortgang in allen obligaten Lehrgegenständen mindestens die Note „befriedigend“ zuerkannt wird.

Jenen Schülern der I. Classe, welche im I. Semester ein Zeugnis der ersten Classe mit Vorzug erhalten haben, kann auf ihr Ansuchen von der Landesschulbehörde die Rückzahlung des für das 1. Semester entrichteten Schulgeldes bewilligt werden, wenn sie auf Grund der Erfüllung der unter Punkt 2 und 3 des vorhergehenden Absatzes ausgesprochenen Bedingungen die Befreiung von der Zahlung des Schulgeldes für das 2. Semester erlangen.

Jeder Schüler hat einen Lehrmittelbeitrag von 1 fl. 5 kr., jeder neu eintretende Schüler außerdem noch die Aufnahmestaxe von 2 fl. 10 kr. zu entrichten.

Die Aufnahmsprüfungen für die 1. Classe werden am 16. September, die Aufnahmsprüfungen für die höheren Classen am 16. und 17. September, die Wiederholungs- und Nachtragsprüfungen am 17. und 18. September abgehalten werden.

# Zwanzigster Rechenschafts-Bericht

des

## Unterstützungs-Vereines Schülerlade an der k. k. Oberrealschule zu Teschen

für das Jahr 1892/3

nebst Mitgliederverzeichnis.

Zusammengestellt vom Säckelwart.

Die am 4. December 1892 abgehaltene ordentliche Generalversammlung ergab für das Vereinsjahr 1893 die folgende Constituierung des Ausschusses: Realschuldirektor Hans Januschke als Vorstand, Johann Gabrisch, Hausbesitzer, als Vorstandstellvertreter, Professor Franz John als Schriftführer und Säckelwart, Kaufmann Jacob Skrobánek, k. und k. Hofbuchhändler und Hofbuchdruckereibesitzer Karl Prochaska, Professor Anton Pohorsky und Professor Franz Holeček als Ausschussmitglieder. Zu Rechnungsrevisoren wurden gewählt die Herren Professoren Johann Králík und Dr. Karl Zahradníček.

Über die ertheilten Geldunterstützungen gibt der nachfolgende Rechnungsausweis Aufschluss; außerdem wurden noch an 108 arme Schüler 535 Schulbücher und Atlanten und an 10 Schüler Reißzeuge ausgeliehen.

Die diesjährigen Sammlungen ergaben 261 fl.; es sind statutenmäßig 384 fl. 28 kr. und eine von der löblichen Teschner Sparcassa zu erhoffende Unterstützung im nächsten Vereinsjahre zu verwenden.

### Einnahmen im Vereinsjahre 1892—93.

1. Cassenstand vom vorigen Jahre . . . . .	fl. 375.60
2. Pro 1892 von 136 Mitgliedern eingezahlte Jahresbeiträge . . . . .	„ 261.—
3. Zinsen von dem in der Sparcasse elocierten Cassenbestande . . . . .	„ 31.55
4. Geschenke:	

Von Sr. kaiserlichen Hoheit dem durchlauchtigsten Herrn Erzherzog Albrecht, Herzog von Teschen etc. 15 fl., von der löblichen Teschner Sparcasse 50 fl., von Herrn Baron Voss von Flotow in Berlin 5 fl., von den Schülern Stee VII. 1 fl., Jaworek V. 3 fl. 95 kr., Guthertz V. 95 kr., Steller V. 95 kr., von N. N. 10 kr., von Herrn Vorstandstellvertreter Johann Gabrisch 5 fl., von N. N. durch Herrn Professor Rosenfeld 10 fl., von Herrn Professor Králík als Erlös für 100 Stück Cigarren 6 fl., von Herrn Bäckermeister Skaza in Freistadt 2 fl., von Herrn Hermann Spitzer in Teschen 2 fl., von Herrn Baron Beess in Roy 5 fl. . . . . „ 106.95

Übertrag . . . . . „ 775.10

Übertrag . . . . fl. 775.10

Das vom Herrn Professor A. Pohorsky unter gütiger Mitwirkung mehrerer Damen und Herren aus Teschen mit den Gesangschülern der Teschner Realschule am 4. März 1893 veranstaltete Schülerladeconcert ergab den namhaften Reinertrag von . . . . „ 111.79

Während der Pflingstferien unterzogen sich die Schüler Brandes Paul und Rügenstein Nathan III. Cl., Blumenthal Leo IV. Cl., Gutherz Leo V. Cl., Altmann Leo und Ponesch Karl VI. Cl., der mühevollen Aufgabe, unter den ihnen bekannten Schulfreunden ihres Heimatsortes oder dessen Umgebung zu Gunsten des Vereines Sammlungen einzuleiten. Zu derselben trugen bei die Herren:

Flindt, k. k. Oberstlieutenant in Bielitz 1 fl., Leopold Ploschek, k. k. Postmeister 1 fl., Karl Sohlich, Kaufmann 1 fl., Frischer Philipp, Gastwirt 1 fl., Johann Stritzki, Gastwirt 1 fl., David Spitzer, Lederfabrikant 1 fl., Wilhelm Spitzer, Rosogliofabrikant 50 kr., Anton Schramek, Kaufmann 1 fl., Frau Emilie Wairauch 50 kr., Herr Siegmund Steinberg, Kaufmann 50 kr., Karl Kukutsch, Kaufmann 1 fl., Rudolf Bauer, Kaufmann 40 kr., N. Mortinek, Grundbesitzer 1 fl., Josef Motyczka, Hutmacher 50 kr., Salomon Lipschitz, Gastwirt 50 kr., Robert Friedl, Stadtgenieur 1 fl., Franz Lichtozki, Kaufmann 60 kr., Blahut 30 kr., Siegfried Lindner 20 kr., Franz Krzystek, Caplan 50 kr., Leopold Altmann 30 kr. (die letztgenannten Herren wohnen sämmtlich in Skotschau), Ihre Excellenz Frau Franziska Gräfin Larisch von Moennich 5 fl., Herr Ritter v. Dobrovsky, k. k. Bezirkshauptmann 2 fl., Se. Hochwürden Monsignore Carl Hudietz, Erzpriester 2 fl., Matuszynski, Caplan 1 fl., Stanko, k. k. Bezirksrichter 1 fl., Franz Mannsfeld, Kaufmann 1 fl., Leopold Skoczowski, Fleischermeister 1 fl., Josef Blasky, Manufacturhandlung 1 fl., Frau Czermak, Manufacturhandlung 1 fl., Louise Preiß, Manufacturhandlung 1 fl., Altmannsbacher, Wirtin 50 kr., Therese Großmann 50 kr., Herr Johann Piszczur, Bäckermeister 1 fl., Emanuel Stankusch, Gastwirt 1 fl., August Musialek, Schmiedemeister 1 fl., Julius Reik, Gastwirt 1 fl., Leo Foglar, Kaufmann 1 fl., Anton Bura, Fleischermeister 50 kr., Anton Weber, Hutmacher 50 kr., Bernhard Blumenthal, Ingenieur-Assistent 1 fl., A. Heczko, Apotheker 2 fl., k. k. Notar Kasprzak 50 kr., Dr. Moritz Kornblüh, Advocat 1 fl., Samuel Blumenthal, Kaufmann 1 fl., Adolf Deutsch, Weinhändler 50 kr., (die letztgenannten Spender wohnen sämmtlich in Freistadt). Paul Donat, Fabrikant 1 fl., J. Kleinpeter, erz. Hüttenverwalter 1 fl., D. Gutherz, Kaufmann 1 fl., Anderka, erz. Hüttenmeister 1 fl., Simon Flach, Kaufmann 50 kr., (sämmliche Herren wohnen in Ustron), Josef Altmann, Kaufmann 1 fl., Fritz Königstein, Restaurateur Dombrau 1 fl., Richard Wechsberg, Gastwirt Lasy 1 fl., Bernhard Feiner, Gastwirt Poremba 1 fl., S. Blumenthal, Kaufmann 1 fl., Jacob Königstein, Kaufmann 1 fl., E. Barber, Kaufmann 50 kr., Leopold Barber, Kaufmann 50 kr., Ignatz Barber, Kaufmann 50 kr., M. Stern, Restaurateur 50 kr., Siegmund Lindner, Postmeister 1 fl. (sämmlich in Orlau), Heinrich Alt, Kaufmann 1 fl., Josef Roth, Müller 1 fl., Josef Alt, Buchhalter Peterswald 50 kr., S. Grünkraut, Kaufmann Dombrau 50 kr., Josef Schwab, erz. Bergverwalter in Peterswald 2 fl., Karl Sembol, gräf. Rentmeister 1 fl., Dr. Hans

Übertrag . . . . fl. 886.89

	Übertrag . . . . .	fl. 886.89
Laras, gräfl. Hofmeister 1 fl., Anton Koczwar, Oberlehrer 2 fl., Franz Spialek, Förster 1 fl., Rudolf Böhm, Kassier 1 fl., Johann Kudielca, Gemcinde-Secretär 1 fl., Hubert Ponesch, Ökonome-Beamte 1 fl., Eduard Heisig, Kassier 1 fl., Karl Lares, Coaksmeister 1 fl., Emil Kasperlik, Oberlehrer 1 fl., Johann Schlachta, Grundbesitzer 1 fl., (sämmtlich in Karwin) . . . . .	fl.	74.30
Zinsen der Karl Kähler-Stiftung per 1892 . . . . .	fl.	10.50
Stand des Stipendienfonds am 1. Juli 1892 . . . . .	fl.	494.65
Zinsen der Kronprinz Rudolf-Stiftung pro 1892 . . . . .	fl.	50.40
Zinsen der Kaiser Franz Josef-Jubiläumsstiftung bis 1. März 1893	fl.	50.40
Als Ausgleich bei Conversion der 500 fl. 5% Märzrente in 4% Kronrente . . . . .	fl.	35
Zinsen von 1000 k 4% Rente vom 1. September 1892 bis 1. März 1893 . . . . .	fl.	10
	<u>Empfangssumme fl.</u>	<u>1612.14</u>

Auch in diesem Jahre erhielt der Verein eine Reihe von Freieemplaren der neueingeführten Lehrbücher, und zwar: von der k. k. Staatsdruckerei in Wien 10 Stück Trampler Schulatlas, von der Verlagsbuchhandlung F. Tempsky je 3 Exemplare Geschichte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit und 3 Exemplare der Vaterlandskunde von Dr. F. Mayer, von der k. u. k. Hof- und Verlagsbuchhandlung Julius Klinkhardt 5 Exemplare des Sprech- und Lesebuches von Bechtel.

### Ausgaben im Vereinsjahre 1892—93.

#### 1. Unterstützungen:

a) Eine Unterstützung in Barem erhielten

8 Schüler aus der I. Classe im Betrage von . . . . .	fl. 50.—
4 " " " II. " " " " " " " " . . . . .	" 40.—
2 " " " III. " " " " " " " " . . . . .	" 40.20
2 " " " IV. " " " " " " " " . . . . .	" 25.—
3 " " " V. " " " " " " " " . . . . .	" 60.—
4 " " " VI. " " " " " " " " . . . . .	" 73.—
5 " " " VII. " " " " " " " " . . . . .	" 100.—

Eine Unterstützung in Kleidern erhielt 1 Schüler der I. Classe . . . . . fl. 10.60

Ferner erhielten 50 Schüler 125 Stück Badekarten des Kaiserbades à 10 kr. . . . . fl. 12.50

b) Für Schulbücher und Buchbinderarbeiten . . . . . fl. 47.54

#### 2. Regie-Auslagen:

Postporto und Stempel . . . . . fl. 0.32

Für Bedienung und Eincassieren . . . . . fl. 5.—

3. Stand des Stipendienfonds zu Beginn des Jahres . . . . . 494.65

Demselben wurden an Geschenken zugewiesen . . . . . 193.45

Die Kronprinz Rudolf-Stiftung an Eichner IV. Cl. . . . . fl. 25.20

Die Kaiser Franz Josefstiftung an Rudolf V. Cl. ausgezahlt . . . . . fl. 50.40

4. Cassenstand in der Sparcassa (1278 B) elociert . . . . . fl. 384.28

Ausgabssumme fl. 1612.14

In Ausführung eines Beschlusses der Jahresversammlung vom 4. December 1892 wurde am 16. December 1892 vom Rechnungsleger 500 fl. nom. 5% österr. Märzrente zum Curse von fl. 100.95, im Betrage von 504 fl. 75 kr. gekauft. Die

Zinsen vom 1. September 1892 bis zum Kauftage betragen 7 fl. 30 kr. Dies gibt zusammen den Kaufpreis per 512 fl. 5 kr. Diese Rente wurde im Laufe des Rechnungsjahres eingezogen und gegen 4<sup>0</sup>/<sub>10</sub> steuerfreie Rente im Betrage von 1000 Kronen nom. zum Course von 93<sup>1</sup>/<sub>2</sub> umgewechselt. So ergab sich zu Gunsten des Vereins ein Ausgleich von 35 fl. und der am 1. März 1893 fällige Zinscoupon per 20 k = 10 fl.

Rechnet man von dem oben angeführten Betrage des Stipendienfondes per 688 fl. 10 kr. den Kaufpreis der Märzrente per 512 fl. 5 kr. ab, so ergibt sich sein jetziger Bestand von 176 fl. 5 kr.

Der Verein besitzt am 1. Juli 1893:

Silberrente Nr. 44086 vom 1. Juli 1883 (Kronprinz Rudolf-Stiftung) auf 1200 fl. nom.

Silberrente Nr. 50231 vom 1. April 1888 (Kaiser Franz Josef-Stiftung) auf 1200 fl. nom.

Silberrente Nr. 52472 vom 1. Jänner 1887 (K. Kähler-Stiftung) auf 250 fl. nom.

Kronenrente Nr. 41448/52 vom 1. März 1893 auf 1000 Kronen nom. (Stipendienfond.)

Den Stipendienfond (Sparcassabuch 5129 B.) mit fl. 176.05.

Den Cassenstand (Sparcassabuch 1278 B.) fl. 384.28.

### Mitglieder-Verzeichnis.

	fl.		fl.
Schles. Landesausschuss . . . . .	30	Herr Fritsche Richard, k. k. Professor . . . . .	1
Stadtgemeinde Teschen . . . . .	20	„ Fulda Franz, Geschäftsleiter . . . . .	2
Se. Excellenz Herr Heinrich Graf Larisch, Landeshauptmann etc. . . . .	15	„ Fulda Fritz, Baumeister . . . . .	5
Herr Altmann H., Rosogl.-Erzeuger . . . . .	1	„ Gabrisch Johann, Hausbesitzer . . . . .	1
„ Aufricht C. O., Modewarenhändler . . . . .	1	„ Gamroth Karl, Sparcassenbeamter . . . . .	1
„ Babuschek W., I. Vorsteher im Cselesta'schen Stift . . . . .	1	„ Gimpel Anton, Hausbesitzer . . . . .	1
„ Bank Franz, k. k. Hilfsämterdirector . . . . .	1	Frau Glauber Fanni, Hôteliere . . . . .	1
„ Dr. Berger Heinrich, Kreis-Rabbiner . . . . .	2	„ Glesinger Karoline . . . . .	1
„ Bernatzick Carl, Kaufmann . . . . .	1	Herr Glesinger J. Phil. . . . .	3
„ Bock Fritz, k. k. Professor . . . . .	1	„ Goldstein Ed., Kaufmann . . . . .	1
„ Dr. Demel Leo, Ritter von Eiswehr, Advocat . . . . .	5	„ Grabmeier, Ingenieur . . . . .	2
„ Drössler Leopold, mähr.-schles. Landesadvocat, J. U. Dr. . . . . .	1	Frau Grauer Paula . . . . .	2
„ Dr. Hans Dutz, k. k. Professor . . . . .	1	Herr Dr. Großmann . . . . .	1
„ Fasal M., Sodawasserfabrikant . . . . .	3	„ Grün Hermann, Holzindustrieller in Wien . . . . .	2
„ Feitzinger Ed., Hausbesitzer . . . . .	1	Frau Gurniak Emilie, Hausbesitzerin . . . . .	4
„ Fink Johann, Hausbesitzer . . . . .	1	Herr Dr. Haase Theodor, mähr.-schles. Superintendent . . . . .	1
„ Dr. Fizia, k. k. Sanitätsrath . . . . .	1	„ Hahn Adolf, Cantor . . . . .	1
„ Flooh Ed., Kaufm., Gemeinderath . . . . .	1	„ Heller Jacob, Dr. J. U. . . . .	1
„ Franke Johann, Uhrmacher . . . . .	1	„ Herlitschka Samuel, Rosoglio-Fabrikant . . . . .	1
„ Frenzel, p. Förster . . . . .	1	„ Heszer Jacob, Kaufmann . . . . .	1
„ Frisa Alois, Hausbesitzer . . . . .	1	„ Hoenig Carl, k. k. Professor . . . . .	1
		„ Holeček Franz, k. k. Professor . . . . .	2
		„ Hüttner, Dr. J. U. . . . .	1
		„ Illich Franz, Oberinspector u. Betriebsleiter d. K.-O. B. . . . .	2

	#.
Herr Januschke Hans, k. k. Real-	
schuldirector . . . . .	10
„ Jarosch Franz, k. k. Staats-	
anwalt . . . . .	1
„ Jaworek Josef, Möbelfabrikant	2
„ Jedeck Alois, Baumeister . . .	1
„ Jenkner Friedrich, k. k. Prof.	1
„ John Franz, k. k. Professor	3
„ Kaller Ernst, k. k. Professor	1
„ Kallina Ludwig, erzh. Bräu-	
haus-Verwalter . . . . .	1
„ Karell Armand, kais. Rath,	
Bezirks-Schulinspector . . . .	1
„ Kasalowski Alois, erzh. Indu-	
strial-Verwalter . . . . .	1
„ Dr. Karl Klatovský, k. k. Pro-	
fessor . . . . .	2
„ Klein Wilhelm, k. k. Professor	1
„ Kleinberg Joachim, Dr. J. U.	1
„ Klucki Sobieslaus, mähr.-	
schles. Landesadvocat . . . . .	1
„ Köhler Wilh., erzh. Bergrath	2
„ Königstein Ludwig, Kaufmann	1
„ Kohn Bernh., Liqueurfabrikant	1
„ Dr. H. Kohn . . . . .	1
„ Kohn Ferdinand, Geschäfts-	
mann . . . . .	1
„ Kohn Karl, Möbelfabrikant . .	5
„ Kohn Sigmund, Lederhändler	1
„ Konwalinka Ant., k. k. Landes-	
gerichtsath . . . . .	1
„ Králik Johann, k. k. Professor	2
„ Kunze Fedor, Baumeister . . .	1
„ Kutzer Fritz, Hausbesitzer . .	1
„ Kutscha Theodor, Ritter von	
Lissberg, erzherzogl. Hütten-	
inspector . . . . .	2
„ Löbl Friedrich, k. k. Professor	1
„ Löwy Adolf, Holzhändler . . .	2
„ Lustig Samuel, Papierhand-	
lung . . . . .	2
„ Matter Alfons, Hausbesitzer . .	1
„ Mayer Paul, erzh. Ökonomie-	
inspector . . . . .	2
„ Mentel Gustav, Privatier . . .	1
„ Metzner Alfons, Bürgerschul-	
Director . . . . .	1
„ Meyer Ph., Buchhalter . . . . .	1
„ Mira Fr., dirigier. Oberlehrer	1
„ Müller Ignaz, Hausbesitzer . .	2
„ Münzberg Adolf, erzh. Ober-	
förster . . . . .	2

	#.
Herr Palasek Johann, k. k. Ober-	
Landesgerichtsrath . . . . .	1
„ Peter Leopold, Apotheker . . .	1
„ Pohorský Anton, k. k. Pro-	
fessor . . . . .	1
„ Presser Moritz, Kaufmann . . .	2
„ Prochaska Karl, k. und k.	
Hofbuchhändler und Hofbuch-	
drucker . . . . .	5
„ Prochaska E., Buchhändler . . .	1
„ Prokop Albin, erzh. Ober-	
ingenieur . . . . .	2
„ Pszczółka Ferdinand, J. U. Dr.,	
mähr.-schles. Landesadvocat . .	1
„ Pustelnik Josef, Hôtelier . . .	1
„ Pustowka Johann, Wagen-	
fabrikant . . . . .	1
„ Raimann Gustav, erzh. Bau-	
verwalter . . . . .	1
„ Raschka Eduard, Apotheker . .	1
„ Rastawiecki Victor, Kessel-	
inspector . . . . .	1
„ Reichle Josef, erzh. Ökonomie-	
Verwalter . . . . .	2
„ Richter Edwin, Privatier . . .	1
„ Rosenfeld Max, k. k. Professor	1
„ Rosner Johann, Bankier . . . .	1
„ Satzke Ernst, k. k. Hofrath,	
Kreisgerichtspräsident . . . . .	2
„ Schabenbeck Ferd., Zucker-	
bäcker . . . . .	3
„ Schmidt Ernst, erzh. Hütten-	
meister . . . . .	2
„ Schmied Franz, k. k. Professor	1
„ Schönhof A. R., Möbelhändler	1
„ Scholz Josef, erzh. Wald-	
bereiter . . . . .	1
„ Schreinzer Franz, Hôtelier . . .	1
„ Schuderla Ernst, erzh. Wald-	
bereiter . . . . .	2
„ Silberstein Jacqu., Kaufmann	1
Frau Seemann Antonie, Hausbesitz.	1
Herr Skrobaneck Jakob, Hausbesitz.,	
Kaufmann . . . . .	1
„ Speth Berthold, k. k. Professor	1
„ Sauschek Josef, k. k. Ober-	
Landesgerichtsrath . . . . .	1
„ Stanislawski K., Redacteur . . .	1
„ Strzemcha Carl, erzh. Forst-	
meister . . . . .	2
„ Stuks Siegmund, Buchhändler	1
„ Surič Joh., k. u. k. Hauptmann	1

	fl.		fl.
Herr Tischler Johann, k. k. Landes-		Herr Wilke Carl, Turnlehrer . . .	1
gerichtsath . . . . .	1	" Wojnar Johann, Hausbesitzer	1
" Tront Carl, Med. Dr. . . . .	1	" Wolf Leopold, Geschäftsmann	1
" Tugendhat Adolf, Rosoglio-		" Dr. Zahradniček C., k. k. Prof.	2
Fabrikant . . . . .	2	" Zatzek Adolf, Hausbesitzer . . .	1
" Turek Ferd., Hausbesitzer . . .	1	" Zebisch Hermann, Bürger-	
" Vogel David, Geschäftsmann	1	schuldirector . . . . .	1
" Walcher Rudolf, Edler von,		" Zipser Karl, Hausbesitzer . . .	1
erzh. Cameraldirector . . . . .	5	" Žlik Arnold, ev. Pfarrer . . .	1

Zusammen zahlten 129 Mitglieder 261 fl.

Außer den im vorstehenden Berichte speciell angeführten Spenden erhielten viele Schüler unserer Anstalt von den Bewohnern Teschens und anderen Schulfreunden Unterstützungen, welche es ihnen ermöglichten, sich sorgenfrei ihren Studien zu widmen.

Der Vereinsausschuss erachtet es für seine Pflicht, den vielen hochherzigen Wohlthätern und Gönnern der Schüler der Teschner Realschule an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen und erlaubt sich daran die ergebenste Bitte zu knüpfen, die P. T. Vereinsmitglieder mögen auch im nächsten Jahre der edlen Sache des Vereins ihre gütige Unterstützung gewähren und im Kreise ihrer Freunde und Bekannten dem Vereine neue Gönner zu gewinnen trachten.



# XVIII. Jahresbericht

über die

## gewerbliche Fortbildungsschule in Teschen.

Schuljahr 1892/93.

### I. Statut und Lehrplan der gewerblichen Fortbildungsschule in Teschen.

(Genehmigt mit Erlass des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht vom 27. Jänner 1890, Z. 26273, ex 1889 und vom 16. August 1891, Z. 11130.)

Der Wortlaut ist im 15. Jahresberichte enthalten.

#### Verzeichnis der gebrauchten Lehrbücher.

1. u. 2. Vorb.-Curs. Bartsch, Lesebuch für gewerbliche Vorbereitungsschulen.
3. Vorb.-Curs. Zeynek, Mich u. Steuer, Lesebuch für Volksschulen, 3. Theil; Močnik; fünftes Rechenbuch für 4- und 5-classige Volksschulen.
- I. Fortb.-Classe. Lesebuch für Fortbildungsschulen, herausgegeben von einem Gewerbesch.-Lehrer-Comité, Wien. Gräser. Klausner, das gewerbliche Rechnen. Ruprecht, die gewerblichen Geschäftsaufsätze.
- II. Fortb.-Classe. Ruprecht, die gewerblichen Geschäftsaufsätze. Gruber, die gewerbl. Buchführung. Klausner, das gewerbl. Rechnen.

### II. Der Lehrkörper.

Der Lehrkörper bestand aus folgenden Herren:

- Hans Januschke, k. k. Realschuldirektor u. Director der Gewerbeschule.
- Adolf Kresta, k. k. Professor an der Lehrerbildungsanstalt, lehrte Geschäftsaufsätze in der II. Fortb.-Classe, wöchentlich 1 Stunde.
- Hugo Schwendenwein, k. k. Gymnasial-Professor, lehrte Rechnen in der II. und Physik in der I. und II. Fortb.-Cl., zusammen wöchentl. 4 Stunden.
- Johann Kralik, k. k. Realschulprofessor, lehrte Geschäftsaufsätze in der I. Fortb.-Classe wöchentl. 2 Std.
- Ernst Kaller, k. k. suppl. Realschullehrer, lehrte Geometrie im I. und geom. Zeichnen im I. u. II. Fortbildungscourse, wöchentlich 4 Stunden.
- Eduard August Schröder, Secretär des Gewerbe-Vereines, lehrte gewerbliche Buchführung in der II. Fortb.-Classe, wöchentlich 1 Stunde.
- Alexander Littera, Bürgerschullehrer, lehrte Deutsch und Rechnen im 2. Vorbereitungscourse, fachliches Freihandzeichnen im I. u. II. Fortb.-Course, wöchentlich 7 Stunden.

Johann Scholz, k. k. Übungsschullehrer, lehrte Deutsch, Rechnen und Schreiben im 3. Vorbereitungscourse, wöchentlich 5 Stunden.

Josef Eppich, Volksschullehrer, lehrte das Zeichnen in den Vorbereitungscursen mit wöchentlich 2 Stunden, Schreiben im 2. Vorb.-Course 1 Std. und Rechnen in der I. Fortb.-Classe mit wöchentlich 2 Stunden.

Josef Rybka, Volksschullehrer, lehrte Deutsch, Rechnen und Schreiben im 1. Vorbereitungscourse, wöchentlich 5 Stunden.

### III. Der Schulausschuss.

Der Schulausschuss der gewerbl. Fortbildungsschule besteht für die dreijährige Functionsdauer 1892 bis 1895 aus nachfolgenden Herren:

Anton Peter, k. k. Schulrath, Director der Lehrerbildungsanstalt, als Vertreter des schlesischen Landesausschusses. Obmann des Schulausschusses.

