



S.



Die
GRUNDLEHREN DER PHARMACIE.

Ein Handbuch

zur

Selbstbelehrung angehender Apotheker, Aerzte und Dro-
guisten, so wie zur Vorbereitung und Repetition der
über die verschiedenen Zweige der Pharmacie gehörten
akademischen Vorlesungen

von

Dr. C. Ch. Traug. Friedemann Göbel.

Zweiter Band.

**Gesetz- und Pflichtenlehre. Receptirkunst. Operations-
lehre. Chemie. Physik.**

Erlangen, 1845.

Verlag von Ferdinand Enke.



I. Abtheilung.

PHARMACEUTISCHE GESETZ - UND PFLICHTENLEHRE.

II. Abtheilung.

PHARMACEUTISCHE RECEPTIRKUNST.

Die GRUNDLEHREN DER PHARMACIE.

Ein Handbuch

ZUR

Selbstbelehrung angehender Apotheker, Aerzte und Drog-
guisten, so wie zur Vorbereitung und Repetition der
über die verschiedenen Zweige der Pharmacie gehörten
akademischen Vorlesungen

VON

Dr. C. Ch. Traug. Friedemann Göbel,

ordentlichem Professor der Chemie und Pharmacie an der Universität zu Dorpat, Kaiserlich
Russischem Staatsrathe und Ritter, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissen-
schaften zu St. Petersburg, ordentlichem Mitgliede der Kaiserlichen Naturforschenden Gesell-
schaft zu Moskau, der Königlichen Gesellschaft für Litteratur und Künste zu Gent und des
Grossherzoglich Badenschen landwirtschaftlichen Vereins zu Ettlingen, correspondirendem
Mitgliede der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Moskau und der physikalisch-medi-
cischen Gesellschaft zu Erlangen, Ehrenmitgliede der pharmaceutischen Gesellschaft zu St. Pe-
tersburg, des Apothekervereins im nördlichen Deutschland, des pharmaceutischen Vereins in
Bayern, des Vereins studirender Pharmaceuten in München, der mineralogischen Societät in
Jena, der Pfälzischen Gesellschaft für Pharmacie und Technik, und der Livländischen ökonomi-
schen Societät zu Dorpat.

Zweiter Band.

**Gesetz- und Pflichtenlehre. Receptirkunst. Operations-
lehre. Chemie. Physik.**

Erlangen, 1845.

Verlag von Ferdinand Enke.

Vorwort.

Die etwas verspätete Herausgabe dieses zweiten Bandes meiner Grund-
lehren der Pharmacie, welche ich hiemit der freundlichen Nachsicht des
sachkundigen Publikums übergebe, mag durch nachstehende unvorher-
gesehene Umstände veranlasst, gütige Entschuldigung finden.

Eine auf **Allerhöchsten** Befehl **Sr. Majestät** meines
Allergnädigsten Kaisers und **Herrn**, im Sommer des
verflossenen Jahres nach Deutschlands Universitäten unternommene wis-
senschaftliche Reise, um für das pharmaceutische Institut zu Dorpat Ap-
parate und Instrumente einzukaufen und die chemischen und pharmaceu-
tischen Institute des Auslandes in Augenschein zu nehmen, damit das
Vorzüglichere derselben bei den neuen Anstalten für Chemie und Phar-
macie an der Dorpater Universität in Anwendung komme, welche durch
die Munificenz **Sr. Majestät des Kaisers**, zufolge der wei-
sen Fürsorge des Herrn Ministers des öffentlichen Unterrichtes
dasselbst errichtet werden, — so wie mein plötzliches lebensgefährliches
Erkranken unmittelbar nach meiner Zurückkunft, welches mich nöthigte,
für längere Zeit meine geistige Thätigkeit zu beschränken, verzögerten
die Bearbeitung der Fortsetzung dieses Werkes.

Dem Zwecke desselben gemäss, zunächst zur Selbstbelehrung an-
gehender Pharmaceuten, so wie zur Repetition gehörter Vorlesungen
und zur Vorbereitung zu ihrem bei der Universität abzuhaltenden Gradual-
Examen zu dienen, habe ich das Wesentlichste in vorgedachter Bezie-
hung auch in diesem zweiten Bande aus der pharmaceutischen Ge-
setz- und Pflichtenlehre, aus der Receptirkunst, der Ope-
rationslehre, der allgemeinen Chemie und Physik niederge-
legt. Die jungen Pharmaceuten Russlands wenigstens, finden hier den
Maasstab für die Summe von Kenntnissen, welche bei ihrem Gehülfen-

und Provisor-Examen in den gedachten Zweigen und Hülfswissenschaften der Pharmacie an der Dorpater Universität bisher gefordert wurden. —

Der dritte und letzte Band dieses Werkes wird die eigentliche pharmaceutische Chemie d. h. die Darstellung der auf chemischen Principien beruhenden Arzneimittel mit Bezugnahme auf die Ermittlung ihrer normalen Beschaffenheit und ihrer Verfälschung, so wie die Grundzüge der chemischen Analyse und chemischen Toxicologie enthalten und diesem zweiten Bande bald nachfolgen.

Die ausgezeichneten Werke von Liebig, Mitscherlich, Lehmann, Löwig, Gmelin, Buchner, Kastner, Scholz, Joh. Müller und die reichhaltigen Journale von Liebig, Erdmann, Buchner, Wackenroder u. a. haben mir bei der Bearbeitung Stoff und Belehrung gegeben.

Die Grenzen der Beschränkung wie der Ausdehnung des Inhaltes der verschiedenen Abschnitte dieses Bandes nicht zu überschreiten, war keine leichte Aufgabe; sie werden gewöhnlich von den individuellen Ansichten eines Jeden bestimmt. Mich hat dabei eine vieljährige Erfahrung im Lehrunterrichte, wie in Abhaltung von Gradual-Prüfungen gelehrt, so dass ich bemüht war, bei populärer Mittheilung auch auf das Höhere hinzuleiten, welches durch akademischen Unterricht noch zu erreichen ist.

Noch habe ich wegen der Druckfehler des ersten Bandes das Wohlwollen der Leser in Anspruch zu nehmen. Sie fallen, es darf nicht verschwiegen werden, nicht mir, der ich entfernt vom Druckorte lebe, sondern dem Corrector zur Last und werden hoffentlich in diesem Bande vermieden werden.

Dorpat im August 1844.

Fr. Göbel.

Inhalt des zweiten Bandes.

Einleitung.

Uebersicht des Gebietes der Pharmacie S. 3.

Pharmacie oder Apothekerkunst. Pharmaceut oder Apotheker. Apotheke. Apothekerordnung. Pharmacopöe. Hilfswissenschaften der Pharmacie. Zweige der Pharmacie. Die Pharmacognosie oder pharmaceutische Waarenkunde 3. Die pharmaceutische Chemie. Die pharmaceutisch-analytische Chemie. Die pharmaceutische Operationslehre. Die pharmaceutische Gesetz- und Pflichtenlehre. Die Geschichte der Pharmacie. Das Wissen des Apothekers 4.

I. Abtheilung.

Pharmaceutische Gesetz- und Pflichtenlehre.

I. Der Apotheker, seine Stellung im Staate und sein Wissen 5.

II. Der angehende Apotheker und seine Ausbildung 6.

Lehrling. Gehülfe 6. Provisor. Apotheker 7.

III. Pflichten des Apothekers 8.

IV. Der Receptarius, der Defectarius, der Laborant, der Provisor 9.

V. Die Apotheke mit ihren Räumen 10.

1) Die Officin 10. 2) Das Laboratorium 11. 3) Die Stosskammer 11. 4) Die Kohlenniederlage 12. 5) Der Keller oder das Gewölbe 12. 6) Die Materialkammer 12. 7) Der Kräuter-, Wurzel-, Saamen-, Blumen-Boden 12. 8) Der Trockenboden 12. 9) Die Pulverkammer 13. 10) Räume für stark riechende und giftige Substanzen 13.

VI. Bücher und Manuale über den Geschäftsgang der Apotheke 13.

Apothekerordnung. Pharmacopöe. Taxe. Giftbuch 13. Manuale. Receptbuch. Defectbuch. Kasse- und Schuldenbuch. Elaborationsbuch 14.

II. Abtheilung.

Pharmaceutische Receptirkunst.

1) Pflichten und Regeln für den Receptarius 17.

2) Receptordnung 18.

3) Arzneiformen und allgemeine Regeln zu ihrer Darstellung 19.

A. Pulver 19. B. Species 20. C. Pillen 21. D. Latwergen 21. E. Mixturen 21. F. Tränkchen 22. G. Tropfen 22. H. Emulsionen 22. I. Abkochungen 22. K. Aufgüsse 23. L. Aufguss-Abkochung und Absud-Aufguss 23. M. Pflaster, Salben und Linimente 24. N. Augenvasser, Gurgelwasser, Zahnmittel, Kataplasmen, Räucherungen, Säfte, Morsellen, Extracte, Balsame, Tincturen etc. 24.

III. Abtheilung.

Pharmaceutische Operationslehre.

I. Mechanische Operationen und die hiezu erforderlichen Instrumente und Apparate 27.

- 1) Das Zerschneiden 27.
Schneidemesser mit Schneidebrett. Wiegmesser.
 - 2) Das Zerstossen, Zerreiben, Pülvern 28.
Mörser, Reibschalen, Präparirsteine.
 - 3) Das Sieben und Schlämmen 29.
Drath-, Haar-, Bast-, Florsiebe.
 - 4) Das Feilen und Raspeln 29.
 - 5) Das Pressen 30.
 - 6) Das Filtriren, Coliren, Abgiessen, Aussüssen, Decantiren 30.
Filter und Callatorien. Tenakel. Spitzbeutel.
 - 7) Das Abschäumen 31.
 - 8) Wage und Gewicht 32.
Das Medicinalgewicht.
 - A. Vergleichung verschiedener Gewichte mit einander 32.
 - B. Ueberblick der Gewichte verschiedener Städte und Länder im Verhältniss zu genauen Grammen 34.
 - C. Vergleichende Uebersicht des Nürnberger Medicinalgewichtes mit dem neufranzösischen Gewichte 37.
 - D. Russische Gewichte 39.
 - E. Russische Hohlmaasse für Flüssigkeiten 40.
 - F. Preussische Hohlmaasse für Flüssigkeiten 41.
 - G. Gewichte und Maasse der Apotheker 41.
- II. Pharmaceutisch-chemische Operationen und die dazu erforderlichen wichtigsten Instrumente und Apparate 41.
- A. Hydrochemische Operationen 42.
 - a. Die Lösung, Auflösung 42.
 - b. Die Ausziehung 42.
 - 1) Maceration. 2) Aufguss. 3) Abkochung. 4) Digestion. 5) Destillation. 6) Verdrängung. Angabe der Ausführung dieser Operationen 43.
 - c. Die Verflüchtigung. Sublimation 45.
 - d. Die Präcipitation, Niederschlagung. Chemische Zersetzung 46.
 - e. Die Salzbildung. Neutralisation. Sättigung. Krystallbildung 46.
 - f. Das Verwittern, Ausblühen, Effloresciren, Zerfliessen 47.
 - g. Die Oxydation, Sauerstoffung, Verbrennung 47.
Verbrennungs-, Oxydations-Prozess. Oxyd. Säure. Brennbare und verbrannte Körper. Vollkommene und unvollkommene Säuren. Suboxyde, Oxydule, Oxyde, Hyperoxyde.
 - h. Die Gasbildung 49.
 - B. Pyrochemische Operationen 49.
 - a. Die Glühung. b. Die Einäscherung. c. Die Röstung. d. Die Verkohlung. e. Das Verprasseln. f. Die Schmelzung. g. Die Verpuffung 50.
 - i. Die Reduction. k. Die Sublimation 51.
 - l. Trockene Destillation 51.
- Einige allgemeine Regeln bei der Ausführung der verschiedenen Operationen 52.

IV. Abtheilung.

Chemie.

Begriff und Zweck der Chemie 55.

Anorganische und organische Chemie 55.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Chemie der anorganischen Körper.

Chemisch einfache und chemisch zusammengesetzte Körper, oder Elemente, Grundstoffe und chemische Verbindungen 57.

VII

- Bestandtheile und Massentheilchen der Körper 57.
Namen, Zeichen und Atomgewichte der einfachen Körper 58.
Atomgewichte der einfachen Körper 59.
1) Metalloide oder nicht metallische Körper. 2) Metalle. A. Metalle der Erden 59. B. Metalle der erdähnlichen Alkalien. C. Metalle der Alkalien. D. Erzmatalle 60.
Bildung der Atomgewichte und Formeln chemischer Verbindungen 61.
Nutzen der Atomgewichte 62.
Verbindungsweise der gasförmigen Körper 63.
Aggregatzustand der Körper 63.
Atome und ihr Verhalten zu einander 64.
Isomerische, polymerische, metamerische, isomorphe, homoeomorphe, dimorphe, amorphe Körper 64. Katalytische Kraft. Katalyse. Zerlegung und Verbindung durch Contact 66.
Chemische Verwandtschaft. Affinität 66.
Bedingungen der chemischen Verwandtschaft 67.
Arten der chemischen Verwandtschaft 67.
Einfache, doppelte, prädisponirende Verwandtschaft 68.
Säuren und Basen 68.
I. Anorganische Säuren 69.
1) Sauerstoffsäuren. Haloidsäuren 69. Sulphide, Telluride, Selenide 70.
II. Anorganische Basen 70.
Sauerstoffbasen, Haloidbasen und Sulphurete 70.
III. Organische Säuren 70.
IV. Organische Basen 70.
Salzbilder 70.
Salze. Amphidsalze, Haloidsalze. Säure, basische, neutrale Salze 71.
1) Sauerstoffsalze 71.
2) Schwefelsalze 72.
3) Haloidsalze 72.
Zersetzung der Haloidsalze durch Oxyde und Oxydsalze 72.
Hydratwasser und Krystallwasser, Krystalleis 73.
Nomenclatur der Salze 73.
Indifferente Körper 74.

Zweiter Abschnitt.

Specielle Chemie der anorganischen Körper.

- I. Nicht metallische Körper und deren Verbindungen unter sich 75.
1) Wasserstoff 75.
2) Sauerstoff 76.
A. Der Verbrennungsprocess 77.
Das Verbrennen der Körper in atmosphärischer Luft. Das Verlöschen der Flamme. Das Licht der Flamme 77. Die Form der Flamme. Die Theile der Flamme. Das dunkle und glühende Verbrennen 78.
B. Wasser 79. Regen-, Fluss-, Brunnen-, Teich-, Seewasser. Destillirtes Wasser. Mineralwasser 80.
3) Stickstoff 81.
A. Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff 82.
1) Salpetersäure, 2) Salpetrige Säure, 3) Stickstoffoxydgas oder Salpetergas, 4) Stickstoffoxydulgas oder Lustgas 82.
B. Verbindungen des Wasserstoffs mit Stickstoff 83.
1) Ammonium, 2) Ammoniak, 3) Amid 83.
Atmosphärische Luft 83.
4) Kohlenstoff 85.
Vegetabilische und thierische Kohle, Kohlenblende, Anthracit, Steinkohle. Eigenschaften der Kohle.
A. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff 86.
1) Das ölbildende Gas oder Leuchtgas. 2) Das Sumpf- oder Grubengas 86.

VIII

- B. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff **87**.
1) Die Kohlensäure. 2) Das Kohlenoxydgas. 3) Der Kohlendunst **87**.
- C. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Stickstoff **89**.
Cyan.
- 5) Phosphor **89**.
A. Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff **91**.
1) Phosphorsäure. 2) Phosphorige Säure. 3) Unterphosphorsäure. 4) Phosphoroxyd **91**.
B. Verbindungen des Phosphors mit Wasserstoff, mit Stickstoff und mit Kohlenstoff **91**.
Phosphorwasserstoffgas **91**.
- 6) Schwefel **92**.
A. Verbindungen des Schwefels mit Sauerstoff **93**.
1) Die Schwefelsäure. 2) Die schwefelige Säure. 3) Die Unterschwefelsäure. 4) Die unterschweiflige Säure **93**.
B. Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff **94**.
Schwefelwasserstoffgas od. Hydrothionsäure. Schwefelwasserstoffwasser.
C. Verbindungen des Schwefels mit Kohlenstoff **95**.
Schwefelkohlenstoff, Schwefelalkohol.
D. Verbindungen des Schwefels mit einigen andern Körpern **96**.
Schwefelphosphor, Schwefelcyan, Schwefelcyansäure und Schwefelcyankalium.
- 7) Selen **96**.
- 8) Chlor **96**.
A. Verbindungen des Chlors mit Wasserstoff **98**.
Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure.
B. Verbindungen des Chlors mit Sauerstoff **98**.
Ueberchlorsäure, Chlorsäure, chlorige Säure, unterchlorige Säure.
Verbindungen des Chlors mit Phosphor, Schwefel, Kohlenstoff und Stickstoff **99**.
- 9) Jod **99**.
Verbindungen des Jods mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff u. Metallen **100**.
- 10) Brom **100**.
Verbindungen des Broms mit den abgehandelten einfachen Körpern **101**.
- 11) Fluor **102**.
Flusssäure, Fluorwasserstoffsäure.
- 12) Bor oder Boron **102**.
Verbindungen des Bors mit Sauerstoff **103**.
Borsäure.
- 13) Kiesel, Silicium **103**.
Verbindungen des Siliciums mit andern Körpern **103**.
- II. Metalle **104**.
1) Das Aeussere, oder das physikalische Verhalten der Metalle **104**.
2) Das Innere, oder das chemische Verhalten der Metalle **105**.
3) Eintheilung der Metalle **106**.
4) Vorkommen und Abscheidung der Metalle aus den Erzen.
A. Erdmetalle **106**.
1) Alumium **107**.
Alumiumoxyd. Thonerde. Thonerdehydrat. Alaun.
2) Beryllium **107**.
Beryllerde.
3) Zirconium **107**.
Zirconerde.
4) Yttrium **108**.
Yttererde.
5) Thorium **108**.
Thorerde.
- B. Metalle der erdähnlichen Alkalien **108**.
1) Magnesium oder Talcium **108**.
Verbindungen des Magnesiums mit andern Körpern **108**.
Talkerde. Chlormagnesium.

