

BERICHT
über die
Königliche Ober-Realschule
und die technische Fachschule
zu
BRIEG a/o.
für
das Schuljahr 1883/84
von
E. Noeggerath,
Ober-Realschul-Direktor.

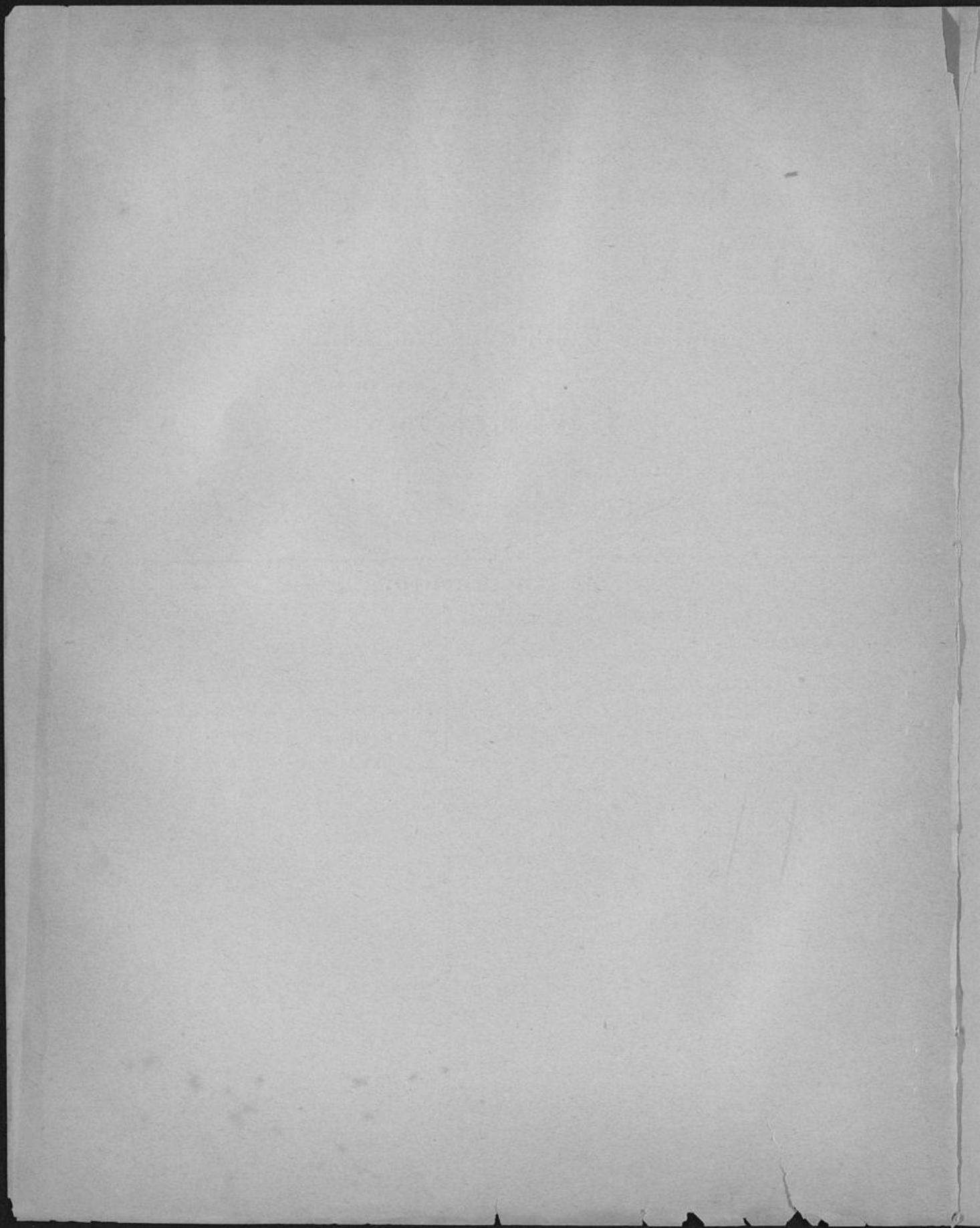
Die wissenschaftliche Abhandlung des Oberlehrers Dr. Freese: „Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung chemischer Verbindungen,“ wird besonders ausgegeben.



1884. Progr. No. 196.

Buchdruckerei Emil Kirchner & Co. Brieg.

BRIE
3



I.

Unterrichts-Plan der Königlichen Ober-Realschule zu Brieg^{a/o}.

Die nach den Principien des Ministerial-Rescripts vom 1. November 1878 und dem Lehrplan vom 31. März 1882 eingerichtete Anstalt zerfällt in:

1. eine Ober-Realschule mit neunjährigem Unterrichtskursus,
2. eine technische Fachschule mit zweijährigem Unterrichtskursus.

I. Die Ober-Realschule.

Diese Anstalt besteht aus 9 aufsteigenden Klassen mit einjährigen Unterrichts-Kursen (Sexta bis Ober-Prima). Dieselbe hat die Aufgabe, die geeignetste Vorbildung für ein erfolgreiches Studium auf einer technischen Hochschule zu gewähren und junge Männer für alle diejenigen Berufskreise auszubilden, in denen wirtschaftliche Thätigkeit vorwaltet. Die Ober-Realschule ist daher dazu bestimmt, eine zweckmäßige Vorbildung für den Gewerbebetrieb und Handel, die Gross-Industrie und Landwirtschaft und alle Zweige des öffentlichen Verkehrs und der Verwaltung darzubieten.

II. Die technische Fachschule.

Die Aufgabe dieser Schule besteht in der Ausbildung von jungen Leuten, welche ohne den Besuch einer technischen Hochschule sich in erfolgreicher Weise für den unmittelbaren Eintritt in alle diejenigen wirtschaftlichen Berufskreise vorbereiten wollen, welche Techniker mittleren Ranges als Leiter und Führer bedürfen. Die specielle Aufgabe der Anstalt besteht vorzugsweise in der theoretisch-praktischen Ausbildung von Maschinentechnikern. Der Unterricht ist indessen auch geeignet, Techniker jeder Art auszubilden, welche im Fabrikationsbetrieb die Leitung und Ueberwachung mechanischer Operationen zu übernehmen haben oder in den Baugewerben thätig werden wollen.

A. Übersicht der Zeitverteilung.

N ^o	Lehrgegenstände	Wöchentliche Stundenzahl in der Ober-Realschule										Summa	N ^o	Lehrgegenstände	Wöchentliche Stundenzahl in der Fachschule		
		VI	V	IV	III ^b	III ^a	II ^a	II ^b	I ^b	I ^a	Summa				II	I	Summa
1	Religionslehre	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	1	Mathematik	5	5	10
2	Deutsch	5	6	4	3	3	3	3	3	3	33	2	Beschreib. Geometrie	2	2	4	
3	Französisch	8	8	8	6	6	5	5	5	5	56	3	Mechanik	2	4	6	
4	Englisch	—	—	—	5	5	4	4	4	4	26	4	Physik	2	2	4	
5	Geschichte	1	2	2	2	2	2	2	3	3	19	5	Chemie und chem. Technologie	3	2	5	
6	Geographie	2	1	2	2	2	1	1	—	—	11	6	Maschinenlehre	4	4	12	
7	Mathematik und Rechnen	4	4	6	6	6	5	5	5	5	46	7	Mechanische Technologie	2	2		
8	Naturbeschreibung	2	2	2	2	2	3	—	—	—	13	8	Baukonstruktionslehre	4	4	8	
9	Physik	—	—	—	—	—	4	4	3	3	14	9	Maschinenzeichnen	8	8	16	
10	Chemie	—	—	—	—	—	—	3	3	3	9	10	Freihandzeichnen	4	4	8	
11	Linearzeichnen u. beschr. Geometrie	—	—	—	—	2	4	4	4	4	18	11	Rechnen u. Buchführung	2	—	2	
12	Freihandzeichnen	2	2	2	2	2	3	3	4	4	24	12	Übungen i. Laboratorium ^(facultativ)	(3)	(3)	(6)	
13	Schreiben	2	2	2	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	
14	Gesang	In drei Abteilungen.										6	—	—	—	—	
15	Turnen	In drei Abteilungen.										6	—	—	—	—	
Summa		29	29	30	30	32	36	36	36	36	306		Summa	38	37	75	

B. Spezieller Lehrplan der unteren und

Nr.	Lehrgegenstände.	Sexta.	Quinta.
1	Religion. 11 Stunden wöchentlich. a) Für evangelische Schüler b) Für katholische Schüler	3 Stunden wöchentlich. Aus dem N. und A. Testament ausgewählte bibl. Geschichten (Wende), Das erste und zweite Hauptstück des Katechismus. 3 Kirchenlieder.	3 Stunden wöchentlich. Aus dem N. und A. Testament ausgewählte biblische Geschichten. Zweites u. drittes Hauptstück. Besprechung der Sonntagsevangelien. 3 Kirchenlieder.
2	Deutsch. 21 Stunden wöchentlich.	5 Stunden wöchentlich. Die Elemente der deutschen Grammatik, Orthographie, Interpunktionslehre. Schriftliche Reproduktionen, Lektüre des Lesebuches von Hoff u. Panitzsch, Vorträge von Gedichten. Wöchentlich ein Aufsatz oder Diktat.	6 Stunden wöchentlich. Wie in Sexta.
3	Französisch. 34 Stunden wöchentlich.	8 Stunden wöchentlich. Ploetz' Elementargrammatik, Lektion 1-65. Aussprache, Formendes, Hilfsverben; erste regelmäßige Conjugation. Der einfache Satz. Vokabellernen. Wöchentlich ein Exzerptum oder ein Extemporale.	8 Stunden wöchentlich. Ploetz' Elementargrammatik, Lekt. 69 bis Schluss. Formendes, regelmäßige Conjugation. Lektüre des Anhangs. Memorieren einiger Stücke. Vokabellernen. Wöchentlich ein Exzerptum oder ein Extemporale.
4	Englisch. 10 Stunden wöchentlich.		
5	Geschichte. 9 Stunden wöchentlich.	1 Stunde wöchentlich. Die wichtigsten Sagen der Griechen. Die hervorragendsten Persönlichkeiten der orientalischen und griechischen Geschichte.	2 Stunden wöchentlich. Die wichtigsten Sagen der Griechen und Römer, einige hervorragende Persönlichkeiten der römischen und vaterländischen Geschichte.
6	Geographie. 5 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Die geographischen Grundbegriffe. Schichten. Präzession.	1 Stunde wöchentlich. Deutschland, Österreich, die Schweiz.
7	Mathematik. 26 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. Rechnen mit ganzen Zahlen und Dezimalbrüchen, unter Berücksichtigung des deutschen Münz-, Masse- und Gewichtssystems. Kopfrechnen und häusliche Übungen.	4 Stunden wöchentlich. Rechnen mit gemeinen und Dezimalbrüchen, schriftlich und im Kopfe. Häusliche Übungen.

mittleren Klassen der Ober-Realschule.

Quarta.	Unter-Tertia.	Ober-Tertia.
2 Stunden wöchentlich. Aus dem N. u. A. Testament ausgewählte bibl. Geschichten im Anschluß an den früheren Unterricht. Repetition der Hauptstücke. 6 Kirchenlieder.	2 Stunden wöchentlich. Die Geschichte des jüdischen Volkes mit Berücksichtigung der Chronologie und der Beziehungen zu anderen Völkern. Lektüre ausgewählter Psalmen. Das 4. Hauptstück. 6 Kirchenlieder.	2 Stunden wöchentlich. Das Leben Jesu und der Apostel. Das Kirchenjahr. Lektüre: Das Evangelium des Matthäus. Das fünfte Hauptstück. 6 Kirchenlieder.
Von der Grundschrift, den Sakramenten und dem Kirchenjahr, 27-48. Geschichte des N. Testaments von 31 Jah. Geographie des heiligen Landes.	Die Glaubenslehre nach Dabmann's Leitfaden.	Die Lehre von dem Grundbegriff im allgemeinen und von den Sakramenten.
4 Stunden wöchentlich. Deutsche Grammatik. Aufsätze, besonders in Reproduktionen und Beschreibungen. Dispositionsaufgaben. Lektüre des Lesebuches von Hoff und Panitzsch, Vorträge von Gedichten. Exzerptum. Alle 2 Wochen ein Aufsatz.	3 Stunden wöchentlich. Deutsche Grammatik. Aufsätze, besonders in Reproduktionen und Beschreibungen. Dispositionsaufgaben. Lektüre des Lesebuches von Hoff und Panitzsch, Vorträge von Gedichten. Ableitung aus Dispositionen. Alle 3 Wochen ein Aufsatz.	3 Stunden wöchentlich. Wiederholung der Grammatik, Aufgabepunkte der Dispositionsaufgaben u. Metrik. Aufsätze mit Dispositionen. Lektüre der Balladen des Lesebuches von Hoff u. Panitzsch, der Olyviers, Vorträge von Gedichten, Deklamationsaufgaben. Dispositionsaufgaben. Alle drei Wochen ein Aufsatz.
8 Stunden wöchentlich. Repetition der regelmäßigen Conjugation. Die unregelmäßige Conjugation. (Ploetz' Schulgrammatik 128). Lektüre aus dem Lesebuch. Memorieren einiger Stücke. Vokabellernen. Wöchentlich ein Exzerptum oder ein Extemporale.	6 Stunden wöchentlich. Repetition der unregelmäßigen Verben. Die Hilfsverben, die reflexiven und unpersonlichen Verben; das Substantiv, Adjektiv, Adverb, Zahlwort. Präpositive (Ploetz' Schöley 24-40). Lektüre aus dem Lesebuch; Memorierungen. Vokabellernen. Wöchentlich ein Exzerptum oder ein Extemporale.	6 Stunden wöchentlich. Wortbildung. Tempuslehre, das Wichtigste aus d. Moduslehre. (Ploetz' Schöley 98-105). Lektüre aus dem Lesebuch und Mirbeau, (Mirbeau de la première époque). Vokabellernen. Wöchentlich ein Exzerptum oder ein Extemporale.
2 Stunden wöchentlich. Die griechische und römische Geschichte in vorwiegend biographischer Form.	2 Stunden wöchentlich. Deutsche Geschichte von der ältesten Zeit bis 1517.	2 Stunden wöchentlich. Neuere deutsche und preussische Geschichte bis 1815.
2 Stunden wöchentlich. Europa mit Ausnahme von Deutschland, Österreich und der Schweiz.	2 Stunden wöchentlich. Die beiden Erdteile.	2 Stunden wöchentlich. Repetition der Geographie von Europa.
6 Stunden wöchentlich. 1. Rechnen mit Dezimalbrüchen und einfache Schlussrechnungen, schriftlich und im Kopfe. Einleitung in die Grundoperationen mit allgemeinen Zahlen. 2. Geometrie: Einleitung. Die Lehre von der Kongruenz der Dreiecke. Das Parallelogramm. Einfache planimetrische Aufgaben. Einleitung in die Kreislehre.	6 Stunden wöchentlich. 1. Rechnen: Numerische Berechnung von Quadrat- u. Kubikwurden. Zins-, Rabatt- u. Ternüberrechnungen. 2. Arithmetik: Die Grundoperationen mit allgemeinen Zahlen. Die Potenzen u. Proportionen. Die Beziehungen ersten Grades mit einer Unbekannten. 3. Geometrie: Der erste Teil der Kreislehre. Gleichheit d. Figuren. Verwandlungen u. einf. Teilungen. Planimetrische Aufgaben. Alle 2 Wochen eine häusliche Arbeit oder eine Klassenarbeit.	6 Stunden wöchentlich. 1. Arithmetik: Bruch Potenzen und Wurzeln. Algebraische Übungen. Die imaginären Größen. Die Zahlensysteme. Gleichungen ersten Grades mit mehreren Unbekannten. 2. Geometrie: Proportionalität der Linien u. Ähnlichkeit der Figuren. Inhaltsbestimmungen. Zweiter Teil der Kreislehre. Geometrische Berechnungen u. planimetrische Aufgaben. Alle 2 Wochen eine häusliche Arbeit oder eine Klassenarbeit.

Nr.	Lehrgegenstände.	Sexta.	Quinta.
8	Naturbeschreibung 19 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Anleitung zur Beobachtung und Beschreibung einzelner Pflanzen mit grossen Zweitzweigen und von Vertretern der Weichstängelkassen.	2 Stunden wöchentlich. Anleitung zur Beobachtung und Beschreibung einzelner Pflanzen mit einfacheren und mit minder leicht verständlichen Pflanzen. Der menschliche Körper. Die Zehensaugtiere.
9	Linearzeichnen. 2 Stunden wöchentlich.		
10	Freihandzeichnen. 10 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Zeichnen von Linien, Figuren, Blattformen und einfachen architektonischen Formen nach Erklärung und Vorzeichnung an der schwarzen Tafel.	2 Stunden wöchentlich. Wie in Sexta.
11	Schreiben. 6 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Schreiben der Buchstaben-Elemente der deutschen und lateinischen Schrift.	2 Stunden wöchentlich. Übung der deutschen Kurrent- und lateinischen Kurrentschrift.
12	Gesang. 6 Stunden wöchentlich.	Die Schüler sind in drei Abteilungen geteilt und üben in den	
13	Turnen. 6 Stunden wöchentlich.	Die Schüler sind in drei Abteilungen geteilt und üben	

C. Spezieller Lehrplan der oberen

Nr.	Lehrgegenstände.	Unter-Sekunda.	Ober-Sekunda.
1	Religion. 6 Stunden wöchentlich. a) Für evangelische Schüler. b) Für katholische Schüler.	2 Stunden wöchentlich. Einführung in das A. Testament. Geographie des heil. Landes. Lektüre: Evangel. Johannis. Kirchengeschichte von der Zeit der Apostel bis 325.	2 Stunden wöchentlich. Kirchengeschichte von der Zeit Constantin d. Gr. bis zur Reformation. Lektüre: Briefe Johannes' und Petri. Die Hauptpunkte der Sitzelehre.
2	Deutsch. 9 Stunden wöchentlich.	3 Stunden wöchentlich. Metrik. Dispositionen. Übungen. Lektüre: ausgewählte Abschnitte des Nibelungenliedes oder der Gudrun, nach Höpff und Paulstock; Goethes Hermann und Dorothea oder ein Schillerisches Drama; Herodot. Freie Vorträge. Monatliche Aufsätze.	3 Stunden wöchentlich. Geschichte der alten deutschen Literatur im Anschluss an das Lesenbuch von Hoffmann Paulstock. Lektüre v. Übersetzungen antiker Klassiker (Vergil, Metamorphosen u. histor. Dramen von Lessing, Schiller oder Goethe). Freie Vorträge. Monatliche Aufsätze.
3	Französisch. 15 Stunden wöchentlich.	5 Stunden wöchentlich. Lektüre: Voltaire, Charles XII; Rollin, Histoire d'Alexandre le Grand. Grammatik: Moduslehre, Adjectiv, Artikel. Memoria- und Sprechübungen, Vokalübungen. Alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.	5 Stunden wöchentlich. Lektüre: Ségur, Histoire de Napoléon; Mignet, Vie de Franklin oder Voltaire, Siècle de Louis XIV; Scribo, le verrou d'ouder Sanson, Mémoires de la Seignère. Grammatik: Artikel, Pronomen, Infinitiv. Memoria- u. Sprechübungen. Alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.

Quarta.	Unter-Tertia.	Ober-Tertia.
2 Stunden wöchentlich. Systematische botanische Formenlehre und Taxinomie unter Vorführung von Beispielen aus dem Gesamtgebiete der Botanik. Einführung in die Pflanzensysteme. Rat- und Flossentiere. Die Vögel.	2 Stunden wöchentlich. Die Pflanzensysteme nach Linnaeus System, besonders Kulturpflanzen, Reptilien, Fische und die erste Abteilung der Insekten.	2 Stunden wöchentlich. Das tierische Pflanzensystem, einschliesslich Kryptogamen. Die zweite Abteilung der Insekten und einzelne Vertreter der niederen Tiere.
2 Stunden wöchentlich. Zeichnen nach Flächen-Modellen, Formelemente, Ausführungen nach Skizzen an der Tafel, Fraktur- und Rundschrift.	2 Stunden wöchentlich. Wie in Quarta.	2 Stunden wöchentlich. Zeichnen nach Körpermodellen und Kurven, einfaches Körper und Maschinentheile, Übungen in Tuschen.
2 Stunden wöchentlich. Schreiben nach Vorlagen und Vorschritt in der Tafel.		2 Stunden wöchentlich. Zeichnen nach Körpermodellen und Erläuterungen an der Tafel. Ausführungen in Bleistift und Kreide. Fraktur- und Rundschrift.

einzelnen Abteilungen ein- und zweistimmige und im Gesamtchor vierstimmige Lieder ein.

In den einzelnen Abteilungen wöchentlich in 2 Stunden.

Klassen der Ober-Realschule.

Prima.	
2 Stunden wöchentlich. Einführung in das N. Testament. Kirchengeschichte von der Reformation bis auf die neueste Zeit. Lektüre: Briefe an die Römer, Korinther und Galater. Die Hauptpunkte der Glaubenslehre.	2 Stunden wöchentlich. Kirchengeschichte von der Reformation bis auf die neueste Zeit. Die Hauptpunkte der Glaubenslehre.
Dogmatik. Kirchengeschichte.	
3 Stunden wöchentlich. Geschichte der neueren deutschen Literatur bis zu Goethes Tod. Poetik, Logik und Psychologie. Lektüre: Übersetzungen antiker Klassiker (Homer, Hesiod, Sophokles), schwierigerer poetische und prosaische Werke deutscher Dichter. Monatliche Aufsätze.	3 Stunden wöchentlich. Geschichte der neueren deutschen Literatur bis zu Goethes Tod. Poetik, Logik und Psychologie. Lektüre: Übersetzungen antiker Klassiker (Homer, Hesiod, Sophokles), schwierigerer poetische und prosaische Werke deutscher Dichter. Monatliche Aufsätze.
5 Stunden wöchentlich. Lektüre: Ausgewählte Werke von Camille, Racine, Molière, Mignet, Mirabeau, Arago. Literaturgeschichtliche Mitteilungen im Anschluss an die Lektüre. Grammatische Erweiterungen und Repetitionen. Mündliche Übersetzungen. Sprechübungen. Vorträge. Alle 4 Wochen ein Aufsatz; alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.	5 Stunden wöchentlich. Lektüre: Ausgewählte Werke von Camille, Racine, Molière, Mignet, Mirabeau, Arago. Literaturgeschichtliche Mitteilungen im Anschluss an die Lektüre. Grammatische Erweiterungen und Repetitionen. Mündliche Übersetzungen. Sprechübungen. Vorträge. Alle 4 Wochen ein Aufsatz; alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.