J. U. Dr. Leonhard Demel, Ritter von Elswehr, Advocat und Bürgermeister von Teschen, virilstimmberechtigt.

Eduard Flooh, Gemeinderath, als Vertreter der hohen Unterrichtsverwaltung.

Johann Rosner, Banquier und Mitglied der schlesischen Handels- u. Gewerbekammer, als Vertreter der schlesischen Handels- und Gewerbekammer.

Eduard Seemann, Gemeinderath, als Vertreter des Gemeindeausschusses der Stadt Teschen.

Johann Franke, Uhrmacher und Mitglied der schles. Handels- und Gewerbekammer, als Vertreter des Gewerbevereines in Teschen.

Johann Gabrisch, Hausbesitzer, als Vertreter der Gewerbetreibenden in Teschen.

Hans Januschke, k. k. Realschuldirektor, als Vertreter der hohen Unterrichtsverwaltung. Obmannstellvertreter.

### IV. Kostenaufwand für die Schule.

Im Jahre 1892 betragen die Empfänge:

1. Cassenbestand . . . . .	fl.	317.40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
2. Subvention aus dem Staatsfonde . . . . .	fl.	170.—
3. Subvention aus dem Landesfonde, zugesichert mit Landtagsbeschluss vom 14. October 1884 . . . . .	fl.	700.—
4. Erhaltungsbeitrag der Handels- u. Gewerbekammer in Troppau laut Zuschrift vom 26. März 1891, Z. 982 . . . . .	fl.	500.—
5. Erhaltungsbeitrag der Gemeinde, excl. der Beheizungs- und Beleuchtungskosten . . . . .	fl.	500.—
6. Subvention von der Baugewerbe-Genossenschaft . . . . .	fl.	25.—
7. Für Lehrmittel, Erl. d. k. k. L.-Reg. vom 2. Febr. 1892, Z. 1241 . . . . .	fl.	5.—
8. Subvention des Handelsgremiums . . . . .	fl.	25.—
9. Subvention der Kleidermacher-Genossenschaft . . . . .	fl.	5.—
Summe der Empfänge	fl.	2247.40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Hiergegen betragen die Ausgaben:

1. Remuneration für den Unterricht in den Vorbereitungs- und Fortbildungscursen und für die Leitung . . . . .	fl.	1667.—
2. Bedienung . . . . .	fl.	72.—
3. Drucksorten, Stempel und Regie-Auslagen . . . . .	fl.	34.91
4. Lehrmittel . . . . .	fl.	42.38
5. Beitrag zum Experimentiermateriale . . . . .	fl.	5.—
6. Zu Reinigungszwecken . . . . .	fl.	343.92
7. Cassenbestand . . . . .	fl.	82.19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Summe der Ausgaben	fl.	2247.40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

## V. Frequenz, Fortgang und Schulbesuch.

a) Übersicht der Schüler nach den Gewerben u. Classen u. nach dem Fortgange.	Vorbereitungsclassen			Fortbildungsclassen		Gesamtzahl
	I.	2.	3.	I.	II.	
<b>a) Baugewerbe.</b>						
Glaser . . . . .	.	.	1	.	1	2
Hafner . . . . .	.	2	.	.	.	2
Maurer . . . . .	3	.	1	3+2	3	10+2*)
Schieferdecker . . . . .	.	.	.	.	.	.
Zimmerleute . . . . .	.	.	.	.	.	.
<b>b) Mechanisch-technische Gewerbe.</b>						
Mechaniker . . . . .	.	.	.	1	2	3
Büchsenmacher . . . . .	.	.	.	1	.	1
Bürstenmacher . . . . .	.	.	.	.	.	.
Fassbinder . . . . .	.	1	1	.	1	3
Gelbgießer . . . . .	.	.	.	.	.	.
Kupferschmiede . . . . .	.	1	.	.	.	1
Schlosser . . . . .	1	2	7	9	10	29
Schmiede . . . . .	4	2	.	1	.	7
Spengler . . . . .	1	.	2	2	1	6
Uhrmacher . . . . .	.	.	1	1	1	3
Wagner . . . . .	1	.	.	.	.	1
Ziegelerzeuger . . . . .	.	.	.	.	.	.
<b>c) Kunstgewerbe.</b>						
Buchbinder . . . . .	.	.	1	5	2	8
Rastrierer . . . . .	.	.	.	1	.	1
Buchdrucker . . . . .	.	.	1	2	.	3
Steindrucker . . . . .	.	.	.	.	.	.
Lithographen . . . . .	.	.	.	.	.	.
Schriftsetzer . . . . .	.	.	.	3	.	3
Drechsler . . . . .	.	.	.	3	.	3
Goldarbeiter . . . . .	.	.	.	.	2	2
Kammacher . . . . .	1	1	.	.	.	2
Lackierer . . . . .	2	1	1	.	.	4
Maler, Zimmermaler . . . . .	1	2	3	6	2	14
Pfeifenschneider . . . . .	.	.	.	.	.	.
Tapezierer . . . . .	.	.	.	2	1	3
Tischler . . . . .	3	6	9	8+1	4	30+1
Vergolder . . . . .	.	.	.	.	.	.
<b>d) Chemisch-technische Gewerbe.</b>						
Färber . . . . .	.	.	1	.	1	2
Gerber . . . . .	.	.	.	.	.	.
<b>e) Approximations-Gewerbe.</b>						
Bäcker . . . . .	.	.	.	.	.	.
Fleischer . . . . .	1	1	.	.	.	2
Gärtner . . . . .	.	.	.	.	.	.
Müller . . . . .	.	.	.	.	.	.
Schanker . . . . .	.	.	.	.	.	.
Zuckerbäcker . . . . .	.	.	.	.	.	.
<b>f) Bekleidungs-Gewerbe.</b>						
Hutmacher . . . . .	.	.	.	1	.	1
Kürschner . . . . .	.	1	2	2	.	5
Posamentiere . . . . .	.	.	.	.	1	1
Rierner . . . . .	1	.	1	.	.	1
Sattler . . . . .	.	.	1	.	.	1
Schneider . . . . .	4	6	5	2	.	17
Schuster . . . . .	17	22	14+1	7	4	64+1
<b>g) Andere Gewerbe.</b>						
Friseure . . . . .	.	.	1	.	.	1
Photographen . . . . .	.	.	.	.	.	.
Spediteure . . . . .	.	.	.	.	.	.
Seiler . . . . .	.	1	.	.	.	1
Im ganzen sind eingeschrieben worden	40	49	53+1	60+3	36	238+4
Davon während des Schuljahres freigespr.	.	4	3	9	3	19
Davon während des Schuljahres fortgezog.	7	5	2	2	5	21
Somit bis Ende des Schuljahres verblieben	33	40	48+1	49+3	28	198+4

\*) Die zweite Zahl bezeichnet hier die Gehilfen.

	Vor- bereitung- classen			Fortbildungs- classen		Gesamt- zahl
	1.	2.	3.	I.	II.	
Von den bis Ende verbliebenen wurden classificiert: als reif . . . . .	21	24	45+1	35+1	23	148+2
als unreif . . . . .	12	15	3	12	3	45
Konnten wegen seltenen Besuches nicht classificiert werden . . . . .	.	1	.	2+2	2	5+2
<b>b) Übersicht nach der Nationalität.</b>						
Unter sämtlichen ein- geschriebenen Schülern waren						
{ Deutsche . . . . .	.	4	12	19	16	51
{ Polen . . . . .	36	42	39	43	16	176
{ Czechen . . . . .	4	3	4	1	3	15
<b>c) Übersicht nach der Confession.</b>						
Unter sämtlichen ein- geschriebenen Schülern waren						
{ Katholiken . . . . .	31	31	37	46	26	166
{ Protestanten . . . . .	9	17	17	20	8	71
{ Juden . . . . .	.	1	.	2	2	5
<b>d) Classification des Schulbesuches der bis zu Ende des Schuljahres verbliebenen Schüler.</b>						
Sehr fleißig besucht . . . . .	13	15	9	14	11	62
Fleißig besucht . . . . .	17	9	14	16	13	69
Unterbrochen besucht . . . . .	2	10	18	11	2	43
Nachlässig besucht . . . . .	1	6	8	8	3	26
<b>Durchschnittlich waren anwesend.</b>						
Im Monate October . . . . .	24	30	30	34	23	141
"    November . . . . .	24	32	34	36	25	151
"    December . . . . .	24	32	35	37	23	151
"    Januar . . . . .	26	35	36	35	23	155
"    Februar . . . . .	26	36	36	32	22	152
"    März . . . . .	24	33	32	31	21	141
"    April . . . . .	22	28	29	30	19	128
"    Mai . . . . .	22	21	25	21	16	105
Sonach während des Schuljahres . . . . .	24	31	32	32	22	141
<b>e) Mit Prämien wurden betheilt.</b>						
Anzahl der betheilten Schüler . . . . .	6	4	5	7	4	26
Gesamtbetrag der Prämien in fl. . . . .	6	4	7	13	8	38
					u. 1 #	u. 1 #

Zu den vertheilten Prämien hatten bereitwilligst gespendet: Der verehrliche Gewerbeverein 15 fl., die verehrliche Genossenschaft der Kleidermacher 5 fl., die verehrliche Genossenschaft der Metallarbeiter 10 fl., die Herren Fabrikanten Jakob & Josef Kohn 5 fl. und einen Ducaten und Herr Joh. Gabrisch 6 Kronen.

Der Berichterstatter spricht hier allen Spendern den wärmsten Dank aus und richtet zugleich an die geehrten Genossenschaftsvorstände die Bitte, die Gewährung von Prämien auch in der nächsten Jahresversammlung ihrer Genossenschaft wärmstens beifürworten zu wollen.

Die Einschreibungen fanden am 30. September, 2. und 3. October 1892 statt; am 4. October war anlässlich des Namensfestes Sr. k. u. k. Apostolischen Majestät Ferialtag. Der Unterricht begann am Donnerstag, den 6. October.

Am 6. und 7. November unterzog der k. k. Regierungs-Commissär Herr Director Theodor Morawski die Fortbildungsschule einer eingehenden Inspection.

Laut Erlasses des hohen k. k. Ministeriums für Cultus u. Unterricht vom 5. Jänner 1893, Z. 26931 u. Erl. der hohen k. k. Landesregierung v. 19./I. 1893, Z. 1031, wurde der k. k. Director der Staatsgewerbeschule in Bielitz Theodor Morawski bis Ende des Jahres 1894 mit der Inspection der gewerblichen Fortbildungsschule betraut.

Durch Erl. d. h. k. k. Minist. f. C. u. U. vom 28. Novbr. 1892, Z. 25893 wurden der Schule die Vorlagewerke von Czischek: „Vorlageblätter für Bau-schlosserei,“ I. u. II. S. und von Heinzel: „Vorschule für das Maschinzeichnen“ und durch h. Erl. vom 23. März 1893, Z. 6146 das Vorlagewerk von Rothe Jos.: „Vorlagen für Maurer“ zugewendet.

Dienstag den 30. Mai 6 Uhr abends wurde das Schuljahr mit Auflegung der Schülerarbeiten und der Vertheilung der Prämien und der Zeugnisse geschlossen. An der Schlussfeier betheiligten sich mehrere Mitglieder des Schulausschusses und Vertreter der Genossenschaften. Der Director erstattete Bericht über das abgelaufene Schuljahr und vertheilte die Prämien. Der Obmann des Schulausschusses Herr Schulrath Peter richtete herzliche Abschiedsworte an die Schüler, ermahnte dieselben zu Fleiß und Gehorsam und hob die ersprießliche Wirksamkeit des Lehrkörpers anerkennend und dankend hervor.

**Hans Janschke,**  
Director.

# Fünfter Jahresbericht

über die  
**kaufmännische Fortbildungsschule in Teschen**  
für das Schuljahr 1892/93.

## I. Satzungen der kaufmännischen Fortbildungsschule in Teschen.

Kronland: Schlesien — Politischer Bezirk: Teschen.

Genehmigt mit Erl. des k. k. Ministeriums für Cultus u. Unterricht v. 16. Aug. 1891, Z. 11130.

Der Wortlaut ist im 4. Jahresberichte enthalten.

## II. Stundenplan.

Classe	Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerst.	Freitag
I.	6—7 Ubr	—	Deutsch	Kalligraphie	Deutsch	Deutsch
	7—8 „	—	Rechnen		Geogr.	Rechnen
II.	6—7 „	Geogr.	Corresp.		—	Geogr.
	7—8 „	Buchf.	Rechnen		—	Rechnen
III.	6—7 „	Rechnen	H. u. W.-Kunde	H. u. W.-Kunde	Corresp.	—
	7—8 „	Geogr.	Warenk.	Buchf.	Warenk.	—

## III. Der Lehrkörper.

Januschke Hans, Director.

Adolf Kresta, k. k. Professor an der Lehrerbildungsanstalt, lehrte Handelsgographie, Geschäftsaufsätze und Correspondenz, zusammen wöchentlich 6 Stunden.

Max Rosenfeld, k. k. Realschul-Professor, lehrte Warenkunde, wöch. 2 Stund.

Eduard August Schröder, Secretär des Gewerbe-Vereines, lehrte Handels- und Wechselkunde und Buchführung, zusammen wöchentlich 4 Stunden.

Hugo Schwendenwein, k. k. Gymnasial-Professor, lehrte kaufmännisches Rechnen, zusammen wöchentlich 3 Stunden.

Rudolf Fietz, k. k. Übungsschullehrer, lehrte Unterrichtssprache und Rechnen, zusammen wöchentl. 5 Stunden.

Josef Rybka, Volksschullehrer, unterrichtete Kalligraphie, wöchentl. 2 Std.

#### IV. Der Schulausschuss.

Der Schulausschuss besteht für die dreijährige Functionsdauer 1892 bis 1895 aus nachfolgenden Herren:

Anton Peter, k. k. Schulrath, Director der Lehrerbildungsanstalt, als Vertreter des schlesischen Landesausschusses. Obmann des Schulausschusses.

J. U. Dr. Leonhard Demel, Ritter von Elswehr, Advocat und Bürgermeister in Teschen, virilstimmberechtigt.

Eduard Flooh, Gemeinderath, als Vertreter der hohen Unterrichtsverwaltung.

Johann Rosner, Banquier und Mitglied der schlesischen Handels- und Gewerbekammer, als Vertreter der schlesischen Handels- und Gewerbekammer.

Eduard Seemann, Gemeinderath, als Vertreter des Gemeinde-Ausschusses der Stadt Teschen.

Ferdinand Fixek, Kaufmann und Mitglied der schles. Handels- und Gewerbekammer, als Vertreter des Gewerbevereines und des Gremiums der protokollierten Kaufleute in Teschen, Cassaverwalter.

Hans Januschke, k. k. Realschuldirektor, als Vertreter der hohen Unterrichtsverwaltung. Obmannstellvertreter.

#### V. Kostenaufwand für die Schule.

Im Jahre 1891 betragen die Empfänge:

1. Cassarest . . . . .	fl. 33.31
2. Subvention aus dem Staatsfonde . . . . .	" 500.—
3. Subvention aus dem Landesfonde . . . . .	" 300.—
4. Erhaltungsbeitrag der Handels- und Gewerbekammer in Troppau . . . . .	" 200.—
5. Erhaltungsbeitrag der Gemeinde Teschen . . . . .	" 200.—
6. Subvention des Gremiums der handelsgerichtlich protokollierten Kaufleute . . . . .	" 50.—
7. Rückersatz für Lehrmittel . . . . .	" 5.—
8. Ausgabeüberschreitung . . . . .	" 80.66

Summe der Empfänge fl. 1368.97

Hiergegen betragen die Ausgaben:

1. Remuneration für den Unterricht und die Leitung . . . . .	fl. 1234.—
2. Drucksorten und Regie-Auslagen . . . . .	fl. 32.99
3. Beitrag zum Experimentiermateriale . . . . .	fl. 5.—
4. Reinigungskosten . . . . .	fl. 96.98

Summe der Ausgaben fl. 1368.97



## VII. Chronik.

Am 2. und 3. October 1891 Einschreibung der Schüler.

Am 5. October Beginn des Unterrichtes.

Am 29. Juni Schulschluss, Prämien- und Zeugnisvertheilung.

**Hans Januschke,**  
Director.

# Der Aetherdruck als einheitliche Naturkraft.

Von

Hans Januschke,

k. k. Director der Staats-Oberrealschule in Teschen.

---

Beilage zum XX. Jahresberichte der k. k. Staats-Oberrealschule in  
Teschen, verfasst anlässlich der 42. Versammlung deutscher Philologen  
und Schulmänner 1893.

---

TESCHEN.

K. und k. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska.

# Der Zehnerdruck

als einheitliche Anordnung

der Ziffern

in der Darstellung der Zahlen

Die Darstellung der Zahlen in der Darstellung der Zahlen

# Der Ätherdruck als einheitliche Naturkraft.

## Einleitung.

Mit folgenden Zeilen beabsichtigt der Verfasser, zur Lehre von der Einheit der Naturkräfte einen Beitrag zu liefern. Der Äther wird als Träger sämtlicher physikalischer Energien angenommen und die Elasticität als Elementarkraft betrachtet. Die Weckung der Kraft soll durch Ätherverschiebung geschehen. Diese Grundannahmen beruhen auf der Faraday'schen Lehre vom Kraftfelde, sie sind eine Verallgemeinerung der Maxwell'schen Theorie der elektrischen Verschiebung. Aus dem Elasticitätsgesetze sollen die Hauptsätze der Elektrizität, des Lichtes und der ponderablen Masse (einschließlich der verschiedenen Fernwirkungsgesetze) abgeleitet werden.

Sämtliche Entwicklungen basieren auf statischer Grundlage. Es ist nicht nothwendig, für die Elektrizität einen besonderen Schwingungszustand anzunehmen; auch die kinetische Gastheorie ist nicht erforderlich, um die Gasgesetze zu erhalten; die letzteren ergeben sich als specielle Fälle der unmittelbar aus der angegebenen Hypothese erhaltenen „Zustandsgleichung“.

Neben der rechnungsmäßigen Verwendung des Elasticitätsgesetzes (im weiteren Sinne) werden auch Betrachtungen über die Constitution des Äthers und der ponderablen Masse angestellt. Dieselben fußen ebenfalls auf der Theorie der Verschiebung und schließen sich an die bekannten Thatsachen und die Ansichten anerkannter Forscher enge an. Es wird die von Descartes begründete Wirbeltheorie aufgenommen; die Ätheratome und Körperatome werden als Ätherwirbel von verschiedener Größe erklärt, deren Fliehkraft die Elasticität entwickelt. Die Hypothese über die Wärme stimmt mit der von Rankin überein. Um die elektrische und magnetische Polarisaton, die Verschiedenheit der Elasticität in verschiedenen Richtungen bei anisotropen Körpern und endlich die ausdehnende Kraft

der Wärme zu erklären, wird angenommen, dass die Atomwirbel verschiedene, den Niveauflächen im Innern der betreffenden Körper entsprechende Formen besitzen.

Durch die Hypothese über die Constitution der Materie erfahren jedoch die mathematischen Entwicklungen der physikalischen Gesetze keine Einschränkung.

In methodischer Beziehung lag dem Verfasser am Herzen, mitzuwirken, die modernen Lehren der Elektrizität und der elektromagnetischen Lichttheorie, die entschieden auf eine Vereinfachung der Naturlehre hinzielen, einer elementaren Behandlung zu unterwerfen. In dem Capitel über Lichterscheinungen wird auf Stephans Erklärung der Doppelbrechung hingewiesen, welche sich zu einer anschaulichen elementaren Behandlung dieser Erscheinung vorzüglich eignet und sich auch leicht der elektromagnetischen Lichttheorie anpasst.

In dem angegebenen Sinne gelangen folgende Capitel zur Ausführung:

- I. Die Elementarkraft. Das Elasticitätsgesetz. Maxwells Grundgleichungen des Kraftfeldes.
- II. Elektrische Erscheinungen. Ladungsarbeit. Influenz. Condensator. Ohms und Jonles Gesetze. Elektrizitätserregung.
- III. Fernwirkungsgesetze von Coulomb, Newton, Biot und Savart. Inductionsgesetz.
- IV. Elektromagnetische Lichttheorie. Fortpflanzung, Reflexion. Brechung.
- V. Molecularkräfte. Zustandsgleichung. Beziehung zwischen Cohäsion, Licht und Elektrizität. Aggregatzustände.

## I.

### Die Grundkräfte.

1. Der historischen Entwicklung der Physik ist das auch heute verfolgte Streben zu entnehmen, im Verlaufe der Erscheinungen unveränderliche Größen zu finden.

Schon die griechischen Philosophen sahen den Stoff mit seiner Eigenschaft als constant an. Im Laufe der Zeit hat man nur andere Stoffe und Kräfte als die unwandelbaren Elemente der Erscheinungen betrachtet. Den ältesten Erklärungen genügten: das Wasser, die Luft, die Erde und das Feuer. Aber

schon Demokrit stellte die Atomtheorie auf und betrachtete die Wirbel der Atome als Anfang der Weltbildung. Später wurden nach dem Beispiele des Lucrez Magnetismus, Elektrizität und Capillarität durch den Luftdruck erklärt. Als man in neuerer Zeit zu directen Versuchen und quantitativen Bestimmungen fortschritt und sich durch Experimente im luftleeren Raume überzeigte, dass der Luftdruck eine physikalische Grundkraft nicht sein kann, nahm eine Anzahl Physiker nach den Anregungen Descartes' die Äthertheorie auf, die Schüler Newtons aber entwickelten die Lehre von den Imponderabilien und deren unmittelbaren Fernwirkung.<sup>1)</sup>

Die exacten Arbeiten in neuester Zeit haben eine Reihe von Aufschlüssen gegeben, die uns dem Ziele der Bestrebungen in einem großen Gebiete der Naturlehre nahe bringen. Die Versuche von Melloni über strahlende Wärme, von Ampère über Elektromagnetismus, von Faraday über das Kraftfeld und von Herz über elektrische Wellen haben unzweifelhaft dargethan, dass das Mittel der Lichterscheinungen, der Äther, auch das Mittel der Wärmestrahlung, der Elektrizität und des Magnetismus ist. Damit wird die Mehrzahl der angenommenen Imponderabilien mit dem Äther identificiert. Durch die Arbeiten von R. Mayer, Jonle und Helmholtz über die Verwandlungserrscheinungen wurde das Princip der Erhaltung der Energie begründet und mit demselben eine neue constante Größe im Verlaufe der Erscheinungen aufgestellt. Es wurde wahrscheinlich gemacht, dass das Geheimnis von den Qualitäten des Stoffes auf dessen Energie oder Arbeitsfähigkeit zurückzuführen ist. Danach ist es nicht mehr nothwendig, aus den verschiedenartigen Erscheinungen auf die Existenz qualitativ verschiedener Stoffe zu schließen; es kann auch ein und derselbe Stoff, je nach seiner Energie, in sehr verschiedener Weise in Erscheinung treten.

Sehen wir nun den Weltäther als den einheitlichen Stoff an, so können wir behaupten, dass die großartigen neuen Forschungsergebnisse die Ätherhypothese wesentlich unterstützen.

---

<sup>1)</sup> Siehe Rosenberger: Geschichte d. Ph. 3. Bd.; A. Secchi: Die Einheit der Naturkräfte; E. Mach: Geschichte der Mechanik; P. Reis: Lehrb. d. Ph. 7. Aufl.; R. Klimpert: Lehrb. d. allg. Ph.

Die Versuchsergebnisse beziehen sich nicht unmittelbar auf die Fernwirkungsgesetze der Massen von Newton, Coulomb und Ampère. Da diese jedoch nur der präzise Ausdruck von Thatsachen sind, so müssen auch sie aus der Hypothese eines Grundstoffes und einer Grundkraft gefolgert werden können, wenn die Hypothese Anspruch auf Wahrscheinlichkeit machen will.

Thatsächlich bestehen bereits eine Reihe von Ableitungen der Massenwirkungsgesetze. Die bezüglichen Theorien stützen sich aber auf sehr verschiedene Voraussetzungen über die Constitution und die Wirkungsweise des Äthers. Die Erklärungen nach der Stoßtheorie berücksichtigen die übrigen physikalischen Erscheinungen nicht. Weiterreichend ist die Undulationstheorie. Beide Theorien haben übrigens gemeinsame Elemente, die jedenfalls dem Äther eigenthümlich sind: es sind die schwingenden und kreisenden Äthertheilchen, deren periodische Bewegungen auch nach der kinetischen Theorie, z. B. von Isenkræbe (das Räthsel der Schwerkraft) als Folge von Zusammenstößen erklärt werden. Die Theorien stimmen also in einem Punkte überein, der im allgemeinen als ein wesentlicher Unterschied derselben geltend gemacht wird.

Maxwells Theorie der elektrischen Verschiebung im elektrischen Kraftfelde entspricht vorzüglich den elektrostatischen Erscheinungen. J. Stefan<sup>1)</sup> hat das Princip der Verschiebung außerdem zur Berechnung anderer elektrischer Arbeiten, so auch zur Ermittlung der Arbeit von Stromelementen im Kraftfelde angewendet und daraus die bezüglichen Grundgesetze abgeleitet. Odstrčil<sup>2)</sup> hat unmittelbar anstatt der elektrischen Verschiebung eine Ätherverschiebung angenommen, dem Äther Elasticität zugeschrieben und danach das Coulombsche und Newton'sche Gesetz abgeleitet.

Es scheint nicht unmöglich zu sein, die Theorie der Ätherverschiebung mit den anderen Äthertheorien in einen gewissen Einklang zu bringen. Sie enthält gewiss die brauchbaren Elemente in sich und gestattet, physikalische Gesetze der verschiedensten Gebiete in einheitlicher Weise abzuleiten. Die Theorie soll den folgenden Betrachtungen als Grundlage dienen.

<sup>1)</sup> J. Stefan: „Über die Gesetze d. magnet. u. elektr. Kräfte in magnet u. dielektr. Medien“. Wien. Akad. Ber. Bd. 70. 2. Abth.

<sup>2)</sup> J. Odstrčil: „Über den Mechanismus d. Fernwirkung elektr. Kräfte.“ Wien. Akad. Ber. 1883, und „Über den Mechan. d. Gravitation.“ Wien. Akad. Ber. 1884.