- 2) Calcium **109**.
Verbindungen des Calciums mit andern Körpern **109**.
Kalk. Kalkhydrat. Kalkmilch. Kalkwasser. Schwefelcalcium. Chlorcalcium.
- 3) Barium **110**.
Verbindungen des Bariums mit andern Körpern **110**.
Baryterde. Baryterdehydrat. Schwefelbarium. Baryterdesalze.
- 4) Strontium **110**.
- C. Alkalimetalle **111**.
- 1) Kalium **111**.
Verbindungen des Kaliums mit andern Körpern **111**.
Kali. Aetzkali. Schwefelkalium. Jodkalium. Cyankalium. Kalisalze.
- 2) Natrium **112**.
Verbindungen des Natriums mit andern Körpern **112**.
- 3) Lithium **113**.
Lithiumoxyd. Lithion.
- 4) Ammonium **113**.
Verbindungen des Ammoniums mit andern Körpern.
Ammoniumoxyd. Ammoniak. Chlorammonium. Ammoniak- und Ammoniumoxydsalze. Einfach-, zweifach-, anderthalbfach kohlen-saures Ammoniak. Essigsäures Ammoniak. Bernsteinsäures-, essigsäures-, weinsäures Ammoniak.
- D. Erzmatalle **115**.
- 1) Eisen **115**.
Verbindungen des Eisens mit andern Körpern **116**.
Eisensalze. Eisenoxyd. Eisenoxydul. Eisenoxydsalze und Eisenoxydul-salze **116**.
- 2) Zink **117**.
Verbindungen des Zinks mit andern Körpern **117**.
Zinkoxyd. Zinkoxydsalze.
- 3) Cadmium **118**.
Verbindungen des Cadmiums mit andern Körpern **118**.
Kadmiumoxyd. Schwefelkadmium. Schwefelsäures Kadmiumoxyd.
- 4) Arsen **119**.
Verbindungen des Arsens **119**.
Arsensuboxyd. Arsenige Säure. Arsensäure. Schwefelarsen.
- 5) Antimon **121**.
Verbindungen des Antimons **121**.
Antimonoxyd. Antimonige Säure. Antimonsäure. Schwefelantimon. Chlorantimon.
- 6) Zinn **122**.
Verbindungen des Zinns **122**.
Zinnoxidul. Zinnoxid. Schwefelzinn. Zinnchlorür und Zinnchloride. Zinnsalze.
- 7) Kupfer **123**.
Verbindungen des Kupfers **123**.
Kupferoxydul und Kupferoxyd. Kupferchlorür und - Chlorid. Schwefelkupfer. Kupferoxydsalze.
- 8) Wismuth **124**.
Verbindungen des Wismuths mit andern Körpern **125**.
Wismuthoxyd. Magisterium Bismuthi.
- 9) Blei **125**.
Verbindungen des Bleis **125**.
Bleisuboxyd. Bleioxyd. Bleihyperoxyd. Mennige. Silberglätte. Kohlen-säures-, essigsäures-, chromsaures Bleioxyd.
- 10) Silber **127**.
Verbindungen des Silbers **127**.
Silberoxyd. Chlorsilber. Knallsilber. Salpetersäures Silberoxyd.
- 11) Quecksilber **129**.
Verbindungen des Quecksilbers **129**.

- Quecksilberoxydul und - Oxyd. Quecksilberchlorür und - Chlorid.
Schwefelquecksilber. Quecksilberoxydulsalze. Quecksilberoxydsalze.
- 12) Gold **130**.
Verbindungen des Goldes **131**.
Goldoxydul. Goldoxyd. Goldchlorid.
 - 13) Mangan **131**.
Manganhyperoxyd. Manganoxydul. Manganoxyd. Mangansäure. Hyper-
mangansäure. Manganoxydulsalze.
 - 14) Kobalt **132**.
Kobaltoxyd. Kobalhyperoxyd. Kobaltoxydsalze.
 - 15) Nickel **132**.
Nickeloxyd. Neusilber.
 - 16) Chrom **133**.
Chromoxyd. Chromsäure. Chromsaures Kali.
 - 17) Wolfram **133**.
 - 18) Tellur **134**.
Tellurige und Tellursäure. Tellurwasserstoffgas.
 - 19) Molybdän **134**.
Molybdänoxydul, Molybdänoxyd, Molybdänsäure.
 - 20) Tantal **134**.
Tantaloxyd. Tantalsäure.
 - 21) Uran **134**.
 - 22) Titan **134**.
Titanoxyd. Titansäure.
 - 23) Vanadium **135**.
 - 24) Cer **135**.
 - 25) Lantan **135**.
 - 26) Didym **135**.
 - 26) Platin **135**.
Platinmohr. Platinoxydul. Platinoxyd. Platinehlorid. Platinsalmiak.
Kaliumplatinchlorid.
 - 28) Palladium **136**.
 - 29) Rhodium **136**.
 - 30) Osmium **137**.

Dritter Abschnitt.

Chemie der organischen Verbindungen.

I. Klasse.

Allgemein verbreitete nähere Bestandtheile der Vegetabilien und Thiere **139**.

Erste Gruppe.

Holzfasern, Amylon, Gummi, Zucker **140**.

- 1) Holzfasern oder Pflanzenfasern **141**.
- 2) Amylon **142**.
Moosstärke. Lichenstärke. Inulin. Sago. Arrowroot.
- 3) Gummi **144**.
Arabin. Bassorin. Pectin. Pflanzenschleim. Dextrin. Künstliches
Gummi **144**.
- 4) Rohrzucker **145**.
Traubenzucker. Schleimzucker. Mannazucker. Glycyrrhizin. Harn-
zucker.
- 5) Milchzucker **147**.

Zweite Gruppe.

Farbstoffe **147**.

- 1) Blaue Farbstoffe **149**.
Indigblau. Lakmus.

XI

- 2) **Rothe Farbstoffe 149.**
Krapproth. Cochenilleroth. Alkannaroth. Hämatoxylin, Carthamin. Harmalalroth.
- 3) **Gelbe Farbstoffe 149.**
Blattgelb. Polychroit: Curcumin, Quercitrin, Harmalagelb, Orleanin.
- 4) **Grüne Farbstoffe 150.**
Blattgrün. Saftgrün.
- 5) **Braune Farbstoffe 150.**
- 6) **Schwarze Farbstoffe 150.**

Dritte Gruppe.

Pflanzen- und Thierfette.

Allgemeine Bestandtheile 150.

Elaine, Stearine, Margarin. Glycyloxyd, Cethyloxyd. Cerayloxyd.

- A. **Pflanzenfette.**
Austrocknende Oele. Nicht trocknende Oele.
- B. **Thierfette 152.**
Thran. Fett oder Schmalz. Talg und Butter.

Vierte Gruppe.

Aetherische Oele, Harze, Balsame und Gummiharze 153.

- A. **Aetherische Oele als Educte 153.**
- B. **Harze und Balsame 155.**
- C. **Gummiharze oder Schleimharze 156.**
- D. **Aetherische Oele als Producte. Brenzliche ätherische Oele. Brenzöle 157.**
- E. **Fermentöle 157.**

Fünfte Gruppe.

Extractivstoffe. Extracte 157.

Sechste Gruppe.

Indifferente Körper.

- A. **Indifferente Körper des Pflanzenreichs 158.**
 - 1) **Krystallisirbare 158.**
Asparagin. Anemonin. Antiarin. Cocculin oder Picrotoxin. Moosbitter. Gentianin. Phloridzin. Populin. Salicin. Fraxinin. Laurin. Meconin. Polychrom. Santonin. Smilacin. Absynthiin. Caffein. Thein. Amygdalin. Synapin.
 - 2) **Unkrystallisirbare 159.**
Kleber, Gluten oder Pflanzenleim. Gliadin. Zymom, Albumin, Pflanzeneiweiss. Mucin oder Diastase. Legumin. Emulsin.
- B. **Indifferente Körper des Thierreichs 160.**
- I. **Proteinhaltige 161.**
 - 1) **Protein 161.**
 - 2) **Kasein oder Käsestoff 161.**
 - 3) **Albumin oder Eiweiss 191.**
 - 4) **Fibrin oder Faserstoff 162.**
 - 5) **Globulin und Krystallin 162.**
 - 6) **Hämatin, Farbstoff des Blutes.**
- II. **Leimgebilde 162.**
Sehnen, Arterienhaut, Haare, Horn 162.
 - a) **Colla. Knochenleim 163.**
 - b) **Chondrin. Knorpelleim 163.**
- III. **Secretionen des lebenden Organismus 163.**
 - 1) **Mucus, Thierschleim 163.**
 - 2) **Ptyalin, Speichelstoff 163.**
 - 3) **Pepsin 163.**
 - 4) **Harnstoff 164.**

II. Klasse.

Nähere Besandtheile der Vegetabilien, welche nur in gewissen Pflanzenfamilien vorkommen.

Erste Gruppe.

Organische Basen, Pflanzenbasen, Alkaloide 165.

Cinchonin. Chinin. Aricin. Strychnin. Brucin. Delphinin. Veratrin. Sabadillin. Solanin. Emetin. Atropin. Coniin. Nicotin. Menisperm. Hyoscyamin. Daturin. Morphin. Codein. Narcotin. Thebain. Narcein. Pseudomorphin. Salicin.

Zweite Gruppe.

Organische Säuren. Pflanzensäuren 169.

A. Säuren, welche aus Kohlen und Oxygen bestehen nebst ihren wichtigsten Salzen 170.

1) Oxalsäure, Sauerklee- säure 170.

2) Honigsteinsäure 172.

3) Croconsäure 172.

B. Säuren, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, nebst ihren wichtigsten Salzen 173.

1) Essigsäure und ihre Salze.

2) Ameisensäure 176.

3) Weinsäure 177.

4) Traubensäure 179.

5) Citronsäure 180.

6) Aepfelsäure 181.

7) Chinasäure 182.

8) a. Eisenbläuende Gerbsäuren. Die Eichengerbsäure 183.

b. Eisengrünende Gerbsäuren. Die Catechu-, China-, Kino- Gerbsäure 183.

9) Gallussäure und ihre Salze 183.

10) Humussäure 184.

11) Mekonsäure 185.

12) Bernsteinsäure 185.

13) Milchsäure 187.

14) Fettsäuren 188.

I. Nicht flüchtige Fettsäuren und ihre Salze 188.

1) Stearinsäure 188.

2) Margarinsäure 189.

3) Elainsäure 189.

II. Flüchtige Fettsäuren 190.

I. Die Buttersäure. 2. Die Capronsäure. 3. Die Caprinsäure. 4. Die Hircinsäure. 5. Die Delphininsäure. 6. Die Sabadillsäure, Crotonsäure, Baldriansäure.

15) Benzoesäure und ihre Salze 191.

C. Säuren, welche aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen 192.

1) Hippursäure 192.

2) Harnsäure und harnige Säure 192.

3) Cerebrinsäure 193.

4) Quellsäuren 194.

Quellsäure. Quellsatzsäure.

III. Klasse.

Producte chemischer Metamorphosen 194.

A. Chemische Metamorphose des Amylons 194.

Der Keimungsprozess. Der Prozess der Gummi- und Zuckerbildung.

B. Chemische Metamorphose des Zuckers 196.

- Die geistige Gährung, die Weingeist- oder Weinbildung. Weingeist oder Aethyloxydhydrat.
- C. Chemische Metamorphose des Weingeistes 201.
- I. Die Essigbildung oder die Oxydation des Alkohols 201.
Acetyl. Acetyloxyd. Acetylsäure. Essigsäure.
- II. Die Aetherbildung 204.
Aethyl und Aethyloxyd nebst ihren Verbindungen 204.
- 1) Saure Aethyloxydverbindungen 206.
a. Weinol, oder schwefelsaures Aethyloxyd-Aetherol 206.
b. Aetherschwefelsäure, oder saures schwefelsaures Aethyloxyd 207.
- 2) Neutrale Aethyloxydverbindungen 208.
a. Essigaether oder essigsames Aethyloxyd 208.
b. Salpeteraether oder salpetrigsames Aethyloxyd 208.
c. Methyl und seine Verbindungen 209.
- D. Chemische Metamorphose der Holzfasern 210.
Torf. Braunkohlen. Steinkohlen. Vermoderung. Verwesung. Fäulniss. Faulnisswidrige Substanzen 211.
- E. Chemische Metamorphose des Amygdalins 212.
- F. Metamorphose organischer Substanzen in hoher Temperatur 213.
- I. Die Verbrennung 213.
- II. Die Verkohlung 213.

V. Abtheilung.

Physik.

Einleitung 217.

- 1) Wirkungskreis der Physik 217.
- 2) Körper. Materie. Leerer Raum 217.
- 3) Wesen der Materie 217.
- 4) Atome. Körperbildung und Aggregatzustand der Körper 218.
- 5) Molekularkräfte (Cohasions- und Repulsionskraft) 218.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

- 1) Theilbarkeit 210.
- 2) Die Porosität 219.
- 3) Die Zusammendrückbarkeit 220.
- 4) Die Elastizität 220.
- 5) Die Ausdehnbarkeit 220.

Zweiter Abschnitt.

- A. Zufällige Eigenschaften und mechanische Kräfte der festen Körper 221.
- 1) Die Schwere 221.
 - 2) Absolutes und spezifisches Gewicht. Der Schwerpunkt 221.
 - 3) Der Fall fester Körper 222.
 - 4) Die Wurfbewegung 223.
 - 5) Die Kreisbewegung oder Centralbewegung 224.
(Die Schwingkraft oder Centrifugalkraft und die Centripetalkraft oder die Centralkräfte).
 - 6) Die Stossbewegung 224.
- B. Von den mechanischen Kräfte als Beförderungsmittel der Bewegung 225.
- 1) Der Hebel 225.
 - 2) Die Rolle 226.
 - 3) Das Rad an der Welle 226.
 - 4) Die schiefe Ebene 227.
 - 5) Die Schraube und der Keil 227.
(Die Schraubenspindel. Die Schraubenmutter).
- C. Die Wage 228.

- D. Methoden der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper **228**.
- 1) Bestimmung des specifischen Gewichtes tropfbarflüssiger Körper. **229**.
 - a. Mittelst eines Glases **229**.
 - b. Mittelst eines Glastropfens **229**.
 - c. Mittelst der Aräometer oder Senkwagen **230**.
 - aa. Die Senkwage mit Gewichten oder das Gravimeter **230**.
 - bb. Das Skalenaräometer **231**.
Reductionstabelle der Beaumeschen Aräometergrade auf das specifische Gewicht **232**.
 - 2) Bestimmung des specifischen Gewichtes von Gasarten **233**.
 - 3) Bestimmung des specifischen Gewichtes von in Wasser löslichen Körpern **234**.
 - 4) Bestimmung des specifischen Gewichtes in Wasser unauflöslicher, aber darauf schwimmender Körper **234**.
 - 5) Bestimmung des specifischen Gewichtes pulverförmiger, in Wasser unauflöslicher Körper **235**.
 - 6) Bestimmung des specifischen Gewichtes in Wasser unauflöslicher, dasselbe aber einsaugender Körper **235**.

Dritter Abschnitt.

Mechanische Eigenschaften der tropfbarflüssigen Körper.

- A. Hydrostatik **237**.
- B. Hydrodynamik und Hydraulik **238**.
Die Realsche- und die Brahmache- oder hydraulische Presse.
- C. Hydraulik **239**.

Vierter Abschnitt.

Mechanische Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

- A. Vom Drucke der Luft **241**.
- B. Das Barometer. **242**.
- U. Das Mariottische Gesetz **242**.
- D. Die Luftpumpe **243**.
Die Windbüchse. Die Compressionspumpe. Die Saug- und Hebepumpe.
Die Saug- und Druckpumpe.
- E. Aerostatik **245**.
Der Luftballon.

Fünfter Abschnitt.

Von der Wärme.

- A. Allgemeines Verhalten der Wärme **247**.
Der Schmelzpunkt. Der Siedpunkt. Temperatur.
- B. Thermometer **248**.
Quecksilber-, Weingeist-, Luftthermometer. Gefrierpunkt. Siedpunkt.
Vergleichender Ueberblick der Thermometerskalen von Reaumur, Celsius und Fahrenheit.
- C. Pyrometer **250**.
Wedgwood's Pyrometer.
- D. Calorimetrie **251**.
Gute und schlechte Wärmeleiter.
- E. Die specifische Wärme **251**.
Wärmecapazität. Calorimeter. Bestimmung der specifischen Wärme.
- F. Die latente oder gebundene Wärme **252**.
- G. Kälte **252**.
Kälte erzeugende Mischungen.
- H. Quellen der Wärme **253**.
- I. Chemische Wirkung der Wärme **253**.
- K. Die Dampfbildung und das Sieden der Flüssigkeiten **254**.
Die Tension oder Spannkraft der Dämpfe. Tabelle über die Spannkraft und entsprechende Temperatur der Dämpfe.

- L. Das Thermobarometer 256.
- M. Der Papinianische Topf 256.
- N. Der Leidenfrostsche Versuch oder Tropfen 257.
- O. Bedingungen des raschen Siedens der Flüssigkeiten 257.
- P. Der Siedpunct verschiedener Flüssigkeiten 258.

Sechster Abschnitt.

Vom Lichte.