N.	Lehrgegenstände.	Unter-Sekunda.	Ober-Sekunda.
4	Englisch. 12 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. Lektüre: Lambeth und Scott, Tales of a Grandfather oder Dickens, A Child's History of England. Grammatik: Erweiterung der Formenlehre; Syntax des Nomens, Memorie- und Sprechübungen. Alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.	4 Stunden wöchentlich. Lektüre: Hines, History of England; Irving, Sketch Book; Dickens, A Christmas Carol. Grammatik: Syntax des Verbums, Memorie- und Sprechübungen. Alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.
5	Geschichte. 8 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Griechische und römische Geschichte.	2 Stunden wöchentlich. Deutsche Geschichte des Mittelalters.
6	Geographie. 8 Stunden wöchentlich.	1 Stunde wöchentlich. Repetition der ausserdeutschen Länder Europas.	1 Stunde wöchentlich. Repetition Deutschlands und der ausserdeutschen Erdteile. Mathem. Geographie. Das Sonnensystem.
7	Mathematik. 15 Stunden wöchentlich.	5 Stunden wöchentlich. Arithmetik: Gleichungen 1. Grades mit mehreren Unbekannten, Gleichungen 1. Grades, Logarithmen, Progressionen 1. Reihenfolge. Algebraische Formeln. Geometrie: Transzendenten, Repetitionen über das Sinusgesetz der Trigonometrie, Konstruktion ebenerlicher Ausdrücke, Inverse Aufgaben. Im Winter-Semester: Trigonometrie bis zur Dreiecksberechnung. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit.	5 Stunden wöchentlich. Arithmetik: Gleichungen zweiten Grades mit mehreren Unbekannten, Determinanten, Diophantische Gleichungen, Binomial-Koeffizienten. Geometrie: Fortsetzung der Trigonometrie, Sphärische Trigonometrie, Geometrische Aufgaben. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit.
8	Naturbeschreibung. 8 Stunden wöchentlich.	3 Stunden wöchentlich. Beschreibung und chemische Eigenschaften von Mineralien, — der festen Erde und der wichtigsten Lösungsmittelelemente, des Wasser, — des Eisens, — des gewöhnlichen Verhältnisses mineralischer Vertreter auf Erden und in Ozeanen, —	
9	Physik. 11 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. Die Lehre von den allgemeinen Eigenschaften und den Aggregatzuständen der Körper. Wärmelehre. Die Dampfmaschine, Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus.	4 Stunden wöchentlich. Elektrodynamik, Akustik, Niedere Optik, Neuere Wärmelehre und ihre Anwendung auf die Dampfmaschine, Mechanik des materiellen Punktes.
10	Chemie. 6 Stunden wöchentlich.	3 Stunden wöchentlich. Die elementare Gaslehre, des Metalle und Leichtmetalle, sowie deren Verbindungen mit Einschluss der wichtigsten Klassen. Arbeiten im Laboratorium.	3 Stunden wöchentlich. Die Schwermetalle und deren Verbindungen mit Einschluss der wichtigsten Klassen. Arbeiten im Laboratorium.
11	Linearzeichnen. 12 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. Projektionslehre: Der Punkt, die gerade Linie und die Ebene in Parallelprojektion. Zahlreiche Aufgaben. Aufnahmen und Zeichnen von Modellen. Tuschübungen.	4 Stunden wöchentlich. Projektionslehre: Die dreiseitige Ecke, Darstellung des Prismas, der Pyramide, des Kegels, des Cylinders und der Rotationskörper der Kegelschäfte, Durchdringungen und Abwickelungen, Aufnahmen und Zeichnen nach Modellen mit Massangaben. Maschienen- und Bauteile.
12	Freihandzeichnen. 10 Stunden wöchentlich.	3 Stunden wöchentlich. Zeichnen der Grundformen der architektonischen Style nach Skizzen und Modellen mit Tusche und in Farben.	3 Stunden wöchentlich. Zeichnen zusammengesetzter allgemeiner Konstruktions nach Skizzen und Vortrag. Zeichnen grösserer Modelle in Farben, Tusche und Kreide; kleinere Entwürfe nach erläuternden Aufgaben.
13	Gesang. 6 Stunden wöchentlich.	Die Schüler sind in drei Abteilungen geteilt und üben in den einzelnen	
14	Turnen. 6 Stunden wöchentlich.	Die Schüler sind in drei Abteilungen geteilt und üben in den einzelnen Abteilungen wöchentlich in 2 Stunden.	

4 Stunden wöchentlich. Lektüre: Shakspeare, Marlowe, Literaturgeschichtliche Mitteilungen in Anschluss an die Lektüre. Grammatische Erweiterungen und Repetitionen. Mündliche Chorsatzungen. Sprechübungen. Alle 14 Tage ein Aufsatz; alle 14 Tage ein Exerzium oder Extemporale.
3 Stunden wöchentlich im Winter, 2 Stunden im Sommer. Neuere deutsche Geschichte unter Berücksichtigung der gleichzeitigen wichtigsten Ereignisse des Auslandes. Repetitionen aus den übrigen Teilen der Geschichte.
1 Stunde wöchentlich im Sommer. Repetition der gesamten Geographie, verbunden mit einer Darstellung der allgemeinen physischen Verhältnisse der Erdoberfläche.
5 Stunden wöchentlich. Arithmetik und Algebra: Der binomische Satz, Konvergenz der Reihen und die Reihen für Potenzen und Logarithmen. Der Moivre'sche Satz und die komplexe Zahl. Kubische Gleichungen und die Lösungen numerischer Gleichungen höherer Grade. Elemente der Differentialrechnung. Maxima und Minima. Übungen und Repetitionen. Geometrie: Neuere Geometrie. Die Kegelschnitte. Analytische Geometrie der Linien ersten und zweiten Grades. Übungen und Repetitionen. Alle 14 Tage eine schriftliche Arbeit.
3 Stunden wöchentlich. Mechanik starrer Körper; Widerstände; Stoss; Mechanik der Aggregatzustände. Theoretische Optik, Meteorologie, Gesetze der mathematischen Geographie und Anwendungen derselben. Repetitionen.
3 Stunden wöchentlich. Die Schwermetalle und deren Verbindungen mit Einschluss der wichtigsten Klassen. Arbeiten im Laboratorium.
4 Stunden wöchentlich. Projektionslehre; Repetitionen. Perspektiv. Zeichnen von Maschinen- und Bauteilen nach gegebenen Erläuterungen und Aufgaben mit genauen Massangaben in Tusche und Farben.
4 Stunden wöchentlich. Zeichnen nach grösseren Modellen der Architektur und Kunstgewerbe, Entwürfe nach gestellten und erläuternden Aufgaben.
Abteilungen ein- und zweistimmige und im Gesangbuch vierstimmige Lieder ein.
einzelnen Abteilungen wöchentlich in 2 Stunden.

D. Spezieller Lehrplan der technischen Fachschule.

№	Lehrgegenstände.	II. Klasse.	I. Klasse.
1	Mathematik. 10 Stunden wöchentlich.	5 Stunden wöchentlich. a. Arithmetik 2 Stunden. Die Logarithmen. Gleichungen 2. Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Binomialkoeffizienten. Diophantische Gleichungen. Zahlreiche Übungen. b. Geometrie 3 Stunden. Trigonometrie der Ebene. Stereometrie mit vielfachen Flächen- und Inhaltsbestimmungen der in der Technik vorkommenden Körperformen. Anwendung der Planimetrie bei der Lösung von Aufgaben. Monatlich eine schriftliche Arbeit.	5 Stunden wöchentlich. a. Arithmetik. Arithmetische und geometrische Reihen. Rentenrechnung. Der binomische Satz für ganze, positive Exponenten. Die Reihen für Potenzen. Zahlreiche Übungen. b. Geometrie. Erweiterung der Planimetrie und Stereometrie. Die Kegelschnitte in synthetischer und analytischer Begründung. Die Cycloiden, Kreisevolvente und einige andere wichtige Kurven. Monatlich eine schriftliche Arbeit.
2	Darstellende Geometrie. 4 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Die Parallelprojektionen. Darstellung und Schnitte einfacher Körper. Rotationskörper. Abwickelungen und Durchdringungen.	2 Stunden wöchentlich. Schattenkonstruktionen. Central- und Parallelperspektive. Zahlreiche Übungen und Repetitionen.
3	Mechanik. 6 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Die Bewegung des materiellen Punktes. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte. Polygon der Kräfte. Kräftepaare. Einleitung in die Graphostatik. Der Schwerpunkt und die Stabilität. Die mechanischen Arbeiten. Bewegungswiderstände. In jedem Semester 3 schriftliche Arbeiten.	4 Stunden wöchentlich. Die Festigkeitslehre. Drehende Bewegung der Körper. Der Stoss. Die wichtigsten Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger und gasförmiger Körper. Die Graphostatik und zahlreiche Anwendungen derselben. In jedem Semester 4 schriftliche Arbeiten.
4	Physik. 4 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Repetition der allgemeinen Eigenschaften der Körper. Die Wärmelehre, die Elektrizität, der Galvanismus. In jedem Semester 2 schriftliche Arbeiten.	2 Stunden wöchentlich. Die Wellenbewegungen, der Schall und die Optik. Die neue Wärmelehre und ihre Anwendungen. Die elektrische Beleuchtung. Repetitionen über das ganze Gebiet der Physik. In jedem Semester 2 schriftliche Arbeiten.
5	Chemie und chemische Technologie. 5 Stunden wöchentlich.	3 Stunden wöchentlich. Die chemischen Grundgesetze. Die Metalloide und die Leichtmetalle, sowie deren Verbindungen mit Einschluss der bezüglichen Mineralien. In jedem Semester 1 schriftliche Arbeit.	2 Stunden wöchentlich. Die Schwermetalle und deren Verbindungen. Einleitung in die organische Chemie. Die Heizung und die Gasbeleuchtung. Die Zuckerfabrikation, Bierbrauerei, Gerberei und die Prinzipien der Färberei. In jedem Semester 1 schriftliche Arbeit.
6	Maschinenlehre und mechanische Technologie. 12 Stunden wöchentlich.	6 Stunden wöchentlich. a. Maschinenlehre. 1. Einleitung: Abriss der Festigkeitslehre. 2. Die Maschinenelemente: Schrauben, Nieten, Zapfen, Achsen, Wellen, Kuppelungen, Lager, Friktionräder, Riemenscheiben, Ketten und Kettenräder, Seilscheiben, Zahnräder und Räderwerke, — Exentriks, Hebelarmen, Korbels, Ventile, Hähne, Schieber. Skizzieren der Maschinenelemente. 3. Messmaschinen. 4. Transportmaschinen. b. Mechanische Technologie. Materialienkunde. Die Operationen zur Trennung der Körper und Flächenbearbeitungen: Sägen, Schneiden, Hobeln, Feilen, Drehen, Bohren etc. Die Operationen und Hilfsmittel zur Vereinigung von Körperteilen: Nageln, Nieten, Schrauben, Leimen, Kitten, Lüten, Schweißen etc. In jedem Semester 3 schriftliche Arbeiten.	6 Stunden wöchentlich. a. Maschinenlehre. 1. Effekte. Effektberechnungen und Messungen. Regulierungs- und Bremsvorrichtungen. 2. Die Dampfmaschine. Geschichte. Gesetze der Gase und Dämpfe. Dampfkessel und deren Feuerungen. Einrichtungen der verschiedenen Systeme. Steuerungen. Skizzieren der Systeme. 3. Wasserräder und Turbinen. 4. Windräder. 5. Güpel. 6. Kleintmotoren. 7. Transportmaschinen. Winden und Krähne. Kolben- und Kreiselpumpen, Ventilatoren. b. Mechanische Technologie. Werkzeuge für Holz- und Metallbearbeitung. Die Vorarbeiten. Gessen, Walzen, Ziehen. Einfache Werkzeugmaschinen. Walzwerke und Druckapparate. In jedem Semester 3 schriftliche Arbeiten.
7	Baukonstruktionslehre und Bauzeichnen. 8 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. a. Baukunde. Die Baumaterialien. Die Mauerverbände. Schornsteine, Öfen. Die Zimmerverbände. Hänge- und Sprengwerke. Die Dächer und Treppen. b. Bauzeichnen. Aufnahme und Zeichnen von Grundrissen. Zeichnen der Mauer- und Zimmerverbände. Die Gewölbe und Dachkonstruktionen. Skizzieren.	4 Stunden wöchentlich. a. Baukunde. Die hauptsächlichsten Eisenkonstruktionen des Bauwesens mit Austragung der Kräftepläne. Grundprinzipien der Anordnung und Einrichtung von Wohn- und Fabrikgebäuden. Die Feuerungen des Wohnhauses. b. Bauzeichnen. Aufnahme und Zeichnen von Grundstücken und Grundrissen. Konstruktion von Bauteilen und Entwürfe kleinerer Gebäude. Anwendungen der Graphostatik.
8	Maschinenzeichnen. 16 Stunden wöchentlich.	8 Stunden wöchentlich. Zeichnen und Zusammensetzung von Maschinenteilen und einfacher Maschinen nach Modellen. Skizzieren nach Modellen. Einübung verschiedener Darstellungsmethoden.	8 Stunden wöchentlich. Zeichnen von Dampfkesselanlagen und einfacher Maschinen mit genauen Massangaben nach gestellten Aufgaben. Skizzieren von Maschinen. Einübung verschiedener Darstellungsmethoden.
9	Freihandzeichnen. 8 Stunden wöchentlich.	4 Stunden wöchentlich. Aufnahmen. Skizzieren und Zeichnen von Erzeugnissen der Kunstindustrie. Zeichnen nach Ornamenten.	4 Stunden wöchentlich. Zeichnen nach Ornamenten und Kunstindustrieerzeugnissen. Einübung von verschiedenen Darstellungsmethoden. Zeichnen kleinerer Entwürfe. Skizzieren.
10	Rechnen und Buchführung. 2 Stunden wöchentlich.	2 Stunden wöchentlich. Einrichtung der Geschäftsbücher. Einfache Buchführung und das Wichtigste aus der Wechselkunde.	

E. Verteilung des Unterrichts unter die Lehrkräfte im Schuljahre 1883/84.

Nr.	Lehrer	Ordinarius	O b e r - R e a l s c h u l e .										Technische Fachschule.		Wochenstunden
			Prima I	Ober-Sekunda II ^a	Unter-Sekunda II ^b	Ober-Tertia III ^a	Unter-Tertia III ^b	Quarta IV	Quinta V	Sexta VI	Klasse I F ^a	Klasse II F ^b			
1	Direktor Nooggerath	—	5 Mathematik 3 Chemie	3 Mathematik 2 Mathematik comb. m. F ^b	3 Arithmetik	—	—	—	—	—	—	—	—	2 Mathematik comb. mit II ^a	13
2	Oberlehrer Dr. Freese	I	3 Chemie 3 Laboratorium comb. m. F ^{a, b}	3 Chemie comb. m. F ^b	3 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	—	—	—	3 Laboratorium comb. m. I, II ^a 3 Chemie comb. m. II ^a 2 Physik	24
3	Oberlehrer Dr. Bilschowsky	II ^a	3 Deutsch 3 Geschichte 1 Geographie	3 Deutsch 2 Geschichte 1 Geographie	3 Deutsch 1 Geographie	2 Geographie	—	—	—	—	—	—	—	—	20
4	Oberlehrer Dr. Wershoven	II ^b	5 Französisch 4 Englisch	5 Französisch 4 Englisch	3 Französisch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
5	Ord. Oberrealschul- lehrer Laue	—	3 Freihandzeichnen combinirt mit F ^{a, b} 1 Freihand- zeichnen comb. m. F ^{a, b}	3 Freihand- zeichnen	3 Freihand- zeichnen	2 Freihand- zeichnen	2 Freihand- zeichnen	2 Freihand- zeichnen	2 Freihand- zeichnen	2 Zeichnen 2 Rechnen	4 Rechnen	2 Zeichnen	—	3 Freihandzeichnen comb. mit I, II ^a 1 Freihandzeichnen comb. mit I. —	23
6	Ord. Oberrealschul- lehrer Ingenieur Kunz	F ^a	2 Linearzeichnen beschreibende Geometrie	2 Linear- zeichnen beschreib. Geometrie	2 Linear- zeichnen Geometrie	2 Linear- zeichnen	—	—	—	—	—	—	—	2 darstellende Geometrie 2 Entwerfen baulicher Anlagen 2 Baukonstruk- tionslehre 2 Baukonstruk- tionslehre 2 Mechanik	22
7	Oberrealschullehrer Dr. Löffler	IV	3 Physik	4 Physik	4 Physik	—	—	—	—	—	8 Französisch	2 Natur- beschreibung	2 Natur- beschreibung	—	23
8	Oberrealschullehrer Ingenieur Henneberg	F ^b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 Maschinzeichnen Maschinenlehre Technologielehre 4 Mechanik	24
9	Ord. Oberrealschul- lehrer Engelbrecht	III ^a	—	—	2 Geometrie	4 Mathematik 2 Rechnen	—	—	—	—	—	—	—	5 Mathematik 3 Geometrie	24
10	Ord. Oberrealschul- lehrer Schaefer	III ^b	—	—	—	3 Deutsch 2 Geschichte	3 Deutsch 2 Geschichte	2 Geographie	2 Geographie	4 Deutsch 2 Geschichte 2 Geographie	1 Geographie	1 Geographie	—	—	24
11	Ord. Oberrealschul- lehrer Mentzen	V	—	—	2 Französisch 4 Englisch	5 Französisch 4 Englisch	2 Englisch	—	—	—	—	—	—	—	23
12	Oberrealschullehrer Schoopke	—	—	—	—	2 Englisch	6 Französisch 5 Englisch	—	—	—	—	—	—	—	23
13	Oberrealschullehrer Rutsch	VI	—	—	—	—	—	—	—	2 evangelische Religionslehre 2 Schreiben	2 evangelische Religionslehre 6 Deutsch 5 Deutsch 3 Rechnen	2 evangelische Religionslehre 2 Schreiben Religion 5 Deutsch 3 Rechnen	—	—	24
14	Pastor Mevius	—	2 evangelische Religionslehre	2 evangelische Religionslehre	2 evangelische Religionslehre	2 evangelische Religionslehre	—	—	—	—	—	—	—	—	4
15	Pfarrer Velkel	—	2 katholische Religionslehre	2 katholische Religionslehre	2 katholische Religionslehre	2 katholische Religionslehre	—	—	—	—	—	—	—	—	4
16	Lehrer Burczek	—	—	—	—	—	—	—	—	2 katholische Religionslehre	2 katholische Religionslehre	2 katholische Religionslehre	—	—	4
17	Lehrer Schwab	—	—	—	—	—	—	—	—	1 C h o r - G e s a n g	1 C h o r - G e s a n g	1 C h o r - G e s a n g	—	—	4
18	Lehrer Reiche	—	2 T u r n e n	—	—	—	—	—	—	1 T u r n e n 1 T u r n e n	1 T u r n e n 1 T u r n e n	1 T u r n e n 1 T u r n e n	—	—	6

F. Verzeichnis der erforderlichen Bücher.

I. Ober-Realschule.

Sexta.

1. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Sexta.
2. *Plötz*, Französische Elementargrammatik.
3. { *Wendel*, Biblische Geschichte.
Katechismus
4. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
5. Für Sänger: *Heim*, Sammlung von Volks-
gesängen.

Quinta.

1. *Plötz*, Elementargrammatik.
2. { *Wendel*, Biblische Geschichte.
Katechismus.
3. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
4. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
5. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Quinta.
6. Ein neues Testament.

Aus Sexta
beibehalten.

Quarta.

1. *Plötz*, Elementargrammatik.
2. { *Wendel*, Biblische Geschichte.
Katechismus.
3. Neues Testament.
4. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
5. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
6. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Quarta.
7. *Wilmanns*, Deutsche Grammatik.
8. *Pütz*, Grundriss der Geschichte f. mittlere Kl.,
Bd. I.
9. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
10. *Plötz*, Französische Schulgrammatik.
11. *Wershoven*, Französisches Lesebuch.
12. *Lieber & v. Lühmann*, Teil I (Planimetrie).

Aus Quinta
beibehalten.

Unter-Tertia.

1. *Wilmanns*, Deutsche Grammatik.
2. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
3. *Plötz*, Schulgrammatik.
4. *Wershoven*, Französ. Lesebuch.
5. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik I.
6. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
7. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
8. *Dubelmann*, Leitfaden für kathol. Religions-
Unterricht.
9. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Tertia.

Aus Quarta
beibehalten.

10. *Pütz*, Grundriss der Geschichte f. mittlere
Klassen, Bd. II.
11. *Gesenius*, Elementarbuch der engl. Sprache.
12. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
13. *Schilling*, Kleine Naturgeschichte.
14. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik II.

Ober-Tertia.

1. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Tertia.
2. *Wilmanns*, Deutsche Grammatik.
3. *Dubelmann*, Leitfaden für kath. Religions-
Unterricht.
4. *Pütz*, Grundriss der Geschichte für mittlere
Klassen, Bd. II.
5. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
6. *Plötz*, Schulgrammatik.
7. *Herrig*, Premières lectures.
8. *Gesenius*, Elementarbuch.
9. *Lieber & v. Lühmann*, I. und II.
10. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
11. *Schilling*, Kleine Naturgeschichte.
12. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
13. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
14. *Wershoven*, Englisch Lesebuch.
15. *Cauer*, Geschichtstabellen.

Aus Unter-Tertia
beibehalten.

Unter-Sekunda.

1. *Wilmanns*, Deutsche Grammatik.
2. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
3. *Plötz*, Schulgrammatik.
4. *Cauer*, Geschichtstabellen.
5. *Wershoven*, Englisch Lesebuch.
6. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik I u. II.
7. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
8. *Schilling*, Naturgeschichte.
9. *Lichtenstern & Lange*, Atlas,
oder ein anderer guter Atlas.
10. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
11. { *Dubelmann*, Leitfaden für katholischen
Religions-Unterricht.
Noack, Hilfsbuch für evang. Relig.-Unterr.
12. *Hopf & Paulsiek*, Deutsches Lesebuch. Se-
kunda und Prima.
13. *Pütz*, Grundriss der Geschichte f. d. oberen
Klassen, Bd. I.
14. *Gesenius*, Englische Grammatik.
15. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik III.
16. *Bremiker*, Logarithmentafeln (6 stellig.)
17. *Jochmann*, Physik.

Aus Ober-Tertia
beibehalten.

Ober-Sekunda.