2. Die Richtschnur für die folgenden Entwicklungen bildet das Princip der Erhaltung der Energie, nach welchem jeder Arbeitsprocess eine Energie erzeugt, die nicht verloren geht, sondern imstande ist, die auf sie aufgewandte Arbeit wieder zu verrichten. Die Arbeit der Pulvergase wird in die lebendige Kraft oder kinetische Energie der Kanonenkugel verwandelt, und diese vermag ein äquivalentes Demolierungswerk zu verrichten; die Arbeit des Dampfes der Locomotive setzt den Eisenbahnzug in Bewegung, und dessen lebendige Kraft vermag die Reibung an den Schienen zu überwinden; die Arbeit der Muskelkraft verleiht einem nach aufwärts geworfenen Steine lebendige Kraft, und diese hebt das Gewicht des Steines auf eine gewisse Höhe. In allen solchen Fällen sind die bewegten Körper die Träger der lebendigen Kraft oder kinetischen Energie. Diese Anschaulichkeit besteht bei der potentiellen Energie nicht. Wird ein Gewicht auf eine Höhe gehoben, werden gleichnamige elektrische oder gleichnamige magnetische Massen einander genähert, oder wird eine Magnetnadel einem in der Nähe befindlichen elektrischen Strome parallel gestellt, so wird Arbeit geleistet, potentielle Energie aufgespeichert, die durch die Rückbewegung der Körper wieder gewonnen werden kann. Da die betrachteten Körper nach der zuerst verbrauchten Arbeit in Ruhe sind, so ist ihre Masse in diesem Zustande nicht leistungsfähig, sie besitzt keine Energie; die Körpermasse selbst ist nicht der Träger der potentiellen Energie. Die potentielle Energie bedarf einer besonderen Erklärung, wenn die Fernwirkung der Massen geleugnet wird. Um sie anschaulich zu machen, müssen wir ein Medium rings um die Körper annehmen, auf welches die geleistete Arbeit übertragen wird, und das die Arbeit wieder zurückerstatten kann. Als solches Medium betrachten wir den Weltäther; wir nehmen an, dass in ihm Kräfte entwickelt werden können, die ein Kraftfeld zusammensetzen, und dass er durch seinen Druck die im Felde befindlichen Massen zu bewegen vermag. Er sei der Vermittler der Massenwirkungen, das Medium der Lichterscheinungen und auch der Träger der übrigen physikalischen Energien.

Nach der Ätherhypothese besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen der kinetischen und potentiellen Energie; jede Energie ist wesentlich kinetisch, nur der Träger kann ver-

schieden sein: die sogenannte kinetische Energie hat als Träger die Körpermasse, die potentielle Energie den Äther.

Nach der Annahme des Äthers müssen dessen Eigenschaften vereinbart werden. Anhaltspunkte bieten die allgemeinen Eigenschaften der Körper und das Verhalten der potentiellen Energie. Danach dürfen wir annehmen, dass der Äther aus sehr kleinen, materiellen und beweglichen Theilchen besteht. Die Anordnung und Bewegung der Theilchen müssen so eingerichtet sein, dass der Äther Elasticität zu äußern vermag; denn die Elasticität in engen Grenzen ist eine allgemeine Eigenschaft der Körper, und ihrem Gesetze leisten Licht und Wärmestrahlen Folge.

Als Träger der potentiellen Energie muss er Arbeit aufspeichern und auf umgekehrtem Wege wieder zurückliefern können; er muss für vollkommen umkehrbare physikalische Prozesse geeignet sein.

Den gestellten Bedingungen wird durch die Annahme genügt, dass durch Verschiebung von Äthertheilchen oder Theilchengruppen eine Kraft geweckt wird, welche der Größe der Verschiebung proportional ist. Dem Äther wird hiedurch elastisches Verhalten beigelegt; dasselbe unterscheidet sich jedoch von dem Verhalten gewöhnlicher elastischer Körper, indem bei diesen die relative Verschiebung, bei dem Äther aber die absolute Verschiebung gewisser Theilchengruppen für die geweckte Kraft maßgebend ist, beziehungsweise sein soll.

Aus dieser Ätherhypothese sollen die Grundgesetze der Elektrizität, des Lichtes, der Wärme und der ponderablen Materie abgeleitet werden.

3. Vor Anwendung des Grundsatzes sollen erst noch einige Bemerkungen über die Constitution des Äthers Platz finden. Es soll versucht werden, von den Vorgängen im Äther ein Bild zu gewinnen, welches mit der Verschiebungstheorie im Einklange steht, und damit gegenüber gegentheiligen Meinungen auf die Möglichkeit einer Erklärung der Elasticität hinzuweisen. Keinesfalls soll aber das Verschiebungsgesetz von den anzuführenden speciellen Umständen abhängig gemacht oder eingeschränkt werden.

Vollkommen elastische Körper sind die vollkommenen Gase, und es liegt nahe anzunehmen, dass dem Äther der Gaszustand zukomme. Von dieser Annahme gehen auch die

Ätherstoßtheorien im Sinne Lesages aus. Sie erklären die sogenannte Massenwirkung in die Ferne als Antrieb, den die Massen durch die Stöße der Äthertheilchen zur Bewegung gegeneinander empfangen. Die Versuche mit den pulsierenden Trommeln von Bjerknes im Wasser und von Aug. Stroh in der Luft beweisen, dass die flüssigen und gasförmigen Medien tatsächlich Fernwirkungen vermitteln.

Nichtsdestoweniger dürfte die kinetische Theorie unzureichend sein, andere Erscheinungen zu erklären, z. B. den Polarisationszustand im elektrischen Felde, die elektromagnetischen Stromwirkungen und die Fortpflanzung der transversalen Wellen des Lichtes, der Elektrizität und des Magnetismus.

Die Schwierigkeit der Erklärung liegt darin, dass nach der Annahme der geradlinigen Bewegung der Äthertheilchen die einzelnen Schichten zur Localisierung der Energie nicht geeignet erscheinen und deshalb auch eine elastische Kraft in der Verschiebungsrichtung der Theilchen nicht zu entwickeln vermögen.

Wir gelangen jedoch zu einer mit den Erscheinungen harmonisierenden Vorstellung, ohne uns im wesentlichen von der Annahme des Gaszustandes des Äthers zu trennen, wenn wir voraussetzen, dass die einzelnen Äthertheilchen wegen der häufigen Zusammenstöße mit den Nachbartheilchen gezwungen sind, sich innerhalb eines sehr kleinen Raumes zu bewegen. Wir beschränken dabei nur die kinetische Gastheorie auf einen äußerst kleinen Raum, gelangen aber hiedurch auf den Standpunkt der Wirbel- und Elasticitätstheorie. Es lässt sich nämlich zeigen, dass bei sehr häufigen Zusammenstößen der Massentheilchen eine kreis- oder wirbelförmige Bewegung entstehen muss, welche eine dem Elasticitätsgesetze entsprechende Fliehkraft entwickelt. Sind die Äthertheilchen zu kleinen Wirbeln gruppiert, dann lässt sich auch erklären, dass durch eine äußere Kraft ihre Bahn geändert, ihre Energie vermehrt und Arbeit aufgespeichert werden kann. Diese Energie ist die potentielle Energie. Bei einer Abweichung der Theilchen von der Kreisbahn kann infolge verschiedener Krümmungsverhältnisse oder infolge verschiedener Geschwindigkeiten (etwa wie bei der Planetenbewegung im Perihel oder Aphel) die Fliehkraft auf einer Seite des Wirbels größer sein als auf der anderen; damit wäre ein Polarisationszustand begründet. Nach

dem Verschwinden der äußeren Ursache würde die aufgespeicherte potentielle Energie wieder abgegeben, und es müsste der Polarisationszustand aufhören.

Zur näheren Erläuterung des Vorstehenden denken wir uns, dass ursprünglich die Äthertheilchen im Sinne der kinetischen Gastheorie im Raume nach allen Richtungen mit einer gewissen Geschwindigkeit umherfliegen und dass zahlreiche Zusammenstöße erfolgen. Die Äthertheilchen lenken einander dadurch beständig von ihren Richtungen ab; sie beschreiben eine krummlinige Bewegung, wenn die Zusammenstöße unmitttelbar aufeinanderfolgen. Ein Äthertheilchen wird längs seiner Bahn von den stoßenden Theilchen Arbeit empfangen und seine lebendige Kraft verändern. Ein dauernder Zustand wird dann eintreten, wenn keine Arbeit von einem Theilchen auf das andere übertragen wird, wenn die lebendigen Kräfte constant bleiben. Der Zustand ist jedenfalls erreicht, wenn sich die Theilchen zu Wirbeln gruppieren und wenn die Theilchen eines Wirbels constante Umdrehungszeit besitzen. Der Schluss folgt unmitttelbar aus dem Energieprincip. Fassen wir nämlich ein Theilchen in einem Elemente seiner krummen Bahn ins Auge und bestimmen die Arbeit  $dA$  einer auf dasselbe wirkenden äußeren Kraft, so haben wir eine eventuelle Verschiebung des Bahndruckes  $p$  und die Vermehrung der lebendigen Kraft zu berücksichtigen. Wir erhalten dafür, wenn  $m$  die Masse des Theilchens,  $r$  der Krümmungshalbmesser des Bahnelementes und  $u$  die Geschwindigkeit angeben:

$$dA = -p dr + m u du \quad (1)$$

Nun ist:  $u = r.w$ , wenn  $w$  die Winkelgeschwindigkeit ist, die ebenso wie  $r$  veränderlich sein soll; danach wird:

$$dA = \left( -p + \frac{m u^2}{r} \right) dr + m u r . dw \quad (1')$$

Die Arbeit dient demnach zur normalen Verschiebung der Bahn und zur Vermehrung der Tangentialgeschwindigkeit. Für den stationären Zustand muss  $dA = 0$  sein. Die Bedingungen dafür sind, dass die Tangentialbeschleunigung  $r dw/dt$  gleich Null und ebenso die zu derselben normale Kraft gleich Null, also

$$p = \frac{m u^2}{r} \quad (2)$$

sind.

Der äußere Druck entspricht also dem Gesetze der Fliehkraft. Die gleichförmige Kreisbewegung genügt den Forderungen vollkommen, wenn von außen keine Kraft einseitig einwirkt; denn ihre lebendige Kraft ist constant.

Denken wir uns die Masse  $m$  längs des Umfanges des Kreises gleichmäßig vertheilt, so haben wir das Bild eines mit den Bedingungen des Dauerzustandes übereinstimmenden ebenen Wirbels.

Die Fliehkraft bestimmt den Ätherdruck. Sie ist abhängig von der Geschwindigkeit  $u$  und dem Halbmesser  $r$ . Zwischen  $u$  und  $r$  können nun mannigfache Beziehungen stattfinden. Bei der Kreisbewegung ist  $uT = 2r\pi$ , wenn  $T$  die Umdrehungszeit ist; damit wird

$$p = m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r \quad (2')$$

Bei constanter Umdrehungszeit ist die Änderung der Fliehkraft  $p$  der Änderung des Halbmessers  $r$  oder der Verschiebung der Masse gegen den Mittelpunkt proportional. Das ist bereits unser Elasticitätsgesetz, wenn die verschiebende Kraft central wirkt.  $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$  bestimmt die Elasticitätsconstante.

Bei den kreisförmigen Bewegungen werden auch noch andere Beziehungen zwischen  $u$  und  $r$  eingeräumt werden müssen. Es soll z. B. auf den Fall hingewiesen werden, dass durch einen äußeren, central gerichteten Bahndruck die Kreisbahn verkleinert wird; diesfalls bleibt die Flächengeschwindigkeit ( $\frac{1}{2}ur$ ) der rotierenden Masse erhalten und es ist

$$ur = C \text{ const.}$$

Die Fliehkraft wird:

$$p = m \cdot \frac{C^2}{r^3}$$

und ihre Änderung:

$$dp = - 3m \left(\frac{C}{r^2}\right)^2 \cdot dr \quad (2'')$$

Demnach nimmt die Kraftänderung mit wachsendem Radius ab und ist der Änderung  $dr$  proportional.

Fasst man den letzten Wert auch als ein Elasticitätsgesetz auf, so ergibt sich, dass der Elasticitätscoefficient

$(C/r^2)^2$  nicht constant, sondern  $r^4$  umgekehrt oder dem Quadrate der lebendigen Kraft direct proportional ist.

Werden die betrachteten Verhältnisse der Ebene auf den Raum übertragen, so müssen die Bewegungen der Äthertheilchen auf einer Kugelfläche angenommen werden. Der Forderung, dass der Druck (die Fliehkraft) nach allen Seiten hin gleich groß sei, wird alsdann entsprochen, wenn die Rotationen in größten Kreisen und in gleichen Zeiten erfolgen; für die Ebenen, in welchen die Kreisbahnen liegen, sind alle Lagen gleichberechtigt. Bei den Bewegungen der Äthertheilchen in allen möglichen größten Kreisen auf der Kugel wird die lebendige Kraft nicht geändert, woraus folgt, dass die Kugel eine Niveaufläche ist. Der kugelförmige Wirbel muss aber nicht lediglich aus den Theilchen bestehen, welche sich auf einer Niveaufläche bewegen; es ist vielmehr mit den Bedingungen des stationären Zustandes vollkommen vereinbar, mehrere concentrische kugelförmige Wirbel — etwa aus aneinandert liegenden, gleichzeitig rotierenden Massentheilchen bestehend — als zusammengehörig anzunehmen. Der zusammengesetzte Wirbel würde eine rotierende Ätherhülle um einen kugelförmigen Raum bilden, dessen Centrum zur Concentration von Massentheilchen, eventuell zur Bildung ponderabler Masse im Sinne Kants geeignet wäre. Wir wollen einen solchen Wirbel der Kürze wegen Ätheratom nennen.

Jedes Kraftfeld muss mit Ätheratomen erfüllt sein. Dieselben halten einander gegenseitig das Gleichgewicht, wenn sie einander berühren und die Fliehkräfte ihrer Wirbel entgegengesetzt gleich sind. Zwischen den äußeren Grenzflächen der Atome bleibt dann noch ein Raum übrig, der keinem bestimmten Wirbel angehört. Indessen können wir auch die Gründe der Wirbelbildung auf die Äthertheilchen dieses Zwischenraumes anwenden und feststellen, dass die betreffenden Theilchen zu jedem der benachbarten Wirbel zu rechnen sind, und dass sie die Resultierende aller ihnen zukommenden Bewegungen zurücklegen werden. Durch die Bewegung dieser Theilchen wird der Druck auf die umliegenden Atome ausgeübt; die Bildung eigener kleiner Wirbel, deren lebendige Kraft geändert werden kann, ist dabei nicht ausgeschlossen.

Die Ätheratome wirken durch ihre Masse und ihre Bewegung aufeinander ein; es müsste eine Störung im ganzen

Raume eintreten, wenn Atome fortgenommen würden. Der gegenseitige Einfluss kann durch das Interferenzprincip anschaulich gemacht werden, das hier als eine Consequenz des Satzes erscheint, dass die Kreisbewegung dem stationären Zustande vollkommen entspricht.

Wir denken uns jedes Atom als Centrum eines über den ganzen Raum ausgebreiteten Wirbels; sämtliche Wirbel interferieren und jeder einzelne kann als das Resultat der Interferenz aufgefasst werden. Auf einen bestimmten Wirbel wirken von allen Seiten gleiche Drücke, die Fliehkräfte der umliegenden Wirbel; im Gleichgewichtszustande heben sich sämtliche Fliehkräfte auf. Wird der betreffende Wirbel nach einer Seite hin bewegt, so kommt er aus seiner Gleichgewichtslage heraus, er rückt den Centren der Wirbel auf einer Seite näher und entfernt sich von den Wirbeln auf der anderen Seite; die auf ihn wirkenden Fliehkräfte sind nicht mehr von beiden Seiten gleich, sondern sie wirken auf einer Seite stärker, und zwar nach dem Gesetze für die Änderung der Fliehkraft:  $\Delta p = m (2\pi/T)^2 \cdot \Delta r$ .

Das Gesetz stimmt mit dem Elasticitätsgesetze überein; es ist bedingt durch die Verschiebung eines einzelnen Ätheratoms, also durch ungleiche Abstände der Atome. Die Erscheinungen des Lichtes und der Elektrizität fordern aber eine Kraftentwicklung auch unter anderen Umständen; es findet in der Regel eine Ätherverschiebung statt, welche sich nach einer gewissen Richtung fortpflanzt. Auch in diesem Falle vermögen die Wirbel Kräfte zu entwickeln, welche ein Kraftfeld constituieren.

Findet eine Ätherverschiebung etwa von der linken Seite des Raumes her statt, so wird jeder Wirbel auf dieser Seite eingengt und Äthertheilchen werden längs der Wirbelbahn nach rechts hin bewegt. Dabei vermag die linke Seite des Wirbels der Verschiebung einen Widerstand entgegenzusetzen; denn wird der Halbmesser des Wirbels auf der linken Seite durch den äußeren Druck verkleinert, so gilt das Flächengesetz und die Fliehkraft wächst (nach Gl. 2<sup>o</sup>) im umgekehrten Verhältnisse der vierten Potenz des Halbmessers gegen den Mittelpunkt hin. Die Theilchen, die dem Centrum näher liegen, werden demnach eine bedeutend größere Fliehkraft entwickeln als jene mit größeren Radien; die linke Seite einer Niveauläche, welche einen entsprechend kleinen Halbmesser besitzt, wird wie eine feste Wand wirken, über die hinweg ein Theil des Äthers nach

rechts hin bewegt wird. Ist die Verschiebung, welche sich im Raume von links nach rechts fortpflanzt, gleich  $\sigma$ , so wird auch eine Äthermenge von der Dicke  $\sigma$  von der linken Seite des Atoms an die rechte treten; dabei geht die Entfernung des Mittelpunktes der bewegten Äthermenge vom Atomcentrum von  $(r - \frac{1}{2}\sigma)$  links über in  $(r + \frac{1}{2}\sigma)$  rechts, wenn  $r$  der Atomhalbmesser ist. Die Entfernung vom Centrum und damit auch der Drehungshalbmesser ändern sich um  $\sigma$ , und es erleidet die Fliehkraft eine der Verschiebung  $\sigma$  proportionale Änderung. Da durch den Vorgang auch der Massenmittelpunkt des Atoms um  $\sigma$  verschoben wird, so folgt, dass die Änderung der Fliehkraft der Verschiebung des Atoms proportional ist.

Unter dem Einflusse eines äußeren einseitigen Druckes wird also jeder Wirbel seine Form ändern; die Äthertheilchen werden von der Kreisbahn abgelenkt und die kugelförmige Niveaufläche geht in eine andere Form über. Es wird ein neuer Gleichgewichtszustand entstehen; derselbe wird ausgebildet sein, wenn die Äthertheilchen sich auf neuen Niveauflächen bewegen. Nachdem die Lehren der Mechanik und die Erscheinungen der optischen Doppelbrechung für anisotrope Medien die ellipsoidische Form der Niveaufläche fordern, so werden wir annehmen dürfen, dass die Niveaufläche von der Kugelform abweicht, sich einem Ellipsoide nähert, vielleicht die Eiform besitzt, jedenfalls aber eine Rotationsfläche mit der Krafrichtung als Achse ist.

Welche Bahnen die Äthertheilchen auf der Niveaufläche beschreiben, soll nicht näher untersucht werden; nur darauf soll hingewiesen werden, dass Kreisbewegungen um die Rotationsachse, die Krafrichtung des Feldes, jedenfalls entstehen werden. Dieselben entsprechen der herrschenden centralen Symmetrie bezüglich der Krafrichtung und erklären den normalen Druck zur Krafflinie, der von Faraday constatirt wurde.

Die gesammte von den Wirbeln aufgenommene Energie repräsentirt die potentielle Energie des Kraftfeldes. Durch Zurückführung des Feldes in seinen ursprünglichen Zustand wird die potentielle Energie wieder gewonnen.

Wenn wir die Atome der schweren Masse ähnlich constituirt denken wie die Ätheratome, so lässt sich bezüglich des elektrischen Feldes schließlich bemerken, dass Isolatoren die Erhaltung der potentiellen Energie und somit auch die Er-

haltung der Ätherwirbel in der entsprechenden Form fordern, während die Leiter die Energie fortleiten und in Wärme verwandeln, also ein Verhalten zeigen, das durch Übergang der Äthertheilchen von einem Atom zum anderen erklärt werden kann.

Zum Schlusse dieses Abschnittes soll noch die Energie eines Ätheratoms ermittelt und gezeigt werden, dass dieselbe dem allgemeinen Gesetze eines Kraftfeldes entspricht. Wir denken uns  $n$  um eine Achse rotierende Massentheilchen  $m$  zunächst über einer Cylinderfläche vom Halbmesser  $r$  und der Höhe  $h$  ausgebreitet; der Druck pro Flächeneinheit infolge der Fliehkraft sei  $P$ ; dann ist die Fliehkraft über dem ganzen Mantel:

$$P \cdot 2r\pi \cdot h = n \cdot \frac{mu^2}{r}.$$

Durch Einführung des Cylindervolumens  $v$  erhält man:

$$P \cdot v = \frac{1}{2} n \cdot m \cdot u^2. \quad (3)$$

In gleicher Weise findet man für ein kugelförmiges Volumen  $v$ :

$$P \cdot v = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} n \cdot m \cdot u^2. \quad (3')$$

Die Gleichungen geben die Energiewerte der Volumen  $v$  in einer Form, welche unmittelbar mit dem Gasgesetze und im weiteren Sinne mit der Zustandsgleichung der ponderablen Körper übereinstimmt. Es lässt sich aus derselben aber auch der Arbeitswert z. B. eines elektrischen Kraftfeldes finden, wenn dieses durch eine Druckänderung  $\Delta P$  erzeugt wurde. Man erhält dafür:

$$A = \Sigma \frac{1}{2} v \cdot \Delta P. \quad (4)$$

Die Berechnung der Summe über den ganzen Raum des Feldes führt zu den gebräuchlichen Potentialfunctionen.<sup>1)</sup>

4. Die Gleichungen des Kraftfeldes. Wir stellen die Ausdrücke für die Kraft und die Arbeit der Verschiebung des Äthers an einer beliebigen Stelle des Kraftfeldes auf. Finden die Verschiebungen radial von einem Centrum aus statt, so ist auch die geweckte Kraft central gerichtet. Ist die Kraft  $p$ , die Verschiebung  $\sigma$ , die Masse  $m$  und die Elasticitätsconstante  $k$ , so gilt:

$$p = k \cdot m \cdot \sigma. \quad (5)$$

<sup>1)</sup> Vgl. meine Abhandlung: „Zur Übereinstimmung d. versch. phys. Arbeitsgesetze.“ Zeitschr. f. d. Realschulw. Wien. 1892.

Die geleistete Arbeit, berechnet mit dem Mittel der geweckten Kraft, ist:

$$A = \frac{1}{2} p \cdot \sigma = \frac{1}{2} k m \sigma^2. \quad (6)$$

Diese Gleichungen dienen einigen einfachen Fällen der Elektrostatik als Grundlage. (6) geht in die Form (4) über, wenn für  $m$  das Product aus dem Vol.  $v$  in die Dichte  $\delta$  eingesetzt wird.

Ist die Verschiebung  $\sigma = \xi$  und damit auch die Kraft  $p = X \cdot m$  parallel der  $x$ -Achse eines Coordinatensystems, so sind

$$X \cdot \delta \cdot dx \cdot dy \cdot dz = k \cdot \delta \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot \xi$$

$$X = k \cdot \xi \quad \text{und} \quad A = \frac{1}{2} k \xi^2 = \frac{1}{2k} \cdot X^2 \quad (6')$$

Hierin ist die Kraft  $X$  auf die Masseneinheit bezogen und für die Dichte wurde  $\delta$  gesetzt.

Die Gleichungen sind besonders auf ein gleichförmiges Kraftfeld anwendbar.

Im allgemeinen werden die Verschiebungen an den verschiedenen Stellen des Raumes verschieden gerichtet und auch verschieden groß sein. Es treten in diesem Falle Verhältnisse auf, welche durch die Maxwell'schen Grundgleichungen der Elektrodynamik bestimmt werden.<sup>1)</sup>

Behufs Ableitung der Gleichungen betrachten wir ein Raumelement ( $dx \cdot dy \cdot dz$ ), dessen Lage, auf drei rechtwinklige Achsen bezogen, durch die Coordinaten  $x, y, z$  bestimmt sei. Die Verschiebung eines Eckpunktes besitze die Componenten  $\xi, \eta, \zeta$ . Es erleidet das Volumelement nicht bloß eine Längsverschiebung, sondern auch eine Drehung, welche sich in Drehungen um die drei Coordinatenachsen zerlegen lässt. Durch jede Bewegung wird eine Kraft geweckt und die Gleichungen bestimmen die Beziehung zwischen den Kräften der Längsverschiebung und den infolge der Drehung entwickelten Kräften.

Die geweckten elastischen Kräfte infolge der Verschiebungen  $\xi, \eta, \zeta$  pro Masseneinheit sind:

$$X = k \xi, \quad Y = k \eta, \quad Z = k \zeta.$$

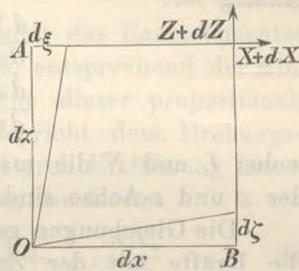
<sup>1)</sup> Maxwell: „Elektricitätslehre.“ Deutsch von Weintein. Ableitungen von besonderen Standpunkten aus lieferten: L. Boltzmann: „Über ein Medium, dessen mech. Eigensch. auf d. Maxwell'schen Gl. führen.“ Bayr. Akad. 1892. Bd. 22, und „Vorlesungen über Maxwells Theorien.“ — A. Sommerfeld: „Mech. Darstell. d. elektromag. Ersch.“ Wied. A. Bd. 46. 1892. — J. J. Thomson: „Darstell. d. Eigensch. d. elektr. Feldes mittels d. Inductionsrohren.“ Phil. Mag. 31. S. 149. 1891.

Daraus folgt für die Druckänderungen:

$$\frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx} = k \left( \frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx} \right).$$

Aus dem Durchschnitte des Elementarwürfels nach der Verschiebung (Fig. 1) ist sofort ersichtlich, dass  $d\xi/dz$  den Drehungswinkel um die  $y$ -Achse infolge der Verschiebung  $d\xi$ , und  $d\xi/dx$  den Drehungswinkel um  $y$  infolge von  $d\xi$  bedeuten, dass also  $(d\xi/dz - d\xi/dx)$  die Summe beider Drehungen um die  $y$ -Achse bestimmt. Die rechte Seite der Gleichung gibt demnach in der Entfernung 1 von 0 eine elastische Kraft, welche infolge der Drehung erzeugt wurde.

Fig. 1.



Die Gleichung stimmt ihrer Form nach bereits mit einer Maxwell'schen Grundgleichung überein, wenn  $X$  und  $Z$  als elektrische Kräfte bezeichnet werden, und wenn die rechte Seite einer magnetischen Kraft  $M$  in der  $y$ -Richtung proportional gesetzt wird. Die Entwicklung der letzteren Kraft folgt nicht unmittelbar aus den in der Gleichung enthaltenen Verschiebungen  $\xi$  und  $\zeta$ . Wir gewinnen aber die Vorstellung einer entsprechenden Kraftentwicklung, wenn wir den Äthertheilchen, auf welche die Kräfte  $X$  und  $Z$  wirken, eine Wirbelbewegung, und zwar eine kreisförmige Bewegung um die Kraft- oder Verschiebungsrichtung zuschreiben. Ein solcher Wirbel, z. B. im Punkte  $A$  (Fig. 1) repräsentiert dann einen Kreisel mit der Achse  $OA$  oder  $z$ ; derselbe soll gleichzeitig infolge der Gleichung eine Drehung um die  $y$ -Achse ausführen. Nach dem Gesetze der Zusammensetzung der Drehungen muss die Kreiselsachse  $OA$  der  $y$ -Achse zustreben; ein Atom in  $A$  sucht daher senkrecht aus der  $xz$ -Ebene hervorzutreten und übt in dieser Richtung einen Druck aus. Eine ähnliche Betrachtung lässt sich auf sämtliche Theilchen (Ätheratome) in den  $xz$ -Ebenen anwenden; aus derselben folgt die Entstehung eines Ätherdruckes in der Richtung und nach dem Gesetze der magnetischen Kraft.