- A. Die Natur des Lichtes 259.
- B. Die Fortpflanzung des Lichtes 259.
Schatten. Schlag- oder Kernschatten. Halbschatten. Brechung des Lichtes.
- C. Intensität des Lichtes 260.
- D. Leuchtende und dunkle Körper 260.
Durchsichtige, durchscheinende und dunkle oder undurchsichtige Körper.
- E. Directes und zurückgeworfenes oder reflectirtes Licht 261.
Spectrum oder das Sonnenbild.
- F. Katoptrik 261.
Camera obscura. Ebene Spiegel. Hohl- oder Kugelspiegel. Der Brennpunct. Reverberiren oder Lampenspiegel. Convexe Spiegelflächen.
- G. Dioptrik 262.
Die Refraction der Lichtstrahlen. Doppelte Strahlenbrechung.
- H. Optische Instrumente 263.
Plangläser, Planspiegel. Biconvexe oder convex-convexe Gläser. Linsen. Planconvexe Gläser. Biconcave oder concav-concave Gläser. Plan-concave Gläser. Convexconcave Gläser. Menisken.
- I. Farben 264.
Die Licht- oder Farbenzerstreuung. Der Regenbogen. Das Farbenbild. Die erleuchtende und erwärmende Kraft der farbigen Lichtstrahlen. Die chemische Wirkung derselben. Haupt- oder Grundfarben. Die Farbe der Körper. Pigmente.
- K. Quellen des Lichtes 265.
- L. Photometer 265.

Siebenter Abschnitt.

Magnetismus.

- A. Wesen des Magnetismus 267.
- B. Mittheilung des Magnetismus 267.
Magnet.
- C. Magnetische Pole und Uebertragung des Magnetismus 267.
Der Süd- und der Nordpol.
- D. Das Armiren der Magnete 268.
- E. Die Richtung oder Direction des Magnets 268.
Die Achse des Magnets. Der magnetische Meridian. Der magnetische Aequator.
- F. Die magnetische Declination 269.
Die Declinations- oder Abweichungswinkel. Das magnetische Declinatorium.
- G. Magnetische Inclination 269.
Magnetisches Inclinatorium.
- H. Benutzung des Magnetismus 270.
Der Compas.

Electricität.

- I. Reibungselectricität 270.
 - A. Allgemeine Erscheinungen der Electricität 270.
 - B. Verschiedenartigkeit der Electricität 270.
Glas- oder positive Electricität. Harz- oder negative Electricität.
 - C. Vertheilung der Electricitäten 271.

- D. Electroscope und Electrometer 271.
- E. Das Electrophor 272.
- F. Leiter, Nichtleiter und Halbleiter der Electricität 273.
- G. Die Leidner Flasche und die electriche Batterie 273.
- H. Die Electricirmaschine 274.
Conductor. Zuleiter.
- I. Wirkung und Benutzung der Electricität 275.
- II. Galvanismus. Berührungselectricität 275.
 - A. Entdeckung und Erregung des Galvanismus 275.
Die einfache galvanische Kette. Die Voltaische Säule.
 - B. Verschiedenartigkeit der Voltaischen Säulen 276.
 - C. Wirkungen des Galvanismus 277.
Electriche Spannung.
 - D. Die constanten Ketten und Batterien 277.
 - E. Die Zambonische oder trockene Säule 278.
- III. Thermoelectricität 279.
- IV. Electricität durch Druck entwickelt 279.
- V. Thierische Electricität 279.
- VI. Electromagnetismus 280.
 - A. Inbegriff und Entdeckung des Electromagnetismus 280.
 - B. Bildung eines Electromagnets 281.
- VI. Magnetoelectricität 281.
 - A. Inductionserscheinungen 281.
 - B. Magnetoelectriche Apparate 282.
Die electromagnetische Rotationsmaschine von Ettingshausen.

Magnetismus

Magnetismus

- A. Wesen des Magnetismus 281.
- B. Mithung des Magnetismus 281.
- C. Magnetische Pole und Oberflächung des Magnetismus 281.
- D. Der Stab- und der Nadelmagnet 281.
- E. Die Richtung der Pole des Magnetismus 281.
- F. Die Action des Magnets auf magnetische Metalle 281.
- G. Die magnetische Declination 281.
- H. Die Declinations- oder Abweichungswinkel 281.
- I. Die magnetische Inclination 281.
- J. Magnetische Induction 281.
- K. Benennung des Magnetismus 281.
- L. Der Compass 281.

Electricität

- A. Allgemeine Eigenschaften der Electricität 281.
- B. Verschiedenheit der Electricität 281.
- C. Positive oder negative Electricität 281.
- D. Fortleitung der Electricität 281.

Einleitung.

Ueberblick des Gebietes der Pharmacie.

Die Pharmacie oder die Apothekerkunst ist der Inbegriff einer vollständigen Kenntniss aller derjenigen Körper, welche zur Wiederherstellung oder zur Befestigung der Gesundheit vom Arzte verordnet werden, sowie der hiezu vom Staate erlassenen gesetzlichen Bestimmungen.

Derjenige, welcher im Besitze dieser Kenntnisse ist und dieselben practisch anzuwenden berechtigt ist, heisst ein Pharmaceut oder ein Apotheker; das Lokal, in welchem die Zubereitung und der Verkauf dieser Körper vorgenommen wird, wird Apotheke genannt. Die Körper, welche in diesem Lokale zubereitet und zur Befestigung oder Wiederherstellung der Gesundheit dem Publikum verabreicht werden, heissen im Allgemeinen Arzneimittel (Medicamenta) und die vom Staate für ihre Herstellung, Aufbewahrung und ihren Verkauf erlassenen gesetzlichen Bestimmungen sind niedergelegt in der Apothekerordnung, in der Pharmacopöe und in der Arzneitaxe, den drei wichtigsten Gesetzbüchern der Apotheke.

Die Pharmacie zerfällt in ihrer Gesamtanwendung in verschiedene Zweige und erfordert das Bekanntseyn mit einigen Wissenschaften, welche, wegen ihres Einflusses auf die Pharmacie, Hülfswissenschaften genannt werden.

Diese Hülfswissenschaften der Pharmacie sind: die Chemie, die Physik, die Botanik, die Zoologie und die Mineralogie.

Als Zweige der Pharmacie können betrachtet werden.

- 1) die Pharmacognosie oder die pharmaceutische Waarenkunde; sie bildet die Lehre von dem Vorkommen, von der Gewinnung, von der Zubereitung, von der Aufbewahrung und von der Beschaffenheit derjenigen Naturproducte, welche aus dem Pflanzen-, Thier- und Mineralreiche in den Apotheken vorrätzig gehalten werden.

- 2) Die pharmaceutische Chemie. Sie umfasst die Theorie und die Darstellung aller pharmaceutisch-chemischen Präparate.
- 3) Die pharmaceutisch-analytische Chemie. Sie bezieht sich auf specielle Untersuchungen pharmaceutisch-chemischer Präparate, hinsichtlich ihrer Aechtheit und Verfälschung; auf die chemische Ermittlung der Gifte, und überhaupt auf alle der Gesundheit schädliche Substanzen (chemische Toxicologie); auf die Analyse der Mineralwasser und alle Gegenstände der gerichtlichen Chemie.
- 4) Die pharmaceutische Operationslehre. Sie ist die Kunde von der Ausführung der zur Herstellung der Arzneikörper erforderlichen Manipulationen, und von der Anwendung der dazu nothwendigen Instrumente und Apparate.
- 5) Die pharmaceutische Gesetz- und Pflichtenlehre. Sie umfasst die sämmtlichen äussern und innern Verhältnisse der Pharmacie; die Stellung des Apothekers im Staate und seine Ausbildung; die Pflichten und Obliegenheiten bei der Verwaltung der Apotheken, die Receptirkunst, die Pharmacopöe, die Apothekerkunst u. m. a.
- 6) Die Geschichte der Pharmacie. Sie fällt mit der Geschichte der Chemie und der Medicin zusammen.

Aus Vorstehendem ist ersichtlich, dass das Wissen des Apothekers zur Zeit kein geringes seyn soll. Es besteht in einer Summe von Kenntnissen, die er sich erst durch ersten, angestregten Fleiss zum Theil in der Apotheke, zum Theil auf der Universität zu erwerben im Stande ist. Der durchgebildete Apotheker, als Vertreter einer wissenschaftlichen Kunst, hat demnach begründete Ansprüche auf alle dem Gelehrten und Künstler im Staate zustehenden Vorzüge und Auszeichnungen.

Die spezielle Behandlung der Hülfswissenschaften und der Zweige der Pharmacie ist in drei Bände dieses Lehrbuchs niedergelegt worden. In dem ersten Bande wurde bereits die Botanik, die Zoologie und die Mineralogie, so weit es für den Zweck dieses Werks als Hülfswissenschaften der Pharmacognosie für nothwendig erachtet wurde, abgehandelt. Der dritte Band soll die pharmaceutische Chemie und die pharmaceutisch-analytische Chemie aufnehmen. Der vorliegende zweite aber giebt die pharmaceutische Gesetz- und Pflichtenlehre, die Operationslehre und, als Vorbereitung für den Inhalt des dritten Bandes, einen kurzen Ueberblick der Chemie und der nothwendigsten Lehren der Physik.

I. Abtheilung.

PHARMACEUTISCHE GESETZ- UND PFLICHTENLEHRE.

I. Der Apotheker und seine Stellung im Staate.

Der durchgebildete Apotheker ist Gelehrter, Künstler und Kaufmann. Er hat sich Gelehrsamkeit in den Naturwissenschaften auf der Universität, Gewandtheit und Geschicklichkeit in der Ausführung mechanischer Manipulationen durch Uebung im Laboratorio und am Receptirtische, sowie merkantilsche Kenntnisse in der Apotheke beim Ein- und Verkauf von Arzneiwaaren erworben.

Die Pharmacie ist mithin eine Kunstwissenschaft; eine Kunst, insofern zu ihrer Ausübung eine Menge mechanischer Fertigkeiten erforderlich sind, die erst durch vielfache Wiederholung der Manipulationen erlangt werden können; eine Wissenschaft aber, insofern die Darstellung und Untersuchung der Arzneistoffe chemische, physikalische und naturwissenschaftliche Kenntnisse voraussetzt.

Eine sogenannte klassische Bildung, d. h. eine gründliche Kenntniss der alten Sprachen, bedarf der Apotheker nicht; eine bestimmte Summe von Kenntnissen im Griechischen und Lateinischen ist für das Studium der in sein Fach einschlagenden Naturwissenschaften jedoch nothwendig. Die Zeiten sind vorüber, in welchen man unter einem Gelehrten nur einen der alten Sprachen kundigen Mann verstand. Die exacten Wissenschaften haben jenen Pedantismus zerstört und gezeigt, dass Gelehrsamkeit in der wahren Erkenntniss der Natur und ihrer Erscheinungen im Leben besteht.

Der durchgebildete Apotheker besitzt eine Summe von Kenntnissen, welche denen anderer Staatsbeamten vollkommen gleichgeachtet werden muss; er kann jetzt nicht mehr als ein Untergebener des Arztes betrachtet werden wie früher; er ist Gesundheitsbeamteter, wie der Arzt. — Sowie der Philolog die Etymologie der Ausdrücke, der Arzt den Verlauf und das Ende der Krankheit nach wissenschaftlichen Principien zu ermitteln sucht, so bestimmt der gelehrte Pharmaceut die Abstammung der Arzneistoffe, ihre Bestandtheile, ihre Eigenschaften, und ihr Verhalten zu andern Körpern; und fragen wir nach den Resultaten dieser wissenschaftlichen Forschungen, so ergeben sich die des gelehrten Pharmaceuten meistens als sicherer und zuverlässiger, als die des Arztes und Philologen; sie gründen sich auf nachweisbare Thatsachen, während die des Philologen und Arztes nicht selten auf hypothetischen und individuellen Ansichten beruhen.

Wenn nun der Apotheker eine bestimmte Summe von Kenntnissen in seinem Fache durch ein Staatsexamen dokumentiren muss, um gewisse Rechte für die practische Ausübung seines Wissens im Staate zu erlangen, und damit bestimmte Verpflichtungen zu erfüllen, so hat wiederum der Staat denselben gleich andern Staatsbürgern zu schützen und in seinen Leistungen anzuerkennen. Diess geschieht besonders in Russland, wo der Klassenrang existirt, so dass das Gehülfe-, Provisor- und Apotheker-Diplom beim Eintritt in den Staatsdienst eine Gleichstellung mit andern Staatsbeamten verleiht.

II. Der angehende Apotheker und seine Ausbildung.

Wer sich der Pharmacie widmet, muss ein an Geist und Körper gesunder Jüngling seyn, von reinen Sitten, versehen mit einer bestimmten Summe von Schulkenntnissen und erfüllt mit Neigung zu seinem künftigen Stande.

Beim Eintritt in die Lehre ist dem Lehrherrn ein Geburts- und Konfirmationszeugniss, ein Gesundheitszeugniss von einem Arzte, ein Sittenzeugniss von dem Vorsteher der Schul- oder Erziehungsanstalt, in welcher der angehende Lehrling bisher Unterricht empfangen hatte, ein Zeugniss eines Gymnasialdirectors, dass derselbe die Schulkenntnisse eines Tertianers besitzt, zu übergeben. Diese Zeugnisse werden später derjenigen Behörde überreicht, bei welcher das Gehülfeexamen abzulegen ist.

In der Apotheke beginnt der Unterricht mit der practischen Pharmacie. Der Lehrling übt sich in allen in der Officin und im Laboratorio vorkommenden technisch-chemischen Arbeiten, er macht sich bekannt mit den verschiedenen Werkzeugen und ihrer Anwendung, lernt die merkantilschen Verhältnisse kennen, gewöhnt sich an die Obliegenheiten des Dienstes und erwirbt sich dadurch und durch den Umgang mit schon höher ausgebildeten oder examinirten Pharmaceuten, wie durch Lectüre und den Unterricht seines Lehrherrn, diejenige Summe von theoretischen und practischen Kenntnissen, welche ihn endlich befähigt, das Gehülfeexamen abzulegen.

Nach erlangtem Grade eines Apothekergehülfe bildet er sich durch's Conditioniren in andern Apotheken und durch den Besuch einer Universität oder eines pharmaceutischen Institutes für die Abhaltung des Staatsexamens weiter aus, indem er neben der Erweiterung und Befestigung seines theoretischen und practischen Wissens, sich auch diejenigen Welt- und Menschenkenntnisse erwirbt, welche für sein Fach und seine Stellung im Staate unerlässlich nothwendig sind. Das Staatsexamen verleiht ihm das Recht zur selbstständigen Ausübung seiner Kunstwissenschaft und giebt ihm den Rang eines Apothekers.

Bemerkung Im russischen Reiche wird ein dreifaches Examen im Fache der Pharmacie abgelegt. Das erste Examen ist das Gehülfeexamen nach zurückgelegter, mindestens dreijähriger Lehrzeit. Je nach der in diesem Examen dokumentirten Summe von Kenntnissen, erhält der Examinatus ein Diplom als Gehülfe erster oder zweiter Abtheilung.

Das zweite Examen ist das **Provisorexamen**, das der Gehülfe ablegen darf, wenn er auf einer Universität oder auf einer medico-chirurgischen Akademie bestimmte Vorlesungen besucht und zwei oder drei Jahre, je nachdem er Gehülfe erster oder zweiter Abtheilung war, conditionirt hat. Das dritte Examen ist das **Apothekerexamen**, zu welchem nur Provisoren erster Abtheilung, nach Verlauf von zwei Jahren seit dem abgelegten Provisorexamen, zugelassen werden. Alle diese Examina werden bei der medicinischen Facultät einer Universität oder bei einer medico-chirurgischen Akademie abgelegt und ertheilen den Examinirten einen bestimmten Rang und bestimmte Rechte.

Bei der Universität Dorpat ist seit dem zweiten Semester 1843 ein pharmaceutisches Institut eröffnet worden und die Studienzeit der Pharmaceuten auf drei Semester oder anderthalb Jahre bestimmt.

Ausser dem angedeuteten, practisch-wissenschaftlichen Wege der Ausbildung, giebt es einen wissenschaftlich-practischen, wo mit der wissenschaftlichen Ausbildung begonnen wird. Ich halte diesen dem Fache der Pharmacie im Allgemeinen für nachtheilig, weil die Gewöhnung an wissenschaftliche Beschäftigungen der Erwerbung practischer Kenntnisse und der Ausführung beschwerlicher, mechanischer Arbeiten, die unzertrennlich mit der Ausübung der Pharmacie verbunden sind, nicht selten hinderlich ist. Pharmaceuten, die nicht nur in wissenschaftlich-practischer Beziehung den Anforderungen und Bedürfnissen des Staates und der Wissenschaft genügen, sondern die auch wirklich mit ihrer Stellung im Staate, oder mit dem von ihnen selbst erworbenen Wirkungskreise zufrieden sind — (es ist diess ein sehr zu beachtender Umstand), werden, nach meiner Erfahrung, nur auf dem practisch-wissenschaftlichen Wege gebildet.

Die oben ausgesprochenen, an den angehenden Apotheker, den sogenannten **Apothekerlehrling**, zu machenden Anforderungen gründen sich auf Folgendes: Die sogenannte Lehrzeit (sie dauert in Russland mindestens drei Jahre) ist bei aller Milde und Nachsicht des Apothekenvorstehers nicht leicht; darum soll der Lehrling von gesundem Körper seyn, und nicht unter 15 Jahren in die Lehre treten, damit er die zum Theil beschwerlichen Tagesgeschäfte in der Officin und im Laboratorio, wo seine Thätigkeit von früh bis Abends fast ununterbrochen in Anspruch genommen wird, unverdrossen verrichten kann. Er muss mit Lust und Neigung zu seinem Berufe erfüllt seyn, um seine Obliegenheiten nicht mit Widerwillen, und dadurch nachlässig zu erfüllen. Seine Sinne müssen gesund und besonders müssen Gesicht und Gehör gut seyn; auch darf er nicht stammeln. Reine Sitten und ein biederer Charakter müssen von dem Apotheker besonders gefordert werden. Seiner Redlichkeit und Sorgfalt, sowie seiner Gewissenhaftigkeit, wird nicht blos der gute Ruf des Arztes und das Vermögen des Apothekenbesitzers anvertraut, sondern seine Pünktlichkeit bei der Zubereitung der Arzneien bedingt nicht selten die Gesundheit und das irdische Wohl Einzelner, wie ganzer Familien. Er muss von hellem Verstande seyn, um auch den wissenschaftlichen

Anforderungen, welche an einen Apotheker zur Zeit gemacht werden müssen, einst genügen zu können.