1. *Hopf & Paulsieck*, Deutsches Lesebuch. Sekunda und Prima.
2. *Dubelmann*, Leitfaden für kath. Relig.-Unt.
3. *Noack*, Hilfsbuch für evang. Religions-Unt.
3. *Pütz*, Grundriss der Geschichte f. d. oberen Klassen, Bd. I.
4. *Cauer*, Geschichtstabellen.
5. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
6. *Plötz*, Schulgrammatik.
7. *Gesenius*, Englische Grammatik.
8. *Wershoven*, Englisches Lesebuch.
9. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik I—III.
10. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
11. *Bremiker*, Logarithmentafeln (6stellig).
12. *Jochmann*, Physik.
13. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
14. *Pütz*, Grundriss der Geschichte f. d. oberen Klassen Bd. II.
15. *Rammelsberg*, Chemie.

Aus Unter-Sekunda beibehalten.

Prima.

1. *Hopf & Paulsieck*, Deutsches Lesebuch. Sekunda und Prima.
2. *Pütz*, Grundriss der Geschichte für die oberen Klassen, Bd. I, II.
3. *Cauer*, Geschichtstabellen.
4. *von Seidlitz*, Schulgeographie.
5. *Plötz*, Schulgrammatik.
6. *Gesenius*, Englische Grammatik.
7. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik I—III.
8. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
9. *Bremiker*, Logarithmentafeln.
10. *Jochmann*, Physik.
11. *Rammelsberg*, Chemie.
12. Für Sänger: *Heim*, Volksgesänge.
13. *Noack*, Hilfsbuch für den evang. Relig.-Unt.
13. *Wedewer*, Kirchengeschichte.
14. *Pütz*, Grundriss der Geschichte für die oberen Klassen, Bd. III.
15. *Plötz*, Uebungen zur französischen Syntax.

Aus Ober-Sekunda beibehalten.

NB. Die in Sekunda und Prima zu lesenden französischen und englischen Schriftsteller werden in jedem Semester bestimmt.

II. Fachschule.

1. *Lieber & v. Lühmann*, Mathematik I—III.
2. *Heis*, Sammlung von Aufgaben.
3. *Bremiker*, Logarithmentafeln.
4. *Jochmann*, Physik.
5. *Wagner*, Grundriss d. chemischen Technologie.
6. Ingenieurs Taschenbuch.
7. *Schmölke*, Handbuch für Hochbau-Techniker.
8. *Rammelsberg*, Chemie.

Aus Sekunda
beibehalten.

G. Verzeichnis der erforderlichen Zeichenmaterialien

von Ober-Tertia ab.

1. Ein Reisszeug, enthaltend mindestens einen Hand-, Einsatz- und Nullzirkel, eine Reissfeder mit zwei Ersatzfedern; wünschenswert ein Teilzirkel.
2. Zwei Reissbretter, 70 cm lang, 55 cm breit; eine Reisschiene, 80—90 cm lang, ohne Stellkopf; ein Winkel von 45°, einer von 60° (Hypotenusen 40—45 cm), ein Curvenlineal.
Anm.: Chiene und Winkel von Mahagoni mit Ebenholzkanten.
3. Ein Künstlerstift mit Etui No. 3 und 4; eine Schlichtfeile, 20—25 cm lang.
4. Ein Stück Wisch- und Radiergummi, ein kleiner Handfeger.
5. Ein Stück chinesische Tusche mit Tuschfläschchen; vier Tuschnäpfe, ein Wasserglas, ein Schwamm.
6. Ein Fläschchen arab. Gummi mit Pinsel, sechs Bogen Fließpapier, ein Dutzend Heftzwecken.
7. Ein Fläschchen rote Dinte; ein Stück Mineralblau, Carmin, gebr. Terrasienna, Chromgelb, Sepia; ein Tusch- und ein Wasserpinsel an einem Stiel.
8. Ein Metermassstab, ein Zeichenmassstab, 30 cm lang, ein Messer, Zeichenfedern, Rundschriftfedern.
(Von Unter-Sekunda ab sind ausserdem 3 Reissbretter erforderlich.)

H. Themata zu den Aufsätzen.

- Unter-Tertia:** 1. Das Wohlthätige und Nachteilige der Flüsse. 2. Der Frühling in der Stadt und auf dem Lande. 3. Der Graf von Habsburg. 4. Die Überschwemmung der Oder. 5. Karl der Grosse. 6. Der Herbst. 7. Der Postillion. 8. Der Ordentliche. 9. Arion. 10. (Klausurarbeit) Über die Dankbarkeit.
- Ober-Tertia:** 1. Über die Vaterlandsliebe. 2. Nutzen der Pflanzen. 3. Vorzüge des Jugendalters. Welchen Nutzen hat das Reisen? 5. Über den Segen der Arbeit. 6. Die verderblichen Folgen des Krieges. 7. Die Bedeutung der Schlacht bei Fehrbellin. 8. Gut verloren, wenig verloren; Mut verloren, viel verloren; Ehre verloren, alles verloren. 9. Friedrich Wilhelm, der grosse Kurfürst. 10. Welchen Einfluss übt das Klima auf den Menschen aus? 11. Weshalb ist unsere Kenntnis von manchen Gegenden der Erde noch so mangelhaft? 12. Welche Umstände kamen Friedrich dem Grossen bei der Führung und glücklichen Beendigung des siebenjährigen Krieges zu statten? 13. (Klausurarbeit) Vergleich des menschlichen Lebens mit den vier Jahreszeiten.
- Unter-Sekunda:** 1. Der Wechsel der Beschäftigungen im Wechsel der Jahreszeiten. 2. Warum reisen wir so gern? 3. Weshalb verdienen die Griechen unsere Bewunderung? 4. Welche Vorteile ziehen wir aus Gefahren? 5. Wodurch gelang es Athen, Sparta zu überflügeln? 6. Verdient der Gesichtssinn vor dem Gehörssinn den Vorzug oder umgekehrt? 7. Undank ist der Welt Lohn. 8. Was verdanken wir der Schifffahrt? 9. In wie weit hängen die Verkehrsmittel vom Klima ab? Warum siegten die Römer über die Karthager? 11. Jeder ist seines Glückes Schmied.
- Ober-Sekunda:** 1. Welche Umstände trugen zum Untergang der römischen Republik bei? 2. Schwert und Feder. 3. Schilderung eines Ausfluges nach der Heuscheuer. 4. „Etwas fürchten, hoffen und sorgen Muss der Mensch für den kommenden Morgen“ (Schiller.) 5. Worin unterschieden sich Griechen und Römer? 6. Inwiefern bedingt eine verschiedenartige Natur eine verschiedenartige Kultur? (dargelegt an den preussischen Landesteilen.) 7. Schilderung der Stadt in Göthes Hermann und Dorothea. 8. Was erfahren wir über Wallenstein in „Wallensteins Lager“? 9. Welche Ursachen führten den Verfall der kaiserlichen Macht im Mittelalter herbei? 10. Wann hat es sich in der Geschichte gezeigt, dass die sittliche und geistige Kraft über die materielle siegt? 11. Warum empfinden wir mit Wallenstein (in Schillers gleichnamiger Dichtung) Mitleid?
- Prima:** Die Kultur Siciliens im Jahre 1787 nach Göthes „Italienischer Reise“. 2. Gedankengang in Lessings Abhandlung „Von dem Wesen der Fabel.“ 3. „Alle Wesen leben vom Lichte“ (Schiller). 4. Inwiefern kann unser Zeitalter sowohl ein eisernes als ein papiernes genannt werden? 5. Charakteristik des Prinzen in „Emilia Galotti.“ 6. Welche Unterschiede bemerken wir zwischen den germanischen und romanischen Nationen? 7. Gedankengang in Klopstocks Ode „Der Züricher See“. 8. Warum betrachten die Alten den Herd als heilig? 9. In welchen Epochen hat sich Preussen am grössten gezeigt? 10. Über die Beziehungen zwischen Theorie und Praxis. 11. Was lässt sich für und gegen die Richtigkeit des Schillerschen Ausspruches „die Elemente hassen das Gebild der Menschenhand“ sagen? (Abiturienten-Arbeit).

Französische und englische Aufsätze in Prima.

Französisch: 1. Overture des états généraux. 2. La lutte contre le dragon. 3. Analyse du Cid. 4. Vie d'Arago. 5. Troisième guerre punique. 6. Vie de Corneille. 7. Théodoric et le royaume des Ostrogoths en Italie. 8. Louis le Débonnaire. 9. La migration des peuples. 10. Vie de Luther.

Englisch: 1. Charles I. 2. Oliver Cromwell. 3. Richard II. 4. Clive's first visit to India. 5. The diet of Worms. 6. The Stamp-Act (1765). 7. Battle of Plassey. 8. On the Slave-trade.

II.

Nachweisung der Frequenz

im Schuljahre 1883/84.

	Zahl der Schüler in der								Fachschule		Gesamt-Frequenz.
	Ober- Realschule								Klasse II	Klasse I	
	Sexta	Quinta	Quarta	Unter-Tertia	Ober-Tertia	Unter-Sekunda	Ober-Sekunda	Ob.-&Unter-Prima.			
Im Sommer-Semester . . .	18	20	12	27	18	21	11	6	7	3	143
Im Winter-Semester . . .	19	19	12	24	18	23	9	4	7	3	138

III.

Schulbehörden.

A. Das Königliche Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten.

B. Das Königliche Provinzial-Schul-Kollegium zu Breslau.

C. Das Kuratorium, bestehend aus:

1. Bürgermeister Heidborn, Vorsitzender.
2. Justizrat Schneider.
3. Stadtverordneten-Vorsteher Werner.
4. Bau-Inspektor Woas.
5. Ober-Realschul-Direktor Noeggerath.

D. Das Lehrer-Kollegium, zur Zeit bestehend aus:

1. Direktor Noeggerath, Lehrer für mathematische Wissenschaften.
2. Oberlehrer Dr. Freese, Lehrer für Naturwissenschaften.
3. Oberlehrer Dr. Bielschowsky, Lehrer für Deutsch, Geschichte und Geographie.
4. Oberlehrer Dr. Wershoven, Lehrer für fremde Sprachen.
5. Laue, Lehrer für Freihandzeichnen und Modellieren.
6. Kunz, Lehrer für beschreibende Geometrie und Bauwissenschaften.
7. Dr. Leffler, Lehrer für Naturwissenschaften.
8. Henneberg, Lehrer für Maschinenkunde und Linearzeichnen.
9. Engelbrecht, Lehrer für mathematische Wissenschaften.
10. Schaefer, Lehrer für Deutsch, Geschichte und Geographie.
11. Mentzen, Lehrer für fremde Sprachen.
12. Schoepke, Lehrer für fremde Sprachen.
13. Rutsch, Lehrer für evangel. Religion und allgemeinen Unterricht.

Ausserdem sind als Hilfslehrer an der Schule thätig:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 14. Mevius, Pastor, für evangel. Religionslehre. | |
| 15. Velkel, Pfarrer, | } für katholische Religionslehre. |
| 16. Burezek, Kantor, | |
| 17. Schwab, Lehrer der katholischen Schule, für Gesang. | |
| 18. Reiche, Lehrer der Bürgerschule, für Turnen. | |

Kastellan und Schuldiener der Ober-Realschule: Krautwald.
Kastellan des Gewerbehauses: Bartsch.

IV.

Entlassungs-Prüfungen.

I. An der Ober-Realschule.

Zur Prüfung hatten sich 2 Ober-Primaner gemeldet, deren Zulassung von dem Lehrer-Collegium in Vorschlag gebracht und von dem Königlichen Provinzial-Schul-Kollegium zu Breslau durch Verfügung vom 9. Januar d. J. genehmigt wurde. Durch den Kommissarius dieser Behörde, Regierungs- und Schulrat Sander, wurden die folgenden Themata für die schriftlichen Arbeiten gewählt:

1. **Im Deutschen:** Was lässt sich für und gegen die Richtigkeit des Schillerschen Ausspruchs „die Elemente hassen das Gebild der Menschenhand“ sagen.
2. **Im Französischen:** Übersetzung aus Duruy, Histoire des temps modernes. Aufsatz: La migration des peuples.
3. **Im Englischen:** Übersetzung aus Macaulay, History of England.
4. **In der Mathematik:** 1) die Gleichung $xy(x + y) = 4$ und $x^5 + y^5 = 11xy$ aufzulösen. 2) In der Ebene des Winkels ABC ist ein Punkt e gegeben. Durch denselben soll eine Gerade, welche die Schenkel BA und BC in den Punkten x und y schneidet, so gelegt werden, dass $ox \cdot oy = OB^2$ ist. 3) Vom Fusspunkte A eines auf einem Berge stehenden Thurmes sei den Abhang hinab eine Standlinie $AB = a$ gemessen. Von dem Endpunkte B der Standlinie bildet die Visierlinie nach der Turmspitze mit der Standlinie den Winkel β . Eine zweite Visierlinie, die von einem Punkte e der Standlinie genommen wird, der im Abstände $AC = c$ von dem Endpunkte A liegt, bildet den Winkel γ . Wie hoch ist der Turm im allgemeinen und für den Fall, dass $a = 200$, $c = 80$, $\beta = 46^\circ 17' 23''$ und $\gamma = 63^\circ 27' 43''$ ist? 4) In der Ellipse $ay^2 + b^2x^2 = a^2 b^2$ ist ein Quadrat eingeschrieben. Wie gross ist der Inhalt desselben?
5. **In der Physik:** 1) Welche Tangentialgeschwindigkeit hat der Mond zur Zeit, wo er am weitesten von der Erde absteht? Gegeben seine mittlere Entfernung $a = 382000$ km.; die Excentricität der Mondbahn $\varepsilon = 0,05491$ und die Umlaufzeit $T = 27,322$ Tage. 2) Eine Granate von $p = 7,5$ kg. Gewicht wird mit der Anfangsgeschwindigkeit $c = 400$ m abgeschossen. Der Elevationswinkel beträgt $\alpha = 15^\circ$. Welche lebendige Kraft hat sie anfangs? Nach welcher Zeit muss sie im absteigenden Aste in eine Häuserreihe von $y = 15$ m Höhe einschlagen? — Luftwiderstand nicht zu berücksichtigen!
6. **In der Chemie:** Über das Zinn und seine wichtigeren Verbindungen.

Die schriftlichen Arbeiten wurden in der Zeit vom 25. bis 29. Februar angefertigt.

Die mündliche Prüfung fand unter Vorsitz des Herrn Regierungs- und Schulrats Sander am 14. März statt. Beiden Abiturienten konnte das Zeugnis der Reife zuerkannt werden. Dieselben waren:

1. Paul Kindler, evangelisch, geboren den 4. April 1862, Sohn des Pastors Kindler in Kreuzburg O./S.; derselbe will Hüttenmann werden.
2. Karl Seidel, evangelisch, geboren den 29. November 1862, Sohn des verstorbenen Gutsbesitzers Seidel zu Briegisdorf bei Brieg; derselbe will Hüttenmann werden.

II. An der technischen Fachschule.

An der Prüfung, welche nach der neuen Prüfungsordnung vom 17. October 1883 vorgenommen wurde, beteiligten sich 3 Schüler der I. Klasse, welche den Kursus derselben absolviert hatten. Die schriftlichen Arbeiten, deren Bestimmung durch den technischen Kommissarius der Königlichen Regierung, Königlichen Gewerberat Frief in Breslau, erfolgte, wurden in der Zeit vom 3. bis 7. März angefertigt. In derselben wurden die folgenden Aufgaben bearbeitet:

1. **In der Mathematik:** 1) Aus der Gleichung $2x\sqrt{1-x^2} = \sin \alpha$ soll man x berechnen. Zahlenbeispiel: $\sin \alpha = \frac{3}{4}$. — 2) Von einer Parabel kennt man die Leitlinie und zwei Punkte; man soll den Brennpunkt, die Axe, den Scheitel und die Tangente für jeden gegebenen Punkt konstruieren. — 3) An zwei Kreise mit den Radien R und r , deren Centrale die Länge l hat, sind die inneren gemeinschaftlichen Tangenten gelegt; die Figur rotiert um die Centrale. Wie gross sind die Inhalte der Kugelabschnitte, welche innerhalb der entstehenden Kegel liegen? — 4) Zwei Radien eines Kreises bilden den Winkel 50° . Man soll auf dem Bogen einen Punkt so bestimmen, dass die Differenz der von ihm auf die Radien gefällten Senkrechten gleich der Summe der Radienabschnitte ist, welche nicht am Mittelpunkt liegen.
2. **In der Mechanik:** Es ist der Blechträger zu einer Brücke von 10 Meter Spannweite zu berechnen. Die Maximalbelastung besteht aus dem Eigengewicht von 550 kg. pro laufenden Meter und einem über die Brücke fahrenden Wagenzuge von je 3 m Achsenentfernung und 7000 kg. Belastung pro Rad. Die Momentenfläche ist graphostatisch zu bestimmen.
3. **In der beschreibenden Geometrie:** Es ist ein durch skizzierte Horizontal- und Vertikalprojektion gegebener Körper nach dem monodimetrischen Projektionssystem in Parallelperspektive zu setzen und der Schlagschatten des Körpers auf die Ebenen xy und xz zu bestimmen, wenn die Projektionen der Lichtrichtung mit der Axe ox den Winkel von 45° einschliessen.
4. **In der mechanischen Technologie:** Die Formerei und Eisengiesserei.
5. **In der Maschinenlehre:** Es ist eine durch Skizze und Mass- und Zahlangaben gegebene Transmission zu berechnen. Die Details sind durch Skizzen zu erläutern.

Die mündliche Prüfung fand am 14. März, ebenfalls unter Vorsitz des Regierungs- und Schulrats Sander und unter Mitwirkung des Königlichen Gewerberats Frief statt. In derselben erhielten 2 Abiturienten das Zeugnis der Reife der Fachschule; dieselben waren:

1. Max Stobrawa, katholisch, geboren den 30. März 1863, Sohn des Königlichen Obersteigers Stobrawa zu Königshütte. Derselbe will Maschinentechner werden.
 2. Carl Hoffmann, katholisch, geboren den 14. Januar 1865, Sohn des Buchhalters Hoffmann zu Brieg. Derselbe will sich für die Zuckersiederei ausbilden.
- Der dritte Abiturient war nach dem ungünstigen Ausfall seiner schriftlichen Arbeiten von der Prüfung zurückgetreten.

V.

Zur Geschichte der Anstalt.

Der Unterricht begann nach Ablauf der zweiwöchentlichen Osterferien am 5. April v. J. und schliesst am 5. April d. J.

Der Direktor nahm an der von dem Herrn Unterrichtsminister veranlassten Konferenz teil, welche nach Berlin zur Beratung der Ordnung für die Entlassungsprüfungen der maschinen-technischen Fachschulen in den letzten Tagen des März v. J. einberufen worden war. Diese Prüfungsordnung ist durch Erlass vom 17. October v. J. in Kraft getreten und an hiesiger Fachschule in diesem Jahre zur Anwendung gelangt.

Die Pfingstferien dauerten vom 11. bis 16. Mai.

Vor Eintritt der Sommerferien wurden mit allen Klassen grössere oder kleinere Ausflüge unternommen. Die Klassen Sekunda und Prima unternahmen vereint mit den beiden Abteilungen der technischen Fachschule unter Führung und Aufsicht des Oberlehrers Dr. Freese und der Oberrealschullehrer Henneberg und Dr. Leffler am 4. Juni einen zweitägigen Ausflug nach der Heuscheuer und der Grafschaft Glatz. Seitens der Eisenbahnen wurden hierbei die zulässigen Fahrpreismässigungen gewährt. An demselben Tage unternahmen die anderen Klassen der Anstalt, geführt von ihren Lehrern, Ausflüge nach dem Oderwalde und den benachbarten Ortschaften.

Mit dem Beginn des Sommer-Semesters wurden auf dem Schulhofe Einrichtungen getroffen, um denselben zu den einfachen Turnübungen und zu Jugendspielen benutzen zu können. Der von der Central-Turn-Anstalt zurückgekehrte Lehrer Reiche widmete der Einführung der letzteren besondere Aufmerksamkeit. Für dieselben wurden wöchentlich an zwei Tagen, von 11—12 Uhr vormittags, besondere Unterrichtsstunden anberaumt. Mit sichtlich wachsendem Interesse nahmen die Schüler an den Spielen und Übungen derselben Teil.

Die freundliche Bereitwilligkeit des Strafanstalts-Inspektors Wendtland gestattete es, im Sommer-Semester einen Kursus für Stenographie, mit wöchentlich 1 Unterrichtsstunde, für die Schüler der mittleren und oberen Klassen einzurichten, der sich ausreichender Beteiligung erfreute und als äusserst nutzbringend erwies. Herrn Wendtland wird auch an dieser Stelle der beste Dank für seine uneigennütigen Bemühungen ausgesprochen.

Die Erinnerung der Schlacht bei Sedan wurde am 2. September in der Aula durch Gesang und eine Anrede des Direktors an die Schüler festlich begangen, in welcher derselbe die Einleitung des Krieges durch die Schlacht bei Saarbrücken am 6. August 1870 eingehend besprach und daran eine kurze Schilderung der Kämpfe bei Metz und der Schlacht bei Sedan knüpfte.

Unmittelbar vor dem Schlusse des Sommer-Semesters, am 28. September, revidierte Professor Euler aus Berlin in eingehendster Weise den Turnunterricht und belebte dabei durch Kritik und Anregung bei Lehrern und Schülern aufs Neue das Interesse für diesen so überaus wichtigen Unterrichtszweig der höheren Schulen.

Die Herbstferien dauerten vom 29. September bis 11. October. Vom 1. bis 28. October wurde der Oberrealschullehrer Mentzen zu einer Übung beim Militär einberufen. Seine Vertretung im Unterricht erfolgte durch das Lehrer-Kollegium.

Das 400 jährige Luther-Jubiläum wurde von den evangelischen Lehrern und Schülern am 10. November durch einen feierlichen Akt in der Aula durch Gesang und Festrede, welche Pastor Mevius hielt, festlich und öffentlich unter Beteiligung von Gönnern der Anstalt und Angehörigen der Schüler gefeiert. Nach der Feier erhielt jeder evangelische Schüler zur Erinnerung an dieselbe ein Exemplar der Festschrift: „Koestlin, Martin Luther“, zu deren Beschaffung aus der Robert Schaerff'schen Stiftung die erforderlichen Geldmittel bewilligt worden waren. Die evangelischen Lehrer beteiligten sich nächstdem am 11. November an dem feierlichen Kirchgange der Behörden, Korporationen und anderen Festteilnehmer.