In ähnlicher Weise wie die elektrische Kraft kann auch die magnetische Kraft von einer Verschiebung begleitet sein,

welche der Kraft proportional ist und magnetische Polarisation genannt wird.

Wird nun die Größe der magnetischen Kraft in der  $y$ -Richtung mit  $M$  und der zugehörige Proportionalitätsfactor mit  $\mu$  bezeichnet, so erhält die vorstehende Gleichung die Form:

$$\frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx} = \mu M.$$

Analog ist:

$$\frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy} = \mu N \quad (7)$$

$$\frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz} = \mu L,$$

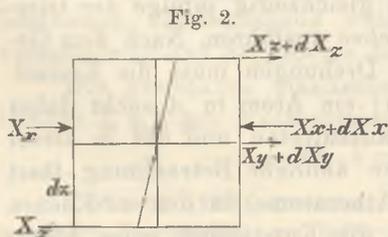
wobei  $L$  und  $N$  die magnetischen Kräfte in den Richtungen der  $x$  und  $z$ -Achse sind.

Die Gleichungen gelten für den stationären Zustand. Sind die Kräfte mit der Zeit veränderlich, so erhalten wir Beziehungen zwischen denselben, welche die erste Gruppe der Maxwell'schen Gleichungen liefern. Wir setzen darin  $dX/dt = X^1$  etc. und erhalten:

$$\begin{aligned} \mu \frac{dL}{dt} &= \frac{dZ^1}{dy} - \frac{dY^1}{dz} \\ \mu \frac{dM}{dt} &= \frac{dX^1}{dz} - \frac{dZ^1}{dx} \\ \mu \frac{dN}{dt} &= \frac{dY^1}{dx} - \frac{dX^1}{dy}. \end{aligned} \quad (7')$$

Damit sind die magnetischen Kräfte durch die elektrischen bestimmt.<sup>1)</sup>

Zur Ermittlung der elektrischen Kräfte benützen wir



die auf die Seitenflächen eines würfelförmigen Raumelements wirkenden Kräfte, welche der drehenden und fortschreitenden Bewegung des Elements das Gleichgewicht halten. Wir können annehmen, dass die betreffenden Kräfte von dem Äther der Umgebung ausgeübt werden.

Figur 2 gebe einen Durchschnitt des Raumelementes. Auf die

<sup>1)</sup> Siehe H. Hertz: „Über die Grundgleichungen der Elektrodyn. f. ruh. Körper.“ Götting. Nachr. Nr. 4, 1890.

zu  $x$  parallelen Seiten wirken die Flächenkräfte:  $X_z$  längs der Seiten  $(dx \cdot dy)$  und  $X_y$  längs  $(dx \cdot dz)$ ; normal zu den Ebenen  $(dy \cdot dz)$  sei  $X_x$ . Die algebraische Summe der Componenten gibt die elektrische Kraft  $X$ , für welche also gilt:

$$\begin{aligned} X \cdot \delta \cdot dx \cdot dy \cdot dz &= \frac{d^2 \xi}{dt^2} \cdot \delta \cdot dx \cdot dy \cdot dz = \\ &= \left( \frac{dX_z}{dz} + \frac{dX_y}{dy} + \frac{dX_x}{dx} \right) dx \cdot dy \cdot dz. \end{aligned}$$

Nun ist  $X_z \cdot dz$  das Drehungsmoment des Raumelementes um die  $y$ -Richtung, und dafür lässt sich, entsprechend der Einführung der magnetischen Kraft  $M$ , eine dieser proportionale Größe also  $M \cdot \delta / c$  setzen. Ebenso entspricht dem Drehungsmoment  $X_y \cdot dy$  der Ausdruck  $-N \delta / c$ . Durch Einführung dieser Werte erhält die vorstehende Gleichung die Form:

$$X = \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \frac{1}{c} \left( \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} \right) + \frac{1}{\delta} \cdot \frac{dX_x}{dx} \quad (8)$$

oder mit Rücksicht auf  $X = k \xi$

$$\frac{c}{k} \cdot \frac{d^2 X}{dt^2} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} + \frac{c}{\delta} \cdot \frac{dX_x}{dx}.$$

Zu der Gleichung sei nebenbei bemerkt, dass die Kräfte des Raumelementes, welche die Gleichung lieferten, augenscheinlich mit Wirbelkräften übereinstimmen: die Kräfte  $X_z$  und  $X_y$  mit Tangentialkräften und  $X_x$  mit der Fliehkraft des Wirbels.

Setzen wir nun  $dX_x/dx = 0$ ,  $dX/dt = X^1$  und bilden auch die analogen Gleichungen für  $Y^1$  und  $Z^1$ , so erhalten wir die zweite Gruppe der Maxwell'schen Gleichungen:

$$\begin{aligned} \frac{c}{k} \cdot \frac{dX^1}{dt} &= \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} \\ \frac{c}{k} \cdot \frac{dY^1}{dt} &= \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz} \\ \frac{c}{k} \cdot \frac{dZ^1}{dt} &= \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}. \end{aligned} \quad (8')$$

Die angegebenen Gleichungen (7') und (8') stellen nun die Beziehungen zwischen den Verschiebungs- und Drehungskräften, beziehungsweise zwischen elektrischen und magnetischen Kräften fest. Daneben bestehen auch noch die Werte für die bei den Bewegungen geleisteten Arbeiten. Für die Verschiebungsarbeit

erhält man ähnlich der Gleichung (6') aus den Kräften  $X, Y, Z$   
 $\frac{1}{2}k(X^2 + Y^2 + Z^2)$ .

Da die Kräfte während der Verschiebung von Null bis zu ihren angegebenen Werten anwachsen, so sind die Arbeiten mittelst der mittleren Kräfte, d. i. mit den halben Kraftwerten berechnet.

Die Arbeit der Drehung um die  $Y$ -Richtung wird erhalten durch das Product aus dem halben Drehungsmoment  $M/2c$  in den Drehungswinkel  $w$ . Da nach Gl. (7)  $k.w = \mu.M$ , so folgt für die Dreharbeit um  $y$ :

$$\frac{1}{2c} \cdot M.w = \frac{\mu}{2ck} \cdot M^2$$

und danach für die ganze Dreharbeit:

$$\frac{\mu}{2ck} \cdot (L^2 + M^2 + N^2).$$

Die Bedeutung und die Werte der Constanten sollen bei einigen speciellen Erscheinungen ermittelt werden.

## II

### Elektrische Erscheinungen.<sup>1)</sup>

5. Ladungsarbeit einer Kugel. Im Sinne der unitarischen Theorie Franklins und Edlunds betrachten wir den Äther als Elektrizität. Breitet sich eine neue Ätherschichte auf der Oberfläche eines gutleitenden Körpers aus, so entsteht eine positive elektrische Ladung. Die Entziehung einer oberflächlichen Ätherschichte hat eine negative Elektrisierung zur Folge. Die zugeführte Äthermenge der Oberflächenschichte selbst sei die positive elektrische Masse, die entzogene Äthermenge die negativ elektrische Masse.

Wir wählen nun als Conductor eine Kugel. Die Ausbreitung einer Ätherschichte auf der Oberfläche derselben hat eine schichtenweise Verschiebung des Äthers im Raume ringsumher, die Weckung elastischer Kräfte und somit einen Zwangszustand

---

<sup>1)</sup> Vgl. meine Schrift: „Das Princip der Erhaltung der Energie in d. elem. Elektrizitätslehre“. Leipzig, Teubner, 1887.

dasselbst zur Folge; es entsteht im Sinne Faradays und Maxwells um die Kugel ein elektrisches Kraftfeld, in welchem die Arbeit der elektrischen Ladung aufgespeichert wird. Die Krafrichtung im Felde wird durch die Richtung der Ätherverschiebung bestimmt. Sie ist bei kugelförmigen Conductoren radial, und somit verlaufen auch die elektrischen Kraftlinien von der Oberfläche aus normal und in geraden Linien.

Der Unterschied der Faraday-Maxwell'schen Auffassung und der Hypothese der fernwirkenden Fluida ist hiemit anschaulich gemacht: Nach der Hypothese der elektrischen Fluida hat die elektrische Kraft in der elektrischen Masse der Oberfläche ihren Sitz und wirkt unvermittelt in die Ferne; nach der Faraday-Maxwell'schen Theorie ist das den Conductor umgebende Medium der Träger der elektrischen Energie, es besteht ein Kraftfeld, das die elektrischen Wirkungen ausübt. Die bei der Erzeugung des Kraftfeldes erfolgte Verschiebung repräsentiert einen Ladungsstrom, welcher bei der Entladung des Conductors wieder rückgängig gemacht wird. Ein solcher Strom besteht nach der anderen Hypothese nicht.

Es lässt sich nun leicht die Ladungsarbeit, die zur schichtenweisen Verschiebung des Äthers erforderlich ist, berechnen und zeigen, dass der Wert derselben mit der nach der Potentialtheorie ermittelten Energie einer elektrischen Kugel übereinstimmt.

Der Halbmesser der Kugel sei  $r$ , die sehr kleine Dicke der zugeführten Ätherschichte sei  $\sigma_0$ , die Ätherdichte  $\delta$ . Die Äthermasse in dieser Schichte ist die Elektrizitätsmenge  $e$ , mit welcher die Kugel geladen ist; somit besteht die Gleichung

$$e = 4 r^2 \pi \cdot \sigma_0 \cdot \delta \quad (9)$$

Diese Ladung verdrängt den umliegenden Äther, so dass jede mit der Kugel concentrische Schichte desselben um den gleichen Raum nach auswärts verschoben wird. Eine kugelförmige Schichte vom Halbmesser  $R$  wird also um den gleichen Raum, den die Ladung einnimmt, verschoben; ist die Verschiebung in der Entfernung  $R$  gleich  $\sigma$ , dann ist:

$$4 R^2 \pi \cdot \sigma = 4 r^2 \pi \cdot \sigma_0$$

und daraus

$$\sigma = \frac{r^2}{R^2} \cdot \sigma_0 \quad (10)$$

Auf den Zustand des Kraftfeldes sind die Maxwell'schen Gleichungen in der Form (8) und (8') zu beziehen; sie reichen aber zu besonderen Berechnungen nicht aus.

Es bestehen keine magnetischen Kräfte, daher sich die Gleichungen auf die elektrische Verschiebungskraft beschränken. Für diese setzen wir nach unserer Grundannahme (Gl. 5)

$$p = \kappa \cdot \mu \cdot \sigma.$$

Hierin ist die Masse der verschobenen Schichte

$$\mu = 4 \cdot R^2 \pi \cdot \delta \cdot dR.$$

Die Verschiebungsarbeit einer Schichte, berechnet aus der mittleren Kraft  $p/2$ , ist:

$$dW = \frac{1}{2} p \cdot \sigma = \frac{1}{2} \kappa \cdot 4 \pi \cdot r^4 \cdot \delta \cdot \sigma_0^2 \cdot \frac{dR}{R^2}$$

oder

$$dW = \frac{\kappa}{8 \pi \delta} \cdot e^2 \cdot \frac{dR}{R^2} \quad (11)$$

Darnach erhält man für die Arbeit im ganzen Kraftfelde:

$$W = \frac{\kappa}{8 \pi \delta} \cdot e^2 \cdot \int_r^{\infty} \frac{dR}{R^2} = \frac{\kappa}{4 \pi \delta} \cdot \frac{e^2}{2r}.$$

Die Constante  $\kappa/4\pi \cdot \delta$  ist von der Natur des Mittelst im Kraftfelde abhängig; wie aus der Ladung eines Condensators noch genauer hervorgehen wird, stimmt sie mit der sogenannten Dielektricitätsconstanten des Mittelst überein. Wählen wir die Elektrizitätseinheit so, dass die Dielektricitätsconstante für die Luft = 1, also  $\kappa/\delta = 4\pi$  ist, dann erhalten wir für die Ladungsarbeit in der Luft:

$$W = \frac{e^2}{2r} \quad (12)$$

und für das Potential den Arbeitswert der Elektrizitätseinheit:

$$V = \frac{dW}{de} = \frac{e}{r} \quad (12')$$

Beide Werte stimmen mit den Energiewerten, welche mittelst des Coulomb'schen Gesetzes berechnet werden, vollkommen überein.

6. Elektrische Dichte. Theorem von Coulomb. Wenn die Ätherschichte, welche die elektrische Ladung reprä-

sentiert, auf einem Oberflächenelemente irgend eines leitenden Körpers die Dicke  $\sigma$  hat, so ist die Äthermenge über der Flächeneinheit  $\sigma \cdot \delta = \varepsilon$  die elektrische Dichte.

Massentheilchen  $\mu$  auf der oberen Seite der Schichte haben die Verschiebung  $\sigma$  erfahren und die daselbst wirkende Kraft ist:

$$p = \kappa \mu \sigma = \frac{\kappa}{\delta} \cdot \mu \cdot \varepsilon.$$

Ziehen wir die Masseneinheit  $\mu = 1$  in Betracht und setzen den in der Luft giltigen Wert  $\kappa/\delta = 4\pi$ , so wird:

$$p = 4\pi \cdot \varepsilon.$$

Fassen wir  $p$  als den Unterschied der zu beiden Seiten der Ladungsschichte wirkenden Kräfte auf, so gibt die Gleichung das Theorem von Coulomb. Der Satz kann hier wie nach jeder anderen Theorie benützt werden, um nachzuweisen, dass im Innern eines Conductors keine Elektrizität vorhanden ist. Er lehrt insbesondere im Sinne der Verschiebungstheorie, dass im Innern guter Leiter keine Ätherverschiebung bestehen kann, wenn Gleichgewicht herrschen soll.

Der elektrostatische Druck ist der Druck der Oberflächenschichte auf die Flächeneinheit. Um denselben zu erhalten, nehmen wir für  $p$  die elastische Kraft in der Mitte der Schichte und setzen für  $\mu = 1 \cdot \sigma \cdot \delta$ ; damit wird

$$p = \frac{1}{2} \kappa (1 \cdot \sigma \cdot \delta) \sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{\kappa}{\delta} (\sigma \cdot \delta)^2$$

und für Luft:

$$p = 2\pi \cdot \varepsilon^2.$$

Das ist der für den elektrostatischen Druck giltige Ausdruck.

7. Elektrisches Gleichgewicht. Als eine Anwendung der Ladungsenergie eines Kugelconductors soll die Vertheilung der Elektrizität auf zwei Kugeln, welche durch einen sehr dünnen und langen Draht miteinander verbunden sind, berechnet werden. Jede Kugel liege außerhalb des Kraftfeldes der anderen; dann sind die Ladungsarbeiten:

$$W_1 = \frac{e_1^2}{2r_1}, \quad W_2 = \frac{e_2^2}{2r_2}.$$

Gleichgewicht herrscht, wenn bei einer virtuellen Verschiebung einer verschwindend kleinen Elektrizitätsmenge keine

Arbeit geleistet wird. Geht die Elektrizität  $de$  von einer Kugel zur anderen über, so ist die Summe der Arbeitsänderungen oder die Arbeitsleistung:

$$\left( \frac{dW_1}{de_1} - \frac{dW_2}{de_2} \right) de = \left( \frac{e_1}{r_1} - \frac{e_2}{r_2} \right) de.$$

Dieselbe wird gleich Null, wenn

$$\frac{e_1}{r_1} = \frac{e_2}{r_2},$$

d. h. es herrscht Gleichgewicht, wenn die Potentiale auf den beiden, verbundenen Kugeln einander gleich sind.

Die Verallgemeinerung des Satzes für beliebige Flächen ist sofort ersichtlich.

8. Elektrische Influenz. Bringt man einen gut leitenden Körper in die Nähe eines elektrischen Körpers, also in ein elektrisches Feld, so wird er durch Influenz an der dem elektrischen Körper zugewandten Seite ungleichartig und an der abgewandten Seite gleichnamig elektrisch.

Nach der dualistischen Hypothese wird die Erscheinung durch Anziehung der im genäherten Leiter befindlichen ungleichnamigen und durch Abstößung der in gleicher Menge vorhandenen gleichnamigen Elektrizität erklärt.

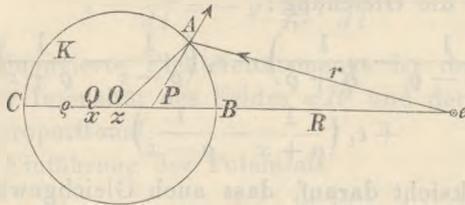
Nach der Äthertheorie setzen wir für die positive Elektrizität den Äther des Leiters und denken ihn entsprechend verschoben. Behufs genauerer Erklärung betrachten wir die Oberflächenschichte des Leiters als einen Bestandtheil des Kraftfeldes und denken die einzelnen Elemente in der Richtung der von dem genäherten, positiv elektrischen Körper ausgehenden Kraftlinien verschoben. Die Verschiebung erfolgt auf der dem elektrischen Körper zugewandten Seite der Oberfläche nach einwärts und auf der entgegengesetzten Seite nach auswärts. Wegen der guten Leitungsfähigkeit der Kugel können im Innern derselben keine Verschiebungen bestehen, die gegen das Innere gedrängte Ätherschichte wird sich daher längs der Oberfläche auf die abgewandte Seite begeben und dort eine positive Ladung darstellen; dagegen wird die zugewandte Seite negativ elektrisch erscheinen. Wenn die Ätherdichte constant angenommen wird, so folgt ohneweiters, dass positive und negative Influenzelektrizität in gleicher Menge entstehen.

Nach der angegebenen Verschiebung wird aber auf der Leiteroberfläche kein Gleichgewicht bestehen, da die Verschiebungskräfte auf der dem elektrischen Körper näheren (—) Seite stärker sind als auf der entfernteren (+) Seite. Zuzufolge der Leitungsfähigkeit finden noch weitere Verschiebungen statt, bis der elektrostatische Druck überall zur Oberfläche normal steht, also bis das Potential im ganzen Körper constant ist.

Der Vorgang ist für die Elektrizitätserregung nach der Theorie der Ätherverschiebung von fundamentaler Bedeutung; es soll deshalb noch nachgewiesen werden, dass derselbe zu den bekannten Gesetzen der Influenzelektricität führt.

Wir betrachten eine Kugel  $K$  im elektrischen Felde eines Punktes oder einer anderen, sehr kleinen Kugel mit der Ladung  $e$  (Fig. 3). Der Abstand des Kugelmittelpunktes  $O$  von  $e$  sei  $R$ ,

Fig. 3.



der Kugelhalbmesser  $\varphi$ , der Mittelpunkt der negativen Influenzelektricität ( $-e_1$ ), in dem man sich ( $-e_1$ ) vereint denken kann, sei  $P$ , und dessen Entfernung von  $O$  sei  $OP = z$ , der Mittelpunkt der positiven Influenzelektricität ( $+e_1$ ) sei  $Q$  und  $OQ = x$ .

Nun sollen  $e_1$ ,  $x$  und  $z$  bestimmt werden. Die dazu nöthigen drei Bedingungsgleichungen erhält man aus drei bekannten Gleichgewichtsbedingungen: Auf  $K$  herrscht elektrisches Gleichgewicht unter dem Einflusse von  $e$ ,  $+e_1$  und  $-e_1$ ; es kann auch  $+e_1$  abgeleitet werden und es herrscht wieder Gleichgewicht; im letzteren Fall besteht auch Gleichgewicht zwischen  $K$  und der Erde.

Behufs Aufstellung der bezüglichlichen Gleichungen berechnen wir vorerst die Arbeit, welche geleistet wird, wenn überhaupt eine Äthermasse im elektrischen Felde verschoben wird. Wir benützen hiezu die Elektrizität  $e$  und eine Äthermasse in  $A$ . Die Verschiebung in  $A$  ist nach Gl. (9) und (10)

$$\sigma = \frac{e}{4\pi\delta \cdot r^2}$$

und die elastische Kraft auf die Masseneinheit:

$$\frac{x}{4\pi\delta} \cdot \frac{e}{r^2} \quad \text{oder in der Luft} \quad \frac{e}{r^2}.$$

Die Verschiebungsarbeit bei der Änderung der Entfernung ist:

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{e}{r^2} \cdot dr = e \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (13)$$

Den Ausdruck wenden wir auf jede von den Elektrizitäten  $e$ ,  $+e_1$  und  $-e_1$  ausgehende Kraft an und bestimmen damit die Arbeiten der Kräfte während der Bewegung der Äthermenge  $A$  längs des Halbkreises  $BC$ . Im Gleichgewichtszustande muss die Summe der drei Arbeiten gleich Null sein; daher besteht die Gleichung:

$$e \left( \frac{1}{R-\varrho} - \frac{1}{R+\varrho} \right) - e_1 \left( \frac{1}{\varrho-z} - \frac{1}{\varrho+z} \right) + e_1 \left( \frac{1}{\varrho+x} - \frac{1}{\varrho-x} \right) = 0.$$

Mit Rücksicht darauf, dass auch Gleichgewicht herrscht, wenn  $+e_1$  abgeleitet wird, lässt sich die Gleichung in zwei Gleichungen zerlegen, von welchen eine die beiden ersten Glieder, die andere das letzte Glied der vorstehenden Gleichung zu enthalten hat. Aus der Gleichung für das letzte Glied folgt dann unmittelbar:

$$x = 0,$$

d. h. der Mittelpunkt der positiven Influenzelektricität befindet sich im Kugelmittelpunkt; die Elektrizität  $+e_1$  verbreitet sich daher gleichmäßig über die ganze Kugeloberfläche.

Setzen wir die Summe der beiden ersten Glieder vorstehender Gleichung gleich Null, so folgt die weitere Bedingung:

$$\frac{e\varrho}{R^2 - \varrho^2} = \frac{e_1 r}{\varrho^2 - z^2}.$$

Die Gleichung gilt, wenn die Kugel  $K$  mit der Erde in leitender Verbindung steht; dann muss auch bei Überführung einer Elektrizitätseinheit von der Kugel, z. B. vom Punkte  $B$  längs des Leitungsdrahtes zur Erde die Arbeitsleistung gleich

Null sein. Die Elektrizitätseinheit wird diesfalls unter Einwirkung von  $e$  und  $(-e_1)$  von  $B$  ins Unendliche fortgeführt und nach dem Arbeitsgesetze (Gl. 13) besteht die Gleichung:

$$\frac{e}{R - \varrho} - \frac{e_1}{\varrho - z} = 0.$$

Aus den zwei letzten Gleichungen folgen die gesuchten Werte:

$$z = \frac{\varrho^2}{R} \quad \text{und} \quad e_1 = \frac{\varrho}{R} \cdot e.$$

Das Vorzeichen der unableitbaren Influenzelektrizität erster Art ergibt sich auch durch Rechnung aus den Gleichgewichtsbedingungen, welche gelten, wenn die Kugel mit der Erde in leitender Verbindung steht.

Bei Bewegung der Kugel  $K$  im elektrischen Felde wird in der Zeiteinheit folgende Elektrizitätsmenge entwickelt:

$$i = \frac{de_1}{dt} = -\varrho \cdot \frac{e}{R^2} \cdot \frac{dR}{dt} \quad (14)$$

d. h. die influenzierte Elektrizitätsmenge ist dem Kugelhalbmesser  $\varrho$ , der Intensität des Feldes  $e/R^2$  und der Geschwindigkeit  $dR/dt$  proportional.

Durch Einführung des Potentials

$$V = \frac{e_1}{\varrho} = \frac{e}{R}$$

erhält man die Form:

$$i = \varrho \cdot \frac{dV}{dt},$$

nach welcher  $i$  der Capacität  $\varrho$  und der Änderung des Potentials in der Zeiteinheit proportional ist. Dieses letzte Gesetz zeigt Übereinstimmung mit dem Ohm'schen Gesetze für elektrische Ströme.

Durch entsprechende Bewegung von  $K$  im elektrischen Felde kann auch ein constanter elektrischer Strom erzeugt werden:  $K$  müsste an eine Stelle des Feldes, an welcher die Influenzelektrizität zweiter Art das Potential  $V$  besäße, gebracht, dann leitend, etwa mit der Erde, verbunden und augenblicklich mit solcher Geschwindigkeit  $e$  genähert werden, dass die abgeleitete Elektrizität durch neue Influenzelektrizität fortwährend vollständig ersetzt würde. Ähnlich könnte ein Strom durch Entfernen entwickelt werden.

Die geleistete Arbeit in der Zeiteinheit wäre:

$$V \cdot i = \frac{i^2}{\rho}.$$

Ist das Raummedium ein anderes als Luft, so kommt die Constante  $\kappa/4\pi\delta$  hinzu.

Die Gleichung entspricht dem Joule'schen Gesetze.

Der Elektrizitätserregung durch Influenz dienen die Influenzmaschinen. Bei der Thätigkeit derselben wird mechanische Arbeit im elektrischen Felde in elektrische Energie umgesetzt.

Auch die übrigen Arten der Elektrizitätserregung dürften im wesentlichen durch eine Arbeit im elektrischen Felde erklärlich sein; der Unterschied scheint in den arbeitenden Kräften zu liegen; thatsächlich sind auch bei der Volta-Elektricität chemische Kräfte und bei der Thermo-Elektricität die Wärme thätig.

Schließlich sei noch auf die von W. Thomson angegebene Analogie zwischen elektrischen Kraftlinien und Lichtstrahlen hingewiesen. Es ist ersichtlich, dass auch nach der Theorie der Verschiebung die Influenz mit der Reflexion vergleichbar ist. Die von  $e$  ausgehenden Ätherverschiebungen pflanzen sich bis an die Kugelfläche  $K$  fort und werden dort, wenn die Kugel abgeleitet ist, so gerichtet, dass sie gegen den Punkt  $P$  streben;  $P$  kann daher sehr passend als das elektrische Bild von  $e$  bezeichnet werden.

Auf die Anwendung der vorstehenden Gesetze zur Erklärung der elektrischen Schirmwirkung soll nicht eingegangen werden; nur soll betont werden, dass diese Schirmwirkungen bei Blitzschutzanlagen eine viel größere Beachtung verdienen, als ihnen bisher zutheil geworden ist.

9. Kugelcondensator. Wir betrachten eine kugelförmige Leydener Flasche, bestehend aus zwei concentrischen, metallischen Hohlkugeln  $I$  und  $II$  und einem nichtleitenden Zwischenmittel, dem Dielektricum. Durch Ladung der Metallfläche  $I$  entsteht im Dielektricum ein elektrisches Feld und die Kugelfläche  $II$  wird influenziert. Der Vorgang und dessen Gesetze lassen sich leicht nach der Theorie der Ätherverschiebung darstellen.