Seine Schulbildung muss sich soweit erstrecken, dass er mit Leichtigkeit lateinische Pharmacopöen und leichte Prosaiker übersetzen kann. Im Griechischen muss er mit den Elementen des etymologischen Theils der Grammatik vertraut seyn, um sich über die Bedeutung griechischer Ausdrücke im Lexicon unterrichten zu können, da die chemischen und lateinischen Bezeichnungen gewöhnlich der griechischen Sprache entlehnt werden. In der Arithmetik muss er die vier Species mit Decimalbrüchen, die Lehre von den Proportionen, die Kettenregel, die Lehre von den Potenzen und der algebraischen Gleichung kennen. Geschichtliche und geographische Kenntnisse bedarf er zum Studium der Naturgeschichte und auch bei der Beschreibung der rohen Naturproducte und ihrer Handelswege. Kann er sich ausser der deutschen Sprache, in der er sich mündlich und schriftlich geläufig auszudrücken verstehen muss, noch andere lebende Sprachen aneignen, so gereicht ihm diess nur zum Nutzen. In Russland wird beim Examen auch eine Prüfung in der russischen Sprache verlangt.

Wenn nun in den oben angedeuteten Schulkenntnissen einerseits nur das Minimum ausgedrückt ist, so kann doch auch andererseits, ohne wesentliche Nachtheile für das Fach der Apothekerkunst, eine viel grössere Summe nicht wohl gefordert werden, da die Jünglinge, welche sich der Pharmacie widmen, gewöhnlich im 15ten oder 16ten Lebensjahre in die Lehre treten, und sich, wenn sie älter geworden und auf den Gymnasien erst bis nach Prima vorgerückt sind, nur in seltenen Fällen entschliessen, die rein wissenschaftliche Laufbahn aufzugeben, um sich in einer Apotheke den mancherlei mechanischen beschwerlichen Arbeiten zu unterziehen. Bei höher gestellten Forderungen rücksichtlich der Schulbildung würden die Apotheker bald keine Lehrlinge mehr bekommen. Ausser der Pharmacopöe und den Recepten hat der Apotheker auch in der That kaum Gelegenheit, etwas Lateinisches zu lesen; kein Chemiker schreibt heut zu Tage seine Wahrnehmungen mehr lateinisch nieder, sie würden wenig gelesen werden. Die Gewandtheit des Geistes, die früher durch Uebersetzung griechischer und lateinischer Schriftsteller bezweckt wurde, wird auch erworben durch Betreibung lebender Sprachen.

III. Pflichten des Apothekers.

Ausser den Pflichten, welche jedem Staatsbürger gegen den Staat obliegen, der ihm Schutz und Hülfe in vorkommenden Fällen gewährt, hat der Apotheker hinsichtlich seines Berufs besondere Obliegenheiten zu erfüllen. Strenge Rechtlichkeit und Gewissenhaftigkeit muss ihn überall bei dem ihm anvertrauten Geschäfte leiten, dessen nachlässige oder gar absichtlich betrügerische Verwaltung das herbste Ungemach in Familien wie im Staate verbreiten würde. Der Apothekervorstand muss seinen Untergebenen, den Gehülfen und Lehrlingen, stets durch seine Sittlichkeit und Thätigkeit vorleuchten, und dieselben dadurch zur Nacheiferung erregen. Gegen die Gehülfen und die ihm anvertrauten Lehrlinge hat

er einen freundlichen Ernst zu bewahren, auf genaue Pflichterfüllung derselben zwar zu sehen, aber doch auch absichtliche Fehler mit freundlicher Nachsicht zu rügen. Er wird sich auf diese Weise stets der Liebe und Achtung seiner Zöglinge zu erfreuen haben. Eine besondere Pflicht sey ihm die Heranbildung der Lehrlinge. Es ist nicht genügend, dieselben nur practisch zu beschäftigen mit den gerade in der Apotheke und im Laboratorio vorkommenden Arbeiten, sondern er muss ihnen auch Zeit gönnen, für ihre theoretische Ausbildung zu arbeiten. Er muss dieselben deshalb mit zweckgemässen Büchern unterstützen, zur richtigen Benutzung derselben anleiten, und sich durch Tentamina und Aufgaben von Zeit zu Zeit von ihren Kenntnissen und Fortschritten überzeugen. Durch sein eigenes Benehmen wird das Benehmen seiner Untergebenen geregelt. In seinem ganzen Geschäftsbereiche wird auf diese Weise Harmonie und Ordnung walten und der gute Ruf seiner Apotheke wird so immer mehr das Vertrauen des Publikums fesseln und sein Einkommen sichern.

Was von dem Benehmen des Principals hier mit wenig Worten angedeutet worden ist, findet auch Anwendung für das Benehmen der Provisoren und Gehülfen gegen die Lehrlinge und gegen das übrige Dienstpersonal. Möchten doch diese Herren bedenken, wie in ihren Händen das ganze materielle Wohl des Besitzers einer Apotheke liegt, und wie durch eine einzige leichtsinnige, fahrlässige Handlung der gute Ruf einer Apotheke für lange Zeit vernichtet werden kann. Ein ehrenhafter Mann wird gewiss dem ihm geschenkten Vertrauen nach Kräften zu entsprechen suchen.

IV. Der Receptarius; der Defectarius; der Laborant; der Provisor.

In grössern Apotheken findet Arbeitsvertheilung unter dem dienenden Personal statt, so dass mindestens für einen bestimmten Zeitabschnitt ein und derselbe Gehülfe eine gewisse Abtheilung des Geschäfts verwaltet. Es ist diess nicht bloss für den geregelten Geschäftsgang selbst erspriesslich, indem dadurch grössere Ordnung und Raschheit in den Betrieb des ganzen Geschäftes gebracht wird, sondern es bekommen auch die Arbeitenden selbst eine grössere Uebung und Gewandtheit.

So beschäftigt sich der Receptarius mit der Annahme, Anfertigung und Abgabe der ärztlichen Verordnungen, der Recepte, und unter ihm ein Lehrling, den er vom Leichtern zum Schwerern übergehend unterweist. Der sogenannte Handverkauf in den Apotheken, d. h. der Verkauf von Apothekerwaaren auf mündliches Verlangen des Publikums, der in manchen Orten sehr bedeutend ist, wird nach Maassgabe der Verhältnisse von den Lehrlingen und von den Gehülfen besorgt. Die Gefässe, welche beim Verbräuche ihres Inhaltes leer geworden sind, werden, um keine Hemmung bei der Zubereitung und Abgabe von Arzneien eintreten zu lassen, an einen besondern Ort in der Officin gestellt und zu gewissen Zeiten, gewöhnlich Morgens und Abends, wieder in den Vorrathsräumen angefüllt. Der Gehülfe, dem dieses Geschäft anvertraut

ist, heisst *Defectarius*, und der Tisch, auf welchen die zu füllenden Gefässe gestellt werden, *Defecttisch*.

Die Arbeiten im Laboratorio werden unter Aufsicht des Apothekenvorstandes von einem Gehülfen verrichtet, der den Namen *Laborant* führt. In grössern Apotheken werden demselben Lehrlinge zugesellt, auch hat er noch gewöhnliche Arbeiter zu gröbern Verrichtungen, zum Zerschneiden und Zerstoßen, zum Anbringen von Kohlen und dergleichen mehr zu seiner Hülfe. In kleinern Apotheken beschränken sich alle diese verschiedenen Arbeiten auf ein kleines Personal, so dass der *Principal* sich nicht selten selbst mit einem Gehülfen oder Lehrlinge derselben zu unterziehen hat, da hier seine Thätigkeit weniger für andere, bei einem grösseren Geschäft vorhandene Obliegenheiten in Anspruch genommen ist.

Unter der Benennung *Apotheker* versteht man gewöhnlich den Besitzer oder den Dirigenten einer Apotheke. Vertritt diese Stelle ein examinirter Gehülfe, so wird er *Provisor* genannt. In Deutschland pflegt man auch die Gehülfen häufig *Provisoren* zu nennen, obgleich denselben dieser Name nicht zukömmt; in Russland findet jedoch zwischen dem Range der Gehülfen, *Provisoren* und *Apotheker* ein wesentlicher Unterschied statt, wie bereits früher angeführt worden ist. Hier darf nur der *Provisor* und der *Apotheker* eine Apotheke administrieren, nicht der examinirte Gehülfe.

V. Die Apotheke mit ihren Räumen.

Apotheke wird gemeinhin das Gebäude genannt, in welchem die Arzneibereitung und der Verkauf der Arzneien stattfindet; doch versteht man hierunter auch ganz besonders das Zimmer, in welchem die Recepte angefertigt und die Arzneiwaaren verkauft werden. Das Gebäude enthält ausser den zur Wohnung des Dienstpersonals und des Besitzers und den zur Wirthschaft erforderlichen Räumen, noch folgende Lokalitäten zur Betreibung des Apothekergeschäftes: 1) Die *Officin*, 2) das *Laboratorium*, 3) die *Stosskammer*, 4) den *Keller* oder das *Gewölbe*, 5) die *Materialkammer*, 6) die *Pulverkammer*, 7) den *Kräuterboden* und *Wurzelboden*, auch wohl noch ein besonderes Zimmer für die *Saamen* und eines dergleichen für die *Blumen*.

1) Die *Officin*.

Officin heisst der Ort, wo Recepte angefertigt und Arzneiwaaren aller Art an das Publikum abgegeben werden. Sie enthält von allen Arzneiwaaren kleine Vorräthe, nach Massgabe ihrer Beschaffenheit, in hölzernen Büchsen und Kästen, oder in Gläsern und Porzellangefässen, und zwar das Aehnliche und Gleichartige stets beisammen, gewöhnlich in alphabetischer Ordnung aufgestellt. So findet man die *Wurzeln* bei-

sammen in alphabetisch geordneten Kästen, ebenso die Kräuter und Blumen, die Rinden, Harze, Gummiharze, Saamen in hölzernen Büchsen; die Salben in Porzellanbüchsen, die Säfte in Porzellanflaschen, die Tincturen in Gläsern, Präparate und feinere, wirksame Pulver ebenfalls in Gläsern, die Pflaster in hölzernen Kästen etc. Alles muss so geordnet und aufgestellt seyn, dass man einen leichten Ueberblick bekommt und beim Gebrauche das Verlangte sogleich auffinden kann. Der Inhalt eines jeden Gefässes ist deshalb durch deutliche Aufschriften angezeigt.

Die Officin enthält wenigstens zwei Tische. Der eine ist zum Handverkauf, der andere aber lediglich zur Anfertigung von Recepten bestimmt und heisst deshalb auch Receptirtisch. Er muss alle zur schnellen Darstellung der Recepte nothwendigen Utensilien, als Waagen, Löffel, Spatel, Kapseln, Gläser, Büchsen, Scheerbindfaden, Papier etc. enthalten. In seiner Nähe müssen Wasser, Handtücher und die am häufigsten bei der Receptur gebraucht werdenden Präparate (das sogenannte Corpus chemicum) placirt seyn, damit die schnelle Anfertigung der Arzneyen auf keine Weise behindert werde.

Reinlichkeit und Ordnung müssen überall in der Officin hervorblicken, damit schon dadurch die Gewissenhaftigkeit und Pünktlichkeit der Geschäftsverwaltung hervortrete und das Publikum Vertrauen gewinne. Gebrauchte und beim Arbeiten unsauber gewordene Gegenstände müssen sogleich entfernt, oder einstweilen an Orte gelegt werden, wo sie den Augen des Publikums entzogen sind.

2) Das Laboratorium.

Das Laboratorium grenzt gewöhnlich an die Officin, oder es stösst mindestens ein Raum an dieselbe, in welchem Decocte und Infusa zubereitet werden, und wo auch Geräusch gebende Arbeiten, wie das Zerschneiden oder Zerstoßen kleiner, bei der Receptur verbraucht werdender Gegenstände vorgenommen werden. Das Laboratorium selbst muss hell, geräumig und mit allen den verschiedenen zur Darstellung der pharmaceutisch-chemischen Präparate erforderlichen tragbaren und feststehenden Wind-, Kapellen-, Blasen-, Reverberir-, Abdampf-, Trocken-Oefen etc. versehen seyn; auch muss es die im Laboratorio häufig gebraucht werdenden Instrumente enthalten. Gläserne und porzellanene Geräthschaften nur wenige; sie werden in andern Räumen zweckmässiger aufbewahrt und nach dem Gebrauche dahin zurückgebracht, mit Ausnahme derer, die man täglich oder öfterer nöthig hat. Auch hier muss Reinlichkeit und Ordnung herrschen. Jeder gebrauchte Apparat muss bald wieder an seinen Ort gebracht werden, damit nicht Anhäufungen von Geräthschaften und unfertigen Präparaten entstehen, die dem geregelten Fortgange des Geschäftes hinderlich sind und Verwechslungen oder andere Ungehörigkeiten herbeiführen.

3) Die Stosskammer.

Sie befindet sich in der Nähe des Laboratoriums. Es ist ein Raum, der zum Pülvern und Zerschneiden von Wurzeln, Rinden, Kräutern etc.

bestimmt ist, und zu diesem Behufe Mörser aus Eisen und Messing, Pulver- und Beutemaschinen, Schneide- und Hackbreter, auch wohl Presse etc. enthält. Die Siebe befinden sich in einer geschlossenen Abtheilung der Stosskammer, oder in einem angrenzenden kleinen Raume.

4) Die Kohlenniederlage.

Ohnfern des Laboratoriums befindet sich auch die Kohlenniederlage; am zweckmässigsten wird hiezu ein Keller oder ein gesondertes Gewölbe benutzt.

5) Der Keller.

Der Keller enthält die Salben, die destillirten Wasser, die Tincturen, die Oele, und alle diejenigen Arznei- und Waarenvorräthe, welche zur Aufbewahrung eines kühlen Ortes bedürfen. Es ist hier, wie in der Apotheke, das Gleichartige nach dem Alphabet geordnet und mit deutlichen Aufschriften versehen. Der Keller kann auch durch ein kühles, trockenes Gewölbe ersetzt werden.

6) Die Materialkammer.

Die Materialkammer befindet sich gewöhnlich im zweiten oder im dritten Stockwerke des Hauses und enthält ähnlich der Apotheke, in Kästen, Büchsen, Krügen, Flaschen und Gläsern, theils rohe, kostbarere Materialien, wie Gummien, Gummiharze, Rinden, Wurzeln etc., theils werden auch verschiedene Präparate und Salze, die eines trocknen Ortes zu ihrer Haltbarkeit bedürfen, in derselben aufbewahrt. Ein grosser Tisch, mit Wagen und Gewichten versehen, befindet sich in der Mitte des hellen Zimmers.

7) Der Kräuter-, Wurzel-, Saamen-, Blumenboden.

In grossen Apotheken befinden sich im oberen Theile des Gebäudes besondere Räume für die Kräuter, für die Wurzeln, für die Blumen und für die Saamen. In kleinern Apotheken trifft man diese Vegetabilien jedoch auch wohl in einem Raume beisammen. Jedenfalls muss in letzterem Falle für jede Abtheilung besonders eine gesonderte Stelle angewiesen seyn, wo diese Gegenstände nach dem Alphabete aufgestellt und mit deutlichen Signaturen versehen sind. Sie werden am zweckmässigsten in hölzernen Kästen aufbewahrt, die gut schliessende Deckel haben, um das Hinzukommen von Staub und andern fremden Dingen zu verhindern.

8) Der Trockenboden.

Ein guter, luftiger, gedielter Boden zum Trocknen der frisch eingekauften Vegetabilien ist ebenfalls ein wesentliches Erforderniss einer gut eingerichteten Apotheke. Der Raum wird Trockenboden genannt.

9) Die Pulverkammer.

Da gepulverte Gegenstände beim Herausnehmen, beim sogenannten Einfassen (dem Wiederauffüllen der leeren Gefässe), stäuben, so ist es zweckmässig, die Vorräthe davon in einem besondern Zimmer aufzubewahren, welches dann den Namen der Pulverkammer führt, und die verschiedenen Pulver nach dem Alphabet geordnet in Gläsern oder in hölzernen mit gut schliessenden Deckeln versehenen Kästen enthält. In diesen verschiedenen Räumen müssen sich alle diejenigen Utensilien, z. B. Löffel, Messer, Spatel, Meissel, Trichter etc. befinden, die zur Handhabung der darin vorkommenden Gegenstände erforderlich sind.

10) Räume für starkkriechende und giftige Substanzen.

Starkkriechende Substanzen werden in abgesonderten kleinen Räumen, oder in Schränken am zweckmässigsten aufbewahrt, wie z. B. Moschus und Castoreum, und ebenso die dabei gebraucht werdenden Wagen, Gewichte, Mörser, Spatel etc. Ebenso befinden sich die Gifte in einem besondern Schranke, gut signirt, mit den zu ihrem Gebrauche erforderlichen Geräthschaften, wohlverschlossen. Er heisst der Giftschrank und ist gewöhnlich schon äusserlich mit Warnungszeichen, einem *Noli me tangere* etc. versehen, um beim Gebrauche derselben zur Vorsicht zu mahnen. In der Officin sind kleinere Vorräthe von Giften, sowie drastisch wirkende Arzneystoffe, in besondern verschlossenen Behältern aufzubewahren.

VI. Bücher und Manuale über den Geschäftsgang der Apotheke.

In jeder Apotheke muss sich eine kleine Handbibliothek pharmaceutisch-chemischen Inhalts befinden, welche zur Belehrung der Lehrlinge und Gehülfen, sowie zum Nachschlagen bei zweifelhaften Fällen, ungehindert gebraucht werden kann. Sie enthält Handbücher, Lehrbücher, ein oder einige neue pharmaceutische Journale, insbesondere aber Pharmacopöen, Taxen, die Apotbekerordnung und die Manuale der Apotheke selbst.

Die Apotbekerordnung enthält die vom Staate für das Apotbekerwesen gegebenen gesetzlichen Verordnungen und Bestimmungen, über die Berechtigung zur Haltung einer Apotheke, über Examina, Apotbekenrevisionen etc. und ist das erste Gesetzbuch für den Apotbeker.