Unmittelbar vor den Weihnachtsferien, am 21. Dezember, revidierte Regierungs- und Schulrat Sander die Anstalt und wohnte in der Mehrzahl der Klassen dem Unterricht bei.

Die Weihnachtsferien dauerten vom 22. Dezember bis 7. Januar. Der Oberlehrer Dr. Wershoven wurde durch Verfügung des Provinzial-Schul-Kollegiums zu Breslau vom 20. Dez. er. zum Mitgliede der Kommission für die im Jahre 1884 in Breslau abzuhaltenden Prüfungen von Lehrerinnen und Schulvorsteherinnen ernannt.

Am 20. Februar fand in der Aula der Anstalt unter Leitung des Lehrers Schwab eine musikalisch-dramatische Soirée der Schüler statt, welche sich des zahlreichsten Besuchs und des teilnahmvollsten Beifalls erfreute.

Das Abiturienten-Examen der Ober-Realschule und der maschinentechnischen Fachschule wurde am 14. März abgehalten. An jeder dieser Anstalten bestanden zwei Abiturienten die Prüfung.

Der Geburtstag Sr. Majestät des Kaisers und Königs wurde am 22. März durch einen festlichen Akt in der Aula gefeiert. Nach dem Gesange und Deklamationen der Schüler aller Klassen hielt der Kollege Mentzen die Festrede: „Friedrich der Grosse in seinen Beziehungen zu Voltaire“, der das Lied „Heil Dir im Siegerkranz“ folgte. Ein Hoch auf den Kaiser, in das alle Anwesenden begeistert einstimmten, schloss die erhebende Feier.

Die im Schuljahre angefertigten Zeichnungen wurden in den Sälen der Anstalt Sonntag, den 30. März öffentlich ausgestellt.

Für die diesjährige Bewerbung um den Humboldt-Preis des Gewerbehauses war die Anfertigung einer Flusskarte von Deutschland ausgeschrieben worden. Der Gewerbehausvorstand erkannte am 11. September jedem der beiden Unter-Sekundaner Bartsch und Römer einen Preis, bestehend in den Werken: „Peters, die Donau“ und „Stewart, die Erhaltung der Energie“ zu. Der Preis der Werner-Stiftung dagegen wurde dem Ober-Sekundaner Hopp für die Preisbewerbungsschrift „Der Phosphor und seine unorganischen Verbindungen“ zuerkannt. Derselbe bestand in dem Werke: „Weinhold, Vorschule der Experimental-Physik.“

Am Ende des Schuljahres erhielten aus der Robert Schaeffer'schen Stiftung des Gewerbehäuses in Anerkennung ihrer Bestreben die folgenden Schüler Prämien, bestehend in wertvollen Büchern: 1. Die Sextaner Neumann und Monser aus Brieg; 2. die Quintaner Bartsch aus Brieg und Reichert aus Löwen; 3. der Quartaner Schnake aus Brieg; 4. die Unter-Tertianer Schumann aus Schlawentzitz und Schmidt aus Landeck; 5. die Ober-Tertianer Bode und Heim aus Brieg, 6. der Ober-Sekundaner Matthiessen aus Lauban.

Die Anstalt hatte den Tod zweier hoffnungsvoller Schüler, des Quartaners Hans Schott aus Breslau und des Quintaners Alfred Benisch aus Brieg, zu beklagen. Lehrer und Mitschüler widmen denselben teilnahmvolle Erinnerung. Ein begabter und pflichttreuer Schüler wurde im Monat Januar von einer sich schnell entwickelnden acuten Kropfanschwellung befallen, welche nach dem Ausspruch des Arztes seinen Tod durch Erstickung in Aussicht stellte, wenn eine Operation in einer Klinik nicht baldigst Hilfe leistete. Da der Leidende vollständig mittellos war, so wurden die erforderlichen Geldmittel zur Reise nach Berlin und einer Kur im Krankenhaus Bethanien durch freiwillige Beiträge im engen Kreise von edelmütigen Gönnern der Schule und seiner Mitschüler aufgebracht. Die veranstaltete Sammlung ergab eine namhafte Summe, wozu ein ehemaliger Schüler der Anstalt allein den Betrag von 100 Mark gewährte. An dieser Stelle sei es gestattet, für diesen Beweis opferwilliger Menschenliebe den innigsten Dank mit im Namen des Unterstützten auszusprechen und mitzuteilen, dass derselbe sich auf dem Wege der Besserung befindet und voraussichtlich mit dem Beginn des neuen Kursus wieder in den Unterricht eintreten kann.

So erfreulich dieser Beweis der Teilnahme und Gunst für die Anstalt war, um so härter wurde sie durch den unerwarteten Beschluss der Behörden der hiesigen Stadt vom 6. Februar getroffen, in Erwägung der erforderlichen hohen Zuschüsse aus Communalfonds die Aufhebung der Ober-Realschule bei der Staatsregierung zu beantragen. Dieser Beschluss, der in seiner Begründung die Existenzberechtigung einer höhern Unterrichtsanstalt lediglich von der wechselnden Gestaltung der wirtschaftlichen Verhältnisse abhängig macht, muss unter allen Umständen von abschwächendster Wirkung auf die Frequenz der Schule sein, gleichviel, ob die Staatsregierung demselben entspricht oder nicht.

Wie aber auch die Entscheidung ausfalle, jederzeit wird das Lehrer-Kollegium, seiner Pflichten und Ziele sich bewusst, bis zur letzten Stunde unbeirrt in der Erfüllung seiner Aufgaben alleinige Genugthuung suchen.

VI.

Die Handwerkerschule des Gewerbehäuses.

Die im Jahre 1864 gegründete und seit dieser Zeit von dem unterzeichneten Direktor geleitete Anstalt wurde im Sommer-Semester von 121 Schülern besucht, welche Frequenz im Winter-Semester, nachdem das Schulgeld von 1 Mark auf 1,50 Mark vierteljährlich erhöht worden war, auf 70 Schüler sank. Die austretenden Schüler gingen auf die Handwerker-Lehrlingsschule des Ortes über, für welche der Besuch obligatorisch ist, in der aber Schulgeld nicht erhoben wird.

In der Handwerkerschule wurde in 2 getrennten Abteilungen Sonntags von 10¹/₂—12¹/₂ Uhr im Zeichnen und ausserdem Dienstags und Freitags von 7¹/₂—9¹/₂ Uhr abends im Deutschen, Rechnen, in Naturlehre und Buchführung unterrichtet.

Den Unterricht erteilen: 1. Oberlehrer Dr. Freese in Naturlehre,
 2. Oberrealschullehrer Laue im Zeichnen,
 3. " Schäfer im Deutschen,
 4. " Rutsch im Rechnen und in der Buchführung.

Unter den Lehrlingen befanden sich:

18 Schlosser, 13 Maschinenschlosser, 7 Tischler, 5 Uhrmacher, 4 Schmiede, 4 Handschuhmacher,
 3 Drechsler, 3 Klempner, je 2 Buchbinder, Conditoren, Pfefferküchler und Zimmerleute, je
 1 Kürschner, Maler, Stellmacher, Töpfer und Zeichner.

Am Schlusse des Unterrichtskursus wurden auf Vorschlag der Lehrer der Anstalt aus der Robert Schärff'schen Stiftung durch Prämien, bestehend in geeigneten Büchern, ausgezeichnet: 1. der Tischler-Lehrling Wilhelm Bienert, 2. der Schlosserlehrling Max Hentschel, 3. der Schlosserlehrling Otto Lisse, 4. der Klempnerlehrling Max Wilde, 5. der Buchbinderlehrling Max Wurms, 6. der Drechslerlehrling Reinhold Hitziger, 7. der Töpferlehrling Otto Wassmann, 8. der Drechslerlehrling Herrmann Kunze, 9. der Handschuhmacherlehrling Oswald Willmann, 10. der Zimmerlehrling Hugo Jogwick.

VII.

Allgemeine Mitteilungen.

A. Aufnahme-Bedingungen.

Zur Aufnahme in die unterste Klasse (Sexta) der Ober-Realschule ist ein Alter von mindestens 9 Jahren und die Fähigkeit erforderlich, gedruckte und geschriebene deutsche und lateinische Schrift lesen, ohne größere Fehler nach einem Diktat schreiben und die vier Species geläufig rechnen zu können.

Der Eintritt in eine höhere Klasse erfordert die Reife der entsprechenden Klasse eines Real-Gymnasiums und den Nachweis ausreichender Kenntnisse in der Mathematik und den Naturwissenschaften, sowie Fertigkeit im Zeichnen.

Jeder Schüler, der das 12. Lebensjahr überschritten hat, ist zur Vorlegung eines Revaccinations-Attestes verpflichtet.

Zur Aufnahme in die zweite Klasse der Fachschule ist ein Alter von mindestens 14 Jahren und die Reife für die Ober-Sekunda der Ober-Realschule erforderlich.

Schüler anderer höherer Anstalten, welche die Reife für die Ober-Sekunda derselben erlangt haben und ausreichende Kenntnisse in der Mathematik und den Naturwissenschaften, sowie Fertigkeit im Freihand- und Linearzeichnen nachweisen, können ebenfalls in die zweite Klasse der Fachschule aufgenommen werden. Der Eintritt in die Fachklasse kann auch auf Grund einer besonderen Aufnahme-Prüfung erfolgen.

B. Schulgesetze.

1. Auswärtige Schüler dürfen ihre Wohnung nur mit Genehmigung des Direktors wählen und verlassen. Gasthäuser und öffentliche Lokale, sowie grössere Pensionate Schüler anderer Anstalten sind von der Wahl ausgeschlossen.
2. Die Teilnahme an Verbindungen, der Besuch von Wirtshäusern und öffentlichen Lokalen, sowie das Rauchen auf der Strasse sind verboten.
3. Im Winter müssen sich die Schüler von 6 Uhr, im Sommer von 9 Uhr abends ab in ihrer Wohnung aufhalten.
4. Schüler, welche die Anstalt verlassen wollen, müssen dies unter Überreichung der schriftlichen Zustimmung ihres Vaters oder Vormundes in der ersten Hälfte des letzten Monats im Quartal dem Direktor anzeigen. Unterbleibt diese Anzeige, so muss beim Austritt das Schulgeld für das nächste Vierteljahr bezahlt werden.

Die Abiturienten d
 Hochschule sich für die Sta
 fachtes und als technisch
 Eintritt in den Staatsdienst z
 die Berechtigung zum ein
 Ober-Sekunda gewährt die Z
 rechtigung zum Eintritt als
 lichen Eisenbahnbehör
 numerar bei der Verwal

Die Abiturienten un
 in Latein zu entsprechenden
 ergänzen wollen, haben sich
 vinzial-Schul-Kollegium der P
 legung dieser Nachprüfung fil

Die Abiturienten de
 Stipendien zum Besuche der

Die Erteilung weiter
 Die Abiturienten d
 Eisenbahn-Direktionen als Anv

Das Schulgeld b
 a) für Auswärtige in Sext
 22,50 Mk.

b) für Einheimische vor
 Ober-Tertia 9 Mk., in Unte

An Eintrittsgeld
 Ober-Prima 3 Mk., von Sexta

Zur Unterhaltung
 75 Pf. erhöhen.

Schüler, welche an
 15 Mark für den Verbrauch v

Pensionen für aus
 Pensionspreis schwankt zwische

Der neue Unterrichts

Die persönlichen
 den 19. April, morgens 9
 dungen sind von dem betreffe
 schiebener Lebenslauf, ein Gel

BRIEG, A

, durch den Besuch einer technischen
 u-Ingenieur- und Maschinen-
 ese Prüfungen die Qualifikation zum
 für Ober-Sekunda erlangten, erhalten

Die erfolgreiche Absolvierung der
 scheider-Prüfung, sowie die Be-
 n Regierung und den König-
 ermöglicht den Eintritt als Super-

Zeugnisse durch eine Nachprüfung
 Berechtigungen der Real-Gymnasien
 dem Gesuch an das Königliche Pro-
 n ein Real-Gymnasium zur Ab-

um die Staats- und v. Seidlitz'schen

er-Realschule steht in Aussicht.

ule werden von den Königlichen
 genommen. (Erlass v. 23. Januar 1884.)

-Prima 22,50 Mk., in der Fachschule

uarta und Unter-Tertia 7,50 Mk., in

tige Schüler von Unter-Sekunda bis

üler vierteljährlich ein Beitrag von

am teilnehmen, haben vierteljährlich

ch den Direktor bezeichnet. Der

eil, morgens 8 Uhr.

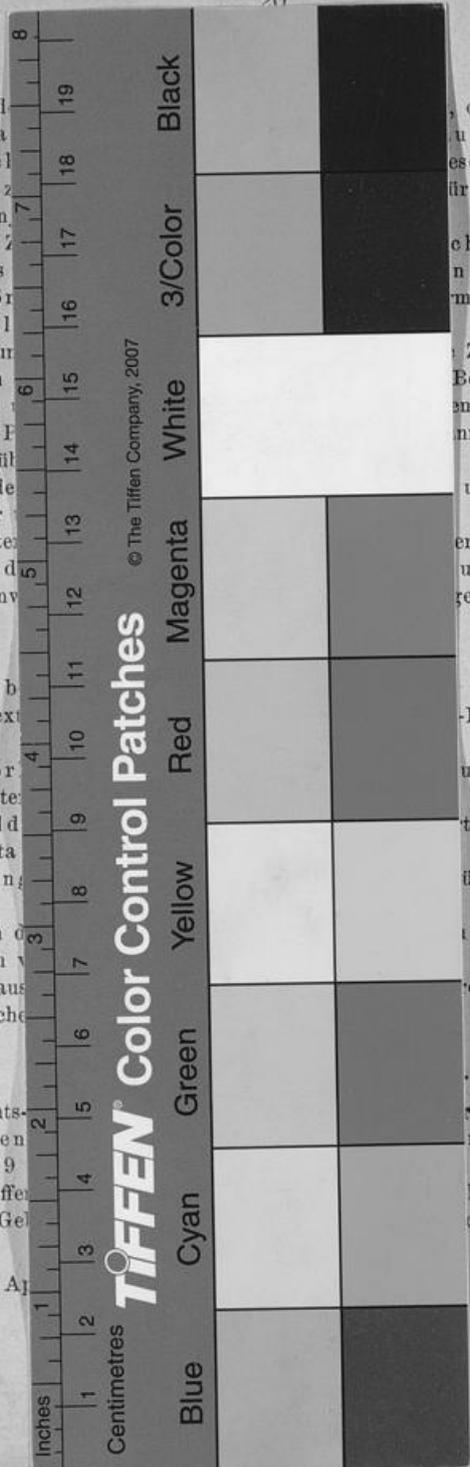
n Schüler finden Sonnabend

zu machenden schriftlichen Anmel-

her besuchten Schule, ein selbstge-

ons-Attest vorzulegen.

Noeggerath.



C. Berechtigungen.

Die Abiturienten der Ober-Realschule haben die Berechtigung, durch den Besuch einer technischen Hochschule sich für die Staatsprüfungen auf dem Gebiete des Bau-Ingenieur- und Maschinenfaches und als technische Lehrer vorzubereiten und durch diese Prüfungen die Qualifikation zum Eintritt in den Staatsdienst zu erwerben. Schüler, welche die Reife für Ober-Sekunda erlangten, erhalten die Berechtigung zum einjährig-freiwilligen Militairdienst. Die erfolgreiche Absolvierung der Ober-Sekunda gewährt die Zulassung zur Feldmesser- und Markscheider-Prüfung, sowie die Berechtigung zum Eintritt als Supernumerar bei der Königlichen Regierung und den Königlichen Eisenbahnbehörden. Die Reife für Ober-Prima ermöglicht den Eintritt als Supernumerar bei der Verwaltung der indirekten Steuern.

Die Abiturienten und Unter-Primaner der Anstalt, welche ihre Zeugnisse durch eine Nachprüfung in Latein zu entsprechenden Zeugnissen und den an diese geknüpften Berechtigungen der Real-Gymnasien ergänzen wollen, haben sich unter Einreichung jener Zeugnisse mit einem Gesuch an das Königliche Provinzial-Schul-Kollegium der Provinz zu wenden, welche dieselben alsdann einem Real-Gymnasium zur Ablegung dieser Nachprüfung überweist.

Die Abiturienten der Anstalt erhalten Anrecht auf Bewerbung um die Staats- und v. Seidlitz'schen Stipendien zum Besuche der technischen Hochschule in Berlin.

Die Erteilung weiterer Berechtigungen für die Schüler der Ober-Realschule steht in Aussicht.

Die Abiturienten der maschinentechnischen Fachschule werden von den Königlichen Eisenbahn-Direktionen als Anwärter für die technischen Beamtenstellen angenommen. (Erlass v. 23. Januar 1884.)

D. Schulgeld und Pensionen.

Das Schulgeld beträgt vierteljährlich:

- a) für Auswärtige in Sexta und Quinta 15 Mk., in Quarta bis Ober-Prima 22,50 Mk., in der Fachschule 22,50 Mk.
- b) für Einheimische vorläufig in Sexta und Quinta 6 Mk., in Quarta und Unter-Tertia 7,50 Mk., in Ober-Tertia 9 Mk., in Unter-Sekunda bis Ober-Prima 22,50 Mk.

An Eintrittsgeld haben einheimische Schüler 3 Mk., auswärtige Schüler von Unter-Sekunda bis Ober-Prima 3 Mk., von Sexta bis Ober-Tertia 6 Mk. zu zahlen.

Zur Unterhaltung der Bibliothek wird von jedem Schüler vierteljährlich ein Beitrag von 75 Pf. erhoben.

Schüler, welche an den praktischen Übungen im Laboratorium teilnehmen, haben vierteljährlich 15 Mark für den Verbrauch von Chemikalien zu entrichten.

Pensionen für auswärtige Schüler werden auf Wunsch durch den Direktor bezeichnet. Der Pensionspreis schwankt zwischen 360 und 900 Mk. jährlich.

E. Beginn des Schuljahres 1884/85.

Der neue Unterrichts-Kursus beginnt **Montag, den 21. April**, morgens 8 Uhr.

Die persönlichen Anmeldungen der neu eintretenden Schüler finden **Sonnabend den 19. April**, morgens 9 Uhr statt. Bei denselben oder den vorher zu machenden schriftlichen Anmeldungen sind von dem betreffenden Schüler das Abgangszeugnis der hisher besuchten Schule, ein selbstgeschriebener Lebenslauf, ein Geburtsschein und ein Impf- oder Revaccinations-Attest vorzulegen.

BRIEG, April 1884.

Noeggerath.

Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Von

C. FREESE.

Während diejenigen zusammengesetzten Körper, deren Bestandteile zwar chemisch verschieden, aber nur mit einander gemengt sind, in den meisten Fällen physikalische Eigenschaften zeigen, die zu denjenigen ihrer Bestandteile in so naher Beziehung stehen, dass sie sich aus letzteren und dem obwaltenden Mischungsverhältnis unmittelbar ableiten lassen, ist die Besonderheit der physikalischen Eigenschaften chemischer Verbindungen für diese geradezu charakteristisch, indem diese Verbindungen meistens physikalische Eigenschaften zeigen, die von denen der sie zusammensetzenden Elemente gänzlich unabhängig zu sein scheinen. Vergleichen wir z. B. den Schwefelkohlenstoff, eine unangenehm riechende, farblose, höchst flüchtige und giftige Flüssigkeit, bezüglich der physikalischen Eigenschaften mit den Elementen, aus denen diese Verbindung besteht, dem Schwefel und dem Kohlenstoff, also mit Körpern, die fest, geruchlos und weder farblos noch giftig sind, oder vergleichen wir die physikalischen Eigenschaften des Wassers mit denjenigen seiner Bestandteile, also mit denen von Gasen, deren Verflüssigung bis vor wenigen Jahren als unmöglich galt, so muss es Verwunderung erregen, dass sich die physikalischen Eigenschaften der chemischen Elemente in ihren Verbindungen in keiner Weise abspiegeln.

Ferner zeigen nun auch Verbindungen, die aus denselben chemischen Elementen zusammengesetzt, also qualitativ gleich sind, häufig keineswegs ähnliche physikalische Eigenschaften. So wird aus dem flüssigen Chlorphosphor durch weitere chemische Bindung von Chlor ein Chlorphosphor von festem Aggregatzustande; ja in der organischen Chemie ist die Zahl der qualitativ gleich zusammengesetzten Verbindungen, welche die verschiedensten physikalischen Eigenschaften besitzen, geradezu unübersehbar.

Endlich giebt es eine ungemein grosse Zahl von chemischen Verbindungen, die mit anderen nicht bloß qualitativ, sondern auch quantitativ gleich zusammengesetzt sind und doch zeigen solche Verbindungen, die wir isomere nennen, nicht gleiche physikalische Eigenschaften.

Wir kennen z. B. ein schwarzes, amorphes und ein rotes, krystallisiertes Schwefelquecksilber, welche beide dieselben Elemente in gleicher Menge enthalten; namentlich bieten uns aber auch hier viele organische Verbindungen Beispiele für physikalische Verschiedenheit bei gleichem chemischen Inhalt.

Nun liegt wohl auf der Hand, dass die physikalischen Eigenschaften der Verbindungen nicht zufällige sein können, sondern dass sie durch die Art und Menge der die Verbindungen zusammensetzenden Elemente im wesentlichsten bedingt sein müssen. Diese beiden Faktoren reichen aber im Hinblick auf die verschiedenen physikalischen Eigenschaften der Isomeren zur völligen Bestimmung einer Verbindung nicht aus, sondern es muss auch noch die besondere Art der chemischen Vereinigung der Elemente, also die chemische Constitution auf die physikalischen Eigenschaften der Verbindung bestimmend einwirken. Bei dem heutigen Stande der Wissenschaft sind wir aber erst in verhältnismässig wenigen Fällen in der Lage, über diesen Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Körper vollständig Rechenschaft geben zu können. In dieser Beziehung hat die physikalische Chemie erst in geringem Grade den Charakter einer exacten Naturwissenschaft erlangt und muss der Zukunft die vollständige Erforschung des beregten Zusammenhanges vorbehalten bleiben. Dass solche nicht schon in nächster Zeit erfolgen werde, ist leider wegen der besonderen Schwierigkeiten, die sich hier der Forschung entgegenstellen, wahrscheinlich.