Durch eine ladende Ätherschichte auf  $I$  wird der Äther des dielektrischen Zwischenmittels radial nach außen verschoben,

es werden elastische Kräfte geweckt und damit ein elektrisches Feld erzeugt. Die Ätherschichte an der concaven Innenseite von *II* sollte in das metallische Innere von *II* hineintreten; da aber im Metall wegen der guten Leitungsfähigkeit keine Verschiebung bestehen kann, so muss die betreffende Ätherschichte, etwa durch eine Öffnung der Fläche *II*, sich an die äußere, convexe Oberfläche begeben und dort als Influenzelektricität zweiter Art ausbreiten. Die innere Fläche von *II* erscheint wegen des Verlustes der Ätherschichte negativ elektrisch; die äußere Fläche ist positiv geladen. Dass die Mengen der beiden Influenzelektricitäten der Ladung auf *I* gleichkommen, folgt unmittelbar, wenn die Ätherdichte constant ist.

Die Influenzelektricität zweiter Art auf *II* veranlasst eine Verschiebung des Äthers und daher eine Ausbreitung des elektrischen Kraftfeldes im Raume außerhalb des Condensators; wird aber diese Elektricität zur Erde geleitet, so verschwindet auch das elektrische Feld. Die Ladungsarbeit beschränkt sich dann lediglich auf die Verschiebungsarbeit im Dielectricum des Condensators. Zur Berechnung derselben benützen wir die Arbeit der Verschiebung einer kugelförmigen Ätherschichte nach den Gleichungen (9, 10, 11); danach ist:

$$dW = \frac{1}{2} p \sigma = \frac{1}{2} \kappa \mu \sigma^2 = \frac{\kappa}{8\pi\delta} \cdot e^2 \cdot \frac{dR}{R^2},$$

und die Ladungsarbeit:

$$W = \frac{\kappa}{8\pi\delta} \cdot e^2 \int_{r_1}^{r_2} \frac{dR}{R^2} = \frac{\kappa}{8\pi\delta} \cdot e^2 \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right).$$

Hierin bedeuten  $r_1$  und  $r_2$  die Radien der Kugelflächen *I* und *II*. Ist der Unterschied  $r_2 - r_1 = \Delta$  gegenüber den Radien nur klein, so kann man auch schreiben:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{\kappa}{4\pi\delta} \cdot e^2 \cdot \frac{\Delta}{r^2}.$$

Dieser Wert für die Energie stimmt mit dem der Potentialtheorie vollständig überein. Derselbe kann als Verschiebungsarbeit sofort angeschrieben werden, wenn die Dicke der zu verschiebenden Ätherschichte nur gering ist.

Die Bedeutung der Constanten  $\kappa/4\pi\delta$  folgt aus der Verstärkungszahl, welche wir aus dem Potentiale gewinnen. Das

Potential auf  $I$ , d. i. die Energie pro Elektrizitätseinheit, ist:

$$V = \frac{dW}{de} = \frac{\kappa}{4\pi\delta} \cdot e \cdot \frac{A}{r^2}.$$

Ein einfacher Kugelconductor mit dem Halbmesser  $r$  und dem Potentiale  $V$  hat die Elektrizität  $e_1$  und in der Luft gilt:

$$V = \frac{e_1}{r}.$$

Aus der Gleichheit der beiden Potentialwerte folgt die Verstärkungszahl:

$$\frac{e}{e_1} = \frac{4\pi\delta}{\kappa} \cdot \frac{r}{A} \quad (15)$$

Dieselbe hängt von dem Halbmesser des Condensators, der Dicke der Zwischenschichte und von der Natur des Dielektricum ab. Die Constante  $4\pi\delta/\kappa$  gibt an, wie oftmal die Verstärkungszahl des betreffenden Dielektricum größer ist als jene der Luft; sie stimmt also völlig mit der sogenannten Dielektricitätsconstanten überein.

10. Beziehung zur Optik. Die Dielektricitätsconstante steht mit dem optischen Brechungsexponenten in enger Beziehung.

Das Verhältniß der Dielektricitätsconstanten zweier Medien ist bestimmt durch das Verhältniß der betreffenden Quotienten  $\delta/\kappa$ ; das Verhältniß der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichtes in den Medien ist gegeben durch das Verhältniß der Quadratwurzeln aus  $\kappa/\delta$ . Das umgekehrte letzte Verhältniß gibt den optischen Brechungsexponenten.

Legt man die betreffenden Werte in der Luft oder im freien Äther als Maße zugrunde, so muss die Dielektricitätsconstante mit dem Quadrate des Brechungsexponenten übereinstimmen, wenn dasselbe Mittel Träger der optischen und elektrischen Erscheinungen sein soll. Thatsächlich wurde von Boltzmann, Gordon, Lecher u. a. diese Übereinstimmung experimentell nachgewiesen.

Einige Werte für den Brechungsexponenten  $n$  und die Quadratwurzel aus der Dielektricitätsconstanten  $D$  nach Tschelgljew sind:

	$n \infty$	$\sqrt{D}$
Glas .....	1·538	1·503
Benzol .....	1·476	1·473
Wasser .....	1·323	1·320
Äthylalkohol.....	1·353	1·273
Amylalkohol.....	1·397	1·487

11. Elektrischer Strom. Gesetze von Ohm und Joule. — Bisher wurde nur der Zustand eines elektrischen Feldes in isolierenden Medien betrachtet. Die Herstellung des Zwangszustandes geschah durch eine schichtenweise Ätherverschiebung, einen sogenannten Verschiebungsstrom. Die Verschiebung wurde als solange dauernd angenommen, bis eine Entladung des Conductors erfolgte, durch dessen Elektrisierung das Kraftfeld hervorgerufen worden war.

Im Gegensatze hiezu steht das Verhalten der guten Elektrizitätsleiter; erfahrungsgemäß und nach der Theorie kann im elektrischen Gleichgewichtszustande im Innern derselben kein Kraftfeld bestehen. Bei fortwährender Zuführung von Elektrizität durch eine Elektrizitätsquelle entsteht eine elektrische Strömung, die den Namen Leitungsstrom führt.

Vom Standpunkte der Äthertheorie ist jeder elektrische Strom ein Ätherstrom. Der Unterschied zwischen Verschiebungsstrom und Leitungsstrom ist darin begründet, dass die Ätherbewegung bei dem ersteren im Isolator beschränkt, jede Ätherschichte an bestimmte Atome des Körpers gebunden ist, bei dem letzteren aber Ätherbewegung von Theilchen zu Theilchen des Leiters stattfinden kann.

Zur Beschreibung des elektrischen Leitungsstromes, der kurzweg als Strom bezeichnet werden soll, können die Maxwell'schen Gleichungen benützt werden. Dieselben lassen aber zwischen zwei Möglichkeiten die Wahl offen: Nach Gleichung (8) kann die elektrische Kraft entweder nur von den durch  $M$  und  $N$  bestimmten Drehbewegungen herrühren, während die elektrische Polarisation und  $dX$  gleich Null sind; oder es kann die Polarisation die Ursache der elektrischen Kraft sein und ein gewisser Zwangszustand durch gleichmäßigen Zu- und Abfluss von Äther erhalten werden.

Mit Rücksicht darauf, dass auch jeder gute Leiter dem elektrischen Strome einen gewissen Widerstand entgegensetzt und weil es der Verschiebungstheorie gut entspricht, nehmen wir auch während eines elektrischen Stromes im Leitungsdrahte eine Polarisation oder ein Kraftfeld an. Der Polarisationszustand kann durch eine Influenz von Theilchen zu Theilchen im Metall erklärt werden. Der Äther gewinnt während seiner fortschreitenden Bewegung von einem Metalltheilchen zum anderen durch Einwirkung der Kraft des Feldes an lebendiger Kraft; er fügt

dieselbe aber der Energie der rotierenden Bewegung der nächsten Theilchen hinzu, indem er sich dieser Bewegung selbst anschließt und die Wärme vermehrt.

Zur Berechnung der Stromstärke und des Wärmewertes stützen wir uns auf die Grundgleichung

$$\mu X = k\mu\xi$$

und ermitteln die Verschiebungsarbeit  $\frac{1}{2} \cdot \mu X \xi$ .

Wir benützen als Stromleiter einen Metalldraht, der die Richtung der X-Achse und den Querschnitt  $q$  hat. An irgend einer Stelle sei die Polarisation oder die Verschiebung  $\xi$ ; dann ist die Ätherschichte von der Dicke  $\xi$  als elektrische Ladung  $e$  zu betrachten, für welche die Gleichung gilt:

$$e = q \cdot \xi \cdot \delta.$$

Setzen wir noch  $\mu = q \cdot dx \cdot \delta$ , so wird die Verschiebungsarbeit:

$$\frac{1}{2} \mu X \cdot \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{k}{\delta \cdot q} \cdot e^2 \cdot dx.$$

Die Arbeit für die Elektrizitätseinheit ist das Potential oder die elektromotorische Kraft in dem betreffenden Leiterelemente; wir erhalten dafür durch Differentiieren:

$$dV = \frac{k}{\delta \cdot q} \cdot dx \cdot e \quad (16)$$

Bleibt der betrachtete Zustand constant, so wird jedesmal diese Arbeit geleistet, wenn die Elektrizitätseinheit den Querschnitt verlässt. Wir können uns denken, dass ein solches Verhältnis wirklich stattfindet, indem stets ebensoviel Elektrizität zu- als abfließt.

Setzt man für  $e = i \cdot \tau$ , wobei  $i$  die Stromstärke und  $\tau$  die Zeit, in welcher die Verschiebung  $\xi$  vollbracht wird, bedeuten, so wird:

$$dV = \frac{k \cdot \tau}{\delta \cdot q} dx \cdot i$$

und danach:

$$V = \int_0^l \frac{k\tau}{\delta \cdot q} \cdot dx \cdot i = \frac{k \cdot \tau}{\delta \cdot q} \cdot l \cdot i \quad (17)$$

Dies ist genau die Form des Ohm'schen Gesetzes.

Der Factor

$$\frac{k \cdot \tau}{\delta} \cdot \frac{l}{q} = w$$

gibt den Leitungswiderstand des Drahtes an.

Durch Multiplication des Ohm'schen Gesetzes mit  $i$  folgt sofort die in Wärme umgesetzte Arbeit pro Zeiteinheit oder das Joule'sche Gesetz.

12. Elektrizitätserregung. Nach der Theorie der Ätherverschiebung ist die Elektrizitätserregung durch Influenz sehr anschaulich. Wir benützen deshalb die Influenz auch zur Erklärung der übrigen Erregungsarten und versuchen zu zeigen, dass bei diesen wie bei jener die elektrische Energie durch Arbeitsleistung im elektrischen Felde geliefert wird.

Berührungselektricität entsteht erfahrungsgemäß bei Berührung zweier physikalisch oder chemisch verschiedenen Körper. Wir können den Process durch die Verschiebungstheorie erklären, wenn wir vorerst die anerkannte Annahme machen, dass jede Körpermasse durch die Energie ihres Kraftfeldes oder durch ein besonderes Potential charakterisiert ist; das betreffende Kraftfeld können wir durch eine Ätherverschiebung rings um die Masse erzeugt denken.

Bei Berührung zweier verschiedenartiger Körper wird alsdann in der Berührungsschichte durch die Resultierende der Ätherdrücke beider Körper eine Verschiebung eintreten, welche eine elektrische Polarisatıon repräsentiert. Damit ist auch ein elektrisches Kraftfeld gebildet, in welchem durch Molecularbewegungen Elektrizität entwickelt werden kann.

Sehr einfach gestaltet sich nun die Anwendung der chemischen Theorie zur Erklärung der Elektrizitätserregung. Befinden sich nämlich im Kraftfelde Molecüle, welche infolge der Polarisatıon, eventuell ihrer natürlichen Elektrizitätsvertheilung entsprechend, gerichtet und zerlegt werden, so treten alsdann reine Influenzwirkungen auf, wenn die beiden entgegengesetzt elektrischen Bestandtheile der Molecüle sich nach entgegengesetzten Seiten der Berührungsschichte hin bewegen.

Bei den Volta-Elementen ist dieselbe Erklärungsweise als Theorie von Schönbein und G. Wiedemann bereits allgemein angenommen; nur die Erzeugung des Kraftfeldes durch Ätherverschiebung gehört speciell der Äthertheorie an. Wir können z. B. bei einem Zink-Salzsäure-Kupferelemente ohneweiters annehmen, dass der Äther in der Flüssigkeit durch die Resultierende der Ätherdrücke der drei Körper verschoben und die Flüssigkeit zwischen den Metallen in ein elektrisches Feld verwandelt wird. Die Folgen davon sind die bekannten Vorgänge: Es tritt eine

Drehung und schließlich Zerlegung der Salzsäuremolecüle ein; die negativ elektrischen Chloratome neben der Zinkplatte bewegen sich zu dieser und machen sie durch Influenz elektrisch; die negative Influenzelektricität zweiter Art kommt im Strome zum Ausgleich, während sich die entgegengesetzt geladenen Chlor- und Zinkatome verbinden und neutralisieren. Die positiven Wasserstoffatome entladen sich an der Kupferplatte; sie liefern durch Influenz die positive Elektricität für den Strom. Der elektrische Strom in der Flüssigkeit beruht auf der Wanderung der Ionen.

Nach der Hypothese, dass die Ätherwirbel die Kraft im Felde äußern und dass die Form derselben die Polarisation bedingt, sind die chemischen Molecüle als Wirbel zu betrachten, und zwar entweder jedes Molecül als ein einziger Wirbel oder als ein aus Elementarwirbeln zusammengesetzter Wirbel. In jedem Falle kann die Zerlegung des Molecüls durch eine Formveränderung desselben infolge der Polarisation erklärt werden. Übereinstimmend mit Secchi würde der Bestandtheil mit kleinerer Ätherhülle das negative, der Bestandtheil mit größerer Ätherhülle das positive Atom repräsentieren.

Auch bei Erregung der Thermoelektricität lässt sich im wesentlichen ein gleicher Vorgang denken. An der LÖthstelle eines Wismutstückes mit einem Antimonstabe wird die Berührungsschicht durch Ätherverschiebung polarisiert und die Theilchen der Legierung übernehmen die Rolle der Flüssigkeitsmolecüle eines Volta-Elementes. Die positiven Wismutatome der Legierung bewegen sich gegen das Antimon und machen es durch Influenz elektrisch; die positive Influenzelektricität bildet den Strom, während die Influenzelektricität erster Art durch die Elektricität des Wismuts unter Bildung neuer Legierung neutralisiert wird. Die entgegengesetzte Elektrisierung des Wismutstückes findet durch die Bewegung der Antimonatome statt. Die nothwendige Zersetzungsarbeit wird durch die Wärme geliefert.

Wird ein elektrischer Strom von einer anderen Elektricitätsquelle durch die Metalle, und zwar an der Contactstelle in der Richtung vom Wismut zum Antimon geführt, so wird der eben angegebene Process durch die Wärme der Berührungsschicht geleistet und es tritt Abkühlung ein. Die umgekehrte Stromrichtung hat eine Verbindung der Antimon- und Wismutatome mit den gleichnamigen Metallen, die Zerlegung der Legierung

und somit Wärmeentwicklung zur Folge. Dies sind die Peltier-  
schen Phänomene.

Beim vollständigen Thermoelemente findet an jeder der  
beiden Löthstellen Elektrizitätsentwicklung statt. Es treten zwei  
einander entgegengesetzte Ströme auf, von denen — innerhalb  
gewisser Temperaturgrenzen — der an der wärmeren Stelle  
entwickelte stärker ist und daher als eigentlicher Strom des  
Thermoelementes zum Vorschein kommt. Auch diese Erscheinung  
lässt sich nach der Theorie der Ätherverschiebung begründen.  
Das Potential an einer Löthstelle ist gegeben durch die  
Verschiebungsarbeit pro Elektrizitätseinheit (Gl. 16); ist  $H_1$  das  
Potential und  $\Delta$  die Schichtendicke, so hat man:

$$H_1 = \frac{\kappa}{q \delta} \cdot \Delta \cdot e = \kappa \cdot \Delta \cdot \xi.$$

Der Wert ist leicht in Einklang zu bringen mit dem Po-  
tentiale, das dem durch Influenz zu entwickelnden Strome (Gl. 14)  
entspricht und das von der Intensität des Feldes und von der  
Geschwindigkeit abhängt. Hier ist  $\kappa \xi$  die Intensität des Feldes  
und der Weg  $\Delta$  der Theilmolecüle bei der Ladung der Be-  
rührungsschichte lässt sich ausdrücken durch  $\Delta = u \cdot \tau$ .

Denken wir uns nun den Ätherdruck im elektrischen  
Felde durch die Fliehkraft von Wirbeln mit constanter Um-  
drehungszeit ausgeübt, so ist die Elasticitätsconstante  $\kappa$  nach  
Gl. (2') der lebendigen Kraft proportional, für welche wir die  
Temperatur  $T$  setzen. Das Potential an der betreffenden Löthstelle  
wird demnach:

$$H_1 = a \cdot T_1,$$

wobei  $a$  eine Constante des Thermoelementes ist.

Das Potential an der zweiten Löthstelle, deren absolute  
Temperatur  $T_2$  sei, ist analog

$$H_2 = a T_2.$$

Daher ist die Arbeit der Elektrizitätseinheit beim Überströmen  
von der ersten zur zweiten Löthstelle oder die elektromotorische  
Kraft

$$E = a (T_1 - T_2)$$

der Differenz der Temperaturen an beiden Löthstellen propor-  
tional.

Dieser Wert erklärt die Umkehrung des Stromes nicht,  
welche thatsächlich bei vielen Thermoelementen dann stattfindet,

wenn das Mittel der Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  über den neutralen Punkt hinausgeht. Wir gelangen zu den Ergebnissen der bezüglichen Theorien von Avenarius und Tait, wenn wir außer der betrachteten Potentialdifferenz, welche die Arbeit der Bewegung der Elektrizitätseinheit im Felde des Stromes angibt, noch die Arbeit der elektrischen Oberflächenschichten der Molecüle berücksichtigen. Die Überführung der strömenden Elektrizitätseinheit von einer Seite des Molecüles zur andern entspricht abermals einer Verschiebung, deren Arbeitswert mit der vorstehenden Form der Gl. (16) übereinstimmt. Lassen wir für die Elasticitätsconstante  $\kappa$  der betreffenden Molecülschichte im Polarisationszustande und während der Verschiebung Gl. (2'') gelten, nach welcher  $\kappa$  dem Bruche  $1/r^4$  oder auch dem Quadrate der lebendigen Kraft proportional ist, so können wir  $\kappa$  und somit auch das Potential an der betreffenden Stelle dem Quadrate der absoluten Temperatur  $T$  proportional, also  $V = \frac{1}{2} b T^2$  setzen. Beim Übergange der Elektrizitätseinheit von einer Molecülschichte zur andern wird die Arbeit geleistet:

$$dV = b T dT.$$

Beim Durchströmen eines Metallstückes, an dessen Enden die Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  herrschen, ist die Arbeit:

$$\int_{T_2}^{T_1} b \cdot T dT = \frac{1}{2} b (T_1^2 - T_2^2).$$

Analog ergibt sich der Arbeitswert pro Elektrizitätseinheit beim Durchströmen des andern Metalles:

$$\frac{1}{2} c (T_1^2 - T_2^2).$$

Die beiden letzten Arbeitswerte sind dem obigen Ausdrucke für die elektromotorische Kraft  $E$  hinzuzufügen; daher wird  $E$ , auf den ganzen Stromkreis bezogen:

$$E = a(T_1 - T_2) + \frac{1}{2} (b - c) (T_1^2 - T_2^2)$$

oder

$$E = (c - b) (T_1 - T_2) \left[ \frac{a}{c - b} - \frac{T_1 + T_2}{2} \right].$$

Die Größe  $a/c - b$  als Temperatur heißt der neutrale Punkt. Je nachdem dieser größer oder kleiner als das arithmetische Mittel der Temperaturen beider Löthstellen ist, ist auch die elektromotorische Kraft positiv oder negativ; im letzteren Falle findet eine Umkehrung des Stromes statt.

Schließlich sei noch bemerkt, dass auch die Theorie der Thermoelektricität von Kohlrausch im Sinne der Äthertheorie ungezwungen gedeutet werden kann.

### III.

#### Fernwirkungsgesetze.

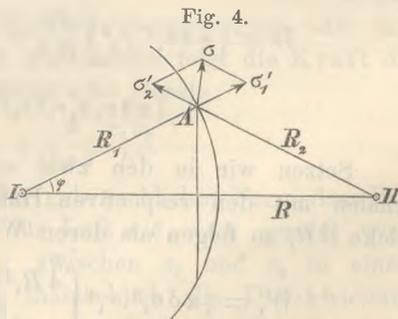
13. Coulombs Gesetz. Ebenso wie im Vorhergehenden für einen elektrischen Körper führt die Theorie der Verschiebung auch für zwei elektrische Körper zu Gesetzen, welche durch Experimente erwiesen sind. Wir wollen diesbezüglich nur auf den Verlauf der Kraftlinien hinweisen und Coulombs Gesetz ableiten.

Wir betrachten zwei kugelförmige Körperchen *I* und *II*, welche mit den positiven Elektricitäten  $e_1$  und  $e_2$  geladen seien. Von jedem Körperchen gehen Ätherverschiebungen aus, die sich schichtenweise ringsum im Raume fortpflanzen und ein Kraftfeld erzeugen. Jeder Punkt *A* des Kraftfeldes wird daher sowohl in der Richtung *IA* als auch in der Richtung *IIA* verschoben und beide Verschiebungen setzen sich zu einer Resultierenden zusammen. Die Verschiebungsarbeit im ganzen Felde ist die potentielle Energie beider Elektricitäten. Der Theil derselben, welcher von beiden Elektricitäten gleichzeitig abhängt, ist die Energie der Wechselwirkung, aus der das Coulomb'sche Gesetz leicht folgt.

Zur Berechnung der betreffenden Werte müssen wir die Beziehungen zwischen Verschiebung, Kraft und Arbeit aufstellen.

Haben die die Elektricitäten  $e_1$  und  $e_2$  repräsentierenden Ätherschichten auf den kleinen Kugelflächen *I*, *II* (Fig. 4) beziehungsweise die Dicken  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  und sind die Kugelradien  $r_1$  und  $r_2$ , so gilt nach Gl. (9) für die Elektricitäten

$$e_1 = 4r_1^2\pi \cdot \sigma_1 \cdot \delta \quad \text{und} \quad e_2 = 4r_2^2\pi \cdot \sigma_2 \cdot \delta.$$



Ein Äthertheilchen  $A$  im Felde erleidet von  $I$  (nach Gl. 10) die Verschiebung

$$\sigma_1' = \sigma_1 \frac{r_1^2}{R_1^2}$$

und von  $II$  die Verschiebung

$$\sigma_2' = \sigma_2 \frac{r_2^2}{R_2^2}$$

Beide Verschiebungen setzen sich zu einer Resultierenden  $\sigma$  zusammen, und diese gibt zugleich ein Element der Kraftlinie, welche durch den Punkt  $A$  geht. Darauf normal steht ein Element der Niveaufläche.

Die geweckte elastische Kraft ist

$$p = \kappa \mu \sigma = \kappa \delta \cdot \sigma \cdot dv,$$

wobei  $dv$  ein Volumelement bezeichnet.

Die geleistete Arbeit von  $p$  ist

$$dW = \frac{1}{2} p \sigma = \frac{1}{2} \kappa \delta \sigma^2 \cdot dv.$$

Wenn man  $\sigma$  aus dem Bewegungsparallelogramm (Fig. 4) berechnet und dafür die Seitenverschiebungen einführt, so wird das Arbeitselement:

$$dW = \frac{1}{2} \kappa \delta (\sigma_1'^2 + \sigma_2'^2 + 2 \sigma_1' \sigma_2' \cos A) \cdot dv.$$

Durch Einsetzen der angegebenen Werte für  $\sigma_1'$  und  $\sigma_2'$  und Summierung über den unendlichen Raum erhält man die Arbeit

$$W = \frac{1}{2} \kappa \delta \sigma_1^2 \cdot r_1^4 \int \frac{dv}{R_1^4} + \frac{1}{2} \kappa \delta \cdot \sigma_2^2 \cdot r_2^4 \cdot \int \frac{dv}{R_2^4} + \\ + \frac{1}{2} \kappa \delta \sigma_1 \sigma_2 r_1^2 r_2^2 \cdot \int \frac{\cos A \cdot dv}{R_1^2 \cdot R_2^2}$$

Setzen wir in den zwei ersten Gliedern für  $dv$  Kugelschalen mit den respectiven Halbmessern  $R_1$  und  $R_2$  und der Dicke  $dR$ , so folgen als deren Werte unmittelbar:

$$W_1 = \frac{1}{2} \kappa \delta \sigma_1^2 \cdot r_1^4 \int_{r_1}^{\infty} \frac{4 R_1^2 \pi \cdot dR_1}{R_1^4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\kappa}{4\pi \delta} \cdot \frac{e_1^2}{r_1}$$

und

$$W_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\kappa}{4\pi \delta} \cdot \frac{e_2^2}{r_2}$$

Das sind die Ladungsenergien der einzelnen Kugeln  $I$  und  $II$ , deren Gesetz bereits in Gl. (12) aufgestellt wurde. Sie

stimmen mit den gewöhnlichen nach der Potentialtheorie erhaltenen Werten überein, wenn die Elektrizitätseinheit so gewählt wird, dass die Dielektricitätsconstante für Luft  $4\pi\delta/\kappa = 1$  ist.

Das dritte Glied der gesammten Arbeit  $W$  ist von der gleichzeitigen Anwesenheit beider Elektricitäten  $e_1$  und  $e_2$  abhängig; es gibt die Wechselwirkungsenergie an.

Zur Berechnung beziehen wir  $dv$  auf eine Kugelzone des Feldes, für welche die Wirkung von  $I$  und von  $II$  an allen Stellen denselben Wert hat, also auf eine Zone der in Figur 4 angedeuteten Kugel mit dem Halbmesser  $R_1$ , dem Basiskreise  $2R_1\pi\sin\varphi$ , der Breite  $R_1d\varphi$  und der Dicke  $dR_1$ ; es wird

$$dv = 2R_1^2\pi\sin\varphi\cdot d\varphi\cdot dR_1$$

und die Wechselwirkungsenergie

$$W_{12} = \frac{1}{2}\kappa\delta\sigma_1\sigma_2r_1^2\cdot r_2^2 \int_{\varphi=0}^{\varphi=\pi} \int_{R_1=0}^{R_1=\infty} \frac{2R_1^2\pi\sin\varphi\cdot\cos A}{R_1^2\cdot R_2^2} \cdot dR_1d\varphi.$$

Aus  $\Delta$  ( $dR_1, A, dR_2$ ) ist:  $\cos AdR_1 = dR_2$ , damit wird:

$$W_{12} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\kappa}{4\pi\delta}\cdot(4r_1^2\pi\cdot\delta\cdot\sigma_1)\cdot(4r_2^2\pi\cdot\sigma_2\cdot\delta)\cdot\frac{1}{2}\int_{\varphi=0}^{\varphi=\pi}\sin\varphi\cdot d\varphi\cdot\int_{R_1=0}^{\infty}\frac{dR_2}{R_2^2}$$

oder

$$W_{12} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\pi}{4\pi\delta}\cdot\frac{e_1e_2}{R}. \quad (18)$$

Aus diesem Werte der Wechselwirkungsenergie oder dem Potentiale beider Elektricitäten aufeinander folgt die Kraft der Wechselwirkung oder das Coulomb'sche Gesetz:

$$\frac{dW_{12}}{dR} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\kappa}{4\pi\delta}\cdot\frac{e_1e_2}{R^2}.$$

Das Gesetz stimmt mit der gebräuchlichen Form desselben völlig überein, wenn wieder für Luft  $\kappa/\delta = 4\pi$  gesetzt wird.