Die Pharmacopöe enthält die vom Staate gesetzlich bestimmten Vorschriften zur Bereitung der verschiedenen Präparate und Arzneimittel, die in den Apotheken vorrätbig gehalten und grösstentheils im Laboratorio angefertigt werden.

Die Taxe giebt die gesetzlich bestimmten Preise für die Arzneyen an, nebst den Vorschriften, wie dieselbe in besondern Fällen anzuwenden ist.

Das Giftbuch fasst in sich die vom Staate gegebenen Verord-

nungen über den Giftverkauf, auch werden die verkauften Gifte in dasselbe nach besondern Regeln eingetragen.

Manuale sind geschriebene Handbücher, je nach den verschiedenen Zwecken verschiedenen Inhalts. So kann z. B. ein Manuale Arzneibereitungs Vorschriften enthalten, die nicht in der Landespharmacopöe vorkommen und von Aerzten gegeben worden sind, zur Zubereitung dieses oder jenes Mittels, das sie häufig verordnen, unter einem einfachen Namen verschreiben und dessen jedesmalige einzelne Zubereitung zu viel Zeit erfordern würde. Es kann auch aus andern Pharmacopöen entlehnte Arzneibereitungs Vorschriften enthalten, welche verordnet oder verlangt werden. So ist ein Receptbuch zur Eintragung der Recepte, ein Defectbuch, welches die im Laboratorio anzufertigenden, und ein anderes, welches die angefertigten Präparate enthält, vorhanden; dergleichen ein Waarenbuch, in welches die eingekauften Drogen, die Präparate und die sonstigen Ankäufe für das Geschäft mit Angabe der Preise eingetragen werden.

Ein Kassenbuch wie ein Schuldenbuch hat gewöhnlich der Vorsteher der Apotheke in seinem Verschlusse, doch muss sich ein Manuale für die laufenden Schulden und für andere Notizen ebenfalls in der Apotheke vorfinden, um überall und über alles sogleich Rechenschaft geben zu können.

Besonders zu empfehlen ist die Haltung eines sogenannten Elaborationsbuches. Es giebt nicht nur dem Laboranten Gelegenheit, sich klare Vorstellungen von seinen Arbeiten zu bilden, sondern zwingt ihn auch zur Ordnung und zur genauen Beobachtung aller Umstände bei seinen Beschäftigungen im Laboratorio; es erspart ihm oder andern, die später dieselben Präparate darstellen, manche Mühe und führt zur schärfern Prüfung vieler Erscheinungen, die sonst in Vergessenheit gerathen würden und dadurch nicht selten zu neuen Entdeckungen. In den verschiedenen Rubriken wird über die im Laboratorio dargestellten Präparate berichtet. Die Art der Darstellung, die Quantität der dazu verbrauchten Materialien, die Quantität und Qualität der Producte und die wahrgenommenen Erscheinungen werden in demselben bemerkt. Es könnte in folgender Weise angelegt werden:

Nummer des Präparates.	Datum.	Name des Präparates; Art der Darstellung; Angabe der dazu verbrauchten Materialien; Qualität und Quantität des Productes; Kostenberechnung.	Bemerkungen.
Nro. 12.	Octb. 19.	1) Es wurden 3x 3v grjx Mercurius dulcis dargestellt und dazu verwendet. Unzen Quecksilber Rubel-Kop. „ Quecksilberchlorid — ... — Medicingläser — ... — Kohlen — ... — Summa	Die Gläser waren so oder so beschaffen; sie wurden so oder so tief in die Sandkapelle gesetzt. Die Sublimation begann um ... Uhr und war um ... Uhr beendet etc.
		2) Art der Darstellung. Das Quecksilber wurde in einem Porzellanmörser mit dem Quecksilberchloride unter Besprengen mit Alcohol zusammen gerieben etc.	Waren besondere Erscheinungen wahrgenommen worden, so werden sie angegeben.
		3) Beschaffenheit des Präparats.	

V. Abtheilung.

P H Y S I K.

Einleitung.

1) Wirkungskreis der Physik.

Die Physik beschäftigt sich mit den äussern Eigenschaften der Körper und denjenigen Veränderungen derselben, welche mit sinnlich wahrnehmbarer Bewegung verbunden sind.

2) Körper. Materie. Leerer Raum.

Unter einem Körper versteht man einen mit Materie erfüllten Raum. Materie ist die Substanz oder Masse, aus welcher die verschiedenen Körper zusammengesetzt sind, von welcher Natur sie auch sein mögen. So ist z. B. in einem mit Wasser gefüllten silbernen Becher das Silber die Materie des Bechers und das Wasser die Materie, welche sich in dem Becher befindet. Giessen wir das Wasser aus, so füllt sich der Becher mit Luft, und nun ist die Luft die Materie, welche den Becher anfüllt.

Jeder mit Materie erfüllte Raum hat eine Begrenzung. Wird die Materie aus diesem Raume entfernt, ohne dass die Materie eines andern Körpers in den Raum gelangt, wie diess z. B. der Fall ist, wenn die Luft aus dem Becher mittelst der Luftpumpe entfernt wird, so entsteht ein leerer Raum.

3) Wesen der Materie.

Die Materie ist an und für sich undurchdringlich, und da, wo eine Materie einen bestimmten Raum erfüllt, oder da, wo ein Körper sich befindet, kann kein zweiter sein, ohne den ersten von seiner Stelle zu verdrängen. Wenn z. B. ein mit Luft gefülltes Glas mit Wasser gefüllt werden soll und man taucht es zu diesem Behufe mit der offenen Seite nach unten gekehrt unter die Oberfläche des Wassers eines Wasserbehälters, so kann wegen der den innern Raum des Glases erfüllenden Luft kein Wasser eindringen; kehrt man es aber um, so erblickt man im Wasser aufsteigende Luftblasen, welche das eingedrungene Wasser verdrängt hat, das nun den Raum einnimmt, welchen zuvor die Luft inne hatte.

4) Atome. Körperbildung und Aggregatzustand der Körper.

Eine untheilbare Raumerfüllung wird ein Atom genannt. Die Form und Grösse ist völlig unabhängig von dem Begriffe Atom. Die Materie ist also nicht bis ins Unendliche theilbar.

Durch die Aneinanderlagerung der Atome werden die Körper gebildet, die nach der Anzahl, Grösse und Natur der Atome mit verschiedenen Eigenschaften begabt sind, und in dreierlei Zuständen erscheinen, nämlich fest, wie Steine und Metalle, tropfbarflüssig, wie das Wasser, und elastisch-flüssig oder gasförmig wie die Luft. Diese Zustände werden die Aggregatzustände der Körper genannt (siehe S. 63. Aggregatzustände der Körper).

5) Molekularkräfte.

Der Aggregatzustand der Körper wird durch besondere Kräfte bewirkt: durch eine anziehende Kraft, mittelst welcher die einzelnen Atome eines Körpers zusammen gehalten werden, und durch eine zurückstossende Kraft, welche jener entgegenwirkt und ein Zusammenfliessen der Materie in einem mathematischen Punkte verhindert. Die Anziehungs- und Zurückstossungskraft, oder die Cohäsions- und Repulsionskraft sind also zum Wesen der Materie unerlässlich nothwendig. Die Körper können nur durch ein gewisses Gleichgewicht dieser Kräfte bestehen.

Diese Kräfte, welche fortwährend zwischen den benachbarten Molekülen der Körper thätig sind, werden auch Molekularkräfte genannt.

Das Wort Molekül ist mit dem Ausdruck Massentheilchen identisch und man bedient sich auch desselben, wenn man von kleinen Theilchen redet, aus welchen Körper bestehen, ohne gerade die Untheilbarkeit im Auge zu haben.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

Es giebt gewisse Eigenschaften, welche allen Körpern angehören, gleichviel, welchen Aggregatzustand dieselben auch besitzen mögen und die man deshalb allgemeine oder wesentliche Eigenschaften der Körper genannt hat. Es sind: 1) die Theilbarkeit, 2) die Porosität, 3) die Zusammendrückbarkeit, 4) die Elastizität, 5) die Ausdehnbarkeit.

1) Die Theilbarkeit.

Wenn wir auch annehmen, dass die Körper aus Atomen constituirt sind, also aus Molekülen, wo die Theilbarkeit ihr Ende erreicht hat, so können wir doch die sämmtlichen Körper so ausdehnen, dass ihre Theilchen endlich der sinnlichen Wahrnehmung entschwinden.

Ein Gran Gold lässt sich zu einem Blättchen von mehr als 50 Quadratzoll ausschlagen. Ein Kochsalzkrystall in einem Glase Wasser gelöst, lässt sich durch den Geschmack nicht mehr, wohl aber durch geeignete Reagenzien nachweisen. Ein Tropfen eines ätherischen Oels in einem Zimmer ausgetropft, lässt sich nicht mehr sehen, indem er verdampft und sich in der Luft des Zimmers ausbreitet, obwohl er noch durch den Geruch wahrgenommen wird, was aber, bei einer zu grossen Ausdehnung des Zimmers, endlich auch aufhört. Es hat sich also das Kochsalz, wie das ätherische Oel in ausserordentlich kleine Theilchen ausgedehnt, die wir durch die Sinne nicht mehr wahrnehmen konnten.

2) Die Porosität.

Im ausgedehnten Sinne des Wortes sind alle Körper porös, denn auch die Metalle lassen bei starkem Drucke Flüssigkeiten durch ihre Poren hindurchsickern. Allein man versteht unter Porosität gewöhnlich einen solchen Zustand der Körper, dass zwischen den verschiedenen Theilchen der Körper noch Zwischenräume vorhanden sind, in welche Körper noch ein- oder durchdringen können. So ist ein Schwamm porös, weil er in seine sichtbaren Oeffnungen Flüssigkeiten aufnehmen kann. Ein Stück Kreide in Wasser gelegt, nimmt Wasser in seine Poren auf, wie die Zunahme seines Gewichts darthut, wenn man es vor und nach dem Eintauchen in Wasser wiegt, ebenso ein Stück Holz etc. Ungeleimtes Papier ist porös, es nimmt Flüssigkeiten in seine Zwischenräume auf, lässt sie unter Umständen auch durch seine Poren hindurchfliessen und hält die gröbern in den Flüssigkeiten schwebenden Theile zurück. Das Filtriren und Durchsiehen beruht auf der Porosität der Filter und Sehtücher.

3) Die Zusammendrückbarkeit.

Es ist die Eigenschaft der Körper, sich durch Druck auf ein kleines Volumen zusammenpressen zu lassen. Wolle, Schwamm, Holz und eine Menge anderer Körper lassen sich sichtbar zusammendrücken; aber auch Metalle empfangen durch starke Pressung Eindrücke, wie das Gepräge der Münzen zeigt.

Die Luft und überhaupt die Gasarten lassen sich besonders leicht zusammendrücken; weit weniger jedoch die tropfbaren Flüssigkeiten, so dass das Wasser durch den Druck einer Atmosphäre erst um 45 Milliontheil seines Volums zusammengedrückt werden kann, und ein Messingzylinder von 3 Zoll Dicke der Wände mit Wasser gefüllt erst zersprengt wird, wenn das Wasser in demselben durch einen Druck von 1000 Atmosphären zusammengepresst wird.

4) Die Elastizität.

Die Elastizität nennt man diejenige Eigenschaft der Körper, ihre ursprüngliche Form wieder anzunehmen, wenn die Ursache beseitigt ist, durch welche ihre Form, oder ihr Umfang verändert wurde.

Vorzüglich elastisch ist Kautschuck; auch Elfenbein, Holz und Metalle zeigen einen grossen Grad von Elastizität. Ganz besonders elastisch ist die Luft und alle Gasarten. Sie lassen sich auf ein geringes Volumen zusammenpressen und nehmen nach beseitigtem Drucke ihr früheres Volumen wieder ein.

5) Die Ausdehnbarkeit.

Es ist die Eigenschaft der Körper, unter dem Einflusse der Wärme sich auszudehnen, ihr Volumen also zu vergrössern, nach Entfernung der Wärme aber, also beim Erkalten, sich wieder zusammen zu ziehen.

Wenn wir eine Glaskugel, welche Luft oder eine Flüssigkeit enthält, mit ihrer Mündung unter Quecksilber halten und hierauf die Kugel erwärmen, so wird die Luft oder die Flüssigkeit in der Kugel ausgedehnt, ihr Volumen wird also vergrössert, so dass ein Theil davon aus der Kugel verdrängt wird und sich über dem Quecksilber erhebt. Lässt man nun die Kugel mit ihrer Mündung im Quecksilber wieder erkalten, so steigt das Quecksilber in die Kugel und nimmt den Raum der durch die Wärme ausgedehnten und verdrängten Flüssigkeit oder Luft ein. Eine Metallkugel, die mit Leichtigkeit bei gewöhnlicher Temperatur durch einen Ring fällt, bleibt auf demselben sitzen, wenn man sie stark erhitzt, wodurch sie ausgedehnt und ihr Umfang vergrössert wird.

Zweiter Abschnitt.

A.

Zufällige Eigenschaften und mechanische Kräfte der festen Körper.

Die zufälligen Eigenschaften der Körper hängen von ihrer Verbindung oder ihrer Beziehung zu andern Körpern ab. Gewicht und Farbe z. B. sind solche zufällige Eigenschaften, die nicht wesentlich nothwendig zur Existenz eines Körpers sind. Das Gewicht ist die Wirkung der Anziehungskraft, die Farben sind die Resultate des chemischen Verhaltens der Körper zum Lichte.

1) Die Schwere.

Unter Schwere denkt man sich ein Bestreben der Körper, sich nach dem Mittelpunkte der Erde hin zu bewegen. Dieses Bestreben wird hervorgerufen durch eine Kraft, welche Anziehungskraft genannt wird. Die Anziehungskraft steht mit der Quantität der Materie in einem bestimmten Verhältnisse, so dass sie mit der Zu- oder Abnahme der Materie eines Körpers wächst oder abnimmt. Da nun die Erde aus der grössten Quantität der Materie im Verhältniss zu den auf der Erde befindlichen Körpern besteht, so muss nothwendig ihre Anziehung die stärkste sein, sie muss alles nach sich hinziehen. Deshalb fällt auch ein Körper, wenn er nicht unterstützt ist, auf die Erde, und ein Körper aus einer grössern Quantität Materie bestehend ist schwerer, als ein Körper von einer geringern Quantität Masse, er wird von der Erde stärker angezogen als letzterer.

2) Absolutes und spezifisches Gewicht. Der Schwerpunkt.

Die Kraft, mit welcher ein Körper auf seinen Unterstützungspunct drückt (eine Folge der Anziehungskraft der Erde zur Materie des Körpers), heisst sein Gewicht. Wird dabei auf sein Volumen keine Rücksicht genommen, so heisst es sein absolutes Gewicht.

Der Punct, welcher den Körper unterstützt, um welchen herum folglich alle Theile im Gleichgewichte stehen müssen, heisst sein Schwerpunkt.

Der Körper fällt, sobald sein Schwerpunkt nicht unterstützt ist. Er fällt, wenn eine senkrechte durch den Schwerpunkt gezogene Linie nicht mehr durch die Unterstützungsfläche geht. Je grösser deshalb die Unterstützungsfläche ist und je näher ihr der Schwerpunkt liegt, um so fester steht ein Körper.

Nimmt man bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes eines Körpers auch auf seinen Umfang Rücksicht, so bekommt man seine Dichtigkeit, seine Eigenschwere, oder sein specifisches Gewicht. Hierbei muss man jedoch die Dichtigkeit eines Körpers als Einheit annehmen.

Zur Bestimmung des Gewichtes der Körper wendet man bestimmte Einheiten an, die man Gewichte nennt. In Frankreich ist die gesetzlich bestimmte Einheit des Gewichtes der Gramm. Es ist das Gewicht eines Kubikcentimeters reinen Wassers im Zustande seiner grössten Dichtigkeit. In den meisten andern Ländern hat man das Pfund mit seinen Unterabtheilungen.

Das Instrument, mittelst welchem Gewichtsbestimmungen gemacht werden, heisst Wage.

3) Der Fall fester Körper.

Im luftleeren Raume fallen alle Körper mit gleicher Geschwindigkeit. Ein Stück Silber von 100 Pfd. fällt nicht schneller als eine Pflaumfeder; anders ist jedoch der Fall der Körper in der atmosphärischen Luft.

An und für sich haben die Körper weder ein Bestreben zu fallen, noch sich irgendwie zu bewegen, sondern es geschieht diess in Folge der Anziehungskraft. Diese Kraft aber steht mit der Quantität der Materie, die sie bewegt, in einem bestimmten Verhältnisse, d. h. ein Körper, welcher aus 1000 Theilchen Materie besteht, erfordert zu seiner Anziehung in der nämlichen Zeit 10 mal so viel Anziehungskraft als einer, der nur 100 Theilchen Materie enthält. So zeigt sich die Anziehungskraft der Erde gegen die Körper im luftleeren Raume. Im lufteerfüllten Raume aber stellt sich die Luft entgegen, welche der fallende Körper erst aus ihrer Stelle verdrängen muss, wobei er derselben einen Theil seiner Bewegung mittheilt.

Die Pflaumfeder fällt daher in der Luft in schräger Richtung, während das Silber senkrecht herabstürzt.

Noch auffallender ist der Unterschied, wenn man Körper in einer Flüssigkeit fallen lässt, welche dichter als die Luft ist, z. B. in Wasser.