Diese Schwierigkeiten entspringen aus dem Umstande, dass die physikalischen Eigenschaften der Elemente im freien Zustande meistens nicht zur Feststellung derjenigen ihrer Verbindungen benutzt werden können. Wir müssen vielmehr nach dem Obigen von der Annahme ausgehen, dass die verschiedenen Elemente bei der chemischen Verbindung mit einander und durch die bei dieser Verbindung obwaltenden Verhältnisse ganz andere physikalische Eigenschaften erlangen, wie diejenigen sind, die sie im freien Zustande besitzen; sie werden hierbei in Modifikationen übergeführt, die wir an sich zu beobachten nicht Gelegenheit haben, in Modifikationen, die eben nur in chemischer Verbindung mit ganz bestimmten anderen Elementen existieren, wenn ein bestimmtes Mengenverhältnis und eine besondere Bindungsart obwaltet und die äusseren Umstände der Erhaltung dieses Zustandes nicht hinderlich sind. Gelingt es uns, diese Eigenschaften der Elemente unter den obwaltenden Bedingungen zu ermitteln, so werden wir im Stande sein, aus ihnen die physikalischen Eigenschaften ihrer Verbindungen mit derselben Sicherheit abzuleiten, wie diejenigen der Gemenge aus den Eigenschaften ihrer Bestandteile.

Zur Feststellung solcher Eigenschaften der Elemente können wir nur durch das vergleichende Studium der physikalischen Eigenschaften zweckmässig gewählter Verbindungen derselben gelangen. Hierbei müssen wir zunächst die Eigenschaften der in den Verbindungen enthaltenen Atomgruppen unter den obwaltenden Umständen zu erforschen suchen, um aus ihnen dann auf die Eigenschaften der Elemente solcher Atomgruppen zu kommen. Dazu ist aber die genaue Kenntnis der Constitution der Verbindungen nötig. Umgekehrt sind wir in einzelnen Fällen, wie wir in der Folge sehen werden, im Stande, aus den anderweitig ermittelten physikalischen Eigenschaften jener Atomgruppen die Constitution der Verbindungen abzuleiten. Diese Abhängigkeit einiger der wichtigsten physikalischen Eigenschaften chemischer Verbindungen von deren Zusammensetzung wollen wir hier, soweit ihre vollständige Erforschung nicht schon älteren Datums ist, zum Gegenstande der Erörterung machen.

Was zunächst die Beziehungen der specifischen Gewichte der Körper zu ihrer chemischen Zusammensetzung betrifft, so sind solche bisher erst bei den gas- resp. dampfförmigen Körpern vollständig erforscht. Nachdem nämlich von Boyle und Mariotte gefunden, dass die Volumina der Gase dem Druck, unter dem sie stehen, umgekehrt proportional sind und Gay-Lussac entdeckt hatte, dass alle Gase annähernd denselben Ausdehnungscoefficienten haben, stellte Avogadro die Hypothese auf, dass gleiche Volumina verschiedener Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur auch eine gleiche Anzahl von Molekülen enthalten. Dieser Avogadro'sche Satz blieb lange Zeit hindurch wenig beachtet; erst mit der Entwicklung der mechanischen Wärmetheorie gelangte er zu seiner vollen Bedeutung, wie Krönig und Clausius aus ihm und der Annahme einer fortschreitenden Bewegung der Moleküle umgekehrt das Mariotte-Gay-Lussac'sche Gesetz ableiteten. Aus der Kenntnis der Volumverhältnisse, in denen sich elementare Gase chemisch verbinden und derjenigen der Volumina der entstandenen gasförmigen Verbindungen folgerte man mit Hilfe des Avogadro'schen Satzes, dass auch die Moleküle der Elemente in Gasform aus mehreren, nämlich aus je 2 Atomen bestehen (Ausnahmen bieten Phosphor, Arsenik, Cadmium und Quecksilber), dass also bei den elementaren Gasen (mit den erwähnten Ausnahmen) das Atomgewicht die Hälfte des Molekulargewichts ausmacht. Wie nun allgemein der Wasserstoff zur Einheit für die Atomgewichte und auch für die specifischen Gewichte aller Gase angenommen wurde, so dass diesem Elemente nunmehr das Molekulargewicht 2 zukommt, ergab sich hieraus und dem Avogadro'schen Satze für alle Gase, dass ihr specifisches Gewicht die Hälfte ihres Molekulargewichts beträgt; für die gasförmigen Elemente (mit obigen Ausnahmen) sind somit die specifischen Gewichte gleich ihren Atomgewichten.

Die Erkenntnis dieser einfachen Beziehungen zwischen den specifischen und den Molekulargewichten gasförmiger Körper musste die Frage nahe legen, ob auch bei flüssigen und festen Körpern derartige Relationen bestehen.

Schon vor längerer Zeit hat Kopp die specifischen oder Molekularvolumina einer grossen Anzahl von organischen Körpern im flüssigen Zustande ermittelt, indem er die Molekulargewichte derselben durch die bezüglichen specifischen Gewichte beim Siedepunkte der Flüssigkeiten, bezogen auf Wasser von 4° , dividierte. Letztere Gewichte, die er durch Bestimmung des specifischen Gewichts bei gewöhnlicher Temperatur, des Siedepunktes und des Ausdehnungscoefficienten zwischen 0° und dem Siedepunkte der Flüssigkeiten erlangte, glaubte er, um vergleichbare Werte zu erlangen, in die Rechnung einführen zu müssen, indem er von der Annahme ausging, dass die verschiedenen Flüssigkeiten zwischen ihren specifischen und ihren Molekulargewichten dann die einfachsten Beziehungen, und zwar ähnliche wie die Gase unter einander bei gleichem Druck zeigen werden, wenn ihre Dämpfe gleiche Tension besitzen. Solches ist aber bei den verschiedenen Flüssigkeiten beim Sieden unter gleichem Druck der Fall. Von der Zulässigkeit dieser Annahme wird weiter unten die Rede sein.

Kopp folgerte nun u. a. aus seinen Versuchen, dass in vielen Fällen die Differenzen der Molekularvolumina denen der Molekulargewichte in den homologen Reihen proportional sind; so entspricht nach ihm die Zunahme eines Moleküls um CH_2 einer Vergrößerung des specifischen Volumens um 22; durch Substitution von einem Bromatom für ein Chloratom wird dieses Volumen um 5 erhöht; ferner ändert nach Kopp die Substitution von einem Kohlenstoffatom durch 2 Wasserstoffatome nicht das Molekularvolumen gewisser organischer Flüssig-

keiten; auch sollen isomere und metamere flüssige Körper in der Regel dasselbe Molekularvolumen zeigen, mit Ausnahme gewisser Sauerstoff- und Schwefelverbindungen.

Aus seinen Versuchsergebnissen berechnete dann Kopp die Zahlenwerte für die spezifischen Volumina der Elemente und ergaben sich ihm meistens für dieselben Elemente auch dieselben Werte, z. B. für den Kohlenstoff die Zahl 11, für Wasserstoff 5,5; dagegen glaubte er für Sauerstoff und Schwefel wegen der oben angedeuteten Ausnahmen variable Werte annehmen zu müssen; seine Versuche schienen ihm anzudeuten, dass der Sauerstoff in zwei verschiedenen Werten, nämlich mit den spezifischen Volumina 12,2 und 7,8, dagegen der Schwefel mit den Werten 28,6 und 22,6 in Verbindungen existiert.

Diese Verschiedenheit im spezifischen Volumen des Sauerstoffs und Schwefels kann wohl nur in der verschiedenen Bindung dieser Elemente ihre Ursache haben, und zwar scheint die höhere Zahl für den Sauerstoff zu gelten, wenn derselbe mit beiden Valenzen an ein und dasselbe Kohlenstoffatom gebunden ist; dagegen die kleinere, wenn sich die Bindung auf zwei verschiedene Atome erstreckt. Ähnliches gilt für den Schwefel.

Wären diese Folgerungen aus den Kopp'schen Arbeiten richtige, so besäßen wir darin wichtige Mittel zur Erforschung der Constitution von vielen organischen Verbindungen. Indessen zeigen die direkt ermittelten spezifischen Volumina vieler Körper so erhebliche Abweichungen von den aus den Kopp'schen Constanten berechneten, dass die Anwendbarkeit letzterer bezweifelt werden muss. Somit schien es dringend geboten, durch erneuerte Versuche die Richtigkeit der von Kopp ermittelten Zahlen zu prüfen und festzustellen, ob der von Kopp gefolgerte Zusammenhang thatsächlich existiert.

Von den in den letzten Jahren zu diesem Zweck unternommenen Arbeiten ist zunächst diejenige von Thorpe¹⁾ beachtenswert. Dieser Forscher verwandte nicht bloß die grösste Sorgfalt auf die Reindarstellung der in Frage kommenden Flüssigkeiten, sondern suchte auch durch weitere Vervollkommnung der Kopp'schen Methode die Beobachtungsfehler auf ein Minimum zu beschränken.

Thorpe folgert nun aus seinen Versuchen, dass viele isomere Flüssigkeiten und sogar solche von demselben chemischen Typus nicht gleiche spezifische Volumina bei ihren Siedepunkten haben. Solche Fälle werden am häufigsten bei Körpern angetroffen, die Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten; so zeigen nach Thorpe viele normale Kohlenwasserstoffe bei ihren Siedepunkten ein niedrigeres spezifisches Gewicht, als ihre Isomeren; sie besitzen also ein grösseres spezifisches Volumen, wie diese. Hiernach scheinen die spezifischen Volumina von Kohlenstoff und Wasserstoff nicht invariabel zu sein; sie müssen vielmehr durch die Gruppierung innerhalb der Verbindungen bedingt sein. Für diese Ansicht sprechen namentlich einzelne Benzolderivate, bei denen ganz erhebliche Abweichungen von dem Kopp'schen Gesetze der gleichen Molekularvolumina vorkommen. Auch für Stickstoff muss, wie solches schon für Sauerstoff und Schwefel von Kopp ermittelt ist, ein variables spezifisches Volumen angenommen werden.

Die Unregelmässigkeit in der Ausdehnung der Flüssigkeiten durch die Wärme macht die Kopp'sche Untersuchungsmethode nicht bloß umständlich, sondern auch unsicher, so dass auch in die absolute Richtigkeit der von Thorpe gefundenen Zahlen Zweifel gesetzt werden

¹⁾ Chem. soc. 1880. I, 341.

müssen. Es gewährt deshalb eine andere, zuerst von Ramsay befolgte Methode zur Bestimmung der Molekularvolumina, nach welcher die spezifischen Gewichte der fraglichen Flüssigkeiten bei ihren respectiven Siedepunkten direkt bestimmt werden, grössere Genauigkeit. Ramsay¹⁾ bedient sich eines dünnwandigen Glaskügelchens von etwa 10 ccm Inhalt, das am oberen Ende mit einer gebogenen Capillarröhre versehen ist. Das Volumen des Apparates wird durch Wägen des ihn füllenden kochenden Wassers bestimmt. Um nun das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit bei ihrem Siedepunkte zu ermitteln, füllt man mit ihr das Kügelchen und hängt dieses mittels eines Platindrahtes in den oberen Teil eines Glasgefässes, welches unten eine ringförmige Ausweitung trägt, in die vorher eine kleine Menge derselben Flüssigkeit gegossen worden. Erhitzt man nun von aussen das Gefäss, so gelangt die untere Flüssigkeit zum Kochen, ihr Dampf umgiebt und erwärmt die Kugel, so dass deren Inhalt teilweise austropft, bis derselbe auf Siedetemperatur gebracht ist; nun wird die Kugel herausgenommen, abgetrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Bei leicht flüchtigen oder oxydierbaren Substanzen erfordert diese Methode besondere Vorsichtsmassregeln, auch bedingt die Ausdehnung des Glases eine besondere Correctur.

Ramsay gelangte durch seine Untersuchungen zu Resultaten, die mit denen von Kopp im ganzen genommen sehr nahe übereinstimmen; wie Kopp fand er für Sauerstoff und Schwefel zwei verschiedene Werte, für Stickstoff sogar 5 solche, deren Aufzählung hier zunächst überflüssig sein dürfte.

In neuester Zeit hat Robert Schiff²⁾ die Molekularvolumina einer grossen Anzahl flüssiger organischer Körper bestimmt; anfangs mit dem Ramsay'schen Apparate arbeitend, fand er, dass bei dessen Benutzung häufig Schwierigkeiten oder doch wenigstens Zeitverluste dadurch entstehen, dass sich während des Erwärmens des Glaskügelchens Dampfblasen innerhalb der Capillarröhre ansammeln, die durch kein Mittel zu entfernen sind, so dass der Versuch von neuem angefangen werden muss.

Schiff bediente sich aus diesem Grunde statt des Glaskügelchens eines kleinen dilatometerartigen Fläschchens; am unteren Ende des oberen dünnröhrigen Theiles war der Nullpunkt angebracht; der Inhalt des Fläschchens bis zu dieser Marke wurde durch Auswägen mit Quecksilber von 0° bestimmt. Hierauf wurde die ganze capillare Röhre auf Null abgekühlt und 1,359 g Quecksilber eingeführt; damit war $\frac{1}{10}$ ccm abgegrenzt; der nunmehrige Stand der Quecksilberoberfläche wurde mit 10 bezeichnet und die Röhre zwischen 0 und 10 in 10 gleiche Teile geteilt; die Untereinteilung war fein genug, um $\frac{1}{1000}$ ccm bequem und ohne Loupe abschätzen zu können.

Zur Ausführung der spezifischen Gewichtsbestimmung füllt man das Fläschchen mit der zu untersuchenden Flüssigkeit und hängt es in einen Glasmantel, wie ihn V. Meyer zur Dampfdichtebestimmung benutzt. Auf dem Boden dieser Umhüllung bringt man einige Gramme derselben Flüssigkeit in starkes Sieden. Die Dämpfe erwärmen das Fläschchen und bald ist alle bei der betreffenden Temperatur überschüssige Flüssigkeit über den Rand des oberen capillaren Halses geflossen. Nun zieht man schnell das Fläschchen in die Höhe, entfernt mittels einer capillaren Pipette noch eine kleine Menge Flüssigkeit, so dass nun die Oberfläche

¹⁾ Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. XII, 1024.

²⁾ Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. XIV, 2761.

der Flüssigkeit sich innerhalb der Teilung befindet, senkt das Fläschchen wieder in die Dämpfe der Heizflüssigkeit und beobachtet den Meniskus in der Röhre; hat derselbe einen festen Stand erreicht, so liest man diesen ab, zieht das Fläschchen heraus, schliesst, trocknet und wägt es nach dem Erkalten. Hiermit hat man alle Daten zur Berechnung des specifischen Gewichts der Flüssigkeit bei deren Siedetemperatur.

Auch die von Schiff erhaltenen Zahlen stimmen mit den von Kopp ermittelten im allgemeinen gut überein, soweit sich beide Forscher mit derselben Verbindung beschäftigten. Dagegen ist nach Schiff von den von Kopp berechneten constanten specifischen Volumen, wie 11 für Kohlenstoff, 5,5 für Wasserstoff u. s. w. gänzlich abzusehen, indem diese Werte nur Durchschnittszahlen sind, ermittelt aus einer grossen Zahl von Beobachtungen an Substanzen, die sowohl normale, als sekundäre, als auch ungesättigte Kohlenstoffketten enthalten, Zahlen, die auf viele Substanzen in weiten Grenzen ungefähr, auf sehr wenige aber genau passen. Die wichtigeren Ergebnisse der Schiff'schen Untersuchungen¹⁾ sind folgende:

Das Atomvolumen des Kohlenstoffs ist nicht in allen Verbindungen dasselbe, sondern es wird sowohl durch Änderung der Atomverkettung bei gleicher Valenzbeanspruchung, als auch durch lückenhafte Aneinanderkettung (sog. Doppelbindung) afficiert. Ähnliches gilt für den Sauerstoff.

Wie schon Kopp vermuthete, ist das Volumen von 2C gleich dem von 4H, jedoch genau nur in vergleichbaren Verbindungen.

Durch den Vergleich einer Reihe gesättigter Verbindungen, welche eine gleiche Anzahl Kohlenstoffatome und wechselnde Anzahl Wasserstoffatome enthalten, fand Schiff, dass der Wert des specifischen Volumens des Wasserstoffs constant, nämlich 5,6 ist. Diese Constanz erklärt sich wohl daraus, dass der Wasserstoff keine wechselnde Valenz zeigt, also immer nur auf dieselbe Art gebunden wird.

Durch Vergleich gesättigter und ungesättigter Verbindungen, welche dieselbe Anzahl von Kohlenstoffatomen, aber ungleiche Anzahl von Wasserstoffatomen enthalten, ergibt sich, dass jede sogenannte Doppelbindung das specifische Volumen der Verbindungen um 4 Einheiten erhöht.

Das letztere Resultat beweist wohl, dass die sogenannten Doppelbindungen keineswegs festere Verbindungen sind, wie die einfachen; jene Bezeichnung scheint hiernach nur geschaffen zu sein, um sonst nicht unterzubringende Valenzen zu verwerthen; ja man ist im Gegentheil nach obiger Thatsache zu der Annahme berechtigt, dass die vermeintlichen Doppelbindungen losere Verbindungen sind, wie einfache, die besser „Lücken“ heissen.

Von besonderem Interesse ist die aus den Schiff'schen Untersuchungen gezogene Folgerung, dass im Benzol keine Doppelbindungen oder Lücken vorhanden sind, ein Ergebnis, dessen weitere Bestätigung noch an anderer Stelle zur Sprache kommen wird.

Zur Lösung der Frage nach den Beziehungen zwischen dem specifischen Volumen und der chemischen Constitution der Verbindungen hat auch H. Schröder in Carlsruhe schon seit längerer Zeit Material gesammelt, aus dem er u. a. das Sterengesetz entwickelte.

Nach Schröder²⁾ stehen nämlich sowohl bei festen als auch bei flüssigen Körpern

¹⁾ Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. XV, 1270 und XVI, 2759.

²⁾ Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. XIII, 1560 und XIV, 15.

die Volumina der Componenten resp. die der Elemente jeder einzelnen Verbindung in einfachen, rationalen Verhältnissen, so dass also deren Volumen durch das nämliche Mass, welches Schröder eine Stere genannt hat, in ganzen Zahlen ausdrückbar ist. Nun ist aber die Grösse einer Stere in verschiedenen Verbindungen nicht ein und dieselbe, auch kann das Volumen derselben Componente nicht in allen Verbindungen durch dieselbe Zahl von Steren ausgedrückt werden.

Was zunächst den ersten Punkt betrifft, so wächst in den meisten Gruppen vergleichbarer Verbindungen die Grösse der Stere mit dem Molekulargewicht, jedoch nicht so, dass die Zunahme des letzteren der Grössenzunahme der Stere direkt proportional ist, sondern in einigen Gruppen findet anfangs ein verhältnismässig stärkeres, in anderen ein geringeres Wachsen der Stere statt; es erfolgen aber diese Abweichungen innerhalb derselben Gruppe von Verbindungen meistens in demselben Sinne und auch in gewisser Gesetzmässigkeit, so dass bei einer später verhältnismässig geringeren Grössenzunahme der Stere bald ein constanter Grenzwert für diese erreicht wird.

In einigen Gruppen von Verbindungen findet ausnahmsweise mit Zunahme des Molekulargewichts ein Kleinerwerden der Stere statt, so namentlich bei den Anfangsgliedern in der Reihe der Alkohole und der Aldehyde.

Die Grenzwerte der Stere für alle von Schröder bisher in dieser Beziehung untersuchten flüssigen Kohlenstoffverbindungen sind 6,7 und 7,5 und zwar bedeuten diese Zahlen Kubikcentimeter, wenn man die Molekulargewichtszahlen Gramme bedeuten lässt.

Wie schon oben bemerkt, ist das Volumen einzelner Componenten oder Atome desselben Elements in verschiedenen Verbindungen nicht immer durch dieselbe Sterenzahl ausdrückbar, jedoch stehen diese verschiedenen Volumina derselben Componente in einem möglichst einfachen Verhältnis zu einander und ist ihre Grösse durch die chemische Constitution, also durch die Strukturformel der Verbindung und durch den Körper, mit dem die Verbindung eingegangen wird, bedingt. So füllen die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in Verbindungen im allgemeinen den nämlichen Raum und zwar denjenigen einer Stere aus. Während indessen z. B. der Sauerstoff in der Hydroxylgruppe und im Äthyläther den Raum einer Stere einnimmt, beträgt das Volumen desselben in der mit zwei Valenzen an ein Kohlenstoffatom gebundenen CO-Gruppe zwei Steren. Ein Kohlenstoffatom, das an einwertige Elemente oder mit nur einer Valenz an andere Kohlenstoffatome gebunden ist, nimmt den Raum einer Stere, dagegen ein mehrfach gebundenes einen grösseren Raum ein, so z. B. im Benzolkern, wo der Raum der 6 Kohlenstoffatome 8 Steren gross anzunehmen ist. Das Wasserstoffatom erfüllt zwar in den meisten Fällen den Raum einer Stere, jedoch machen nach Schröder die drei Atome dieses Elements im Ammoniak zusammen nur zwei Steren aus.

Das Wechseln des Volumens ein und desselben Elementes in verschiedenen Verbindungen bringt nun Schröder dadurch zur Anschauung, dass er in die chemischen Formeln der Verbindungen auch die Sterenzahl für die einzelnen Elemente aufnimmt und zwar schreibt er die Atomzahl der Elemente rechts unten, deren Sterenzahl rechts oben hinter die Zeichen der Elemente, also z. B. Aldehyd = $C_1^1 H_3^3 \cdot C_1^1 O_1^1 H_1^1$, Essigsäure = $C_1^1 H_3^3 \cdot C_1^1 O_1^1 \cdot O_1^1 H_1^1$, Cyanmethyl = $C_1^1 H_3^3 \cdot C_1^1 N_1^1$, Benzol = $C_6^6 H_6^6$ u. s. f., so dass also das Produkt aus dem Wert der Stere und der Summe der oberen Zahlenreihe das Molekularvolumen der Verbindung ausmacht.

Die Richtigkeit des durch Schröder entwickelten Sterengesetzes, dessen Existenz von verschiedenen Forschern bezweifelt worden ist, hat Edward Wilson in einer grösseren durch Professor Stocker¹⁾ publicirten Arbeit, die 39 Elemente und etwa 400 Verbindungen derselben umfasst, vollständig bestätigen können.