Bei der Wechselwirkung zwischen  $e_1$  und  $e_2$  in einem anderen Medium ist aber thatsächlich die Dielektricitätsconstante zu berücksichtigen; dies wurde zuerst von H. Helmholtz ausgesprochen und von Silow experimentell bestätigt. Es besteht daher vollkommene Übereinstimmung unseres Gesetzes mit den Versuchsergebnissen.

Das erhaltene Gesetz gibt durch das Vorzeichen auch die Richtung der Kraft: die Richtung ist negativ, d. h. es herrscht

Abstoßung, wenn beide Elektricitäten gleichnamig sind; sie wird positiv, d. h. es tritt Anziehung auf, wenn ungleichartige Elektricitäten aufeinander wirken.

Schließlich sei noch bemerkt, dass das Coulomb'sche Gesetz unmittelbar aus der Kraft der Verschiebung auf das zu bewegende Körperchen folgt; wenn wir die Verschiebungen von  $I$  ausgehend annehmen und die Verschiebungskraft auf die Äthermenge  $e_2$  in  $II$  berechnen, so erhalten wir

$$p = \kappa \mu \sigma = \kappa e_2 \cdot \sigma_1 \frac{r_1^2}{R^2} = \frac{\kappa}{4\pi\delta} \cdot \frac{e_1 e_2}{R^2}.$$

14. Newtons Gravitationsgesetz. Die Form desselben stimmt mit dem Coulomb'schen Gesetze der elektrischen Kräfte überein. Es liegt demnach nahe, die Entwicklung des letzteren Gesetzes auch für das Gravitationsgesetz geltend zu machen, also anzunehmen, dass die Wechselwirkung schwerer Massen durch Ätherverschiebungen im Kraftfelde in ähnlicher Weise zustande komme, wie jene der elektrischen Massen.

Wir haben diesfalls vorauszusetzen, dass bei der Bildung der schweren Atome eine Ätherverschiebung im Raume stattgefunden, und dass durch Weckung elastischer Kräfte ein Kraftfeld erzeugt wurde, welches die sogenannte Fernwirkung unmittelbar ausübt. Die Art und Weise der Atombildung kann dabei unbestimmt bleiben. Es kann eine Verdichtung des Äthers stattgefunden haben; es kann aber auch durch Wirbelbewegung eine Verschiebung nach auswärts erfolgt sein. Durch die erstere Annahme nähern wir uns der gebräuchlicheren Anschauung über die Atombildung, durch die letztere würden die Atome als leere Räume hingestellt, gegen die der äußere Ätherdruck besonders hinwirkte. Die absolute Untheilbarkeit gewisser Atome ist in keinem Falle nothwendig. Nur fordert der Satz von der Anziehung ponderabler Massen, dass der Zwangszustand des Gravitationsfeldes bei der Annäherung der Körper eine Milderung erfahre; und der Satz der Erhaltung der Masse verlangt, dass der Wert der Ätherverschiebung, welche bei der Bildung der Atome eingetreten ist, für jedes Atom unter allen Umständen unveränderlich erhalten bleibe; es muss also auch wohl der einem Atome zukommende Raum stets constant sein.

Die gleichzeitige Wirkung der Schwerkraft mit anderen physikalischen Kräften erfordert die Superposition mehrerer Kraft-

felder in demselben Raume. Wir werden den Äther als den gemeinschaftlichen Träger der verschiedenen Kräfte ansehen dürfen, und zwar nach dem Principe des Bewegungsparallelogrammes und gestützt auf die Eigenschaft des Äthers, die in einem Kraftfelde geleistete Arbeit in Energie seiner Theilchen zu verwandeln und sie bei der Umkehrung des Processes wieder abzugeben. Ein specieller Fall solcher Superposition liegt im vorhergehenden Abschnitte vor, in welchem der Zustand des Äthers bei Anwesenheit zweier elektrischer Körper behandelt wurde. Von diesem Gesichtspunkte erscheint auch die Schwerkraft als ein Theil des herrschenden Ätherdruckes.

Die Molecularkräfte sollen in einem besonderen Capitel behandelt werden; daselbst soll insbesondere in einigen Fällen dargethan werden, dass berechenbare Constanten der Medien des Lichtes, der Elektrizität und der Cohäsion zahlenmäßig übereinstimmen.

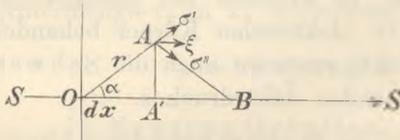
15. Ampères Regel und Biot-Savarts Gesetz. Nach der Äthertheorie wird die Einwirkung eines elektrischen Stromes auf eine Magnethadel durch den Ätherdruck im Kraftfelde erklärt. Analog wie durch eine elektrostatische Ladung wird durch einen elektrischen Strom im umgebenden Äther ein Zwangszustand, das elektromagnetische Feld, erzeugt. Befindet sich in dem Felde ein Magnetpol, so wirkt der Ätherdruck auf diesen und veranlasst ihn zur Bewegung, welche durch die Ampère'sche Regel und das Biot-Savart'sche Gesetz bestimmt wird.

Die Vorstellung über das Zustandekommen des elektromagnetischen Feldes nach der Theorie der Ätherverschiebung entspricht den Versuchen von H. Hertz und Stefan über die Fortleitung der Elektrizität. Die elektrische Kraft breitet sich zunächst von den Polen aus durch Ätherverschiebung in den Raum und längs der Oberfläche des Leitungsdrahtes aus; erst dann, wenn das Kraftfeld im Raume stationär zu werden beginnt, wird die Ätherverschiebung sich auch im Drahte geltend machen und daselbst einen Leitungsstrom veranlassen. Wenn weiterhin der Zustand des Feldes keine Veränderung erleidet, dann wird die gesammte Energie der Elektrizitätsquelle im Leitungsdrahte als Joule'sche Wärme zum Vorschein kommen. Sobald aber Arbeitsleistungen im Felde außerhalb des Drahtes erfolgen, so wird eine äquivalente Energie der Elektrizitätsquelle

dazu verbraucht. Zu solcher Arbeit gehört auch die Bewegung der Magnethadel.

Die wirkenden Kräfte im Felde eines Stromes  $SS$  ergeben sich aus den bestehenden elektrischen Verschiebungen des Feldes, die wir durch Componenten der Ätherverschiebung des Stromes entstanden denken können.

Fig. 5.



Eine Componente der Verschiebung des Stromes  $SS$  in  $O$  (Fig. 5) hätte im Raumpunkte  $A$  die Verschiebung  $\sigma'$ , die Verschiebungskomponente eines zur Senkrechten  $AA'$  symmetrisch gelegenen Punktes  $B$

hätte in  $A$  die Verschiebung  $\sigma''$  zur Folge. Je zwei solche Componenten  $\sigma'$  und  $\sigma''$  setzen sich zu einer resultierenden Verschiebung  $\xi // SS$  zusammen. Wir können übrigens auch nach J. Thomson die Verschiebung  $\xi$  dem Punkte  $A$  durch die Bewegung der Kraftlinie in der betreffenden Richtung mitgetheilt denken.

Um nun die magnetische Kraft zu bestimmen, benützen wir die Gl. (8') des Kraftfeldes, welche eine Beziehung zwischen den elektrischen Kräften  $X, Y, Z$  und den magnetischen Kräften  $L, M, N$  angibt. Der Einfachheit halber nehmen wir nur ein Stromelement  $dx$  im Ursprunge des Coordinatensystemes  $O$  an und suchen die Wirkung desselben auf eine in der  $xy$ -Ebene liegende Masseneinheit  $A$ . Die Coordinaten des Punktes  $A$  seien  $x$  und  $y$ , seine Entfernung vom Stromelemente gleich  $r$ , so dass  $r^2 = x^2 + y^2$ . Die Wirkung des Stromes  $i$  in  $A$  äußert sich durch die elektrische Verschiebung  $\xi$ . Die Annahme dieser Elementarwirkung genügt der Berechnung geschlossener Ströme. Die Verschiebungskräfte  $X$  werden vom Strome aus mit der Entfernung immer kleiner. Diese Bedingung führt zu dem gesuchten Gesetze. Setzen wir nämlich in Gl. (8')  $dY = dZ = 0$  und  $L = M = 0$ , so bleibt:

$$\frac{c}{x} \cdot \frac{dX^1}{dt} = - \frac{dN}{dy}.$$

Setzt man  $X^1$  analog der Verschiebungskraft in der Elektrostatik umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung, also proportional  $id x/r^2$ , ferner  $y = r \sin \alpha$ , so wird:

$$dN = C \cdot i \cdot dx \cdot \sin \alpha \cdot \frac{dr}{r^3}.$$

$dr/dt$  wurde als constante Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verschiebung mit der Constanten  $C$  verbunden. Daraus folgt nun:

$$N = - C \frac{i \cdot dx}{r^2} \cdot \sin \alpha.$$

$N$  ist die magnetische Kraft in der  $Z$ -Richtung; sie ist normal zu der von dem Stromelemente  $dx$  und dem magnetischen Massenpunkte  $A$  bestimmten Ebene; sie ist der Stromintensität und dem Sinus des Winkels, welchen die Verbindungsgerade  $r$  mit der Richtung  $dx$  einschließt, direct und dem Quadrate der Entfernung  $r$  umgekehrt proportional. Das gewonnene Gesetz ist demnach das Biot-Savart'sche Gesetz. Das negative Vorzeichen weist auf die Ampère'sche Schwimmregel hin.

Mit Hilfe des Elementargesetzes lässt sich die Wirkung geschlossener elektrischer Ströme durch entsprechende Summierung berechnen. So erhält man z. B. als Wirkung eines geschlossenen Kreisstromes, der um den Coordinatenmittelpunkt in der  $xy$ -Ebene liegt, auf eine in der  $Z$ -Achse befindliche magnetische Masseneinheit

$$N = \frac{2 \rho^2 \pi \cdot i}{r^3},$$

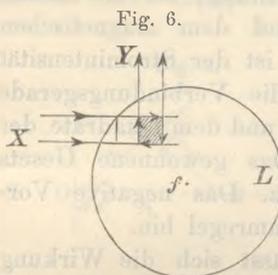
wenn  $\rho$  der Halbmesser des Stromkreises und  $r$  die Entfernung des magnetischen Punktes von der Kreislinie bedeuten und die Constante  $C = 1$  gesetzt wird.

Die Gleichung stimmt bekanntlich mit dem Wirkungsgesetze eines magnetischen Blattes von der Größe der Kreisfläche und von der Stärke  $i$  überein. Damit ist die Gleichheit der Wirkung eines Kreisstromes und eines magnetischen Blattes dargethan.

16. Inductionsströme. In einem elektromagnetischen oder magnetischen Felde befinde sich ein geschlossener Stromleiter  $L$ ; derselbe liege in der  $xy$ -Ebene. Erfahrungsgemäß kreisen in dem Leiter Inductionsströme, wenn in dem Kraftfelde Veränderungen vor sich gehen: sei es durch Annähern oder Entfernen von Hauptströmen oder Magneten, sei es durch Änderung der Stärke der das Feld erzeugenden elektrischen Ströme oder der Magnete. Bekanntlich wird die elektromotorische Kraft eines Inductionstromes durch die in der Zeiteinheit erfolgte Änderung der Anzahl der magnetischen Kraftlinien, welche die vom Strome umflossene Fläche  $f$  durchsetzen, gemessen.

Das Gesetz folgt aus der Verschiebungsarbeit der Kräfte längs des Stromleiters.

Um die Arbeit  $W$ , welche von den Kräften  $X, Y$  des Feldes geleistet wird, wenn die Einheit der Äthermasse längs des Leiters  $L$  (Fig. 6) fortbewegt wird, zu berechnen, denken wir uns die vom Leiterkreis umschlossene Fläche  $f$  in Elemente



$df = dx \cdot dy$  zerlegt und bei jedem dieser Elemente die Masseneinheit längs der vier Seiten, etwa im Sinne des Uhrzeigers, verschoben. Bei solcher Zerlegung der Fläche gehört jede Seite eines Elementes auch dem Nachbarelemente an und wird deshalb bei der angegebenen Bewegung der Masseneinheit zweimal in entgegengesetzter Richtung durchlaufen.

Die beiden auf diese Bewegungen verwendeten Arbeiten müssen sich aufheben. Bei der Summierung sämtlicher Arbeiten wird daher nur die Arbeit zur Bewegung der Masseneinheit längs der freien Außenseiten der Flächenelemente erhalten; diese ist aber der gesuchten Arbeit zur Bewegung längs des Leiters  $L$  gleich.

Die Arbeit der Bewegung der Masseneinheit längs der vier Seiten eines Flächenelementes ist:

$$dW = -Xdx + Ydy + \left(X + \frac{dX}{dy} dy\right) dx - \left(Y + \frac{dY}{dx} dx\right) dy$$

oder

$$dW = \left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right) dx \cdot dy.$$

Der Ausdruck führt mit Rücksicht auf die Maxwell'schen Gleichungen (7) zu dem Arbeitswert:

$$W = \int \mu \cdot N \cdot df = \mu \cdot N \cdot f.$$

Daraus folgt

$$\frac{dW}{dt} = \mu \cdot \frac{dN}{dt} \cdot f,$$

das angegebene Gesetz für die elektromotorische Kraft des Inductionstromes.

#### IV.

### Lichterscheinungen.

17. Die elektromagnetische Lichttheorie. Die Fortpflanzung des Lichtes im sogenannten leeren Raume, also in

einem luftleeren Raume der Erde und im unendlichen Himmelsraume, gilt als wichtiger Beweisgrund für das Vorhandensein des Weltäthers. Soll derselbe auch der Träger einer einheitlichen Naturkraft sein, so müssen die Gesetze der Lichterscheinungen den allgemeinen Bewegungsgesetzen des Äthers, welche in den Maxwell'schen Grundgleichungen des Kraftfeldes gegeben sind, entsprechen. Es ist in der That von Maxwell, Lorentz, Helmholtz, Stefan, Hertz, Volkmann, Tumlirz u. A. nachgewiesen worden, dass die Bewegungsgleichungen der Elektrizität zur Ableitung der Lichterscheinungen benützt werden können; die damit begründete Theorie heißt die elektromagnetische Lichttheorie.<sup>1)</sup> Dieselbe hat gegenüber der bisher gebräuchlichen Elasticitätstheorie Vorzüge, die ihr alsbald die allgemeine Anerkennung verschaffen werden: sie entscheidet den nach der elastischen Theorie bestehenden Zweifel, ob die Schwingungsrichtung eines durch Reflexion polarisierten Lichtstrahles nach F. Neumann in der Einfallsebene oder nach Fresnel normal dazu steht, durch die Feststellung, dass beide Schwingungsrichtungen vorhanden sind, nämlich die zu einander senkrechten Richtungen der elektrischen und magnetischen Schwingungen. Die Grundgleichungen geben ferner die Grenzbedingungen für die Reflexion und Brechung, welche nach Helmholtz mit der Elasticitätstheorie nicht im Einklange stehen. Endlich wird durch Entstehung der Leitungsströme und Entwicklung Joule'scher Wärme die Absorption und auch die Erscheinung der Farbenzerstreuung erklärt,<sup>2)</sup> für deren Entstehung die reine Elasticitätstheorie keinen Grund anzuführen hat.

Von besonderer Wichtigkeit ist, dass dieselben Gleichungen die Erscheinungen der Elektrizität, des Magnetismus, des Lichtes und der strahlenden Wärme erklären, und dass die bei den verschiedenen physikalischen Phänomenen auftretenden constanten Größen (Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Brechungsexponenten, Wurzel aus der Dielektricitätsconstanten) ziffermäßig gleich sind.

---

<sup>1)</sup> Maxwell: Lehrbuch der Elektrizität. Deutsch von Weinstein. A. Hertz: Über d. Grundgl. d. Elektrodynamik. Wied. A. 40. P. Volkmann: Vorlesungen über die Theorie des Lichtes. 1891. H. Poincare: Elektrizität u. Optik. Deutsch von Jäger u. Gumlich. O. Tumlirz: Elektromagn. Lichttheorie. 1883.

<sup>2)</sup> Koláček: Dispersionstheorie. Wied. A. 34 u. 37

Die Maxwell'schen Gleichungen (7, 8) enthalten außer den elektrischen Kräften  $X, Y, Z$  auch die magnetischen Kräfte  $L, M, N$ . In der Berücksichtigung dieser liegt ein hauptsächlichlicher Unterschied der elektromagnetischen gegenüber der elastischen Lichttheorie. Die Gleichungen ergeben leicht, dass periodisch veränderliche elektrische oder magnetische Zustände der Körper sich im Kraftfelde fortpflanzen und daselbst elektrische und magnetische Wellen erzeugen. Die Existenz solcher durch rasche Stromunterbrechungen hervorzurufenden Wellen und deren Fortpflanzung, Reflexion, Brechung und Polarisation hat Hertz durch seine berühmten Versuche (Wied. A. 1889) nachgewiesen. Die elektrischen Wellen verhalten sich demnach ebenso wie die Wellen des Lichtes und der strahlenden Wärme; der Unterschied kann nur in den Schwingungszahlen der betreffenden Wellen zu suchen sein. Die Schwingungszahlen des Lichtes liegen innerhalb der Grenzen 1 Bill. und 1000 Bill. Hertz verwendete bis 100 Mill. Schwingungen, die durch rasch aufeinanderfolgende Inductionsströme eines Rühmkorff erzeugt wurden.

Auf Grund der Versuche über schnelle elektrische Schwingungen wurde von einigen Physikern die Elektrizität überhaupt als ein Schwingungszustand des Äthers mit bestimmten Schwingungszahlen betrachtet. Die Fernwirkung müsste danach durch fortschreitende Wellen erklärt werden. Nach der Theorie der Verschiebung ist eine solche Annahme nicht nöthig; es genügt bei statischen Zuständen im Kraftfelde die behandelte einfachere Annahme, dass die Kräfte durch eine Verschiebung des Äthers, die als eine Viertelschwingung zur Erreichung einer dauernden Amplitude aufgefasst werden kann, entwickelt werden. Die Kraft selbst mag allerdings durch Wirbel geäußert werden, deren Projectionen nach gewisser Richtung hin Schwingungen darstellen.

Die Lichterscheinungen betreffend, sollen im folgenden die Gesetze der Fortpflanzung, der Reflexion, der einfachen und doppelten Brechung unter den einfachsten Annahmen abgeleitet werden.

18. Fortpflanzung des Lichtes. Wir setzen voraus, dass im Ursprunge eines Coordinatensystems periodisch veränderliche Ätherverschiebungen, also Schwingungen der Äthertheilchen stattfinden; wir nehmen die Verschiebungen  $\eta$  parallel

der  $Y$ -Achse an und betrachten deren Fortpflanzung längs der  $X$ -Achse. In diesem Fall sind in den Maxwell'schen Grundgleichungen (7 und 8') die elektrischen Verschiebungen  $\xi = \zeta = 0$ , also auch die elektrischen Kraftcomponenten  $X = Z = 0$ , ferner die magnetischen Kräfte  $L = M = 0$ ; es bleiben nur die elektrische Kraft  $Y$  und die zur  $Z$ -Achse parallele, also zu  $Y$  normale magnetische Kraft  $N$ . Die Gleichungen reducieren sich auf folgende Formen:

$$\frac{dY}{dx} = \mu N \quad \text{oder} \quad \frac{dY^1}{dx} = \mu \cdot \frac{dN}{dt}$$

und

$$\frac{c}{\kappa} \frac{dY^1}{dt} = \frac{dN}{dx}.$$

Durch Elimination folgen leicht die Gleichungen für die Schwingungen der elektrischen und magnetischen Kraft:

$$\frac{d^2 Y^1}{dt^2} = \frac{\kappa}{c\mu} \cdot \frac{d^2 Y^1}{dx^2}$$

und

$$\frac{d^2 N}{dt^2} = \frac{\kappa}{c\mu} \cdot \frac{d^2 N}{dx^2}.$$

Es kann für  $Y^1$  auch  $Y$  oder auch die elektrische Verschiebung  $\eta$  gesetzt werden und die erste Gleichung nimmt die gewöhnliche Form an, welche die Elasticitätstheorie für Transversalwellen liefert; es ergeben sich demnach auch die für diese Wellen bekannten Folgerungen. Zunächst ist ersichtlich, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Schwingungen durch den Wert  $\sqrt{\kappa/c\mu}$  bestimmt ist. Die magnetische Kraft  $N$ , welche zur  $Z$ -Achse parallel ist, folgt denselben Gesetzen; sie ist zur elektrischen Kraft  $Y$  normal und pflanzt sich mit derselben Geschwindigkeit  $\sqrt{\kappa/c\mu}$  fort. Jeder polarisierte Lichtstrahl besteht demnach aus den zu einander senkrechten elektrischen und magnetischen Schwingungen.

Bezüglich der Constanten ist zu bemerken, dass  $1/\kappa$  mit der Dielektricitätsconstanten übereinstimmt,  $\mu$  ist die Magnetisierungsconstante und  $c$  hängt nur von geometrischen Verhältnissen ab. Da in den verschiedenen Körpern  $\kappa$  verschieden ist, während  $\mu$  bei den meisten Körpern fast gleich, und zwar gleich Eins ist, so sind hauptsächlich die elektrischen Eigenschaften der Körper für ihr optisches Verhalten bestimmend.

Das gewonnene Gesetz der Lichtwellen gestattet, die Erscheinungen der geradlinigen Fortpflanzung, der Beugung und der verschiedenen Interferenzen abzuleiten.

19. Grenzbedingungen. Reflexion und Brechung. Die Grenzbedingungen, welche in der Berührungsschichte zweier verschiedener Medien *I* und *II* beim Durchgange des Lichtes in Betracht kommen, lassen sich aus den elektromagnetischen Grundgleichungen entwickeln, indem man dieselben auf ein Raumelement der Grenzschichte bezieht. Die Grenzfläche selbst sei die *xy*-Ebene. Findet in der Richtung der Grenzebene keine plötzliche Änderung der Kraft statt, so müssen an jeder Stelle dieser Ebene die elektrischen Kräfte beider Medien gleich und die magnetischen Kräfte beider Medien ebenfalls gleich sein; also muss

$$X_1 = X_2, \quad Y_1 = Y_2, \quad L_1 = L_2, \quad M_1 = M_2$$

sein.

Daraus folgen auch die Bedingungen für die Verschiebungen und die Kräfte normal zur Grenzfläche. Zur Bestimmung derselben benützen wir die Grundgl. (7' und 8) in den allgemeinen Formen:

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} = \frac{1}{c} \left( \frac{dM}{dx} - \frac{dL}{dy} \right) + (Z_1 - Z_2) c^2$$

und

$$\mu N = \frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy}.$$

Wenden wir jede Gleichung auf beide Mittel an und beachten die Gleichheit der bezüglichen Differentialquotienten in beiden Medien, so folgt:

$$\xi_1 = \xi_2 \quad \text{und} \quad \mu_1 N_1 = \mu_2 N_2,$$

d. h. in der normalen Richtung zur Trennungsebene sind nicht die Kräfte, sondern die elektrischen Polarisierungen untereinander und die magnetischen Polarisierungen untereinander gleich.

Behufs Ableitung des Reflexions- und Brechungsgesetzes wählen wir die *xz*-Ebene als Einfallsebene. In Fig. 7 sei *l*<sub>1</sub> ein einfallender, *l*'<sub>1</sub> der zugehörige reflectierte und *l*<sub>2</sub> der gebrochene Lichtstrahl. Zu den entsprechenden Strahlen normal stehen die Ebene *E*<sub>1</sub> der einfallenden Welle, die Ebene *E*'<sub>1</sub> der reflectierten Welle und die Ebene *E*<sub>2</sub> der gebrochenen Welle.

Die Größen  $l$  seien zugleich die Abstände der betreffenden Wellenebenen vom Punkte  $C$  der Grenzfläche, der Einfallswinkel sei  $\alpha_1$ , der Reflexionswinkel  $\alpha'_1$  und der Brechungswinkel  $\alpha_2$ . Die einfallende Lichtwelle sei linear polarisiert; die elektrischen Schwingungen  $\eta$  seien normal zur Einfallsebene, die magnetischen Schwingungen liegen in der Einfallsebene. Die Betrachtung der ersteren Schwingungen ist der Fresnel'schen Behandlungsweise des polarisierten Lichtes gemäß; die Folgerungen, zu denen die letzteren Schwingungen führen, entsprechen den bezüglichen F. Neumann'schen Lehren.

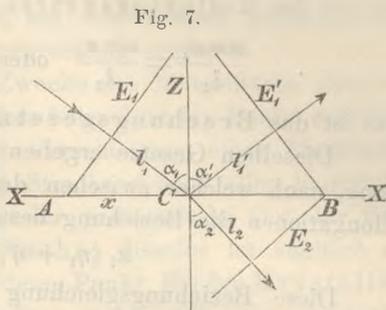


Fig. 7.

Vom Standpunkte der elektromagnetischen Lichttheorie sind die Wege beider Physiker mit gleichem Rechte einzuschlagen.

Wir fassen zunächst die Schwingungen normal zur Einfallsebene ins Auge. Dieselben sollen von  $E_1$  ausgehen und sich bis  $E'_1$  und  $E_2$  fortpflanzen. Die Schwingungen in  $E'_1$  und  $E_2$  werden gleichzeitig vollführt. Den Elongationen in den Wellenebenen entsprechen dem obigen Schwingungsgesetze gemäß die Werte:

$$\eta_1 = a_1 \sin 2\pi \frac{x}{T}$$

$$\eta'_1 = a'_1 \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{l_1 + l'_1}{\lambda_1} \right)$$

$$\eta_2 = a_2 \sin 2\pi \left[ \frac{t}{T} - \left( \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} \right) \right].$$

Dieselben gelten für beliebige Punkte in den bezüglichen Wellenebenen; sie lassen sich auf alle zu den gezeichneten Strahlen  $l$  parallele Lichtstrahlen beziehen. Um die beliebige Lage der Lichtstrahlengruppe  $l_1, l'_1, l_2$  zum Ausdruck zu bringen, setzen wir für  $AB = s$ ,  $AC = x$  und danach für

$$l_1 = x \sin \alpha_1, \quad l'_1 = (s - x) \sin \alpha'_1, \quad l_2 = (s - x) \sin \alpha_2.$$

Eine Wertveränderung des  $x$  darf keine Änderung der drei Elongationen zur Folge haben; aus dieser Bedingung geht unmittelbar hervor:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\lambda_1} = \frac{\sin \alpha'_1}{\lambda_1} \quad \text{oder} \quad \alpha_1 = \alpha'_1,$$

das ist das Reflexionsgesetz, und ferner:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\lambda_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\lambda_2} \quad \text{oder} \quad \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n,$$

das ist das Brechungsgesetz.