Der Widerstand, welchen die Luft oder das Wasser dem Falle der Körper entgegensetzt, steht im Verhältnisse zu ihrer Oberfläche und nicht zu ihrem Gewichte, so dass selbst die schwersten Körper befähigt werden können, eine Zeit lang in der Luft zu schweben, wenn man ihrer Oberfläche eine gehörige Ausdehnung giebt. Wird ein Metall z. B. zu einem feinen Blättchen ausgeschlagen, so dass es zu seinem Gewichte eine grosse Oberfläche darbietet, so wird sein Fall durch den Widerstand der Luft bedeutend verlangsamt. Schlägt man das Metall zu einer Schale aus, so sinkt es auch nicht mehr im Wasser unter, sondern schwimmt auf demselben. Die Geschwindigkeit des Falls ist je nach der Dichtigkeit der Körper eine verschiedene; ebenso nach der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft. Die Geschwindigkeit eines ohne Hinderniss fallenden Körpers wächst nach den ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 etc., so dass z. B. ein Körper, der in der ersten Sekunde 18 Fuss fällt, in

der zweiten 3 mal, in der dritten 5 mal, in der vierten 7 mal, in der fünften 9 mal, in der sechsten 11 mal so weit als in der ersten fällt, so dass also dieser Körper in sechs Sekunden einen Raum von 648 Fuss durchfallen wäre, denn man hat nur die Sekunden und die Anzahl der Fusse zu addiren, welche er in der Fallzeit durchlaufen muss, um das Resultat zu erhalten. Der Körper fällt z. B.

in der 1 sten Sekunde	18 Fuss tief,
„ „ 2 ten „ „ 3 × 18 = 54	„ „
„ „ 3 „ „ 5 × 18 = 90	„ „
„ „ 4 „ „ 7 × 18 = 126	„ „
„ „ 5 „ „ 9 × 18 = 162	„ „
„ „ 6 „ „ 11 × 18 = 197	„ „
folglich in 6 Sekunden	648 Fuss tief.

Es verhalten sich diese Fallräume auch wie die Quadrate der Zeiten, Wenn z. B. die Zeit 4 Sekunden beträgt, so ist der Fallraum $16 \times 18 = 288$ Fuss; bei 5 Sekunden würde er $25 \times 18 = 450$ Fuss und bei 6 Sekunden $36 \times 18 = 648$ Fuss betragen.

Nach diesen Principien lässt sich die Tiefe eines Brunnens, die Höhe eines Thurmes etc. ziemlich genau messen, wenn man einen Stein fallen lässt und mittelst einer Sekunden-Uhr die Zeit wahrnimmt, die er zum Herabfallen braucht.

4) Die Wurfbewegung.

Die Wurfbewegung wird vermehrt oder vermindert, je nachdem ein Körper senkrecht gegen die Erde, oder in horizontaler Richtung mit derselben, oder senkrecht in die Höhe geworfen wird.

Im ersten Falle verbindet sich die Kraft des Wurfs mit der Schwere und die Geschwindigkeit des Wurfs wird vermehrt. Im zweiten Falle begegnen sich die Schwerkraft und die Kraft des Wurfs in dem geworfenen Körper in einem Winkel und in dem Masse als die letztere schwächer wird, nimmt die erstere zu, d. h. nachdem der Körper zufolge der Kraft des Wurfs eine horizontale Linie durchlaufen hat, bildet er eine krumme Linie und sinkt zufolge der überwiegenden Schwerkraft, bis er endlich die Erde erreicht. Im dritten Falle endlich, wo ein Körper senkrecht in die Höhe geworfen wird, erfolgt diese Bewegung lediglich durch die Kraft des Wurfs, doch wirkt derselben die Schwere des Körpers entgegen und die Geschwindigkeit des Aufsteigens nimmt desshalb in demselben Verhältnisse ab, als diejenige des Herabfallens zunimmt, bis sie aufhört und der Körper endlich mit zunehmender Geschwindigkeit die Erde erreicht.

Die ungeraden Zahlen 9, 7, 5, 3, 1 mit dem Quadrate der Zeit der Aufwärtsbewegung multipliziert, geben hier die Höhe des Steigens an.

5) Die Kreisbewegung.

Die Kreisbewegung wird durch zwei gegen einander wirkende Kräfte bedingt, durch die Schwingkraft oder Centrifugalkraft und die Centripetalkraft. Diese beiden Kräfte werden auch Cen-

tralkräfte und ihre Wirkung Centralbewegung oder Kreisbewegung genannt.

Wenn z. B. eine Bleikugel an eine Schnur befestigt schnell um einen Mittelpunkt (Centralpunct) z. B. die Hand bewegt wird, so treibt die Centrifugalkraft die Kugel vom Mittelpuncte fort, die Centripetalkraft dagegen sucht ihn nach dem Mittelpuncte zu ziehen, er beschreibt folglich bei seiner Bewegung einen Kreis, den er aber sogleich verlassen würde, wenn die Centripetalkraft zu wirken aufhörte. Er würde in einer geraden Richtung nach den Gesetzen der Wurfbewegung fortfliegen.

Diese beiden Kräfte, oder die Kreisbewegung, beziehen sich auf mehrere mechanische Operationen, z. B. auch auf die Bewegung des Mondes um die Erde, oder der Planeten um die Sonne, doch kömmt hiebei auch Anziehungs- und Abstossungskraft in Betracht.

6) Die Stossbewegung.

Die Stossbewegung bewirkt entweder eine einfache oder eine zusammengesetzte Bewegung. Treibt eine Kraft einen Körper in derselben Richtung hin, so ist diess eine einfache Bewegung. Wirken von zwei entgegengesetzten Seiten Kräfte auf den Körper ein, so bleibt der Körper in Ruhe, sobald die Kräfte gleich sind, der Körper aber bewegt sich in der Richtung der grössern Kraft, wenn dieselben ungleich sind; er bewegt sich in Folge einer zusammengesetzten Bewegung. Stösst ein durch eine Kraft bewegter Körper auf einen andern, wie z. B. auf dem Billard eine Kugel auf eine andere, so theilt die Erste der Zweiten ihre Bewegung mit, die Zweite wird in derselben Richtung fortgestossen, in welcher die Erste anprallte. Sind die Kugeln von gleicher Grösse, so ist der Stoss central, denn die Linie, nach welcher sich der Mittelpunkt der gestossenen Kugel bewegt, geht durch den Mittelpunkt der stossenden Kugel. Es theilt sich deshalb, wenn man 6—12 solcher Kugeln in eine Linie legt und die unterste in der Linie mit einer Kugel anschlägt, der Stoss durch alle 12 Kugeln hindurchgehend der letzten, der obersten mit, sie wird in gerader Richtung abgestossen, während die andern in Ruhe verharren.

Die Mittheilung der Bewegung erfordert immer eine bestimmte Zeit, bevor sie durch die ganze Masse hindurchgeht. Ist die Kraft sehr gross, so bleibt oft durch die Schnelligkeit der Kraft keine Zeit zur Fortpflanzung der Bewegung. Aus diesem Grunde kann der Stiel einer Thonpfeife, der an beiden Ende an Haaren aufgehängt ist, durch einen raschen Schlag zerbrochen werden, ohne dass die Haare zerreißen. Auf einem auf die Brust gestellten Ambose kann man schmieden, ohne die Brust zu beschädigen; ein auf die Hand gelegter Stein lässt sich durch rasche Schläge zerklopfen, ohne der Hand weh zu thun etc.

Wenn eine Billardkugel gegen eine Ebene gestossen wird, so prallt sie unter demselben Winkel, unter welchem sie gestossen wurde, wieder zurück, so dass der erste, den man den Einfallswinkel nennt, dem letzten, welcher der Zurückprallswinkel heisst, gleich ist.

Von den mechanischen Kräften als Beförderungsmittel der Bewegung.

Es gehören dahin der Hebel, die Rolle, das Rad an der Welle, die schiefe Ebene, die Schraube und der Keil. Sie lassen sich jedoch sämmtlich auf den Hebel und die schiefe Ebene zurückführen.

Bei der Anwendung der mechanischen Kräfte ist zu berücksichtigen:

- 1) Die bewegende Kraft, welche durch Menschen, Thiere, Wasser, Wind oder Dampf gegeben wird.
- 2) Der Widerstand, welchen die Kraft zu überwinden hat, oder die in Bewegung zu setzende Last.
- 3) Der Mittelpunkt oder Unterstützungspunkt der Bewegung und
- 4) Die Geschwindigkeiten der Kraft und des Widerstandes in ihrer Beziehung zu einander.

1) Der Hebel.

Der Hebel ist eine gerade Linie, welche auf einer Unterlage, dem Unterstützungspuncte, Ruhepuncte, Hypomochlion, ruht und sich frei bewegen kann. Denkt man sich diese Linie ohne Schwere, so heisst sie ein mathematischer Hebel.

Die Linien, welche vom Unterstützungspunct ausgehen, heissen die Arme. Liegt der Unterstützungspunct in der Mitte, so ist der Hebel gleicharmig, liegt er etwas entfernt von der Mitte, so heisst er ungleicharmig; beide Hebelarten werden doppelarmige Hebel genannt. Liegt der Unterstützungspunct an einem Ende, so heisst er einarmig. Die Verschiedenartigkeit der Hebel ist also bedingt von der Lage des Unterstützungspunctes, des Hypomochlions, zwischen Kraft und Last.

Zu den gleicharmigen Hebeln gehört die gewöhnliche Wage; einen ungleicharmigen Hebel bildet die Scheere, die Zange, der Hebebaum, die Schnellwage. Ein einarmiger Hebel ist das Ruder, die Zitronpresse, das an einem Ende befestigte Schneidmesser. Hier liegt die Last zwischen dem Ruhepunct und der Kraft, bei dem doppelarmigen Hebel aber liegt der Ruhepunct zwischen Kraft und Last und zwar bei einem gleicharmigen gerade in der Mitte. Wenn die Kraft zwischen dem Ruhepuncte und der Last liegt, so nennt man ihn Wurfhebel, wie den Dreschflügel, die Schleuder, die Bewegung unserer Glieder etc.

Kraft und Last verhalten sich im Gleichgewichte. Liegen sie gleichweit vom Ruhepuncte entfernt, wie z. B. die Schalen einer gleicharmigen Wage, so wird ein Pfund Kraft erfordert, um ein Pfund Last zu heben. Liegt die Last nahe am Unterstützungspuncte, so dass dieser also vom Mittelpuncte der Linie entfernt ist, wie z. B. bei der Schnellwage, so dass ein einarmiger Hebel gebildet wird, so kann man mit einem Pfunde Kraft bis 100 und mehr Pfunde Last bewältigen, je weiter die Kraft vom Unterstützungspuncte fortgerückt wird. Bei der Schnellwage

bildet der Haken, an welchem das Instrument aufgehängt wird, den Unterstützungspunkt. Etwa zwei Zoll davon entfernt, also am Ende des einen 2 Zoll langen Armes befindet sich ein Haken, um Lasten daran zu befestigen, oder eine Schaale, um dergleichen aufzunehmen. Der andere Hebelarm ist zwei Fuss lang und mit Theilstrichen versehen, welche die Kraft gewöhnlich nach Pfunden ausdrücken, wenn man ein kleines Gewicht, etwa 1 Pfd., an einen solchen Theilstrich hängt, so dass dieses Pfundgewicht, wenn man es an das äusserste Ende des Armes anhängt, einer Last von 100 Pfd. am andern Ende in der Wage oder an dem Haken das Gleichgewicht halten kann.

Die Scheere besteht aus zwei in einem gemeinschaftlichen Unterstützungspunkte verbundenen Hebeln. Der Unterstützungspunkt befindet sich da, wo die beiden Arme aneinander geschraubt sind. Die scharfen Theile der Scheere entsprechen der Last, oder sind die widerstrebenden Theile, die Griffe aber entsprechen der Kraft, welche durch die Finger wirkt. Je länger die Griffe und je kürzer verhältnissmässig die scharfen Theile einer Scheere sind, um so leichter schneidet man damit; je näher dem Befestigungspunkte der Arme der zu zerschneidende Körper gelegt wird, um so weniger Kraft ist zu seiner Durchschneidung anzuwenden. Wegen der langen Arme an der Zange im Vergleich mit dem wirkenden Theile hinter dem Unterstützungspunkte, übt die Zange so grosse Kraft aus.

2) Die Rolle.

Man unterscheidet die feste und die bewegliche oder die Zugrolle. Die feste Rolle ist eine um ihre Achse bewegliche, in einem mit der Achse fest verbundenen Kloben eingeschlossene Scheibe, die eine ausgehöhlte Peripherie zur Aufnahme eines Seiles hat. Sie ist dem gleicharmigen Hebel gleich, bei ihrer Anwendung wird an Kraft nichts gewonnen, sondern sie dient nur, dieselbe besser anzubringen oder ihr eine bessere Richtung zu geben.

Die bewegliche Rolle stellt ein System von einarmigen Hebeln dar, deren Länge der Durchmesser der Rolle ist. An einem Ende des Durchmessers liegt die Kraft, am anderen Ende der Ruhepunkt, in der Mitte aber die Last, so dass deshalb hierbei die Kraft stets einer doppelten Last das Gleichgewicht hält.

Eine Verbindung von mehreren Rollen wird ein Flaschenzug genannt. Wenn bei der einfachen Rolle $\frac{1}{2}$ Pfd. Kraft 1 Pfd. Last zu heben vermag, so ist bei Anwendung von zwei mit einander in Verbindung gesetzten Rollen, also bei einem einfachen Flaschenzuge zur Hebung von 1 Pfd. Last nur $\frac{1}{4}$ Pfd. Kraft erforderlich und bei 3 Paar Rollen $\frac{1}{6}$, bei 4 Paar $\frac{1}{8}$ Pfd. nur nöthig, so dass man also das Verhältniss der Kraft zur Last sogleich bestimmen kann, durch die Anzahl der Rollen.

3) Das Rad an der Welle.

Es ist ein Rad mit oder ohne Speichen, welches auf zwei durch Verlängerung seiner Achse gebildeten Zapfen ruht. Wenn die Maschine wagrecht steht, so wird sie Haspel, wenn sie senkrecht steht, Winde genannt. Erstere wird bei Brunnen und Bergwerken, Letztere zur He-

bung von Lasten in hohe Gebäude, bei Pferdewühlen etc. angewendet. An dem Zylinder oder der Welle ist ein Seil befestigt, welches beim Umdrehen des Rades und somit auf der Welle, sich um Letztere wickelt und eine an dem Seile befestigte Last mit in die Höhe zieht. Sie wirkt nach den Gesetzen des ungleicharmigen Hebels.

4) Die schiefe Ebene.

Wenn eine Kugel von einer Höhe in der Luft frei herabfällt, so bewegt sie sich nach den früher angegebenen Gesetzen mit ihrer ganzen Schwerkraft. Rollt sie jedoch auf einer schiefen Ebene, also auf einer Unterlage herab, so geht ein Theil ihrer Schwerkraft verloren, und die noch davon übrige heisst die relative Schwere. Man unterscheidet bei der schiefen Ebene die Basis, die Höhe und die Länge. Je höher die schiefe Ebene und je kürzer die Basis ist, um so grösser ist die relative Schwere einer darauf herabrollenden Kugel, um so schneller rollt folglich die Kugel, um so grössere Kraft muss aber auch wieder angebracht werden, um die Kugel diese Ebene wieder aufwärts zu ziehen. Die Schnelligkeit der Bewegung unterliegt auf der schiefen Ebene, beim Auf- und Abwärtsrollen denselben Gesetzen wie bei der absoluten Schwere, und es verhält sich die Länge der schiefen Ebene zur Höhe, wie die Last zur Kraft. Wenn die schiefe Ebene 6mal so lang als hoch ist, so hält die Kraft einer 6fachen Last auf derselben das Gleichgewicht, so dass also ein Mensch im Stande ist, eine Kugel, ein Fass etc. auf derselben aufwärts zu bewegen, wozu 5 Menschen erforderlich sein würden, um sie senkrecht zu heben. Die Anwendung des Schrotbaums zum Aus- und Einbringen von Fässern in Keller, auf Frachtwagen etc. beruht auf diesem Gesetze.

5) Die Schraube und der Keil.

Beide beruhen auf den Grundsätzen der schiefen Ebene. Der Keil bildet zwei an der Basis mit einander verbundene schiefe Ebenen. Seine Wirkung wächst mit der Zunahme seiner Länge bei gleicher Breite seines Rückens, und er dringt um so leichter in einen Körper ein, je kleiner der Winkel wird, unter welchem seine beiden Seitenflächen zusammengehen. Messer, Säbel, Meissel, Aexte etc. sind Keile.

Die Schraube bildet eine schiefe Ebene, an welcher ein Schraubengang die Länge, die Entfernung zweier Schraubengänge die Höhe, und der Umfang die Basis derselben vorstellt. An der Schraube verhält sich die Kraft zur Last im Gleichgewichte, da die Kraft gleichlaufend mit der Basis wirkt, wie die Entfernung zweier Schraubengänge zum Umfange der Schraubenspindel. Schraubengang wird die um einen Cylinder, der Schraubenspindel, gewundene schiefe Ebene genannt, Schraubenmutter aber die auf der innern Seite eines hohlen Cylinders herumlaufende schiefe Ebene. Es ist entweder die Schraubenmutter oder die Schraubenspindel fest, und häufig wird mit Letzterer noch ein Hebel verbunden, durch welchen sie in Bewegung gesetzt und ihre Kraft verstärkt wird, wie bei den Pressen.

C.

Die Wage.

Man unterscheidet vorzüglich zwei Arten von Wagen, die gleicharmige und die ungleicharmige Hebelwage. Die erste ist genauer als die zweite und wird gewöhnlich in den Apotheken und vom Chemiker zu genauen Gewichtsbestimmungen angewendet. Die Bestandtheile einer gleicharmigen Hebelwage sind: der Wagebalken, der Zapfen, die Scheere oder Unterlage, die Zunge und die Schalen.

Der Wagebalken muss leicht sein und gleichlange Arme haben. Bei feinen Wagen ist er durchbrochen gearbeitet und von Messing, nicht aus Eisen oder Stahl, um das Magnetischwerden zu verhindern. Die Stärke des Wagebalkens muss der Grösse der Belastung entsprechen, damit sich derselbe nicht etwa biege. Eine gute Wage muss bei einer Belastung von 2 Pfd. noch $\frac{1}{8}$ Gran deutlich anzeigen. Sehr feine Wagen müssen bei einer Belastung von $\frac{1}{4}$ Pfd. noch $\frac{1}{64}$ Gran wahrnehmen lassen. Die gewöhnlichen sogenannten Tarirwagen in den Apotheken, welche am Receptirtische an einem festen Punkte aufgehängt sind, sind hinreichend fein, wenn sie bei einer Belastung von 2 Pfd. noch $\frac{1}{2}$ Gran anzeigen.