Auch Krafft in Basel hat in den letzten Jahren wertvolle Arbeiten zur Erforschung der Beziehungen der physikalischen Eigenschaften zur chemischen Constitution flüssiger und fester Körper ausgeführt und aus denselben wichtige Schlüsse gezogen²⁾. Derselbe hat zunächst eine grosse Anzahl bis dahin noch nicht näher untersuchter Körper aus der Reihe der normalen Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n+2}$ und derjenigen der Fettsäuren rein dargestellt und deren spezifisches Gewicht bestimmt. Während die meisten Forscher auf diesem Gebiete die spezifischen Gewichte der zu vergleichenden Körper bei ihrem Siedepunkte ermittelten und ihren Arbeiten zu Grunde legten, hat Krafft die Bestimmung dieser Gewichte beim Schmelzpunkte der betreffenden Verbindungen ausgeführt und auf Wasser von 4° als Einheit berechnet. Natürlich bietet eine derartige Bestimmung beim Schmelzpunkte der Substanz manche Vorteile gegenüber derjenigen beim Siedepunkte, weil wenige Phänomene so vollkommen unabhängig von äusseren Einflüssen sind, wie die Schmelzung, während der Siedepunkt einer Substanz durch manche, sogar teilweise noch nicht bekannte Ursachen bedingt wird.

Krafft findet nun, dass die spezifischen Gewichte der höheren Glieder der Sumpfgasreihe sehr nahe übereinstimmen, nämlich vom Undecan $C_{11} H_{24}$ bis zum Pentatriacontan $C_{35} H_{72}$ steigen sie nur von 0,773 bis 0,781, während doch ihre Molekulargewichte innerhalb der Grenzen 156 und 492 liegen. Somit wären die Molekularvolumina der höheren Glieder der Kohlenwasserstoffreihe $C_n H_{2n+2}$ ihren Molekulargewichten nahezu direkt proportional; allein die scheinbar geringen Verschiedenheiten in den spezifischen Gewichten dieser Körper sind bedeutend genug, um weitere Fragen anzuregen. Berücksichtigt man nämlich die procentische Zusammensetzung der hier verglichenen Körper, so zeigt sich in ihr keine grössere Verschiedenheit wie in den spezifischen Gewichten, denn der Kohlenstoffgehalt des Undecans beträgt 84,62%, der des Pentatriacontans 85,37%; der Wasserstoffgehalt sinkt in dieser Körperreihe nur von 15,38 auf 14,63%. Wäre die procentische Zusammensetzung nicht bloss annähernd, sondern vollständig übereinstimmend, lägen hier also wirkliche Polymere vor, so würden nach Krafft's Ansicht auch die spezifischen Gewichte dieser Körper dieselben sein; ihre Verschiedenheit ist nach ihm hauptsächlich eine Folge der verschiedenen procentischen Zusammensetzung.

Am geeignetsten zur Prüfung der Richtigkeit dieser Ansicht wäre die Reihe der Äthylenhomologen, indem hier wirkliche Polymere, der Formel $C_n H_{2n}$ entsprechend, vorliegen; allein die nähere Untersuchung der höheren Glieder dieser Reihe ist noch nicht weit genug gefördert, um hier ausschlaggebend sein zu können.

Krafft führt deshalb zur Bestätigung seiner Ansicht, dass die verschiedene procentische Zusammensetzung der hauptsächlichste Grund für die Verschiedenheit der spezifischen Gewichte sei, einige von ihm ausgeführte Bestimmungen des Volumgewichts von Fettsäuren an. Diese Reihe, in der bekanntlich das spezifische Gewicht mit dem Wachsen des Molekulargewichts abnimmt, erscheint insofern zur Lösung der beregten Frage geeignet, als in ihren Gliedern das

¹⁾ Royal Soc. XXXII, 457.

²⁾ Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. XV, 1711.

gegenseitige Gewichtsverhältnis von Kohlenstoff und Wasserstoff ein constantes ist, nämlich 6 zu 1. Während die unteren Glieder dieser Reihe nicht sehr brauchbares Material liefern, indem die auf sie bezüglichen Zahlen nur mit Vorsicht aufzunehmen sind, bilden die specifischen Gewichte ihrer höheren Glieder, die an den soeben geschmolzenen Fettsäuren ermittelt sind, eine mit grösster Regelmässigkeit absteigende Reihe; so hat

die Laurostearinsäure	$C_{12} H_{24} O_2$	das specifische Gewicht	0,875,
„ Myristinsäure	$C_{14} H_{28} O_2$	„	0,862,
„ Palmitinsäure	$C_{16} H_{32} O_2$	„	0,853,
„ Stearinsäure	$C_{18} H_{36} O_2$	„	0,845.

Nun ist das specifische Gewicht der letzteren Säure zwar noch erheblich verschieden von dem des Pentatriacontans, das 0,781 beträgt; indessen ist zu berücksichtigen, dass jene Säure noch immerhin 11,3% Sauerstoff und nur 76,1% Kohlenstoff enthält, gegenüber 85,4% Kohlenstoff in letzterem Körper. Diese Kluft sucht nun Krafft zu überbrücken durch Einschaltung einer Reihe von ihm dargestellter Ketone $C_n H_{2n} O$, in denen das Gewichtsverhältnis von Kohlenstoff zum Wasserstoff das nämliche wie in den Fettsäuren, also 6 zu 1, der Sauerstoff aber nur zu einem Atom im Molekül der Verbindung enthalten ist. Nun ist

das specifische Gewicht des Ketons	$C_{13} H_{26} O$	=	0,823,
„	$C_{15} H_{30} O$	=	0,818,
„	$C_{17} H_{34} O$	=	0,814 und
„	$C_{19} H_{38} O$	=	0,811.

Der Sauerstoffgehalt des letzten Ketons beträgt nur noch 5,7%, der Gehalt an Kohlenstoff ist schon auf 80,8% gestiegen, also führt in der That in dieser Ketonreihe eine Annäherung der procentischen Zusammensetzung an diejenige der höheren Sumpfgashomologen auch eine solche an ihre specifischen Gewichte herbei, nur der Sauerstoffgehalt der vorgeführten Ketone und Fettsäuren, also überhaupt die verschiedene procentische Zusammensetzung ist nach Krafft die Ursache für die Verschiedenheit der specifischen Gewichte der verglichenen Körper.

Wären nun die specifischen Gewichte der von Krafft untersuchten Normalparaffine thatsächlich nur insoweit verschieden, als es ihre wechselnde procentische Zusammensetzung selbst bei einem Gemenge von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen bedingen würde, so müsste gefolgert werden, dass die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in dieser Reihe von Homologen constante Volumina besitzen und wären somit die Krafft'schen Untersuchungsergebnisse eine Bestätigung der zuerst von Kopp ausgesprochenen Constanz der Atomvolumina. Andererseits ist, wie wir oben gezeigt haben, von verschiedenen Forschern ein Wechseln der Atomvolumina desselben Elements in homologen Reihen ermittelt. Diese Widersprüche dürften auf einfache Weise zu schlichten sein. Wenn nämlich nach Schröder in den meisten Fällen die Grösse einer Stere innerhalb derselben homologen Reihe sich mit dem Molekulargewicht der Verbindung ändert, so liegt der Schluss nahe, dass die Endglieder einer Kette von Atomen desselben Elements in einer Verbindung eine andere Contraction erfahren haben wie ihre inneren Glieder; berechnen wir also aus der Zahl und dem Gesamtvolumen gleichartiger Atome das durchschnittliche Atomvolumen, so wird die Grösse der Steren verschieden ausfallen je nach der Anzahl der Atome; je grösser diese Zahl, desto kleinere Unterschiede werden sich ergeben. Erklärt sich nun das Wechseln in der Grösse der Schröder'schen Steren dadurch, dass hier

nur Durchschnittsgrößen vorliegen, so muss andererseits zugegeben werden, dass die Atomenzahlen in den Molekülen der von Krafft untersuchten Körper zu gross sind, um noch Unterschiede in den Durchschnittsvolumen der Atome aus den spezifischen Gewichten der Verbindungen ableiten zu können.

Sehen wir jetzt nach, auf welche Weise die spezifischen Volumina der Elemente in festen und flüssigen Verbindungen von Schalfjew¹⁾ berechnet worden sind. Dieser Forscher glaubt, da das Quecksilber bei verhältnismässig nahen Temperaturen sich mit dem Sauerstoff verbindet und auch wieder aus dieser Verbindung abgeschieden wird, wobei keine erheblichen Wärmetönungen vor sich gehen, annehmen zu können, dass das spezifische Volumen des Quecksilbers in seinem Oxyde dasselbe ist, wie dasjenige des Quecksilbers im freien Zustande. Auf Grund dieser Annahme lassen sich dann die spezifischen Volumina aller übrigen Elemente in ihren Verbindungen ableiten. Zieht man nämlich von dem spezifischen Volumen des Quecksilberoxyds = 19 dasjenige des Quecksilbers = 15 ab, so ergibt sich als spezifisches Volumen des Sauerstoffs die Zahl 4 und ist also die Volumformel des Quecksilberoxyds = $\text{Hg}^{15} \text{O}^4$. Das spezifische Gewicht des Sauerstoffs im Quecksilberoxyd ist nun der Quotient aus dem Atomgewicht des Sauerstoffs durch dessen spezifisches Volumen, also $\frac{16}{4} = 4$, mithin hat der Sauerstoff im Quecksilberoxyd die Verdichtung $\frac{4000}{0,0899 \cdot 16} = 2790$ oder fast 2800 erfahren.

Nimmt man nun ferner mit Schalfjew an, dass das spezifische Volumen des Sauerstoffs in allen Oxyden dasselbe ist, so muss das spezifische Volumen des Wasserstoffs im Wasser, da letzteres das spezifische Volumen 18 hat, $\frac{18}{2} = 9$ sein. Hieraus ergibt sich das spezifische Gewicht des Wasserstoffs im Wasser = 0,1428 und die Verdichtung desselben = 1594 oder rund 1600. Dieselben Größen für das spezifische Volumen und die Verdichtung des Wasserstoffs lassen sich auch aus den Versuchen von Beketoff²⁾ über die Ermittlung der Wärmecapazität des Wasserstoffs in seiner Legierung mit Palladium herleiten.

Schalfjew hat nun ferner die spezifischen Volumina des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Kohlenstoffs in den gesättigten einwertigen Verbindungen der Fettreihe ermittelt. Was zunächst die Fettsäuren betrifft, so ergab sich aus deren spezifischen Volumen und denen einiger Salze derselben, dass dem durch Metalle ersetzbaren Wasserstoff ein doppelt so grosses Volumen zukommt, wie dem Wasserstoff im Wasser, nämlich 14, dem übrigen Wasserstoff aber das Volumen 7 und sollen diese Größen von dem Molekulargewicht der Verbindungen ganz unabhängig sein.

Auch für den Sauerstoff trifft letzteres zu und ist sein Volumen in der fraglichen Gruppe von Verbindungen 4 oder 8, nämlich 4 (wie im Wasser) in den Säuren, Alkoholen, Äthern und Estern, während von den drei Sauerstoffatomen der Säureanhydride nur zwei solche das Volumen 4 haben; das dritte Sauerstoffatom in ihnen hat, wie der Sauerstoff in den Aldehyden und Ketonen, das Volumen 8.

Mannigfaltiger sind nach Schalfjew die spezifischen Volumina des Kohlenstoffs, aber stets Multipla der Zahl 3. In der mit CH_2 oder COOH verbundenen Gruppe CH_3 ist sein Atomvolumen 9, in dem CH_3 der Gruppe $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ beträgt es 6, in CH_2 und COOH ist dasselbe 3. In den Aldehyden und den Ketonen $\text{C}_n \text{H}_{2n} \text{O}$, in den Kohlenwasserstoffen

¹⁾ J. d. russ. phys.-chem. Gesellsch. 1881, (1), 241.

²⁾ J. d. russ. phys.-chem. Gesellsch. XI, 4.

$C_n H_{2n+2}$ und in den Äthern $C_n H_{2n+2} O$ kommt ein einziges Kohlenstoffatom mit dem Volumen 15, in den Estern $C_n H_{2n} O_2$ ein solches mit 21 und in den Säureanhydriden ein einziges Kohlenstoffatom mit dem Volumen 27 vor. Das Volumen der Homologendifferenz CH_2 ist $3 + 2 \cdot 7 = 17$, das der Gruppe $COOH$ beträgt $3 + 4 + 4 + 14 = 25$, während das Volumen der Gruppe CH_3 in der zuerst genannten Art von Bindung $9 + 3 \cdot 7 = 30$, dagegen das Volumen derselben Gruppe in $CH (CH_3)_2$ nur $6 + 3 \cdot 7$ oder 27 beträgt.

Durch lange Tabellen, deren Wiedergabe ich hier nicht angezeigt erachte, weist Schalfjew auf die Übereinstimmung der direkt aus Versuchsdaten ermittelten spezifischen Volume der fraglichen Verbindungen mit den von ihm auf die angegebene Weise berechneten hin.

Um zu so befriedigenden Resultaten zu gelangen, ist es jedoch nötig, für die einzelnen Verbindungen diejenigen spezifischen Gewichte in die Rechnung einzuführen, welche der Temperatur der einfachen Kommensurabilität der Elemente entsprechen. Diese Temperatur steigt in derselben Körperreihe zugleich mit dem Molekulargewicht der Verbindungen. Für das Wasser ist sie 4^0 , weil bei ihr dessen spezifisches Volumen = 18 ist und das einfache Volumverhältnis der das Wasser zusammensetzenden Elemente $7 \cdot 2 : 4$ vorliegt. Da mit der Temperatur sich auch die Volumina der Körper ändern, so wird von ihrer richtigen Wahl auch die Brauchbarkeit der berechneten spezifischen Volumina zu Vergleichen abhängen und ist somit das Aufsuchen solcher Temperaturen der einfachen Kommensurabilität für die einzelnen Verbindungen von grösster Wichtigkeit. Schalfjew hat für eine grosse Anzahl von Verbindungen diese Temperaturen festgestellt und will er nie auf einen Fall gestossen sein, in dem das theoretisch ermittelte Volumen der Verbindung grösser gewesen wäre, als das Volumen derselben bei ihrer Siedetemperatur.

Schalfjew folgert nun aus seinen Untersuchungen, dass die oben bezeichneten Verbindungen der Fettreihe nach der Grösse ihrer spezifischen Volume in fünf Gruppen geteilt werden können. In die erste Gruppe mit dem geringsten Volumen gehören die Aldehyde und Ketone, in die zweite Säuren, in die dritte Alkohole, in die vierte Kohlenwasserstoffe, Ester und Säureanhydride und endlich in die fünfte Gruppe einfache Äther. Bezeichnet man die Volumina der Verbindungen der ersten Gruppe mit der Grösse A, so werden die Volume der Körper der zweiten $A + 1$, der dritten $A + 4$, der vierten $A + 6$ und die der fünften Gruppe $A + 10$ sein.

Aus den vorstehenden Daten ergeben sich die folgenden Formeln zur Berechnung der spezifischen Volume der oben bezeichneten Verbindungen:

$$\text{Säuren } C_n H_{2n} O_2 = \underbrace{\{9 + 3(n-1)\}}_{C_n} + \underbrace{\{7(2n-1) + 14\}}_{H_{2n}} + \underbrace{(4 \cdot 2)}_{O_2}$$

$$\text{Alkohole } C_n H_{2n+2} O = \underbrace{\{9 + 3(n-1)\}}_{C_n} + \underbrace{\{7(2n+2)\}}_{H_{2n+2}} + \underbrace{4}_O$$

$$\text{Aldehyde und Ketone } C_n H_{2n} O = \underbrace{\{15 + 3(n-1)\}}_{C_n} + \underbrace{7 \cdot 2n + 8}_{H_{2n} O}$$

$$\text{Kohlenwasserstoffe } C_n H_{2n+2} = \underbrace{\{15 + 3(n-1)\}}_{C_n} + \underbrace{7(2n+2)}_{H_{2n+2}}$$

$$\begin{aligned} \text{Äther } C_n H_{2n+2} O &= \frac{\{15+3(n-1)\}}{C_n} + 7 \frac{(2n+2)}{H_{2n+2}} + \frac{4}{O} \\ \text{Ester } C_n H_{2n} O_2 &= \frac{\{21+3(n-1)\}}{C_n} + \frac{(7 \cdot 2n)}{H_{2n}} + \frac{4 \cdot 2}{O} \\ \text{Säureanhydride } C_n H_{2n-2} O_3 &= \frac{\{27+3(n-1)\}}{C_n} + \frac{\{7(2n-2)\}}{H_{2n-2}} + \frac{(4 \cdot 2+8)}{O_3} \end{aligned}$$

Aus diesen Formeln ergibt sich unmittelbar, dass die mittlere Grösse des specifischen Volumens der Kohlenstoffatome sich umsomehr der Zahl 3 nähert, je grösser n wird.

In ähnlicher Weise wie die genannten Körper unterwarf Schalfefjew¹⁾ einer vergleichenden Untersuchung der theoretischen und der durch Versuche gefundenen specifischen Volumina verschiedene ungesättigte Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n}$, $C_n H_{2n-2}$, $C_n H_{2n-4}$ und $C_n H_{2n-6}$, Glycole $C_n H_{2n+2} O_2$, Äther der Glycole und Glycerine, einzelne mehrwertige Säuren, Ester mehrwertiger Säuren und Alkohole, einfache und gemischte Äther und Ester ungesättigter Säuren und verschiedene aromatische Verbindungen, nämlich solche Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Ketone, Phenole und Alkohole. Er stiess hierbei auf keine einzige Thatsache, die den von ihm angenommenen Grössen der Volumina der Elemente widersprochen hätte, indem die theoretisch ermittelten Volumina immer mit denjenigen zusammenfielen, welche durch Versuche bei leicht zugänglichen Temperaturen gefunden wurden. Die Schlussfolgerungen Schalfefjews für die specifischen Volumina des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs in den untersuchten Verbindungen sind nun die folgenden. Die Volumina des Kohlenstoffs sind stets Multipla der Zahl 3 und hängen von der Sättigung, Struktur und dem Typus der Verbindungen ab. Während in den Verbindungen der Fettreihe die Kohlenstoffvolumina durch ungerade Zahlen ausgedrückt werden, geschieht solches in denen der aromatischen Reihe durch gerade Zahlen. Das Volumen des Kohlenstoffs ist in den Verbindungen der Fettreihe bei gleicher Sättigung grösser als in denen der aromatischen Reihe; in den Kohlenwasserstoffen $C_n H_{2n}$ ist für erstere dieses Volumen = 21, für letztere = 12. Dagegen ist bei geschlossener Kette in den Verbindungen der Fettreihe das Volumen des Kohlenstoffs kleiner, als in den aromatischen Verbindungen. Auch in letzteren sind die Volumina des Wasserstoffs und Sauerstoffs veränderlich und durch den Typus der Verbindung bedingt, erstere 7 oder 14, letztere 4, 8 oder 16; stets sind sie wie beim Kohlenstoff durch ganze Zahlen ausdrückbar. Auch Schalfefjew ist zu der Überzeugung gelangt, dass die Ausdrücke: einfache und mehrfache Bindung, nicht dem wirklichen Verhalten der Atome untereinander entsprechen, weder im direkten noch im umgekehrten Sinne.

Wenn nun auch die Resultate, zu denen Schalfefjew gelangte, noch einer weiteren Bestätigung bedürfen, umsomehr, als die Voraussetzungen, von denen derselbe bei Feststellung der specifischen Volumina der Elemente in ihren Verbindungen ausging, wohl schwerlich allgemeine Anerkennung finden werden, so gebührt ihm doch meines Erachtens schon jetzt das Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass man immer, um vergleichbare Werte für die specifischen Volumina von Körpern in nicht gasförmigem Zustande zu er-

¹⁾ J. d. russ. phys.-chem. Gesellsch. 1883, (1) 210.

langen, die specifischen Gewichte derselben bei ihrem Siedepunkte zu benutzen hat, wie es bisher nach dem Vorgange von Kopp allgemein geschah, sondern die specifischen Gewichte der Körper bei solchen Temperaturen, welche der Vergleichung günstiger sind.

Zwar liegt die Kopp'sche Annahme am nächsten, dass die Flüssigkeiten die einfachsten Beziehungen zwischen ihren Molekulargewichten und Molekularvolumen unter gleichem Druck bei ihren Siedetemperaturen zeigen werden, indem sie hier den Dämpfen, bei denen die fraglichen Beziehungen ja so einfache sind, falls ihre Tension dieselbe, in ihrem Zustande insofern am ähnlichsten sein werden, als ihre Dämpfe bei den Siedetemperaturen unter gleichem Druck auch gleiche Tension besitzen. Allein was bei den siedenden Flüssigkeiten für die aus ihnen aufsteigenden Dämpfe gilt, ist wohl nicht ohne weiteres auf die noch liquiden Partien derselben zu übertragen. Schon die höchst unregelmässige Ausdehnung der Flüssigkeiten in der Nähe ihres Siedepunktes muss uns hier zur Vorsicht mahnen. Die Erforschung der für die beabsichtigte Vergleichung geeignetsten Temperaturen und die Ermittlung ihres Zusammenhanges mit den übrigen Eigenschaften der Körper ist freilich keine leichte Aufgabe.

Über die Beziehungen der Siedetemperaturen zu der chemischen Constitution und den specifischen Volumen bei diesen Temperaturen sind uns erst in neuerer Zeit einige weitere Aufschlüsse geworden. Von verschiedenen Forschern ist constatirt, dass selbst nähere Isomere nicht dieselben Siedepunkte, und bei ihren verschiedenen Siedepunkten nicht gleiche specifische Volumina haben. So ergibt sich u. A. aus einer Arbeit von Städel¹⁾ über die Halogenderivate des Äthans, dass die specifischen Volumina der symmetrischen Derivate dieser Gruppe stets kleiner sind, als diejenigen der unsymmetrischen Isomeren; umgekehrt ist es mit den bezüglichen Siedetemperaturen. Dasselbe Verhältnis fand Brown zwischen dem normalen und dem sekundären Propyljodid. Ebenso hat nach Zander der Normal-Propylalkohol bei der Siedetemperatur von 97,4° das specifische Volumen 81,2, während bei dem Siedepunkte 82,8° der Isopropylalkohol das specifische Volumen 82,8 zeigt. Noch in vielen anderen Fällen ist in neuester Zeit erwiesen, dass derartige Isomere verschiedene Siedepunkte haben und dass die höher siedende Substanz das kleinere specifische Volumen bei ihrer Siedetemperatur besitzt.

Diese Thatfachen finden jedenfalls ihre Erklärung darin, dass das Mariotte-Gay-Lussac'sche Gesetz nur insoweit zutrifft, als die Moleküle der Dämpfe verschwindend klein gegen ihre Abstände sind; solange werden also auch ihre relativen Dimensionen nicht in Betracht kommen. Bei der Verdichtung der Dämpfe werden nun aber die Abstände der Moleküle von einander kleiner, die verschiedenen Dimensionen der letzteren machen sich geltend und haben zur Folge, dass in demjenigen Dampfe, dessen Moleküle voluminöser oder sperriger constituirt sind und somit kürzere Strecken bis zum Stosse an einander oder an eine Wand zu durchlaufen haben, sich die Zahl dieser Stösse, also die Tension langsamer verringert, wie unter gleichen Umständen in einem Dampfe, dessen Moleküle eine kompaktere Anordnung ihrer Atome besitzen; ersterer Dampf wird sich somit bei niedrigerer Temperatur in eine Flüssigkeit verwandeln, wie letzterer.