Dieselben Gesetze ergeben sich auch aus der Grenzbedingung, nach welcher zwischen den in gleicher Zeit  $\tau$  erreichten Elongationen die Beziehung besteht:

$$\kappa_1 (\eta_1 + \eta'_1) = \kappa_2 \eta_2.$$

Diese Beziehungsgleichung findet nur unter den Bedingungen des Reflexions- und Brechungsgesetzes statt.

Eine analoge, der F. Neumann'schen entsprechende Entwicklung ergibt das gleiche Gesetz für die magnetischen Wellen.

Aus den Grenzbedingungen ergeben sich auch die Gesetze für die Amplitude der einfallenden, reflectierten und gebrochenen Welle und danach auch die bezüglichen Polarisationsverhältnisse, wenn natürliches Licht einfällt.

Aus dem Ausdrucke für den Brechungsexponenten  $n$  folgt unmittelbar dessen Beziehung zur Dielektricitätsconstanten; denn es ist

$$n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\kappa_1}{\kappa_2}}.$$

Der Brechungsexponent stimmt also mit der Quadratwurzel aus der Dielektricitätsconstanten überein. Einige specielle Zahlenangaben darüber wurden bereits im Abschnitte (10) gemacht.

20. Doppelbrechung. Beim Durchgang des Lichtes durch Krystalle, welche nicht regulär krystallisieren, tritt eine Zerlegung des Lichtstrahles in zwei Strahlen, eine Doppelbrechung ein. Dieselbe Erscheinung tritt auch in einem isotropen Isolator auf, wenn derselbe durch die Anwesenheit eines elektrischen Conductors zum Träger eines elektrischen Feldes gemacht wird. Der Grund liegt hier in dem Vorhandensein eines Zwangs- oder Spannungszustandes nach einer gewissen Richtung und ist bedingt durch eine Polarisation der Molecüle.

Das dielektrische Verhalten der Krystalle zeigt Symmetrie nach drei aufeinander senkrechten Richtungen, in denen die elektrische Polarisation ein Maximum oder Minimum ist, und in

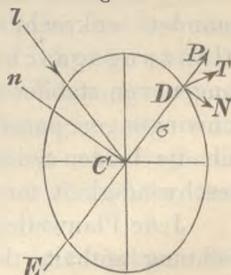
denen die Richtung der elektrischen Polarisation in die Richtung der elektrischen Kraft fällt.

Gestützt auf diese Thatsachen, wollen wir in den Krystallen nach verschiedenen Richtungen hin verschiedene Elasticität annehmen und danach die Doppelbrechung erklären.

Wir nehmen zu diesem Zwecke die Niveaufläche oder die Fläche gleicher Arbeit um den zu betrachtenden Punkt zuhülfe.<sup>1)</sup> In isotropen Mitteln ist zur Verschiebung eines Theilchens, etwa eines Ätheratoms, um die Strecke  $\sigma$  nach allen Seiten hin dieselbe Arbeit erforderlich; der geometrische Ort der Endpunkte von  $\sigma$  ist eine Kugelfläche; dieselbe ist zugleich die Niveaufläche um den betrachteten Punkt. Bei den Krystallen, die nicht nach dem regulären System krystallisieren, wird eine bestimmte Arbeit einen Punkt nach verschiedenen Richtungen hin verschieden weit zu verschieben imstande sein. Das symmetrische Verhalten zu drei aufeinander normalen Richtungen führt zu dem Schlusse, dass die Niveauflächen Ellipsoide sind, denen die Symmetrielinien als Achsen zukommen. Es wirken die durch Verschiebung geweckten elastischen Kräfte im allgemeinen nicht in der Verschiebungsrichtung, sondern stets normal zu dem zugehörigen Flächenelemente der Niveaufläche; aus dieser Eigenschaft der Niveaufläche ergibt sich leicht das Verhalten der aus dem Gleichgewichte gebrachten Theilchen.

Ein Theilchen im Punkte  $C$  (Fig. 8) sei durch einen einfallenden Lichtstrahl  $l$  aus seiner Gleichgewichtslage um die Strecke  $\sigma$  verschoben worden. Wir denken uns um  $C$  das Ellipsoid gleicher Arbeit construiert und beachten den Durchstoßpunkt  $D$  der Verschiebungsrichtung, d. i. den Endpunkt von  $\sigma$ . Zu dem betreffenden Flächenelemente steht die geweckte Total-elasticität  $T$  normal; dass  $T$  mit der Richtung der Verschiebung  $\sigma$  nicht zusammenfällt, ist sofort ersichtlich. Diese Verschiebungsrichtung kann daher durch die Kraft  $T$  nicht erhalten werden; nur solche Verschiebungen werden bestehen und solche Schwin-

Fig. 8.

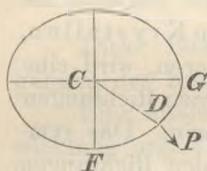


<sup>1)</sup> J. Stefan: Theorie d. Doppelbrechung. Wien. Ber., Bd. 50. Abth. 2. Siehe auch des Verf. Progr.-Abhdlg.: Energie-Princip i. d. Optik. Oberrealschule in Troppau. 1887.

gungen unterhalten werden, welche mit der Kraft gleiche Richtung haben.

Um die Wirkung der Kraft  $T$  ersichtlich zu machen, beachten wir die Wellenebene  $E$  und zerlegen die Kraft in eine zu  $E$  normale Componente  $N$  und in eine in die Ebene fallende Kraft  $P$ . Die erstere hätte nur die Anregung zu longitudinalen Verschiebungen zur Folge; sie darf daher in der Optik außer Betracht bleiben. Die Wirkung von  $P$  ergibt sich aus dem

Fig. 9.



eine Ellipse (Fig. 9), in welcher im allgemeinen die Verschiebung  $CD$  nicht in die Richtung von  $P$  fällt. Der Punkt  $D$  muss daher eine Ablenkung erfahren, bis Weg und Kraft miteinander übereinstimmen. Die Übereinstimmung tritt ein, wenn der Punkt sich längs der Achsen  $CG$  und  $CF$  der Schnittellipse bewegt. Hat die Verschiebung eine dieser beiden Rich-

tungen, so wird auch bei ihrer Fortpflanzung eine Änderung der Richtung nicht eintreten, da dann keine Kraft vorhanden ist, welche eine solche Änderung veranlasste. Schwingungsrichtungen längs der Achsen der Schnittellipse sind deshalb stabil.

Bei einer andauernden Lichterscheinung können ausschließlich nur stabile Schwingungsrichtungen vorkommen. Dieselben stehen zu einander normal und entsprechen zwei zu einander senkrecht polarisierten Lichtstrahlen. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Planwelle mit Schwingungen von stabiler Richtung der Quadratwurzel aus der zu den Schwingungen parallelen Elasticität proportional ist, so pflanzen sich die beiden Schwingungen selbständig, jede mit ihrer eigenen Geschwindigkeit fort.

Jede Planwelle, welche Schwingungen von nicht stabiler Richtung enthält, theilt sich in zwei, von denen eine die zur ersten, die andere die zur zweiten stabilen Richtung parallelen Componenten aufnimmt. Beide Wellen pflanzen sich fort mit Geschwindigkeiten, die zu den betreffenden Schwingungsrichtungen gehören.

Die Betrachtung lässt sich auf die Brechung des Lichtes in Krystallen unmittelbar übertragen; es ist also damit auch die Doppelbrechung und die bei derselben auftretende Polarisation erklärt.

Weitere optische Gesetze folgen aus den geometrischen Gesetzen des Arbeitsellipsoides. Von Wichtigkeit sind die Wellenebenen, welche das Ellipsoid in Kreisen schneiden.

Im Kreise ist der Radius stets auch die Normale zu dem entsprechenden Bogenelemente, daher in einer solchen Wellenebene keine andere Componente der Elasticität vorhanden ist, als die der Verschiebung parallele und diese hat für alle Richtungen in der Ebene einen und denselben Wert. Jede solche Schwingung ist der Erhaltung fähig und pflanzt sich im Medium ohne Theilung fort. Die Richtungen dieser einfachen Lichtfortpflanzung heißen optische Achsen.

Es gibt zwei Ebenen, welche das Ellipsoid in Kreisen schneiden; dieselben sind leicht zu bestimmen. Sie gehen durch die mittlere Achse des Ellipsoides, stehen demnach normal zur Ebene der kleinsten und größten Achse. Verzeichnet man in der Schnittelellipse dieser Ebene, d. i. in der Ellipse mit der größten und kleinsten Achse jene zwei Durchmesser, welche der mittleren Achse des Ellipsoides gleich sind, so erhält man die Spuren der beiden Kreisschnitte. — Die Normalen zu den bezeichneten Durchmessern geben die Richtungen der optischen Achsen. — Der eine Winkel zwischen diesen wird von der Achse der kleinsten, der andere Winkel von der Achse der größten Elasticität halbiert. — Man hat demnach den Satz:

Es gibt zwei Lagen für eine Planwelle, in welchen jede in ihr enthaltene Schwingungsrichtung eine stabile ist. Es sind dies jene Lagen, in welchen die Wellenebene das Ellipsoid gleicher Arbeit in Kreisen schneidet. Es gibt also zwei Richtungen, nach denen eine Planwelle mit beliebigen Schwingungen sich ohne Theilung fortpflanzt, sie heißen optische Achsen und liegen in der Ebene der größten und kleinsten Achse des Ellipsoides, ihre Winkel werden von diesen zwei Achsen halbiert.

An diesen allgemeinen Fall, dass die drei Achsen des Ellipsoides gleicher Arbeit sämmtlich verschieden sind, lässt sich noch die Behandlung der zwei speciellen Fälle knüpfen, in welchen entweder zwei oder alle drei Achsen gleich werden. Sind zwei der Achsen gleich, was durch einen symmetrischen Bau des Mediums um die dritte Achse bedingt wird, so schneidet nur mehr eine zu dieser Achse normale Ebene das Ellipsoid in einem Kreise; diese dritte Achse ist daher auch nur die einzige optische Achse des Mediums, das Medium ist optisch einachsigt.

Beim Rotationsellipsoid ist in der Schnittellipse jeder Wellenebene eine Achse dem Kreisradius gleich; jeder solchen Schwingung entspricht die gleiche Elasticität und deshalb auch die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Bei der Doppelbrechung in einachsigen Krystallen wird daher immer eine von den beiden entstandenen Wellen Schwingungen parallel mit einem Kreishalbmesser enthalten. Eine solche Welle pflanzt sich nach jeder Richtung mit derselben Geschwindigkeit fort; sie genügt dem Gesetze der einfachen Brechung und wird deshalb auch ordentliche Welle genannt. In optisch zweiachsigen Krystallen gibt es nur zwei außerordentliche Wellen.

Ist das Medium nach allen Richtungen symmetrisch, so geht das Ellipsoid in eine Kugelfläche über. Jede beliebige Richtung ist eine optische Achse; das Medium ist ein einfach brechendes.

Die Gleichung für das Ellipsoid gleicher Arbeit erhält man aus dem Arbeitswerte für die Verschiebung.

Sind  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  die Verschiebungscomponenten längs der Coordinaten, welche zugleich die Hauptelasticitätsachsen sein sollen, so ist die Arbeit

$$A = \frac{1}{2} \kappa_1 \xi^2 + \frac{1}{2} \kappa_2 \eta^2 + \frac{1}{2} \kappa_3 \zeta^2.$$

$\kappa_1$ ,  $\kappa_2$ ,  $\kappa_3$  sind die Elasticitätsconstanten in den Achsenrichtungen. Werden  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  als laufende Coordinaten angesehen, so gibt die Gleichung auch die Gleichung des Arbeitsellipsoides. Die Halbachsen desselben sind:

$$a = \sqrt{\frac{2A}{\kappa_1}}, \quad b = \sqrt{\frac{2A}{\kappa_2}}, \quad c = \sqrt{\frac{2A}{\kappa_3}}.$$

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit transversaler Schwingungen ist gegeben durch die Form

$$v = \sqrt{\frac{\kappa}{\delta}} = \frac{1}{\sigma} \sqrt{\frac{2A}{\delta}}.$$

Dieselbe ist der Verschiebung  $\sigma$  umgekehrt proportional.

Nach den in einem Kraftfelde herrschenden Verhältnissen, welche bei der Ableitung der Maxwell'schen Gleichungen dargestellt wurden, wird durch jede elektrische Schwingung eine senkrechte magnetische Schwingung erzeugt, und durch die betreffenden Verschiebungen werden beziehungsweise elektrische und magnetische Kräfte geweckt. Daraus folgt leicht, dass jede

Welle aus zu einander senkrechten elektrischen und magnetischen Polarisationschwingungen besteht, die in der Wellenebene liegen, dass auf der elektrischen Polarisation die magnetische Kraft und auf der magnetischen Polarisation die elektrische Kraft senkrecht steht; die Richtung beider Kräfte tritt im allgemeinen aus der Wellenebene heraus. Die Richtung, welche auf den beiden Polarisationen senkrecht steht, ist die Wellennormale  $n$ . Die Richtung, welche auf beiden Kräften senkrecht steht, ist die Richtung des Lichtstrahles  $l$ .

Die Maxwell'schen Gleichungen selbst nehmen für die Krystalle unter der Voraussetzung, dass die Symmetrieachsen mit den Coordinaten parallel sind, folgende Form an:

$$\begin{array}{l} \mu_1 \frac{dL}{dt} = \frac{dZ^1}{dy} - \frac{dY^1}{dz} \qquad \frac{c}{\kappa_1} \frac{dX^1}{dt} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} \\ \mu_2 \frac{dM}{dt} = \frac{dX^1}{dz} - \frac{dZ}{dx} \qquad \frac{c}{\kappa_2} \frac{dY^1}{dt} = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz} \\ \mu_3 \frac{dN}{dt} = \frac{dY^1}{dx} - \frac{dX^1}{dy} \qquad \frac{c}{\kappa_3} \frac{dZ^1}{dt} = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx} \end{array}$$

Die Constanten sind nach den Achsenrichtungen verschieden; bei den meisten Krystallen sind jedoch  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 1$ . Das magnetische Verhalten der Krystalle kommt daher dem der isotropen Körper gleich; magnetische Polarisation und magnetische Kraft fallen in eine Richtung. Die Gleichungen ergeben auch die mittels des Arbeitsellipsoides gezogenen Folgerungen.

## V.

### Molecularkräfte.

21. Die Molecularkräfte werden in der Physik zur Erklärung der Cohäsion und Adhäsion angenommen. Die Cohäsion äußert sich theils als Anziehung, welche den Zusammenhang der Körpertheilchen bewirkt, theils als Abstoßung, welche der Anziehung das Gleichgewicht hält und verhindert, dass die Körpertheilchen sich bis zu vollständiger Berührung nähern. Es soll versucht werden, vom Standpunkte der Theorie der Ätherverschiebung für die Molecularkräfte eine Erklärung zu finden.

Nach Wilhelmy und Redtenbacher bestehen die Körperatome aus einem ponderablen Kerne, der mit einer Äther-

hülle umgeben ist. Der Äther ist der Träger der Abstoßungskräfte, während die schweren Massentheilehen durch unmittelbare Fernwirkung einander anziehen. Nach der heute fast allgemein anerkannten Ansicht von Clausius machen die Molecüle der flüssigen und festen Körper schwingende und kreisende Bewegungen um gewisse Gleichgewichtslagen, ihre lebendige Kraft ist die Wärme. Bei Erwärmung werden die Bahnen der Bewegung vergrößert, und dadurch wird der Körper ausgedehnt. Die Wärme ist danach eine den anziehenden Kräften entgegengewirkende Kraft. Die Anziehung wird als unmittelbare Wirkung in sehr kleine Entfernungen gedacht. Für die Gase gilt nach Clausius die kinetische Gastheorie, zu deren Ausbildung er im hohen Maße beigetragen hat.

Nach Rankin besteht jedes Körperatom aus einem Kerne, umgeben von einer elastischen Atmosphäre, welche durch anziehende Kräfte von dem Kerne in ihrer Lage gehalten wird. Die elastische Kraft der Wärme entsteht durch Rotation und Vibration der elastischen Atmosphäre der Atome, und die Wärmemenge eines Körpers ist die lebendige Kraft dieser Rotationen und Vibrationen. Die Absorption von Licht und Wärme wird als Übergang der Bewegung von den Atomkernen des betreffenden Mediums zu ihrer Atmosphäre und die Strahlung durch die umgekehrte Übertragung dargestellt. Die Atomkerne sollen unabhängig oder fast unabhängig von ihren Atmosphären vibrieren.

Alle drei Ansichten setzen eine unmittelbare Fernwirkung der Massen voraus, die bei Molecularkräften allerdings auf sehr kleine Distanzen beschränkt bleibt. Nach der älteren Ansicht ist auch die Abstoßung eine Fernwirkung der Ätherhüllen; nach der neueren Anschauung wirkt die Wärme der Anziehung entgegen und besteht dieselbe in der lebendigen Kraft einer Atombewegung. Rankin speciell nimmt hierbei für den Schwerpunkt der Atome den Ruhezustand an und erklärt die Wärme als die lebendige Kraft der Rotationsbewegung der Ätherhüllen um die Atome. Diese Ansicht steht im Einklange mit unserer gegebenen Darstellung der Ätherwirbel, welche als Ätheratome bezeichnet wurden. Wir haben diese Hypothese nur auf die Körperatome zu übertragen, um eine Rankins ganz ähnliche Erklärung anwenden zu können.

Wir betrachten demnach ein Körperatom als einen Ätherwirbel von besonderer Größe und dessen lebendige

Kraft als die Wärme. Die Ätheratome seien kleiner; ihre Fliehkräfte sind die Kräfte des Kraftfeldes, das sich rings um die Körpertheilchen befindet.

Die Form des unbeeinflussten Körperatoms ist die Kugel-  
form.

Die Fernwirkung der Massen wird nach der Äthertheorie durch unmittelbaren Ätherdruck erklärt, der durch das Kraftfeld auf die Körperatome ausgeübt wird. Die Fliehkraft der Wirbel der Körperatome hat diesem Druck das Gleichgewicht zu halten.

Das moleculare Kraftfeld kann ebenso wie das elektrische Kraftfeld durch Ätherverschiebung erzeugt gedacht werden; dann ist die Intensität des Feldes an jeder Stelle der Verschiebung daselbst proportional. Der Verschiebungsprocess muss gleichzeitig mit der Bildung der Atome vor sich gegangen sein: er konnte darin bestehen, dass mehrere Äthertheilchen näher zusammentraten und den Äther ringsumher zur Verschiebung gegen den Mittelpunkt der Vereinigung veranlassten; diese Annahme stimmt mit der allgemein gebräuchlichen Hypothese über die Atome überein, nach welcher dieselben als feste Theilchen gedacht werden. Es konnte aber eine Ätherverschiebung auch durch Vergrößerung der Elementarwirbel, etwa durch Steigerung der lebendigen Kraft derselben eintreten; im letzteren Falle hätte eine Ätherverschiebung nach auswärts stattgefunden und der Raum des Körperatoms wäre leer. Auch diese Ansicht hat einige Anhänger. Für die Ableitung der gesetzlichen Beziehungen zwischen Kraft, Volumen und Wärme der Körper ist es gleichgiltig, nach welcher Richtung die Ätherverschiebung stattgefunden hat. Die Erklärung der Wärmewirkung spricht jedoch für die Ätherverschiebung in der Richtung zum Atommittelpunkt hin, und soll deshalb diese Richtung im folgenden vorausgesetzt werden.

Ob bei der Vereinigung der Ätheratome zum Körperatom die einzelnen Wirbel der ersteren erhalten bleiben und so zusammentreten, dass sich ihre Fliehkräfte im Innern des Körperatoms gegenseitig aufheben und nur die Fliehkraft an der Oberfläche nach außen wirkt, oder ob die einzelnen elementaren Wirbel als solche aufhören und sich zu einem einheitlichen Wirbel des Körperatoms vereinigen, wird durch die zu behandelnden physikalischen Erscheinungen nicht entschieden und soll

deshalb auch unberücksichtigt bleiben. Unbestimmt bleibt damit auch, ob die Körperatome theilbar sind oder nicht.

Aus dem Zusammenwirken des Ätherdruckes im Kraftfelde und der Fliehkraft der körperlichen Atomwirbel, welche der Temperatur proportional ist, lässt sich nun das moleculare Verhalten der Körper erklären.

Einfach gestalten sich die Verhältnisse bei Betrachtung von zwei Körperatomen. Befindet sich jedes derselben im Kraftfelde des andern, so heben sich im Zwischenraume die Ätherverschiebungen theilweise auf und jedes Atom erleidet, ähnlich wie bei der elektrischen Influenz, eine Polarisirung; auf jedes Theilchen einer Atomoberfläche wirken nämlich die zwei Kräfte: die Fliehkraft des eigenen Wirbels und die Verschiebungskraft des andern Atoms; ist diese gegen das andere Atom gerichtet, so zeigt eine einfache graphische Darstellung die Richtung der Resultierenden und dazu normal die Lage der Niveaulfläche, welcher sich die Atomoberfläche anpassen muss. Wird die Betrachtung über einen Meridianschnitt des Atomes ausgedehnt, so folgt, dass das Atom die Kugelform so ändert, dass an der dem andern zugewandten Seite die Krümmungshalbmesser größer und an der abgewandten Seite kleiner sind.

Die Theilchen, welche mit einer bestimmten lebendigen Kraft im Atomwirbel rotieren, entwickeln an der Stelle des kleinern Krümmungshalbmessers die größere Fliehkraft und werden dem Antriebe des Kraftfeldes entgegenwirken und eventuell denselben ganz aufheben. Je größer die lebendige Kraft, desto größer ist auch der Überschuss der Fliehkraft auf den Außenseiten beider Atome, desto größer also auch das Ausdehnungsbestreben. Den Thatsachen gemäß kann die lebendige Kraft entweder durch Wärmezufuhr oder durch die Arbeit der Annäherung der Atome vermehrt werden. Damit steht auch die Hypothese der Atomwirbel im Einklange, indem in beiden Fällen durch eine äußere Kraft Arbeit auf den Wirbel übertragen und dadurch die lebendige Kraft gesteigert wird. In beiden Fällen muss sich deshalb auch die ausdehnende Kraft geltend machen.

Durch Übertragung der entwickelten Vorstellungen auf alle Atome eines Körpers gelangen wir zu dem Schlusse, dass die Ätherverschiebungen in den Schichten zwischen den Atomen sich theilweise aufheben und dass also auch das Kraftfeld im

Innern der Körper theilweise aufgehoben wird. Nur das Kraftfeld der Oberflächenschichte bleibt vollkommen erhalten. Der Cohäsionsdruck, unter welchem das Körpervolumen steht, wird somit größtentheils von dem Kraftfelde der Oberflächenschichte ausgeübt, und die Flichkraft der körperlichen Atomwirbel hat dem Drucke das Gleichgewicht zu halten. Die mathematische Fassung dieses Gedankens führt zur allgemeinen Zustandsgleichung. Vor Ableitung derselben sollen jedoch noch zwei wichtige Erklärungen folgen.

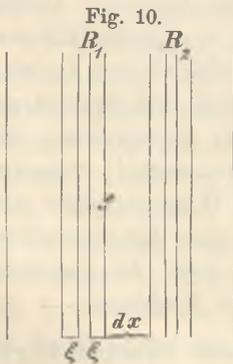
Um den Unterschied zwischen der Körperwärme und den durch den Körper hindurchgehenden Wärme- und Lichtstrahlen zu erklären, nehmen wir den entwickelten Lehren der Optik gemäß an, dass die Schwingungen der Strahlen von den Ätheratomen im Felde zwischen den Körperatomen ausgeführt werden. Jede diesbezügliche Ätherverschiebung ruft eine Polarisation, ein elektrisches Kraftfeld im Körper hervor. Bleiben dabei die zu einem Körperatome gehörigen Äthertheilchen stets bei diesem, so dass bei einer Schwingung nur eine augenblickliche Formveränderung, jedoch kein Äthertransport stattfindet, so lässt der Körper Licht- und Wärmestrahlen hindurch. Gehen aber im Polarisationszustande Äthertheilchen von einem Körperatome zum andern über, so kommt das einer elektrischen Leitung gleich; die Energie der Ätherverschiebung wird in Körperwärme verwandelt, indem die Rotationsbewegung der Körperatome, beziehungsweise die lebendige Kraft der Atomwirbel vermehrt wird. Wir sagen in diesem Falle, dass die Wärmestrahlen absorbiert werden. Da jede Polarisation mit einer Schwerpunktsverschiebung der Atome verbunden ist, so steht die gegebene Erklärung mit der Hypothese von Rankin im Einklange.

Schließlich sei noch auf den Unterschied zwischen fernwirkenden Kräften und Molecularkräften hingewiesen. Wir betrachten beide als Ätherdruck, hervorgerufen durch Ätherverschiebung rings um die Atome; Druck und Verschiebung sollen proportional sein. Berücksichtigen wir hierzu, dass das Feld der Molecularkräfte unmittelbar um die Atome nur bis auf sehr kleine Entfernungen und das Feld der Fernwirkung von da bis ins Unendliche thatsächlich zu finden sind, so gelangen wir zu dem Schlusse, dass der Unterschied in der Elasticitätsconstanten gesucht werden müsse. Die Wirkungs-

sphäre unmittelbar um die Atome wäre danach durch eine besondere Elasticitätsconstante charakterisiert.

Die Auffassung stimmt mit den Lehren der Elektrizität und der Optik überein, nach welchen die verschiedenen Körper verschiedene Dielektricitätsconstanten und Brechungsexponenten besitzen, die wesentlich von der Elasticitätsconstanten abhängen. Auf Grund derselben können wir ein Atom mit einer kugelförmigen Leydener Flasche vergleichen, indem wir das moleculare Wirkungsfeld als das Krauffeld eines Dielektricum betrachten, und haben dadurch einen Anhaltspunkt gewonnen, zahlenmäßig zu prüfen, ob dasselbe Mittel Träger der elektrischen, optischen und molecularen Kräfte sein kann. Im günstigen Falle müssen Dielektricitätsconstante, das Quadrat des optischen Brechungsexponenten und der reciproke Wert der Elasticitätsconstanten desselben Mittels übereinstimmen.