Die Scheere oder Unterlage besteht bei gewöhnlichen Wagen, bei den sogenannten gleicharmigen Handwagen, aus Stahl, bei feinem Wagen aber aus einer Agatplatte mit polirter Oberfläche, um jede Reibung zu beseitigen, und der Zapfen oder die Schneide ist aus Stahl gefertigt und stark zugeschärft. Die Zunge steht entweder senkrecht auf der Mitte des Wagebalkens, oder bei feinen Wagen ist sie auch wohl nach unten hingerichtet. Die Wageschalen sind gewöhnlich von Messing, doch auch bei kleinen Handwagen in den Apotheken von Horn, um sie zum Abwägen von Gegenständen zu gebrauchen, welche das Messing angreifen würden, wie die Quecksilber- und Schwefelpräparate.

Zur Ermittlung des absoluten Gewichts eines Körpers wird derselbe in die eine Wagschale gelegt und die andere mit soviel von bestimmten Gewichtseinheiten belastet, bis beide Wagschalen sich wieder im Gleichgewichte befinden, wo denn die Summe der Gewichtseinheiten das absolute Gewicht des Körpers ausdrückt. Anders verhält es sich mit der Bestimmung des specifischen Gewichts.

D.

Methoden der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper.

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes oder der Dichtigkeit der Körper, nimmt man die Dichtigkeit eines andern Körpers zur Einheit an, und bedient sich dazu allgemein des Wassers von einer bestimmten Temperatur. Die Dichtigkeit eines Körpers, oder sein specifisches Gewicht giebt alsdann diejenige

Zahl an, welche ausdrückt, um wie viel mal ein Körper leichter oder schwerer ist als ein dem Umfang des Körpers gleichkommendes Volumen Wasser.

Ein Kubikcentimeter Eisen wiegt 7,8, ein Kubikcentimeter Gold 19,258 Gramm, während ein gleiches Volum Wasser nur einen Gramm wiegt; es ist folglich das specifische Gewicht des Eisens 7,8 und das specifische Gewicht des Goldes 19,258.

Zur Ermittlung des specifischen Gewichtes eines Körpers mittelt man das absolute Gewicht eines seinem Volumen gleich grossen Stückes Wasser aus und dividirt mit diesem das absolute Gewicht des Körpers, wo der Quotient das specifische Gewicht ausdrückt.

1) Bestimmung des specifischen Gewichtes tropfbarflüssiger Körper.

a) Mittelst eines Glases.

Man füllt ein tarirtes Glas mit destillirtem Wasser an und bestimmt das absolute Gewicht desselben; hierauf wird das Glas, nachdem es entleert und vollkommen ausgetrocknet worden ist, mit der Flüssigkeit, deren spec. Gewicht ermittelt werden soll, angefüllt und deren absolutes Gewicht bestimmt, worauf man mit dem Gewichte des Wassers in das Gewicht der Flüssigkeit dividirt und zum Quotienten das specifische Gewicht der Flüssigkeit erhält. Z. B. das Glas fasst 400 Gr. Wasser, von der Flüssigkeit aber 500, so ist das spec. Gewicht derselben, wenn 500 mit 400 dividirt wird, 1,25. Hätte das Glas von der Flüssigkeit nur 300 Gran aufgenommen, so würde das spec. Gewicht derselben 0,75 sein, denn $\frac{300}{400} = 0,75$.

Bei diesen Bestimmungen muss die Temperatur stets berücksichtigt werden, da die Körper in höherer Temperatur sich ausdehnen, also ihr Volumen vergrössern, in niedriger Temperatur aber sich zusammenziehen, mithin an Volumen abnehmen.

Man wendet zu diesen Bestimmungen Gläser von verschiedener Form an, und bestimmt ein für alle Mal, wie viel sie von destillirtem Wasser bei einer bestimmten Temperatur aufnehmen können. Die bequemsten Gläser bestehen in einem kleinen Zylinder, der 300 bis 400 Gran Wasser aufnehmen kann und mit einem mattgeschliffenen Rande versehen ist, über welchen man eine mattgeschliffene Glasplatte schiebt; oder es sind Gläser mit enger Mündung, in welche ein gut eingeschliffener Glasstöpsel passt, der in der Mitte durchbohrt ist, damit durch diese Oeffnung der Ueberschuss der Flüssigkeit abfliessen kann, weil sonst beim Verschliessen des Glases dasselbe zersprengt werden würde.

b) Mittelst eines Gastropfens.

Man kann auch mittelst eines festen Körpers das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bestimmen, indem man denselben zuerst in Wasser und hierauf in der zu prüfenden Flüssigkeit untertauchen lässt und dabei beobachtet, wieviel derselbe im Wasser und wieviel er in der Flüssigkeit verliert. Dividirt man nun mit dem Gewichtsverluste im Was-

ser den Gewichtsverlust in der Flüssigkeit, so giebt der Quotient das specifische Gewicht der Flüssigkeit an.

Man wendet hiezu einen Gastropfen an, den man an einem feinen Platindrahte oder in dessen Ermangelung an einem Menschen- oder Pferdehaare befestigt, wenn sonst die Flüssigkeit nicht ätzend ist und zerstörend auf das Haar wirkt, hängt denselben an einem Häkchen, welches am untern Theile der Wagschale angebracht ist, auf, und bestimmt zunächst sein absolutes Gewicht. So wie man ihn nun in ein darunter gestelltes Gefäß mit einer Flüssigkeit tauchen lässt, so hebt sich die Wagschale und muss mit so viel Gewichten belastet werden, bis der Gastropfen ganz untergetaucht, und das Gleichgewicht der Wage wieder hergestellt worden ist. Bei dem Eintauchen wird ein dem eingetauchten Gastropfen an Volumen gleiches Volumen der Flüssigkeit verdrängt, dessen absolutes Gewicht die zum Eintauchen aufgelegten Gewichte ausdrücken. Lässt man ihn nun erst in Wasser und hierauf in die zu untersuchende Flüssigkeit eintauchen, so hat man nur nöthig, mit dem Wassergewichte das Flüssigkeitsgewicht zu dividiren, um das absolute Gewicht der Letzteren zu bekommen.

Je dichter und schwerer eine Flüssigkeit ist, um so weniger leicht sinkt der Gastropfen in dieselbe ein und mit um so mehr Gewicht muss die Wagschale, an welcher er befestigt ist, belastet werden. Wenn z. B.

Dar Gastropfen im Wasser 535 Gran,
in einer Kalilösung aber 660 Gran verliert,

so ist das spec. Gewicht der Kalilösung 1,122, denn $\frac{660}{535} = 1,233$ oder
 $535 : 660 = 1000 : X$.

c) Mittelst der Aräometer oder Senkwagen.

Aräometer oder Senkwagen sind entweder mit Gewichten oder mit Skalen versehen.

1) Die Senkwagen mit Gewichten heissen auch Gravimeter, bestehen aus einem hohlen Cylinder von Blech, Silber oder Glas, welcher unten mit einem konischen, vertieften Senker versehen ist, um den Cylinder im Wasser senkrecht zu halten, oben aber ein mit einem Schüsselchen versehenes 2—3 Zoll langes Stielchen enthält, das in der Mitte eine Marke hat. Das Instrument ist leichter als Wasser und man kann mittelst desselben das spec. Gewicht von Flüssigkeiten und von festen Körpern bestimmen, doch geben sie selten vollkommen genaue Resultate. Soll mit diesem von Nicholson erfundenen Gravimeter das Gewicht einer Flüssigkeit bestimmt werden, so taucht man dasselbe zuerst in Wasser und belastet es auf dem Schüsselchen mit so viel Gewichten, bis es zu der in der Mitte des Stielchens befindlichen Marke eingesunken ist. Dieses Gewicht nebst dem absoluten Gewichte des Gravimeters, welches man vorher auf einer Wage bestimmt hat, drückt das Gewicht eines dem Instrumente gleich grossen Volums Wasser aus. Nun taucht man das Instrument in die zu prüfende Flüssigkeit und belastet es im Schälchen abermals mit Gewichten, bis es wieder zur Marke

des Stielchens eingesunken ist. Diese Gewichte zu dem absoluten Gewichte des Gravimeters addirt, geben das Gewicht eines dem Gravimeter gleich grossen Volums der Flüssigkeit. Wird jetzt mit dem Gewichte des Wasservolums in das Gewicht des Flüssigkeitsvolums dividirt, so drückt der Quotient das specifische Gewicht der Flüssigkeit aus. z. B.

das absolute Gewicht des Gravimeters ist **850** Gran.

Bis zum Eintauchen an die Marke des Stielchens in destillirtem Wasser braucht es **430** Gran; in der zu prüfenden Flüssigkeit aber nur **360** Gran. **850** zu **430** addirt, giebt **1280** oder das absolute Gewicht eines dem Instrumente gleichen Volums Wasser; **850** zu **360** addirt giebt aber **1210** oder das absolute Gewicht eines dem Instrumente gleichen Volums der Flüssigkeit. Wird nun **1210** mit **1280** dividirt, so giebt der Quotient das specifische Gewicht der Flüssigkeit, welches in dem vorliegenden Beispiele **0,94** ist.

Zur Bestimmung fester Körper braucht man das absolute Gewicht des Gravimeters nicht zu kennen, sondern nur das Gewicht, welches erforderlich ist, um es bis zur Marke des Stielchens in destillirtem Wasser eintauchen zu lassen. Dieses Gewicht merkt man sich ein für allemal an und nennt es das Normalgewicht. Es sei z. B. dieses Normalgewicht **350** Gran. Wird nun ein fester Körper auf das Schälchen gelegt und hierauf das Gravimeter wieder durch aufgelegte Gewichte bis zum Eintauchen an die Marke des Stielchens gebracht und werden diese Gewichte vom Normalgewicht subtrahirt, so bekommt man das absolute Gewicht des festen Körpers. Nun wird der Körper in die Vertiefung des Senkers gelegt, das Instrument abermals in Wasser untergetaucht und das Schälchen mit Gewichte belegt, bis das Gravimeter bis zur Marke des Stielchens einsinkt. Dieses Gewicht beträgt mehr als das vorige und subtrahirt man von diesem das vorige, so giebt die Differenz den Gewichtsverlust des Körpers im Wasser an.

Z. B. das Normalgewicht des Gravimeters ist **350** Gran. Nach dem Auflegen des festen Körpers auf das Schälchen sind noch **15** Gran erforderlich. Das absolute Gewicht des Körpers ist also **335**, denn $350 - 15 = 335$.

Wird nun der Körper in die Vertiefung des Senkers gelegt, so sind zum Eintauchen des Instrumentes **70** Gran erforderlich. Es verliert also beim Wägen im Wasser mit dem Körper **70** Gran, oder ein dem Körper gleich grosses Volum Wasser wiegt **70** Gran, denn beim Eintauchen des Körpers in Wasser wird ja ein solches verdrängt. Dividirt man nun mit dem Gewichte des Wassers, also mit **70**, das Gewicht des Körpers, also **335**, so giebt der Quotient das spec. Gewicht desselben, nämlich $4,78$, dann $70 : 335 = 1000 : 4,78$.

bb) Das Skalen-Aräometer.

2) Die Aräometer mit Skalen werden jetzt nur aus Glas angefertigt und bestehen entweder aus cylindrischen Glasröhren oben und unten zugeschmolzen und im Innern am obern Theile mit einer Skale versehen, oder die Glasröhre, welche die Skale enthält, ist unten bauchig und mit einem Senker versehen, der sie zwingt in der Flüssigkeit senkrecht zu schwimmen.

Sie können nur zu Bestimmung der spec. Gewichte von Flüssigkeiten angewendet werden, und müssen stets leichter als diese selbst sein. Die Skale giebt beim Eintauchen des Instruments sogleich das specifische Gewicht der Flüssigkeit an, oder auch wohl die Procente bei Lösungen von festen, oder gasigen Körpern in Wasser, oder bei Mischungen von Weingeist mit Wasser die Procente des Weingeistes der Flüssigkeit. Ihre Construction beruht auf hydrostatischen Gesetzen, nach welchen ein schwimmender Körper von unveränderlichem Gewichte in leichtern Flüssigkeiten tiefer, in schwerern weniger tief eintaucht. Da nun die Wärme die Körper ausdehnt, mithin dünner und leichter macht, so ist bei Anwendung der Aräometer stets die Temperatur, bei welcher diese Instrumente anzuwenden sind, und die auf der Skale bemerkt ist, nie ausser Acht zu lassen. Beaumé, Beck, Meissner, Richter, Tralles und andere haben solche Instrumente angefertigt und für verschiedene Flüssigkeiten empfohlen. Für Weingeist bestimmte Aräometer werden Alkoholometer genannt. Die Skale drückt hiebei sogleich den Gehalt an wasserfreiem Alkohol entweder nach Volum- oder nach Gewichtsprocenten aus. Die Aräometer für Säuren, Alkalien, Salzlösungen etc. geben gewöhnlich das specifische Gewicht solcher Lösungen an. Da das Beaumé'sche Aräometer noch sehr häufig gebraucht und der Gehalt der Lösungen nach dessen Graden angegeben wird, so theile ich hier die von Huss entworfene Reductionstabelle der Grade des genannten Instrumentes auf das specifische Gewicht mit.

Reductionstabelle der Beaumé'schen Aräometergrade auf das specifische Gewicht.

Für Flüssigkeiten, welche leichter als Wasser sind.

Beaum. Grade	spec. Gewicht	Beaum. Grade	spec. Gewicht	Beaum. Grade	spec. Gewicht	Beaum. Grade	spec. Gewicht
62	0,7251	49	0,7821	36	0,8428	23	0,9151
61	0,7314	48	0,7866	35	0,8479	22	0,9212
						21	0,9274
60	0,7354	47	0,7911	34	0,8531	20	0,9336
59	0,7394	46	0,7956	33	0,8584	19	0,9399
58	0,7435	45	0,8001	32	0,8638	18	0,9462
57	0,7476	44	0,8047	31	0,8693	17	0,9526
56	0,7518	43	0,8093	30	0,8748	16	0,9591
55	0,7560	42	0,8139	29	0,8804	15	0,9657
54	0,7603	41	0,8186	28	0,8860	14	0,9724
53	0,7646	40	0,8233	27	0,8917	13	0,9792
52	0,7689	39	0,8281	26	0,8974	12	0,9861
51	0,7733	38	0,8329	25	0,9032	11	0,9930
50	0,7777	37	0,8378	24	0,9091	10	1,0000

Für Flüssigkeiten, welche specifisch schwerer als Wasser sind.

Beaum. Grade	sp. Ge- wicht	Beaum. Grade	sp. Ge- wicht	Beaum. Grade	sp. Ge- wicht	Beaum. Grade	sp. Ge- wicht	Bea. Gr.	sp. Ge- wicht
0	1,0000	15	1,1155	30	1,2612	45	1,4501	60	1,7019
1	1,0070	16	1,1240	31	1,2724	46	1,4645	61	1,7220
2	1,1041	17	1,1326	32	1,2838	47	1,4792	62	1,7427
3	1,0213	18	1,1414	33	1,2954	48	1,4942	63	1,7640
4	1,0286	19	1,1504	34	1,3071	49	1,5096	64	1,7858
5	1,0360	20	1,1596	35	1,3190	50	1,5253	65	1,8082
6	1,0435	21	1,1690	36	1,3311	51	1,5413	66	1,8312
7	1,0511	22	1,1785	37	1,3434	52	1,5576	67	1,8548
8	1,0588	23	1,1882	38	1,3559	53	1,5742	68	1,8790
9	1,0666	24	1,1981	39	1,3686	54	1,5912	69	1,9038
10	1,0745	25	1,2082	40	1,3815	55	1,6086	70	1,9291
11	1,0825	26	1,2184	41	1,3947	56	1,6264	71	1,9548
12	1,0906	27	1,2288	42	1,4082	57	1,6446	72	1,9809
13	1,0988	28	1,2394	43	1,4219	58	1,6632	73	2,0073
14	1,1071	29	1,2502	44	1,4359	59	1,6832	74	2,0340
								75	2,0610

?) Bestimmung des specifischen Gewichtes von Gasarten.

Man dividirt das absolute Gewicht des Volums einer Gasart mit dem absoluten Gewichte eines dem Volumen der Gasart gleichen Volumen Wasser, wo man zum Quotienten das spec. Gewicht der Gasart erhält; dabei ist aber die Temperatur und die Tension der Dämpfe zu berücksichtigen.

Ein gläserner, mit einem Hahne versehener Ballon wird auf der Luftpumpe, so weit als thunlich, luftleer gemacht und in diesem Zustande gewogen. Man füllt ihn hierauf mit destillirtem Wasser von bekannter Temperatur an, wiegt ihn abermals und subtrahirt von diesem Gewichte das vorige, wodurch man das Gewicht eines Volums Wasser bekommt gleich dem innern Raume des Ballons. Wird nun der Ballon mit der zu prüfenden Gasart gefüllt, abermals gewogen, und von diesem Gewichte das Gewicht des luftleeren Ballons subtrahirt, so bekommt man das absolute Gewicht eines dem Inhalte des Ballons gleich grossen Volums der Gasart, welches man mit dem Gewichte des Wasservolums dividirt, um das spec. Gewicht derselben zu erhalten.

So wie man aber bei der Bestimmung des spec. Gewichtes fester und tropfbarflüssiger Körper das Wasser als Einheit annimmt, so bedient man sich der atmosphärischen Luft bei der Bestimmung der Dichtigkeit der Gasarten als Einheit, zumal die Dichtigkeiten der gasförmigen Körper nur gering sind, um ihre Unterschiede recht bemerklich zu machen. Der Ballon und die Gase müssen bei diesen Bestimmungen vollkom-

men trocken sein, und eben so muss hiebei die Temperatur berücksichtigt werden. Man macht mittelst der Luftpumpe einen gläsernen Ballon, der mit einem gut schliessenden Hahne versehen ist, luftleer, tarirt ihn, lässt ihn hierauf mit trockener Luft durchs Oeffnen des Hahnes sich füllen und bestimmt nun das Gewicht der eingedrungenen atmosphärischen Luft, das man sich ein für allemal nebst der Temperatur anmerkt. Wird nun der Ballon abermals auf der Luftpumpe entleert und hierauf mit der zu prüfenden Gasart gefüllt und gewogen, so bekommt man das Gewicht eines dem Inhalte des Ballons gleich grossen Volums der Gasart, das man nun mit dem Gewichte des Volums der atmosphärischen Luft dividirt. Z. B.