Die eben gegebene Erklärung für die in Rede stehende Thatsache steht nicht in Einklang mit der von Lothar Meyer in seinen „modernen Theorien der Chemie“ gegebenen Auffassung der bezüglichen Umstände. Derselbe sagt dort, dass von den fraglichen Isomeren

¹⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. XV, 2559.

diejenige die geringste Flüchtigkeit, also den höheren Siedepunkt besitzt, in welcher die Atome eine einzige unverzweigte Kette bilden, und dass die Flüchtigkeit um so mehr zunimmt, je zahlreicher die Verzweigungen sind, je kürzer also die Hauptkette wird. Dieses trifft vollständig zu; allein Lothar Meyer meint nun, dass die langgestreckten und unverzweigten Moleküle unter sonst gleichen Umständen in den Bewegungen des Gaszustandes sich gegenseitig die Flugbahn mehr versperren, darum häufiger zusammentreffen und sich leichter zu grösseren Aggregaten verdichten, als die mehr zusammengeballten Moleküle mit verästelter Kette. Hiergegen ist jedoch zu sagen, dass bei dem Bau der langgestreckten, unverzweigten Moleküle gerade so, wie bei den symmetrisch angeordneten mit dem Raum weit ökonomischer verfahren sein wird, wie bei dem Bau der unregelmässig verzweigten; erstere Moleküle sind weniger voluminös, denn wenn sie auch länger, so ist diese grössere Länge mehr wie aufgewogen durch die kleine und namentlich gleichmässige Dicke; sie prallen also, da der Zusammenstoss nach allen Dimensionen erfolgen wird, bei der Verdichtung der Dämpfe weniger oft aufeinander, wie die voluminöser gebauten Moleküle; das für die Einleitung der Condensation erforderliche Minimum von Stössen in einer gegebenen Zeit wird mithin bei Dämpfen ersterer Art früher, d. h. bei höherer Temperatur erfolgen, wie bei Dämpfen mit voluminöser gebauten Molekülen.

Zwischen der Schmelztemperatur und der Atomanordnung in den Molekülen der Verbindungen hat man nun auch gewisse Beziehungen aufgefunden. Schon im Jahre 1877 machte Baeyer¹⁾ die Wahrnehmung, dass in gewissen homologen Reihen die Schmelzpunkte der Verbindungen mit der geraden oder ungeraden Anzahl der in ihren Molekülen enthaltenen Kohlenstoffatome in Zusammenhang stehen, indem solche Verbindungen, welche eine gerade Anzahl von Kohlenstoffatomen besitzen, einen verhältnismässig höheren Schmelzpunkt zeigen, wie diejenigen Körper von gleicher Constitution in derselben homologen Reihe mit ungerader Kohlenstoffzahl.

Dieses fand seine weitere Bestätigung durch die von Krafft²⁾ ausgeführten Schmelzpunktbestimmungen an den von ihm dargestellten normalen Fettsäuren. Während man früher anzunehmen gewohnt war, dass die Schmelzpunkte dieser Säuren mit der Zahl der Kohlenstoffatome in ihrem Molekül stetig steigen, sind sie vielmehr in dieser Beziehung in zwei Reihen von Körpern mit gerader und mit ungerader Kohlenstoffzahl zu sondern. In beiden Reihen steigt der Schmelzpunkt mit dem Molekulargewicht; indessen liegt der Schmelzpunkt irgend eines Körpers der Reihe mit ungerader Kohlenstoffatomenzahl niedriger wie der Schmelzpunkt desjenigen Körpers aus der andern Reihe, welcher ein Kohlenstoffatom weniger enthält. Ferner ist in jeder der beiden Reihen die Zunahme der Schmelztemperatur bei den Gliedern mit grösserem Molekulargewicht eine geringere, als bei denen mit kleiner Atomenzahl.

Nicht in allen Punkten treffen wir diese Verhältnisse in anderen homologen Reihen wieder. So z. B. lassen sich die der normalen Bernsteinsäure gleich constituirten Homologen auch in zwei Reihen sondern, so dass jedes Glied der Reihe mit unpaarer Kohlenstoffzahl einen tiefern Schmelzpunkt zeigt, wie das um ein Kohlenstoffatom ärmere Glied der andern Reihe, allein es steigen die Schmelzpunkte mit dem Molekulargewicht nur in der unpaaren

¹⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. X, 1286.

²⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. XV, 1706.

Reihe; umgekehrt sinken die Schmelztemperaturen in der paaren Reihe mit der Zunahme der Kohlenstoffzahl. Häufig ist auch ein solches Schwanken der Schmelzpunkte nur bei den niederen Gliedern homologer Reihen erkennbar, die höheren Glieder gewisser Reihen zeigen eine stetige Änderung der Schmelztemperatur. Alle diese verschiedenen Gesetzmässigkeiten sind jedenfalls durch die chemische Constitution der Verbindungen bedingt, ihre vollständige Begründung ist uns aber vor der Hand noch unmöglich.

Für isomere Verbindungen scheinen bezüglich ihrer Schmelzpunkte dieselben Beziehungen zu gelten, wie wir solche für ihre Siedetemperaturen oben angegeben haben. So hat Carnelly¹⁾ durch Vergleichung der bezüglichen Schmelzpunkte ermittelt, dass von den isomeren Benzolderivaten, die aus dem Benzol durch Vertretung zweier Wasserstoffatome entstanden sind, die Paraverbindungen (1,4 Stellung) bei höheren Temperaturen schmelzen als die Orthoverbindungen (1,2 Stellung) und die Metaverbindungen (1,3 Stellung). Nun ist aber die Struktur der Moleküle in den Paraverbindungen eine kompaktere, weniger sperrige wie in den übrigen Verbindungen, weil dort eine symmetrische Anordnung der Atome, hier eine unsymmetrische obwaltet. Auch die isomeren Mono- und Pentaderivate des Benzols, die keine symmetrische Anordnung ihrer Atome zeigen können, haben im allgemeinen einen verhältnissmässig niedrigeren Schmelzpunkt, wie die entsprechenden Körper der Di-, Tri-, Tetra- und Hexa-Derivate. Die Verallgemeinerung dieser Beziehungen führt uns also bezüglich der Schmelzpunkte und der Siedepunkte von Isomeren auf dieselbe Gesetzmässigkeit.

Bei der Charakterisirung eines Körpers schliesst sich an die Daten über Schmelz- und Siedetemperatur naturgemäss die nähere Angabe des Zustandes innerhalb dieser Temperaturen eng an, und so wollen wir nun auch zunächst in Erörterung ziehen, wie weit die Beziehungen zwischen der specifischen Zähigkeit flüssiger Körper und ihrer chemischen Constitution erforscht sind. Zum Messen dieser Zähigkeit kann man sich verschiedener Methoden bedienen. Lässt man aus Röhren von passender Weite die zu vergleichenden Flüssigkeiten langsam austropfen, so wird die Zahl der Tropfen, in die sich gleiche Mengen derselben teilen, einen Vergleich der Zähigkeit gestatten, indem die Tropfenzahl der Zähigkeit der Flüssigkeiten umgekehrt proportional ist. Sodann geben auch die Zeiten, welche gleiche Mengen verschiedener Flüssigkeiten gebrauchen, um unter gleichen Bedingungen durch ein Kapillarrohr zu fliessen, einen Massstab für die specifische Zähigkeit; letztere ist nämlich der Durchflusszeit, die man auch Transpirationszeit genannt hat, direkt proportional.

Nun ist von verschiedenen Forschern, namentlich durch Přibram und Handl²⁾ ermittelt, dass die Transpirationszeiten in homologen Reihen mit den Molekulargewichten wachsen. Ferner ist erwiesen, dass verschieden constituirte Isomere auch verschiedene Transpirationszeiten zeigen; es ist nämlich die specifische Zähigkeit derjenigen Isomeren die grössere, welche den höheren Siedepunkt und das grössere specifische Gewicht, also das kleinere Molekulargewicht besitzt.

Wenden wir uns jetzt zu den Beziehungen zwischen der Refraktion und der chemischen Constitution der Körper. Bekanntlich stellte Newton beim Ausbau seiner Emissionstheorie als Mass für die lichtbrechende Kraft einer Substanz das um 1 verminderte Quadrat des

¹⁾ Philosophical Magazine, Ser. V. Vol. XIII, 1882, p. 112a, 180.

²⁾ Wiener Academ. Berichte Bd. 78, S. 113 u. Bd. 80, S. 17.

Brechungsindex n derselben, also den Ausdruck $n^2 - 1$ hin, aus welchem sich, da die Energie, mit der die Körper das Licht ablenken, proportional der Dichte d derselben wächst, der Ausdruck $\frac{n^2 - 1}{d}$ als das spezifische Brechungsvermögen ergab, nämlich als ein Wert, der nicht mehr von der Dichte, sondern nur noch von der chemischen Beschaffenheit der Substanz abhängig sein sollte.

Wenn sich nun auch der Wert $n^2 - 1$, dessen theoretische Bedeutung durch die Einführung der Vibrationstheorie eine andere werden musste, bei Gasen in der That im Verhältnis der Dichte ändert, so ist nach den Untersuchungen von Gladstone und Dale, von Wüllner, Landolt u. A. solches bei festen und flüssigen Körpern nicht der Fall, sondern der Wert $\frac{n^2 - 1}{d}$ wechselt hier mit der Temperatur. Andererseits ist nun durch die Arbeiten der eben genannten Forscher der Wert $n - 1$ empirisch als ein solcher ermittelt, der sich sehr annähernd in derselben Weise bei Temperaturwechsel ändert, wie die Dichte, so dass also der Ausdruck $\frac{n - 1}{d}$, nun als spezifisches Brechungsvermögen bezeichnet, von der Temperatur fast unabhängig und für Stoffe in allen drei Aggregatzuständen anwendbar ist.

Nun ist aber für den Vergleich der Substanzen hinsichtlich ihrer lichtbrechenden Kraft zu berücksichtigen, dass deren Dispersion eine verschiedene ist, indem solche Substanzen, die für die eine Wellenlänge denselben Brechungsindex haben, nicht auch für eine andere Wellenlänge übereinstimmende Brechungsexponenten besitzen. Für schwach brechende Mittel macht dieser Unterschied zwar nicht viel aus, man kann hier den Brechungsindex für irgend eine Wellenlänge in die obige Formel einführen; dagegen ist bei stärker brechenden Substanzen keiner der direkt ermittelten Brechungsexponenten zu benutzen, sondern der aus diesen abgeleitete, von der Wellenlänge und damit der Dispersion unabhängige Exponent A für Licht von unendlicher Wellenlänge, wie er sich am einfachsten aus der von Cauchy aufgestellten Formel

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$$

ergiebt, wenn man ebensoviele Gleichungen dieser Form, wie Glieder der rechten Seite ausser A berücksichtigt werden sollen, mit ersterer Gleichung combinirt, in welcher n den beobachteten Brechungsexponenten für die Wellenlänge λ bedeutet, während in den übrigen Gleichungen statt n und λ die entsprechenden Werte für Licht von anderen Wellenlängen desselben Mittels enthalten sind. Die Grössen B, C, \dots sind, wie der Refraktionsindex A , in allen Gleichungen dieselben constanten Unbekannten, deren Wert sich gleichzeitig mit A ergeben würde. Im allgemeinen genügt zur Bestimmung des wahren Refraktionscoefficienten A für selbst stark brechende Substanzen schon die Aufstellung von 2 Gleichungen, die zweckmässig die Brechungsexponenten und Wellenlängen für die beiden Wasserstofflinien $H\alpha$ und $H\gamma$ derselben Substanz enthalten. Natürlich müssen, um dann das spezifische Refraktionsvermögen $\frac{n - 1}{d}$ zu erlangen, die Grössen A und d für gleiche Temperaturen ermittelt sein.

Es hat sich nun aus älteren Untersuchungen der oben genannten Forscher ergeben, dass das spezifische Brechungsvermögen einer Flüssigkeit annähernd gleich der Summe der Vermögen ihrer Bestandteile ist; ziemlich gleichgültig schien hierbei zu sein, in welcher Weise diese Bestandteile aneinander gefügt sind, so dass also nur die Art und Menge der in dem Körper enthaltenen Elemente in Betracht kommt und wir die Formel

$$\frac{N - 1}{D} \cdot P = \frac{n_1 - 1}{d_1} \cdot p_1 + \frac{n_2 - 1}{d_2} \cdot p_2 + \dots$$

in welcher N den Brechungsexponenten, D die Dichte und P die Menge der Verbindung, $n_1, n_2, \dots, d_1, d_2, \dots$ und p_1, p_2, \dots die entsprechenden Grössen ihrer Bestandteile bedeuten, aufstellen können. Bedeuten in dieser Gleichung P das Molekulargewicht einer Verbindung und p_1, p_2, \dots die Produkte aus den Atomgewichten und der Anzahl der Atome ihrer Elemente, so besagt sie, dass das molekulare Brechungsvermögen oder die Molekularrefraction $\frac{N-1}{D} \cdot P$ einer Verbindung gleich ist der Summe der Refraktionsäquivalente oder Atomrefractionen ihrer Bestandteile, unter letzteren Bezeichnungen die Produkte aus den spezifischen Brechungsvermögen und den Atomgewichten der Elemente der Verbindung verstanden.

Hiernach haben isomere und polymere Verbindungen sehr annähernd gleiche Molekularrefraction und besitzt jedes Element ein constantes Refraktionsäquivalent, welches sich durch Vergleich von Verbindungen, die nur um ein Atom dieses Elements in der Zusammensetzung differieren, berechnen lässt.

So hat Landolt durch bezügliche Vergleichen organischer Verbindungen als Mittel aus einer grossen Anzahl von Versuchen die Atomrefraction für Kohlenstoff = 4,86, für Wasserstoff = 1,29 und für Sauerstoff = 2,80 ermittelt. Mit Hilfe dieser Constanten lässt sich nun die Molekularrefraction einer Verbindung $C_x H_y O_z$ berechnen, indem sie = $4,86 x + 1,29 y + 2,80 z$ ist.

In der That stimmt die auf diese Weise berechnete Molekularrefraction der Verbindung mit der beobachteten in der Regel sehr nahe überein und Gladstone hat ähnliches auch für unorganische Körper bestätigen können.

Spätere Untersuchungen von Gladstone haben jedoch ergeben, dass sich viele Körper und zwar namentlich organische Verbindungen dem in Rede stehenden Gesetze nicht fügen; besonders die kohlenstoffreicheren Substanzen besitzen eine grössere Molekularrefraction, wie die aus ihrer Zusammensetzung nach obiger Formel berechnete. Somit muss die Molekularrefraction einer Verbindung ausser durch die Art und Menge ihrer Elemente auch noch durch die Struktur ihrer Moleküle bedingt sein.

Von den in neuerer Zeit zur Klarstellung dieser Erscheinungen unternommenen Arbeiten sind besonders diejenigen von Brühl¹⁾ wichtig. Durch zahlreiche Versuche konnte dieser Forscher zunächst bestätigen, dass die Molekularrefraction solcher organischen Verbindungen, in denen die mehrwertigen Elemente nur mit je einer Valenz an einander gekettet sind, eine normale ist, d. h. sich aus den Atomrefractionen ihrer Elemente nach obiger Gleichung richtig berechnen lässt. Es ist somit das Refraktionsäquivalent derjenigen Atome, deren Affinität in Verbindungen voll verbraucht wird, constant, gleichgültig wie dieselben sonst verbunden sind. Dagegen ergab sich eine grössere Molekularrefraction, wie die normale, zunächst für diejenigen gesättigten Kohlenstoffverbindungen, welche Kohlenstoffatome in mehrfacher Bindung enthalten; nämlich für solche Körper, die eine Kohlenstoffdoppelbindung besitzen, wurde die Molekularrefraction um etwa 2 grösser gefunden, als sich solche aus der Summe der spezifischen Brechungsvermögen der Atome berechnet; bei Körpern, in deren Molekül zwei Kohlenstoffdoppelbindungen, beträgt dieser Überschuss ungefähr 4, und bei Verbindungen mit drei solchen etwa 6. Hieraus folgert Brühl, dass sich ganz allgemein die Molekularrefraction der Körper mit Kohlenstoffdoppel-

¹⁾ Liebigs Ann. d. Ch. Bd. 200, S. 139 u. Bd. 203, S. 1 u. 255.

bindungen berechnen lässt, indem man zu ihrer normalen Molekularrefraktion die Zahl $2z$ addiert, unter z die Anzahl der Kohlenstoffdoppelbindungen verstanden.

Es liegt nun nahe, auch den Einfluss einer dreifachen Bindung zwischen einem Kohlenstoffatompaar, wie solche in Substanzen, die die Acetylengruppe enthalten, angenommen wird, auf die Molekularrefraktion in Frage zu ziehen. Brühl hat in dieser Beziehung einige Propargylverbindungen untersucht und gefunden, dass hier die Differenz zwischen der beobachteten und berechneten Molekularrefraktion im Mittel nur den Wert 1,8 erreicht. Da dieser Wert noch kleiner ist, wie die bezügliche Differenz bei einer Kohlenstoffdoppelbindung, so muss es vorläufig dahingestellt bleiben, ob eine dreifache Bindung der Kohlenstoffatome überhaupt möglich ist.

Für den Sauerstoff ist nun auch eine Verschiedenheit der Atomrefraction bei verschiedener Inanspruchnahme seiner Valenzen constatirt. Landolt und Brühl fanden auf verschiedenen Wegen für die Atomrefraktion desjenigen Sauerstoffs, der mit seinen beiden Valenzen an zwei andere Atome gebunden ist, übereinstimmend den mittleren Wert 2,8. Für den mit seinen beiden Valenzen an ein einziges Kohlenstoffatom gebundenen Sauerstoff beträgt dagegen nach Brühl die Atomrefraktion im Mittel 3,4, falls man annimmt, dass dieses Kohlenstoffatom trotz seiner Doppelbindung an Sauerstoff diejenige Refraktion bewahrt, die es in einfacher Bindung zeigt. Letztere Annahme ist aber nicht zulässig, indem das Kohlenstoffatom wegen dieser Doppelbindung seine Refraktion gewiss auch erhöhen wird. Da es nun aber nicht zu entscheiden ist, wieviel an dieser Refraktionserhöhung von 2,8 auf 3,4 dem Sauerstoff, und wieviel davon dem Kohlenstoffatom zuzuschreiben, so ist es streng genommen nicht möglich, den zweiten Wert der Atomrefraktion des Sauerstoffs zu ermitteln; Thatsache bleibt nur, dass das Refraktionsäquivalent der Gruppe $C=O$ um 0,6 grösser ist, wie dasjenige der Gruppe $C-O$; ersteres beträgt 8,4 und letzteres 7,8. Für die Berechnung der Molekularrefraction sauerstoffhaltiger Verbindungen genügt natürlich die Kenntnis dieser Thatsache, die der Sonderwerte der Refractionen beider Atomarten in jenen beiden Gruppen ist dazu nicht erforderlich.

Da nach dem Vorstehenden die verschiedene Atomrefraktion eines Elements durch die verschiedene Inanspruchnahme seiner Valenzen bedingt ist, so liegt der Gedanke nahe, dass die einwertigen Elemente auch nur eine einzige Atomrefraktion zeigen können. Solches ist nun auch in der That durch neuere Versuche von Brühl erwiesen. Wie der Wasserstoff immer die Atomrefraktion 1,3 zeigt, haben die Halogene Chlor, Brom und Jod in allen Verbindungen eine constante Atomrefraktion, wie diese Verbindungen auch constituirt sein mögen, und zwar ist für Licht von unendlicher Wellenlänge die Atomrefraktion des Chlors = 9,53, die des Broms = 14,75 und die des Jods = 23,55 gefunden.

Wenn nun auch nach den übereinstimmenden Beobachtungen der verschiedensten Forscher diejenigen isomeren Verbindungen, bei denen die Valenz der Atome auf dieselbe Weise in Anspruch genommen ist, die sich also nur durch verschiedene Atomgruppierung innerhalb des Moleküls unterscheiden, gleiche Molekularrefraktion besitzen, so sind sie doch nicht gleich stark lichtbrechend, sondern durch neuere Versuche ist festgestellt, dass von derartigen Isomeren die primären Verbindungen grössere Brechungsexponenten haben, wie die sekundären. Bezüglich ihrer Molekularvolumen verhalten sich solche Isomeren, wie oben gezeigt worden ist, umgekehrt, indem die primären Körper ein grösseres spezifisches Gewicht besitzen, wie die sekundären Isomeren. Letztere Thatsache erklärt nun leicht die Verschiedenheit im

Brechungsexponenten bei gleicher Molekularrefraktion unserer Isomeren, denn eine grössere Dichte d gegen eine solche d_1 muss einen grösseren Brechungsexponenten n gegen einen anderen n_1 zur Folge haben, weil wegen der gleichen Molekularrefraktion und des gleichen Molekulargewichts $\frac{n-1}{d} = \frac{n_1-1}{d_1}$ ist.

Während bei Aufsuchung der hier dargelegten Beziehungen zwischen der Molekularrefraktion und der chemischen Constitution der Körper für das spezifische Brechungsvermögen der empirisch gefundene Wert $\frac{n-1}{d}$ als constant angenommen ist, haben H. A. Lorentz¹⁾ und L. Lorenz²⁾ auf theoretischem Wege und zwar von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend den Wert $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ als constant ermittelt. In der That ist dieser Ausdruck innerhalb eines grösseren Temperaturumfanges gültig, als der erstere. Aus diesem Grunde hat Landolt³⁾ die Rechnungen, welche zu den von ihm und Brühl gefundenen Beziehungen führten, mit Benutzung der Lorenz'schen Constanten wiederholt und gefunden, dass in beiden Fällen sich durchgängig dieselben Beziehungen ergeben.