22. Die Zustandsgleichung. Für die Gase gibt das Spannungsgesetz, das die Gesetze von Boyle-Mariotte, Gay Lussac und Avogadro vereinigt, die Zustandsgleichung an; das Gesetz wurde von van der Waals auch auf Flüssigkeiten ausgedehnt und von E. Dühring unter entsprechenden Bedingungen auch für feste Körper gültig erklärt.<sup>1)</sup>



Die Gleichung besteht in erweiterter Bedeutung links aus dem im Körper aufgespeicherten Arbeitswerte der Cohäsion und des äußern Druckes und rechts aus der äquivalenten Wärmemenge.<sup>2)</sup> Sie muss auch nach der Theorie der Ätherverschiebung durch Berechnung der betreffenden Arbeit gewonnen werden, wenn die Theorie brauchbar sein soll. In der That gibt die zur Erzeugung des molecularen Krauffeldes nöthige

Verschiebungsarbeit das gewünschte Gesetz.

Behufs Ableitung desselben betrachten wir einen Körper, dessen Atome in concentrischen oder nach Figur 10 in parallelen

<sup>1)</sup> Van der Waals: Die Continuität des flüssigen und gasförmigen Zustandes. Deutsch von Roth. E. Dühring: Neue Grundgesetze der Physik und Chemie.

<sup>2)</sup> Siehe meine Abhandlung i. d. Wiener Realschul-Zeitschr.: Zur Übereinstimmung d. versch. phys. Arbeitsgesetze. 1892.

Schichten gelagert seien, und nehmen an, dass in den Zwischen-  
volumen vollkommen homogene Kraftfelder bestehen. Die Ver-  
einfachung wird gestattet sein, solange von der inneren Reibung  
abgesehen wird. Wir berechnen zunächst die Arbeit der Ver-  
schiebung im Kraftfelde der Atomreihe  $R_1$ . Ist die Äther-  
verschiebung auf jeder Seite der Mittelpunktslinie von  $R_1$  gleich  
 $\xi$ , so ist die elastische Kraft zu beiden Seiten der Verschiebung  $\xi$   
und der verschobenen Masse  $\mu$  proportional, also

$$p = \kappa \mu \xi = \kappa \cdot (f \cdot dx \cdot \delta) \cdot \xi.$$

Die Arbeiten auf beiden Seiten zusammen sind

$$dA = 2 \cdot \frac{1}{2} p \cdot \xi = \kappa \cdot \delta \cdot \xi^2 \cdot f \cdot dx.$$

Nun ist

$$P = \kappa \cdot \delta \cdot \xi^2$$

der Druck der Verschiebungsschichte ( $f \cdot \xi$ ) pro Flächeneinheit  
oder auch die Kraft, die, von  $R_1$  ausgehend, auf die Masse ( $\delta \xi$ )  
über der Flächeneinheit von  $R_2$  wirkt. Setzen wir noch für das  
Volumelement  $f \cdot dx = dv$ , so erhalten wir:

$$dA = P \cdot dv.$$

Diese Arbeit wird von  $R_1$  geleistet, wenn keine Gegen-  
wirkung vorhanden ist. Befinden sich aber neben  $R_1$  andere  
Atomreihen  $R_2$ , etc., welche die gleich große Verschiebung in  
entgegengesetzter Richtung hervorbringen, so heben sich die Ver-  
schiebungen in den gemeinschaftlichen Zwischenschichten auf,  
und der bestandene Arbeitsvorrath wird vernichtet; es entstehen  
Verhältnisse, welche denen im freien Äther außerhalb der Körper  
ähnlich sind. Die Arbeit  $dA$  gibt demnach den Energieverlust  
einer Atomreihe bei der Gegenwirkung der Nachbarreihen im  
Innern des Körpers. Dabei setzen wir voraus, dass die Wirkungs-  
weite der Atome gleich der Entfernung derselben ist. Wenn die  
Wirkungssphäre einer Reihe  $n$  Schichten übergreift, so ist die  
Verschiebung, welche die Intensität des Kraftfeldes bedingt und  
danach auch  $P$   $n$ -mal zu vergrößern; dadurch wird jedoch die  
Form des Gesetzes nicht geändert.

Die Arbeitsänderung sämtlicher Reihen erstreckt sich  
über das ganze Körpervolumen  $v$  mit Ausschluss der Atom-  
volumen  $\Sigma(f \cdot \xi) = w$  und der Oberflächenschichte, deren Kraft-  
feld durch keine Gegenwirkung aufgehoben wurde. Ist  $F$  das  
Maß für die Oberfläche, so wird

$$A = \int P \cdot dv - \frac{1}{2} P \cdot F \cdot \xi = P(v - w) - \frac{1}{2} P \cdot F \cdot \xi.$$

Der Wert gibt bereits die Cohäsionsarbeit des Körpers an. Derselbe genügt zur Ableitung der Molecularerscheinungen, bei welchen die Temperatur nicht in Betracht kommt.<sup>1)</sup> So erhält man z. B. für eine Flüssigkeitskugel den Oberflächendruck durch Berechnung des Wertes  $dA/dr \cdot 4r^2\pi$ , wenn man beachtet, dass  $\frac{1}{2}P \cdot \xi$  als Energie der Flächeneinheit mit der Capillaritätsconstanten  $H$  identisch ist. Diese Energie der Oberflächenschichte ist gegenüber dem Arbeitswerte für das ganze Volumen  $v$  sehr klein und kann vernachlässigt werden, wenn es sich um die Cohäsionsarbeit handelt, wie es bei der Zustandsgleichung der Fall ist.

Bei dieser Vernachlässigung stimmt der bleibende Näherungswert für  $A$  mit dem Energiewerte eines Atomwirbels (Gl. 3) überein. Nun lässt sich auch der Zustand des ganzen Körpers mit dem eines Atoms vergleichen, wenn im Innern des ersteren eine Aufhebung des Kraftfeldes stattgefunden hat; denn ebenso wie beim einzelnen Atom steht auch beim Körper das innere Volumen unter dem Ätherdrucke des Kraftfeldes und die Fliehkraft der Oberflächenschichte hat demselben das Gleichgewicht zu halten. Gl. (3) gemäß ist demnach die Cohäsionsarbeit  $A$  der lebendigen Kraft der Körpertheilchen gleichzusetzen. Nehmen wir diese der Atomzahl  $N$  und der absoluten Temperatur  $T$  proportional an, so gewinnt  $A$  die Form:

$$(P + p)(v-w) = C \cdot N \cdot T.$$

$p$  mag den äußeren Luftdruck bezeichnen, um welchen der Cohäsionsdruck  $P$  vermehrt wird.

Die Gleichung ist die allgemeine Zustandsgleichung, welche die Gasspannungsgesetze als specielle Fälle einschließt. Die linke Seite enthält das Zwischenvolumen  $(v-w)$ ; daher auch das Gesetz von Avogadro nach dieser Gleichung nicht auf das ganze Körpervolumen  $v$ , sondern auf  $(v-w)$  zu beziehen ist.

23. Beziehung zwischen Cohäsion, Elektrizität und Licht. Für den Cohäsionsdruck  $P$  wird allgemein Proportionalität mit dem Quadrate der Körperdichte angenommen. Dieselbe Beziehung folgt auch aus obigem Werte

$$P = \kappa \delta \cdot \xi^2 = \frac{\kappa}{\delta} (\delta \xi)^2.$$

<sup>1)</sup> Siehe meine Abhandlung: Die Gesetze des Oberflächendruckes und der Oberflächenspannung. Troppau 1890.

Setzt man analog wie bei der Elektrizität die Masse der Verschiebungsschichte ( $\xi \cdot \delta \cdot 2$ ) über der Flächeneinheit zu beiden Seiten einer Atomreihe  $R$  gleich der zugehörigen Körpermasse ( $\mathcal{A} \cdot dx$ ) über derselben Fläche, wobei  $\mathcal{A}$  die Körperdichte angibt, welche ebenso wie die elektrische Dichte von der Ätherverschiebung  $\xi$  abhängt, so wird:

$$P = \frac{\kappa}{4\delta} \cdot (\mathcal{A} \cdot dx)^2.$$

Hiezu ist zu berücksichtigen, dass die Ätherverschiebungen normal zur Fläche  $f$  und im ganzen Körperraume gleich groß angenommen wurden. Diese Bedingungen treffen nicht zu, wenn die Körpermasse in kugelförmigen Atomen vertheilt ist. Die Richtungen der einzelnen Verschiebungen gehen dann von den Mittelpunkten der einzelnen Atome aus und die Größe der Verschiebung nimmt im umgekehrt quadratischen Verhältnisse mit der Entfernung von den Atomen ab. Bei Einwirkung zweier Atomreihen werden sich die gegeneinander gerichteten Verschiebungen nicht völlig aufheben, sondern es bleibt um jedes Atom ein Kraftfeld, das sich bei inneren Bewegungen geltend machen wird.

In der vorstehenden Berechnung macht sich die Ungenauigkeit in dem Ausdrücke für  $P$  bemerkbar. In der ersten Form desselben gibt nämlich ( $\delta \xi$ ) die Masse der Reihe  $R_2$  an, auf welche das Feld von  $R_1$  einwirkt; der andere Factor  $\xi$  bestimmt die Ätherverschiebung dieses Feldes an der Stelle von  $R_3$ , also in der Entfernung  $dx$  vom Verschiebungscentrum. Die letztere Verschiebung ist  $(dx)^2$  umgekehrt proportional, und somit ist der Verschiebungswert  $\xi$  noch durch  $(dx)^2$  zu dividieren. In Rücksicht darauf fällt in der Schlussgleichung für  $P$  der Factor  $dx^2$  fort und es folgt:

$$P = \frac{\kappa}{4\delta} \cdot \mathcal{A}^2 = \frac{a}{v^2},$$

d. h. der Cohäsionsdruck ist dem Quadrate der Körperdichte direct oder dem Quadrate des Körpervolumens umgekehrt proportional. Durch Einführung des Wertes für  $P$  in die Zustandsgleichung erhält dieselbe die ihr von van der Waals gegebene Form.

Der Proportionalitätsfactor enthält das Verhältniß  $\kappa/\delta$ , welcher mit dem reciproken Werte der Dielektricitätsconstanten oder dem reciproken Quadrate des Brechungsexponenten

übereinstimmt. Danach lässt sich zahlenmäßig prüfen, ob tatsächlich dasselbe Mittel Träger der Elektrizität, des Lichtes und der Cohäsion ist. Leider gestatten die vorhandenen Daten nicht, eine endgiltige Entscheidung zu treffen; immerhin sind aber in einigen Fällen Schätzungen möglich, welche es wahrscheinlich machen. — Folgende Zusammenstellung mag diesem Zwecke dienen.

Die Zustandsgleichung gibt eine Beziehung zwischen einer Druckänderung  $dp$  und einer Temperaturänderung  $dT$  bei const.  $v$ ; führt man darin den Compressibilitätscoefficienten  $\beta$  nach der Relation  $dv = \beta v dp$  und den Ausdehnungscoefficienten  $\alpha$  sinngemäß ein, lässt den Luftdruck und eine etwaige Änderung der Atomzahl  $N$  unberücksichtigt, so folgt:

$$P = a \cdot \Delta^2 = \frac{\alpha T}{\beta}.$$

Aus der Gleichung lässt sich die Cohäsionsconstante  $a$ , welche der Elasticitätsconstanten  $\kappa$  proportional ist, berechnen. Ist dieselbe auch dem Quadrate des optischen Brechungsexponenten  $n$  umgekehrt proportional, so muss  $an^2$  für alle Körper eine constante Größe sein. Einige diesbezügliche Werte sind folgende:<sup>1)</sup>

Luft .....	$a = 1690,$	$n = 1.000294,$	$an^2 = 1690$
Wasser bei 15° C...	$\alpha_{15} = 0.000151,$	$P = 950 \text{ Atm.},$	$an^2 = 1640$
	$\beta = 0.0000455,$	$a = 950$	
	$1/\Delta = 1.00085,$	$n = 1.312$	
Quarz bei 17° C....	$\alpha = 0.0000362,$	$P = 4510 \text{ Atm.},$	$an^2 = 1650$
	$\beta = 0.00000233,$	$a = 670$	
	$\Delta = 2.6,$	$n = 1.56$	
Glas (bleihaltig)....	$\alpha = 0.000024,$	$P = 2620 \text{ Atm.},$	$an^2 = 1660$
	$\beta = 0.0000025,$	$a = 575$	
	$\Delta = 2.135,$	$n = 1.701$	

Diese Zahlen für  $an^2$ , welche sich auf Körper aller drei Aggregatzustände beziehen, stimmen gut miteinander überein und sprechen jedenfalls zu Gunsten der Ätherhypothese.

Dagegen lassen sich allerdings auch sehr abweichende Werte berechnen; jedoch ist dadurch die Unhaltbarkeit unserer Hypothese noch nicht erwiesen. So ergeben sich z. B. für:

<sup>1)</sup> Siehe auch meine Abhdlg. in Exn. Rep. „Eine Beziehung zwischen Cohäsion, Licht u. Elektr.“ 1891. Die benützten Daten sind Winkelmanns Handbuch d. Ph., ferner Wüllners Lehrb. d. Ph. entnommen.

Kohlensäure . . . . .	$a = 2260,$	$n = 1.000449,$	$an^2 = 2260$
Schweflige Säure . . . . .	$a = 3560,$	$n = 1.000665,$	$an^2 = 3560$
Alkohol . . . . .	$P = 3210$ Atm.		
	$a = 4970,$	$n = 1.35,$	$an^2 = 9100$
Schwefelkohlenstoff . . . . .	$P = 5360$ Atm.		
	$a = 3340,$	$n = 1.64,$	$an^2 = 8940$
Wasser bei 80° C. . . . .	$P = 5760$ Atm.,		$an^2 = 9900$
Eisen . . . . .	$P = 12170$ Atm.		
	$a = 230,$	$n = 1.73,$	$an^2 = 700$
Kupfer . . . . .	$P = 14000$ Atm.		
	$a = 180,$	$n = 0.65,$	$an^2 = 76$

Die Werte von  $an^2$  der Gase und Flüssigkeiten sind bedeutend größer und jene der Metalle kleiner als die oben angegebenen Zahlen circa 1660. Auffallend erscheint dabei, dass Wasser bei 80° C. einen sechsmal größeren Cohäsionsdruck  $P$  ausüben soll als bei 15° C. Dieser Umstand weist gewiss darauf hin, dass die benützten Zahlen nicht zusammenstimmen. Es ist nämlich zu bemerken, dass die Größen, aus denen  $a$  und  $n$  berechnet werden, für jeden Körper sich auf ein und denselben Zustand beziehen sollen. Nun ist  $a$  aus der Zustandsgleichung unter der Bedingung gewonnen worden, dass keine Molecularveränderungen vor sich gehen; diese Voraussetzung lässt sich bei keinem der zuletzt angeführten Stoffe behaupten, wenn sie, wie die Gase und Flüssigkeiten, bei Bestimmung des  $a$  hohem Druck oder hoher Temperatur unterworfen werden, oder wenn sie, wie die Metalle, bei Bestimmung des  $n$  von Lichtstrahlen durchsetzt werden. Wird angenommen, dass bei Gasen und Flüssigkeiten eine Vermehrung der Molecülzahl  $N$  stattfindet und deshalb (der Zustandsgleichung gemäß) die Cohäsionsconstante  $a$  größer ist, als es dem Brechungsexponenten entspricht, und dass bei den Metallen infolge elektrischer Leitung eine Zerlegung der Molecüle eintritt und deshalb  $n$  gegenüber  $a$  zu klein genommen wird, so ist der Mangel an Übereinstimmung gerechtfertigt. Würde bei den Flüssigkeiten, für welche  $an^2 = 10.000$ , eine Zerlegung der Molecüle in 6 Theile angenommen, so ist  $a$  gegenüber  $n$ , oder  $n^2$  in Bezug auf die Zustände, unter welchen  $a$  bestimmt wurde, ca. sechsmal zu groß. Bei Berücksichtigung einer solchen Molecülzerlegung geht das Product  $an^2$  über in 1666. Diesem Mittelwerte nähern sich auch die betreffenden Producte für Eisen und Kupfer, wenn beim Durchgang des

Lichtes jedes Molecül der ersteren in 2 und des letzteren in 21 Molecüle zerlegt gedacht wird.

24. Ausdehnung. In der Zustandsgleichung erscheint nicht das ganze Körpervolumen  $v$ , sondern das Volumen des Kraftfeldes zwischen den Atomen oder Molecülen, nämlich  $(v - w)$  als Factor der Cohäsionsarbeit. Bei der Ausdehnung wird eigentlich nur dieses Volumen verändert und es ist für die Lehre von der Einheit der Naturkräfte von Wichtigkeit, nach Dühring zu bemerken, dass der Ausdehnungscoefficient, bezogen auf dieses Zwischenvolumen, für alle Körper nahezu dem Ausdehnungscoefficienten der Gase gleich ist.

Zum Nachweise bestimmen wir einige Ausdehnungscoefficienten.

Der Ausdehnungscoefficient  $\alpha$ , bezogen auf das Volumen  $v$ , ist gegeben durch die Beziehung  $dv = \alpha v dt$ ; der Ausdehnungscoefficient  $\alpha'$ , bezogen auf das Volumen  $(v - w)$ , entspricht der Gleichung  $d(v - w) = \alpha' (v - w) dt$ . Aus beiden Definitionen folgt:

$$\alpha' = \frac{v}{v - w} \cdot \alpha.$$

Behufs zahlenmäßiger Ausrechnung benutzen wir die Zustandsgleichung in der Form:

$$(P + p) dv + (v - w) d(P + p) = 0,$$

ferner den Compressibilitätscoefficienten  $\beta$  gemäß der Bedingung  $dv = -\beta v dp$  und die Werte

$$P = \frac{a}{v^2}, \quad P + p = \frac{\alpha T}{\beta}.$$

Wir erhalten hiedurch:

$$\alpha' = \frac{v}{v - w} \cdot \alpha = \frac{1 + 2 \alpha T}{T}.$$

Und in specieller Ausführung für

Gase .....  $\alpha = \frac{1}{273} = 0.00367$

Äthylalkohol bei 7.3° C. ....  $\alpha = 0.001055, \frac{v}{v - w} = 5.38,$   
 $\alpha' = 0.00567$

Wasser bei 100° C. ....  $\alpha = 0.00080, \frac{v}{v - w} = 5.35,$   
 $\alpha' = 0.00428$

Eis bei 0° C. ....	$\alpha = 0\cdot000192,$	$\frac{v}{v-w} = 21,$
		$\alpha' = 0\cdot00404$
Quecksilber bei 0° C.....	$\alpha = 0\cdot000179,$	$\frac{v}{v-w} = 22\cdot5,$
		$\alpha' = 0\cdot00400$
Silber bei 0° C.....	$\alpha = 0\cdot000060,$	$\frac{v}{v-w} = 70,$
		$\alpha' = 0\cdot00378$
Kupfer bei 0° C.....	$\alpha = 0\cdot000044,$	$\frac{v}{v-w} = 85\cdot2,$
		$\alpha' = 0\cdot00375$
Eisen bei 0° C. ....	$\alpha = 0\cdot000031,$	$\frac{v}{v-w} = 120,$
		$\alpha' = 0\cdot00372$

Die Ausdehnungscoefficienten  $\alpha'$  der Metalle nähern sich dem Werte des Ausdehnungscoefficienten der Gase; nur die der Flüssigkeiten weichen ab, indem sie größer sind. Ebenso wie im vorhergehenden Abschnitte kann diese Abweichung von molecularen Vorgängen herrühren, die in der Rechnung nicht berücksichtigt wurden.

25. Aggregatzustände. Zum Schlusse mögen noch einige Bemerkungen, die einer statischen Auffassung des Ätherdruckes günstig zu sein scheinen, Raum finden.

Die thatsächlichen Mittel, welche zur Beurtheilung des Aggregatzustandes führen, sind die Verschiebung und Trennung der Körpertheilchen; je nach der Schwierigkeit, welche damit verbunden ist, unterscheidet man feste, flüssige und gasförmige Körper. Als Ursache des verschiedenen Verhaltens der Körper wird fast allgemein die Cohäsion angegeben; je nach der Stärke derselben soll der Körper fest oder flüssig sein. Die geringe Cohäsion bei den Flüssigkeiten und der Mangel einer Cohäsion bei den idealen Gasen wird auch zu Gunsten der kinetischen Theorie geltend gemacht. Diese Erklärungen finden sich in den meisten physikalischen Lehrbüchern. Sie sind aber unrichtig, wenn der Cohäsionsdruck, d. i. der infolge der Wechselwirkung der Körpertheilchen auf die Flächeneinheit ausgeübte Druck, als Maß der Cohäsion angesehen wird.

Wie bereits J. Stefan und O. Lehmann bemerkt haben, ist der Unterschied zwischen den Cohäsionsdrucken der festen

und flüssigen Körper nicht so bedeutend, dass er den Unterschied zwischen den Arbeitsleistungen zur Verschiebung oder Trennung der betreffenden Körpertheile erklären könnte.

Aus der täglichen Erfahrung ist allgemein bekannt, dass zum Abheben eines Glases in senkrechter Richtung vom Tische eine namhafte Kraft erforderlich ist, wenn sich zwischen Glas und Tischplatte eine, beide benetzende Flüssigkeitsschicht befindet; schon diese Erscheinung weist auf eine bedeutende Cohäsion der Flüssigkeit hin. Gegen die übliche Erklärung spricht auch die Beziehung zwischen Cohäsionsdruck und Körperdichte. Der Cohäsionsdruck ist dem Quadrate der Körperdichte proportional. Die Dichte eines Körpers wird nun aber beim Schmelzen nicht in dem Verhältnisse geändert als die Festigkeit. Besonders auffällig zeigt sich dies beim Wasser: Die Dichte des Wassers bei 0° C. ist 0·9998, des Eises bei derselben Temperatur 0·88; Eis ist also weniger dicht, nur so dicht als Wasser zwischen 8° und 9° C.; es sollte demnach eine geringere Festigkeit besitzen als Wasser unter 8° C., und doch ist das Gegentheil der Fall. Eine Änderung der Cohäsionsconstanten kommt dabei nicht in Betracht, da auch die Brechungsexponenten zwischen Wasser (1·31) und Eis (1·34) nicht wesentlich verschieden sind. Endgiltig zwingen specielle Zahlen für den Cohäsionsdruck  $P$  zu dem Schlusse, dass derselbe nicht das Maß für den Aggregatzustand sein kann. Nach den vorstehenden Gesetzen erhält man für

Schwefelkohlenstoff....	$P$	=	5360	Atm.
Wasser.....	$P_{15}$	=	950	„
				$P_{80}$ = 5760
Eisen.....	$P$	=	12000	„
Kupfer.....	$P$	=	14000	„
Quecksilber bei 0° C. . .	$P$	=	16500	„

Nach anderen Rechnungsmethoden werden davon abweichende Werte erhalten, wahrscheinlich molecularen Vorgängen zufolge; für denselben Stoff liefert zuweilen eine Methode den zwei- bis sechsfachen Betrag der anderen; dies gilt besonders für Flüssigkeiten. Man erhält aber auch bei Berücksichtigung dieses Umstandes für Flüssigkeiten noch immer Größenwerte derselben Ordnung wie für feste Körper. Für Quecksilber übertrifft  $P$  die Werte des Kupfers und Eisens.

Die Cohäsionsdrücke erklären somit die Aggregatzustände nicht. Es muss vielmehr die ganze Zustandsgleichung in An-

wendung gebracht werden, um das Verhalten der Körper zu bestimmen.

Das Ausdehnungsbestreben der Gase erklärt sich nach der Gleichung ohneweiters, und zwar durch die Wärmewirkung bei entsprechend geringer Körperdichte.

Bei Verschiebung oder Trennung von Flüssigkeitstheilchen ändert sich nicht das Volumen, sondern nur die Größe der Oberfläche. Die geleistete Arbeit ist demnach der Vermehrung der Oberflächenenergie gleich.

Dieselbe Bemerkung gilt nicht für die Theilung der festen Körper; bei derselben wird sowohl der Rauminhalt als auch die Oberfläche vergrößert. Es ist bekannt, dass feste Körper nach dem Überschreiten der ersten Elasticitätsgrenze eine bleibende Deformation behalten; damit ist zugleich eine Volumsänderung verbunden. Bei der Einwirkung eines Zuges von 1200 *kg* auf Kupfer pro 1 *cm*<sup>2</sup> erhält das Metall eine bleibende Dehnung, bei 4030 *kg* zerreißt es. Ein Zug von 3200 *kg* pro 1 *cm*<sup>2</sup> vermag Eisen bleibend zu dehnen und eine Kraft von 6100 *kg* ist imstande, es zu zerreißen. Mit der Dehnung ist in der Regel eine Volumszunahme, mit der Pressung eine Volumsabnahme verbunden. Bei der Theilung der festen Körper muss demnach eine Volumsänderung beachtet werden.

Die Arbeit der Körpertheilung wird durch die vollständige Zustandsgleichung bestimmt; sie ist:

$$\Delta A = (P + p) \Delta v + (v - w) \Delta p - H \cdot \Delta F = CN \Delta T + CT \cdot \Delta N.$$

Bei den Gasen ist *H* verschwindend klein; bei Gasen und Flüssigkeiten sind  $\Delta p = 0$  und  $\Delta v = 0$ . Bei Flüssigkeiten ist die Oberflächenenergie oder die Oberflächenspannung *H* das Maß der Theilung. Nach neueren Versuchen ist *H* für Wasser 7·7, für Schwefelkohlenstoff 3·3 *mgr-cm*.

Bei den festen Körpern kommen namentlich die Glieder mit  $\Delta p$  und  $\Delta v$  in Betracht. Wenn z. B. Eisen bei einem Drucke von 3000 *Atm.*, Bauschingers Versuchen gemäß, eine Volumsverminderung um 0·001 erfährt, und wenn  $P = 12000$  *Atm.*,  $v = 10$  *cm*<sup>3</sup> und  $(v - w) = 120 v$  gesetzt werden, so erhält man für die geleistete Arbeit der Volums- und Druckänderung 400 *kg-m*. Der Process geht dem Zerdrücken voran; er vermag es noch nicht herbeizuführen.

Welche physikalischen Vorgänge die Änderung des Aggregatzustandes verursachen, ließe sich nach der Äthertheorie noch

genauer untersuchen; es soll jedoch darauf nicht näher eingegangen werden. Nur die Bemerkung sei noch hinzugefügt, dass die Änderung der Molecülgröße und die dadurch bedingte Abweichung des inneren Kraftfeldes von der Homogenität genügende Anhaltspunkte dazu bieten. Im vorhergehenden Abschnitte wurde das Verhältnis des Volumens  $v$  zum Zwischen volumen ( $v - w$ ) für Wasser = 5·3 und für Eis = 21 ermittelt. Das Zwischen volumen des Wassers ist also ungefähr viermal so groß als das des Eises und das Molecülvolumen des Eises 1·2mal so groß als das des Wassers. Die Zahlen sprechen jedenfalls für einen molecularen Vorgang beim Schmelzen. Auch die rechte Seite der Zustandsgleichung weist darauf hin, dass Prozesse, welche bei constanter Temperatur verlaufen, mit einer Änderung der Molecülzahl  $N$  verbunden sind.

Teschen, December 1892.

Hans Januschke.