Ähnlich dem oben besprochenen, von Schröder in Carlsruhe aufgestellten Sterengesetz, welches die Beziehungen zwischen dem Molekularvolumen und der chemischen Constitution der Verbindungen ausdrückt, hat dieser Forscher nun auch ein Refraktionssterengesetz entwickelt⁴⁾, durch welches der Zusammenhang der Molekularrefraktion mit der chemischen Zusammensetzung dargelegt wird. Hierbei hat Schröder sowohl die Lorenz'sche als die empirisch gefundene Constante für das spezifische Brechungsvermögen benutzt und ist auch er, wie Landolt, auf beiden Wegen zu denselben Resultaten gelangt. Es haben nun nach ihm die Elemente in Verbindungen nicht eine constante Atomrefraktion, sondern solche wächst mit dem Molekulargewicht der Verbindung, allerdings nur innerhalb enger Grenzen. Ferner sind nach Schröder die Atomrefraktionen der einwertig verketteten Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in allen Verbindungen einander gleich und betragen eine Refraktionsstere, während das mit zwei Valenzen an ein Kohlenstoffatom gebundene Sauerstoffatom zwei solche Steren ausmacht. Dasselbe Gesetz gilt für die Volumconstitution, so dass die Formeln, welche letztere ausdrücken, gleichzeitig zur Bezeichnung der Refraktionsconstitution aller sogenannten gesättigten Verbindungen dienen können. Für Verbindungen, welche mehrfach gebundene Kohlenstoffatome enthalten, sind die Formeln für beide Constitutionsarten jedoch nicht übereinstimmend. So soll z. B. dem Benzol die Volumconstitution $C_6^3H_6^3$ und die Refraktionsconstitution $C_6^{12}H_6^3$ zukommen. Es empfiehlt sich nicht, hier schon näher auf diese Art von Schröder'schen Sterengesetzen einzugehen, indem dieselben noch erst durch weitere Forschungen von anderer Seite auf ihre Stichhaltigkeit geprüft werden müssen.

Von besonderem Interesse sind nun ferner die Beziehungen der thermischen Eigenschaften der Körper zu ihrer chemischen Beschaffenheit, insofern die Ermittlung der durch ihre chemische Einwirkung auf einander hervorgerufenen Wärmemengen uns nicht blos in den Stand setzt, die inneren Vorgänge bei diesen chemischen Prozessen mit Zuhilfenahme der mechanischen Wärmetheorie zu enthüllen und mit wissenschaftlicher Schärfe zu begründen,

1) Wiedemanns Ann. d. Phys. u. Ch. IX. 641.

2) Ebend. XI, 70.

3) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. XV, 1031.

4) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. XIV, 2513 u. XV, 994.

sondern auch die chemische Constitution der entstandenen Verbindungen näher festzustellen. Zwar befinden wir uns hier noch in den Anfangsstadien einer neuen Disciplin, der Thermochemie, aber mit Sicherheit lässt sich jetzt schon behaupten, dass es durch weitere Arbeiten auf diesem Gebiete gelingen wird, die Beziehungen zwischen Kraft und Stoff in ihrem vollen Umfange zu erforschen, also auch die sämtlichen physikalischen Eigenschaften der Körper als notwendige Consequenzen ihrer chemischen Constitution hinzustellen.

Den Ausgangspunkt für die Erforschung des beregten Zusammenhangs bildet, wie schon gesagt, die Ermittlung der bei chemischen Prozessen sich entwickelnden Wärmemengen. Wir nehmen nämlich nicht blos nach der mechanischen Wärmetheorie eine fortschreitende oder vibrirende äussere Bewegung der Moleküle eines Körpers an, welche seine Temperatur bedingt, sondern denken uns auch die die Moleküle zusammensetzenden Atome sich gegen einander bewegen; durch diese letztere Bewegung innerhalb der Moleküle wird eine Wirkung auf das Thermometer unmittelbar nicht hervorgebracht. Wirken nun aber verschiedene Körper chemisch auf einander ein, so wird die innere Bewegung der Moleküle teilweise in äussere umgesetzt, indem die verschiedenen Atome ihre bisherige Sonderbewegung innerhalb des Moleküls teilweise zu einer Bewegung combinieren, die den Molekülen der neu entstandenen Verbindungen zu gute kommt. Diese Moleküle werden sich also mit grösserer Energie bewegen, d. h. ihre Temperatur wird sich erhöhen. Umgekehrt wird die bei einzelnen chemischen Reaktionen beobachtete Temperaturerniedrigung, die indessen immer auf gleichzeitig stattfindende physikalische Vorgänge zurückzuführen ist, dafür sprechen, dass die äussere Bewegung der Moleküle sich teilweise in innere Bewegung der neu entstandenen Moleküle umgesetzt hat. Wir gelangen auf diese Weise zu dem Princip der molekularen Arbeit, nach welchem die Menge der bei irgend einer Reaktion entwickelten Wärme ein Mass giebt für die Summe der chemischen und physikalischen Arbeiten, die sich bei dieser Reaktion vollzogen haben.

Diese Wärmemenge, für welche Thomsen die Bezeichnung Wärmetönung eingeführt hat, und welche natürlich eine positive oder negative Grösse ist, je nachdem bei der Reaktion Erwärmung oder Erkaltung stattfindet, setzt uns nun auch in den Stand, in einzelnen Fällen die Constitution chemischer Verbindungen zu ermitteln. So ist u. a. von Thomsen, der sich nächst Berthelot wohl am meisten um die Entwicklung der Thermochemie verdient gemacht hat, die bei Verbrennungen beobachtete Wärmetönung benutzt worden, um die Constitution einzelner Kohlenwasserstoffe festzustellen. Um nämlich zu ersehen, ob ein Kohlenwasserstoff diese oder jene chemische Constitution besitzt, können wir zunächst für die Wärmetönung bei der Bildung des Kohlenwasserstoffs C_nH_m aus seinen Elementen bei constantem Volumen eine allgemeine Formel entwickeln und dann prüfen, bei welcher von den überhaupt möglichen Constitutionen die aus den beobachteten Verbrennungswärmen sich ergebende Bildungswärme mit der aus jener Formel berechneten übereinstimmt. Zu letzterer gelangen wir durch die folgenden Betrachtungen.

Damit der an sich feste Kohlenstoff mit dem Wasserstoff sich chemisch verbinde, ist zunächst nötig, dass derselbe in den dissociirten, nämlich gasförmigen Zustand übergeführt werde; wird die hierzu für ein Kohlenstoffatom (12 Gewichtsteile) nötige Wärmemenge mit d bezeichnet, so beträgt die für die Verbindung C_nH_m nötige Dissociationswärme nd . Durch das Verbinden der n dissociirten Kohlenstoffatome mit den m Wasserstoffatomen wird, wenn

wir mit q diejenige Wärmemenge bezeichnen, die bei der Verbindung zwischen einem Kohlenstoff- und einem Wasserstoffatom erzeugt wird, die Wärmetönung mq bewirkt. Ferner wird noch Wärme dadurch erzeugt, dass sich die Kohlenstoffatome unter einander binden; beträgt die Anzahl dieser einfachen, doppelten und dreifachen Bindungen bezüglich x , y und z , und die dadurch bewirkte Wärmetönung für jede dieser Bindungen beziehentlich v_1 , v_2 und v_3 , so ergibt sich für die Bindungen der Kohlenstoffatome unter einander die Wärmemenge $xv_1 + yv_2 + zv_3$. In Summa haben wir also bei der Bildung des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ aus festem Kohlenstoff und gasförmigem Wasserstoff bei constantem Volumen die Wärmetönung

$$- n d + m q + x v_1 + y v_2 + z v_3.$$

Andererseits ergibt sich nun diese Wärmetönung aus der beobachteten Verbrennungswärme des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$. Es muss nämlich die Verbrennungswärme unseres Kohlenwasserstoffs gleich derjenigen seiner Bestandteile minus der Wärmetönung sein, die bei seiner Bildung aus seinen Elementen stattgefunden hat. Nun ist die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und die des Wasserstoffs durch Versuche längst festgestellt und auch diejenige des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ mag vorliegen; diese Kenntnis genügt aber noch nicht für die Erlangung eines zweiten Ausdrucks für die fragliche Wärmetönung, da bei der Bildung des Kohlenwasserstoffs aus seinen Elementen nicht, wie wir oben angenommen haben, das Volumen constant bleibt, sondern eine Contraction stattfindet, wodurch Wärme erzeugt wird. Diese Wärmemenge beträgt nach Thomsen für jedes verschwindende Molekularvolumen 580° bei 20° , so dass also, da das Molekularvolumen des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ um $\frac{m}{2} - 1$ Molekularvolumina kleiner ist als das Volumen des in ihm enthaltenen Wasserstoffs im freien Zustande, $(\frac{m}{2} - 1) 580^\circ$ zu der Bildungswärme bei constantem Volumen addiert werden müssen, um die Bildungswärme bei constantem Druck zu erhalten. Bezeichnen wir also die Verbrennungswärme des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ mit W , diejenige von einem Kohlenstoffatom mit w_c und solche von einem Wasserstoffatom mit w_h , so ist

$$W = n w_c + m w_h - \{ (- n d + m q + x v_1 + y v_2 + z v_3) + (\frac{m}{2} - 1) 580 \},$$

woraus für die Bildungswärme des Kohlenwasserstoffs bei constantem Volumen folgt:

$$- n d + m q + x v_1 + y v_2 + z v_3 = - W + n w_c + m w_h - (\frac{m}{2} - 1) 580.$$

Die rechte Seite der letzten Gleichung enthält nur Werte, die sich aus Versuchsdaten und der Atomzusammensetzung des Kohlenwasserstoffs ergeben und mit ihrer Hülfe können wir die constanten unbekanntenen Werte d , q , v_1 , v_2 und v_3 der linken Seite unserer Gleichung, also diejenigen in dem allgemeinen Ausdruck für die Bildungswärme eines Kohlenwasserstoffs aus seinen Elementen bei gleichen Volumen ermitteln, wie wir nun zeigen wollen.

Die aus den bezüglichlichen Verbrennungswärmen und der stattgehabten Contraction auf die angegebene Art berechnete Bildungswärme bei constantem Volumen ist

für Acetylen	$(H - C \equiv C - H)$	$= - 48290^\circ$
„ Äthylen	$(H_2 = C = C = H_2)$	$= - 4740^\circ$
„ Propylen	$(H_3 \equiv C - C \equiv H_3)$	$= + 24510^\circ$
„ 2 Methan	(CH_4, CH_4)	$= + 39140^\circ$

Offenbar bilden hier die Bildungswärmen eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung, denn die Differenzen sind 43550° , 29250° und 14630° . Wir sind also wohl zu der Annahme

berechtigt, dass sich die Reihe unserer vier Verbindungen mit zwei Kohlenstoffatomen nach oben fortsetzt durch den Körper $C \equiv C$, dem dann die Bildungswärme -106630° zukommen muss. Die Wärmemenge 106630° , die wir mit a bezeichnen wollen, wird also nötig sein, um zwei Atome amorphen Kohlenstoff in den normalen gasförmigen Zustand zu versetzen und das Molekül $C \equiv C$ zu bilden. Nehmen wir nun wie früher an, dass für die blosse Vergasung die Wärmemenge $2d$ nötig sei, und bei der Bildung des Moleküls $C \equiv C$ aus den beiden Kohlenstoffatomen erfolge die Wärmetönung v_4 , so ist offenbar $-a = -2d + v_4 = -106630^\circ$. Bezeichnen wir ferner die Differenz der ersten Differenzenreihe der obigen arithmetischen Progression zweiter Ordnung, deren wahrscheinlichste Grösse 14573° beträgt, mit r und, wie früher schon gethan, die Wärmetönungen bei der Verbindung von zwei Kohlenstoffatomen mit 1, 2 und 3 Valenzen durch v_1 , v_2 und v_3 , auch wie früher die Wärmetönung bei der Verbindung von einem Wasserstoff- mit einem Kohlenstoffatom durch q , so ergeben sich die Bildungswärmen der Kohlenwasserstoffe obiger Reihe durch die folgenden Gleichungen, denen wir diejenige für $C \equiv C$ voranstellen wollen:

Bildungswärme für $(C \equiv C)$	$= -a$	$= -2d + v_4$	$= -106630^\circ$
" " $(H - C \equiv C - H)$	$= -a + 4r$	$= -2d + v_3 + 2q$	$= -48338^\circ$
" " $(H_2 = C = C = H_2)$	$= -a + 7r$	$= -2d + v_2 + 4q$	$= -4619^\circ$
" " $(H_3 \equiv C - C \equiv H_3)$	$= -a + 9r$	$= -2d + v_1 + 6q$	$= 24527^\circ$
" " $2(C H_4)$	$= -a + 10r$	$= -2d + 8q$	$= 39100^\circ$
Hieraus folgt:			
	$v_4 - v_3 = 2q - 58292^\circ$		
	$v_3 - v_2 = 2q - 43719^\circ$		
	$v_2 - v_1 = 2q - 29146^\circ$		
	$v_1 = 2q - 14573^\circ$		

In den letzten 5 Gleichungen kommen die 6 Unbekannten d , q , v_1 , v_2 , v_3 und v_4 vor; somit hätten wir uns noch nach einer sechsten Gleichung umsusehen. Indessen liefern uns die Oxyde des Kohlenstoffs, indem wir daran ähnliche Betrachtungen knüpfen, wie oben an die Kohlenwasserstoffe, den numerischen Wert von d . Es ist nämlich die Bildungswärme des Kohlendioxyds aus Kohlenstoff und Sauerstoff bei constantem Volumen gleich derjenigen bei constantem Druck, nämlich 96960° , da dieses Oxyd sein gleiches Volumen Sauerstoff enthält. Ferner beträgt die Bildungswärme des Kohlendioxyds aus Kohlenmonoxyd und Sauerstoff bei constantem Druck 68370° , folglich bei constantem Volumen $68370 - \frac{180}{2} = 68080^\circ$. Die Bildungswärme des Kohlenmonoxyds ist aber gleich der Differenz der Wärmetönungen bei Bildung des Kohlendioxyds auf die beiden angegebenen Arten, also $96960 - 68080 = 28880^\circ$. Vergleichen wir nun die Bildung von zwei Molekülen Kohlenmonoxyd mit der von einem Molekül Kohlendioxyd aus seinen Elementen, so ist für erstere Bildung ein Atom Kohlenstoff mehr zu dissociiren, wie für letztere, im übrigen herrscht thermische Gleichheit; es ergibt sich somit die Dissociationswärme d für ein Kohlenstoffatom aus der Differenz der Bildungswärme von zwei Molekülen Kohlenmonoxyd und derjenigen von einem Molekül Kohlendioxyd aus Kohlenstoff und Sauerstoff, indem $-d = 2 \cdot 28880 - 96960 = -39200^\circ$ ist. Setzen wir nun in die obige Gleichung $-2d + 8q = 39100^\circ$ für d den eben ermittelten Wert 39200° , so ergibt sich $q = 14662^\circ$. Ferner folgt aus den obigen Gleichungen und durch Einsetzung dieses Wertes für q in dieselben:

$$\begin{aligned}
 v_1 &= 2q - 14573 = 14851^\circ \\
 v_2 &= v_1 + 2q - 29146 = 15025^\circ \\
 v_3 &= v_2 + 2q - 43719 = 634^\circ \\
 v_4 &= v_3 + 2q - 58292 = -28334^\circ
 \end{aligned}$$

Berücksichtigt man nun, dass die den vorstehenden Gleichungen zum Grunde gelegten numerischen Werte aus Verbrennungswärmebestimmungen hervorgegangen sind, die mit Versuchsfehlern behaftet sein werden, so ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass $v_1 = v_2 = r = q$ und zwar im Mittel $= 14662$, $v_3 = 0$ und $v_4 = -2v_1$ ist und ergibt sich dann für den oben entwickelten Wert der Bildungswärme eines Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ statt der allgemeinen Formel $-nd + mq + xv_1 + yv_2 + zv_3$ der speciellere Ausdruck

$$-39200n + 14662(m + x + y).$$

Bevor wir auf die Verwendbarkeit dieser Formel für die Erforschung der Constitution eines Kohlenwasserstoffs näher eingehen, wollen wir die eben ermittelten Werte für die Energie der Bindung mehrerer Kohlenstoffatome an einander einer Betrachtung unterwerfen. Man muss nach dem Begriff der Valenzen von vornherein der Ansicht sein, dass die Bindung zweier Kohlenstoffatome eine um so festere sei, je mehr Valenzen sie verknüpfen. Diese Ansicht widerspricht aber sowohl den Erfahrungen bezüglich der Zersetzbarkeit von Verbindungen, als auch den in Rede stehenden Zahlenwerten. Denn vielfach ist constatirt, dass organische Verbindungen gerade dort am leichtesten zerfallen, wo man mehrfache Bindungen anzunehmen gewöhnt ist. So sehen wir nun auch hier aus den Thomsen'schen Arbeiten sich ergeben, dass zwei Kohlenstoffatome bei doppelter Bindung an einander nur dieselbe Energie entwickeln, wie bei einfacher Bindung und dass bei dreifacher Bindung die entwickelte Energie als Null anzusehen ist. Eine genügende Erklärung für diese Erscheinung ist unter Beibehaltung des Begriffes der Valenzen nicht zu geben; allenfalls kann man sagen, dass wenn die Bindung zweier Kohlenstoffatome mit einer Valenz sich unter Entwicklung der Energie r vollzieht, dann die zweite Valenz die Energie Null, die dritte aber die Energie $-r$ hervorbringt, so dass bei zweifacher Bindung auch nur r herauskommt, bei dreifacher Bindung aber die Gesamtenergie Null ist. Ist schon weiter oben darauf hingewiesen, dass der Begriff der Valenzen vielfach nicht den Thatsachen Rechnung trägt, so haben wir hier einen weiteren Belag für die Richtigkeit jenes Ausspruchs. Lässt uns nun auch dieser Valenzenbegriff oft im Stiche, so können wir ihn nach dem heutigen Stande der Wissenschaft doch nicht entbehren, ohne etwas Besseres an seine Stelle gesetzt zu haben; hierzu ist aber bis jetzt wenig Aussicht.

Was nun die Verwendung des Ausdrucks $-39200n + 14662(m + x + y)$ für die Bildungswärme des Kohlenwasserstoffs $C_n H_m$ zur Erforschung der Constitution des letzteren betrifft, so wollen wir solche an einem bestimmten Beispiel zeigen und zwar an dem Benzol, über dessen Constitution ja schon so sehr viel gesprochen und geschrieben ist. Von möglichen Constitutionen des Benzols kommen nur zwei in Betracht; entweder sind die sechs Kohlenstoffatome durch drei einfache und drei doppelte, oder durch neun einfache Valenzen verknüpft. Indem nämlich die sechs Kohlenstoffatome zusammen 24 Valenzen besitzen, sind durch die sechs Wasserstoffatome deren 6 in Anspruch genommen, so dass 18 Valenzen für die gegenseitige Bindung der Kohlenstoffatome übrig bleiben, und diese sind nun auf eine der beiden genannten Weisen verteilt. Ist die erste Annahme richtig, sind also die sechs Kohlenstoffatome durch drei einfache und drei doppelte Bindungen verknüpft, so haben wir in die Formel für

die Bildungswärme unseres Kohlenwasserstoffs ($C_n H_m$) = $-39200n + 14662(m + x + y)$ einzusetzen: $n = 6$, $m = 6$, $x = 3$ und $y = 3$. Verknüpfen aber 9 einfache Valenzen die sechs Kohlenstoffatome, so wird n und m wie vorhin = 6, dagegen $x = 9$, $y = 0$ zu setzen sein. Die ersteren Werte ergeben die Bildungswärme des Benzols aus seinen Elementen bei constantem Volumen = -59256° , die letzteren dagegen den Wert -15270° . Nun ist die Bildungswärme des Benzols bei constantem Druck, wie oben allgemein erörtert, um $(\frac{6}{2} - 1) 580^\circ = 1160^\circ$ grösser als diejenige bei constantem Volumen, also = -58096° resp. -14110° . Subtrahieren wir diese Werte von der Verbrennungswärme der Elemente des Benzols, so ergibt sich die Verbrennungswärme unserer Verbindung. Nun ist aber die Verbrennungswärme der 6 Kohlenstoffatome = $6 \cdot 96960^\circ$, die der 6 Wasserstoffatome = $6 \cdot 34180^\circ$, woraus die Summe 786840° resultiert. Somit berechnet sich die Verbrennungswärme des Benzols, falls die zuerst bezeichnete Constitution desselben die richtige ist, auf $786840^\circ - (-58096^\circ) = 844936^\circ$, während solche, falls das Benzol die letztere Constitution besitzt, $786840^\circ - (-14110^\circ) = 800950^\circ$ sein muss. Nun ist durch neuere Versuche von Thomsen für die Verbrennungswärme des Benzols der Wert 787950° ermittelt. Dieser Wert liegt dem aus der zweiten Annahme für die Constitution des Benzols berechneten Werte sehr viel näher als demjenigen, der aus der ersten Annahme entspringt und müssen demnach die sechs Kohlenstoffatome im Benzol durch 9 einfache Valenzen mit einander verknüpft sein.

Die vorstehende Methode, deren Richtigkeit an Kohlenwasserstoffen mit nicht mehr zweifelhafter Constitution nachgewiesen wurde, setzt uns ganz allgemein in den Stand, die anderweitig oder sonst noch nicht ermittelte Constitution von Kohlenwasserstoffen bestätigen resp. erforschen zu können.

Haben wir in Vorstehendem an einzelnen Beispielen und soweit der uns hier zugemessene Raum es gestattet, gezeigt, wie der Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Körper immer mehr erkannt worden ist, andererseits aber auch auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die sich dessen vollständiger Erforschung entgegenstellen, so bedarf es nur noch des Hinweises auf die Gesamtheit der Errungenschaften während der letzten Jahrzehnte auf diesem Gebiete menschlicher Thätigkeit, um in uns die schönsten Hoffnungen für die Zukunft anzuregen. Wir übertreiben wohl nicht, wenn wir behaupten, dass es in nicht allzuferner Zeit durch das rastlose Forschen der grössten Geister gelingen wird, den vollständigen Zusammenhang zwischen Kraft und Stoff, zwischen den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Körper zu ergründen. Die chemischen Vorgänge werden wir in Zukunft durch dieselben, allgemein gültigen Prinzipien der Mechanik und mit derselben wissenschaftlichen Präzision zu erklären vermögen, wie heute schon die meisten physikalischen Erscheinungen. Die jetzt noch bestehende Kluft zwischen der Physik und der Chemie wird mehr und mehr überbrückt werden; beide Wissenschaften werden zu einer einzigen Disciplin verschmelzen, deren Früchte der ganzen Menschheit zu Nutz und Wehr gereichen werden, zu einer Wissenschaft, die nicht blos ihres materiellen Nutzens halber, sondern auch wegen ihres hohen Wertes als allgemeines Bildungsmittel das Interesse Aller erregen muss und deren Pflege eine Hauptaufgabe nicht blos einzelner, sondern unserer sämtlichen höheren Schulen sein wird.