Der luftleere Ballon soll 100,690 Gran wiegen, mit atmosphärischer Luft gefüllt aber 100,760 Gran. Das Gewicht der Luft, welche der Ballon aufgenommen hat, beträgt mithin 70 Gran. Ist nun das Gewicht des wieder luftleer gemachten und mit einer Gasart gefüllten Ballons 100,810 Gran, so beträgt das absolute Gewicht der im Ballon enthaltenen Gasart 120 Gran. $70 : 120 = 1000 : X$ oder das spec. Gewicht der Gasart ist $\frac{120}{70} = 1,71$.

3) Bestimmung des specifischen Gewichtes von in Wasser löslichen Körpern.

Man wendet hiezu reines Terpentinöl an, experimentirt dann ganz wie mit Wasser, setzt aber bei der Berechnung an Stelle der Einheit des Wassers, oder statt 1000, das specifische Gewicht des Terpentinöls, oder 0,870. Z. B.

Das absolute Gewicht eines Salzes sei 120 Gran;
 der Verlust im Terpentinöle sei 60,5 „
 das spec. Gewicht des Terpentinöls ist 0,870 „

Man multipliziert das spec. Gewicht des Terpentinöls mit dem absoluten Gewichte des Salzes und dividirt das Produkt mit dem Gewichte des verdrängten Terpentinöls. Es verhält sich nämlich das absolute Gewicht des Terpentinöls zu dessen specifischem Gewichte, wie das absolute Gewicht des Salzes zu seinem specifischen Gewichte, also: $60,5 \cdot 0,870 = 120 : (0,870 \times 120 = \frac{104,00}{60,5} =) 1,72$.

4) Bestimmung des specifischen Gewichtes in Wasser unlöslicher, aber darauf schwimmender Körper.

Man befestigt solche Körper an specifisch schwerere, z. B. an ein Stück Metall und zwingt sie dadurch mit unterzutauchen. Das Metall und den Metallfaden aber wiegt man vorher in der Luft und im Wasser und merkt sich diese Gewichte an. Nun wird der Körper, nachdem man sein absolutes Gewicht in der Luft bestimmt hat, an das Metall befestigt und unter dem Wasser gewogen. Von diesem Gewichtsverluste subtrahirt man den schon vorher bekannten Gewichtsverlust des Metalls

und des Metallfadens, wodurch man den Gewichtsverlust des Körpers unter dem Wasser erhält. Dieser Gewichtsverlust ist immer grösser als das absolute Gewicht des Körpers, denn er deutet ja das Gewicht eines dem Körper gleichen Volums Wasser an, und dieser ist ja leichter als Wasser, denn er schwimmt ja für sich allein auf dem Wasser. Wie sich nun dieser Gewichtsverlust zu seinem absoluten Gewichte verhält, so verhält sich auch 1000 zu x oder zu seinem specifischen Gewichte.

Ein Stück Holz wiegt in der Luft	29,5 Gran.
Das Metall und der Draht wiegen in der Luft	1135,
also zusammen	1164,5
Das Metall mit dem Drahte verliert im Wasser	122 Gran.
Metall, Draht und Holz verlieren zusammen im Wasser	172 „
Das Holz verliert folglich allein im Wasser	50 „
Also $50 : 29,5 = 1,000 : (29,5 \times 1000 = \frac{29,5000}{50} =)$	0,59.

5) Bestimmung des spec. Gewichtes pulverförmiger, in Wasser unauflöslicher Körper.

Hiezu wendet man ein Zylindergläschen mit mattgeschliffenem Rande an, das mit einer mattgeschliffenen, schliessenden Glasplatte bedeckt wird, tarirt es, bringt die pulverförmige Substanz hinein und bestimmt deren absolutes Gewicht. Hierauf wird das Gläschen mit Wasser gefüllt und nachdem alle Luftblasen durchs Umrühren mit einem Glasstabe entfernt worden sind, mit der Platte bedeckt und abermals gewogen. Dieser Gewichtsverlust drückt den Gewichtsverlust der pulverförmigen Substanz in Wasser aus, oder er ist gleich dem Gewichte eines Stückes Wasser von dem Volumen der pulverförmigen Substanz. Den Gewichts-Inhalt des Gläschens an reinem Wasser hat man vorher ermittelt. Der Gewichtsverlust der Substanz im Wasser verhält sich zu deren absolutem Gewichte wie 1000 zu x . Z. B.

Das Fläschchen fasst 900 Gran Wasser;

Die pulverförmige Substanz wiegt 75,5 Gran;

Die Substanz zusammen im Fläschchen mit Wasser wiegt 894 Gran. Der Gewichtsverlust beträgt mithin 81 Gran. Folglich $81 : 75,5 = 1000 : 0,93$ dem spec. Gewichte der pulverförmigen Substanz.

6) Bestimmung des spec. Gewichtes in Wasser unauflöslicher, dasselbe aber einsaugender Körper.

Es wird zunächst das absolute Gewicht des trockenen Körpers ermittelt. Hierauf bestimmt man die Gewichtszunahme desselben, nachdem man ihn einige Zeit hat unter Wasser liegen lassen. Endlich wird er im Wasser selbst gewogen, und zu dem dabei sich zeigenden Gewichtsverluste die Gewichtszunahme, welche er durchs Liegen unter Wasser erhielt, addirt.

Das absolute Gewicht des Körpers ist 800 Gran.

Das Gewicht desselben, nachdem er in

Wasser gelegen, 845 „

Dritter Abschnitt.

Mechanische Eigenschaften der tropfbarflüssigen Körper.

Der Grund der Flüssigkeit der Körper liegt in der unendlichen Verschiebbarkeit ihrer Aggregattheilchen, so dass dieselben dem leise-
sten Druck nachgeben. Man theilt sie ein in tropfbarflüssige und
in elastischflüssige. Unter letzteren versteht man gewöhnlich die
atmosphärische Luft und die Gasarten. Die flüchtigen Körper sind weit
mehr dem Einfluss der Schwere unterworfen als die festen Körper. We-
gen Mangel an Cohäsion lassen sie sich nicht zu bestimmten Figuren
gestalten, und geschieht diess durch besondere Kräfte auch für Augen-
blicke, so stellt die Schwere doch bald das Gleichgewicht der einzelnen
Aggregattheilchen wieder her. Die Lehre von dem Gleichgewichte tropf-
barer Körper heisst Hydrostatik; die Lehre von der Bewegung tropf-
barer Körper aber Hydrodynamik. Hydraulik wird derjenige
Theil der Maschinenlehre genannt, welcher Maschinen zum Gegenstande
hat, die entweder Wasser in Bewegung setzen, oder durch Wasser be-
wegt werden.

A. Hydrostatik.

Flüssigkeiten aus gleicher Materie bilden unter glei-
chem Atmosphärendruck eine horizontale Oberfläche in
Gefässen, welche nur durch die Adhäsion der Wände des
Gefässes modificirt wird. Es gründet sich hierauf die Einrichtung
der Nivellirwage oder Wasserwage. In engen Röhren ist die
Oberfläche entweder convex oder concav. Wasser bildet darin, wegen
der Adhäsion des Glases, eine concave Oberfläche, das Quecksilber da-
gegen eine convexe. Sind mehrere Röhren und Gefässe, ihr Durchmes-
ser kann so verschieden sein als er will, mit einander in Verbindung
und es wird in eine der Oeffnungen Wasser gegossen, so verbreitet
sich dasselbe nach allen Krümmungen und Richtungen hin und ist es
zur Ruhe gekommen, so zeigt es bei gleichem Luftdrucke in allen Röh-
ren, in der engsten wie in der weitesten, eine gleiche Höhe (Niveau).
Werden Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten in ein
Gefäss gegeben, so folgen dieselben den Gesetzen der Schwere, die
schwerern nehmen den untern, die leichtern den obern Raum ein.

Werden solche Flüssigkeiten hintereinander in unten communicirende Röhren gegossen, z. B. Quecksilber und Wasser, so ist der Stand dieser Flüssigkeiten ein verschiedener und die Höhe desselben verhält sich umgekehrt wie ihr specifisches Gewicht, so dass einer 100 Linien hohen Wassersäule von einer 7,14 Linien hohen Quecksilbersäule das Gleichgewicht gehalten wird, da das Quecksilber gegen 14mal schwerer als das Wasser ist.

B. Hydrodynamik und Hydraulik.

Die Flüssigkeiten pflanzen einen auf ihre Oberfläche ausgeübten Druck nach allen Richtungen hin gleichmässig fort. Wird ein Gefäss mit Wasser gefüllt und in eine Oeffnung desselben ein Stempel gegeben und mit Gewichten belastet, so ist der durch die Belastung hervorgebrachte Druck nach allen Richtungen hin im Gefässe gleich. Wird in eine Wand des Gefässes eine Oeffnung gemacht und der Druck des Stempels wäre z. B. gleich 100 Pfd., so würde das Wasser, wenn die Oeffnung $\frac{1}{10}$ vom Durchmesser der Oberfläche des Stempels betrüge, unter einem Drucke von 10 Pfd. ausströmen, oder es würde ein Gegendruck von 10 Pfd. angebracht werden müssen, um das Wasser am Ausfliessen zu verhindern; wäre die Oeffnung jedoch gleich dem Durchmesser des Stempels, so würde der Gegendruck 100 Pfd. betragen müssen.

Der Druck, welchen eine Flüssigkeit auf eine horizontale Wasserfläche ausübt, ist gleich dem Gewichte einer Säule von derselben Flüssigkeit, deren Basis der Boden des Gefässes und deren Höhe die vertikale Entfernung vom Boden bis zum Spiegel der Flüssigkeit ist. Es kann mithin durch eine Röhre von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 6 Fuss Höhe derselbe Druck auf den Flüssigkeitsinhalt eines Gefässes, dessen Boden 1 Quadrat-Fuss misst, hervorgebracht werden, als durch eine Röhre von gleicher Höhe, aber von $\frac{1}{2}$ oder ganzen Fuss Durchmesser. Die 6 Fuss hohe, 1 Zoll im Durchmesser haltende Wassersäule übt also auf den Inhalt des Gefässes, dessen Boden 1 Quadratfuss gross ist, einen Druck aus gleich dem Gewichte von 6 Kubikfuss Wasser, also von circa 574 Pfd.

Es beruht hierauf die Einrichtung der Springbrunnen, und der Realschen Presse, in welcher vegetabilische Substanzen durch den Druck einer Wassersäule an auflöselichen Substanzen extrahirt werden. Auch die Brahma'sche Wasserpresse, oder die sogenannte hydraulische oder hydromechanische Presse unterliegt diesem Gesetze. Wird durch eine kleine mit einem Hebel versehene Druckpumpe bei dieser Presse Wasser aus einem Gefässe geschöpft und in einen weiten, festen Cylinder getrieben, in welchem ein gut schliessender Kolben befindlich ist, so wird dieser mit grosser Gewalt in die Höhe gedrückt, und da derselbe oben mit einer festen Platte bedeckt ist, so werden auf dieselbe gelegte Gegenstände nicht nur gehoben, sondern

gegen eine andere darüber befindliche Platte gedrängt und somit zusammen gepresst.

Wenn der Querschnitt des Kolbens der kleinen Pumpe $\frac{1}{100}$ vom Querschnitte des Kolbens im grossen Cylinder beträgt und der kleine Kolben durch eine Kraft von 1 Pfd. niedergedrückt wird, so wird der grosse Kolben durch eine Kraft von 100 Pfd. gehoben. Da nun aber durch Anwendung eines Hebels der Druck mit der Länge des Hebels wächst, so wird der grosse Kolben, wenn man annimmt, dass der Hebel einen Druck von 400 Pfd. ausübt, mit einer Kraft von 40000 Pfd. gehoben werden.

Die Wirkung der hydraulischen Presse wird also bedingt durch das Verhältniss des Querschnitts des Kolbens in der grossen und kleinen Pumpe, durch die Länge des Hebels und die Kraft, welche denselben in Bewegung setzt. Es ist begreiflich, dass der Druck eines solchen Apparates lediglich seine Grenzen findet in der Cohäsion des Metalls, aus welchem er construirt ist, dass er bei zu hohem Drucke zerrissen würde. In den Stearinsäurefabriken, wo in neuern Zeiten die Brahmischen Pressen hauptsächlich Anwendung fanden, wird mittelst derselben gewöhnlich ein Druck von 1000000 bis 1200000 Pfd. ausgeübt, ein Druck, der durch keine andere Presse in so kleinem Raume hervorgebracht werden kann.

C. Hydraulik.

Die Geschwindigkeit des Wassers wird durch den darauf wirkenden Druck bedingt, d. h. das Wasser strömt um so geschwinder, je grösser der Druck ist, der es in Bewegung bringt. Diese Geschwindigkeit verhält sich wie die Quadratwurzel der Wasserhöhe über der Oeffnung eines Gefässes, aus welchem das Wasser strömt. Wenn daher in ein mit Wasser gefülltes Gefäss eine Oeffnung gebohrt wird, so wird das Wasser mit einer um so grösseren Geschwindigkeit aus derselben hervorströmen, je tiefer dieselbe unter dem Wasserspiegel ist.

Bei einer Wasserhöhe von 2 Fuss ist die Geschwindigkeit des Ausströmens 4 Mal so gross, als bei 1 Fuss, bei 3 Fuss ist sie 9 Mal, bei 4 Fuss 16 Mal, bei 6 Fuss 36 Mal so gross etc.

Je grösser bei Flüssen und Kanälen das Gefälle ist, um so rascher ist auch deren Fortbewegung, allein hier wirken die Adhäsion des Bodens und der Uferwände, die Ungleichheit des Gefälles, die Krümmungen etc. sehr störend auf das obige Gesetz ein, denn es geht dadurch ein grosser Theil der bewegendenden Kraft verloren. In einem geraden Kanale ist die Strömung in der Mitte, also fern von den Einflüssen der Adhäsion, grösser als am Boden und an den Seitenwänden. Das aus einem Kanale ausströmende Wasser übt einen um so grösseren Druck auf die sich seiner Ausströmung entgegenstellenden Gegenstände aus, je mehr die Richtung des Kanals eine senkrechte wird. Die Ein-

richtung von Mülh- und anderen Wasserwerken heruht hierauf. Ein Mülhwerk, auf welches das Wasser beinahe senkrecht strömt, wird ein ober schlechdiges genannt, während ein solches, bei welchem die Wassermasse gross genug ist, ein in dieselbe mit der unteren Seite tauchendes Rad in Bewegung zu setzen, ein unterschlechtiges heisst.

grosse Kolben durch eine Kraft von 100 Pfd. Gegeben. Die durch Anwendung eines Hebel's der Druck mit der Länge des Hebel's wächst, so wird der grosse Kolben, wenn man annimmt, dass der Hebel eines Druck von 400 Pfd. ausbleibt, mit einer Kraft von 400000 Pfd. gehoben werden.

Die Wirkung der hydraulischen Presse wird sehr bedingt durch das Verhältnis des Querschnitts des Kolbens in der Presse und des Hebel's, durch die Länge des Hebel's und die Kraft, welche den Kolben in Bewegung setzt. Es ist begreiflich, dass der Druck eines Kolbens in der Presse bedingt seine Grösse durch die Grösse des Hebel's, aus welchem er besteht, und die Kraft, welche den Kolben in der Presse anzuheben, wo in der Presse die Grösse des Kolbens bedingt Anwendung bedingt und nicht umgekehrt. Gewöhnlich sind die 100000 bis 120000 Pfd. ausbleibt, ein Druck, der durch keine andere Presse in so kleinem Räume hervorgebracht werden kann.

C. Hydraulik.

Die Geschwindigkeit des Wassers wird durch den darauf wirkenden Druck bedingt. U. S. das Wasser strömt um so geschwinder, je grösser der Druck ist, der es in Bewegung bringt. Diese Geschwindigkeit verhält sich wie die Geschwindigkeit der Wasserflöhe über der Öffnung eines Gefässes, aus welchem das Wasser abfließt. Wenn daher in ein Gefäss Wasser einfliesst, so wird das Wasser mit einer so grösseren Geschwindigkeit aus demselben hervorstürzen, je höher die Höhe über dem Wasserstand ist.

Bei einer Wassöhe von 2 Fuss ist die Geschwindigkeit des Ausströmens 4 Mal so gross, als bei 1 Fuss, bei 3 Fuss ist sie 6 Mal, bei 4 Fuss 10 Mal, bei 5 Fuss 12 Mal so gross etc.

Je grösser der Höhen und Kanäle das Gefälle ist, um so rascher ist auch deren Fortbewegung, denn hier wirken die Adhäsion des Bodens und der Elavation, die Cohäsion des Gefalles, die Reibung etc. sehr stark auf das obige Gesetz ein, denn es geht U. S. durch ein grösser Theil der beweglichen Kraft verloren. In einem geraden Kanale ist die Bewegung in der Mitte, also fern von den Enden der Adhäsion, grösser als am Boden und an den Seitenwänden. Das mit einem Kanale ausströmende Wasser fließt ein um so grösseren Druck auf die noch seiner Ausströmung entgegenstehenden Gegenstände, als je mehr die Richtung des Kanals eine senkrechte wird. Die Ein-

Vierter Abschnitt.

Mechanische Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

A. Vom Druck der Luft.

Die Luft, welche unsern Erdball bis zu einer Höhe von ohngefähr 9 bis 10 geographischen Meilen umgiebt, besteht aus 79 Vol. Stickgas und 21 Vol. Sauerstoffgas; ausserdem enthält sie veränderliche Mengen von Kohlensäure, etwa 0,001 — 1,004, Wassergas und verschiedene dampfförmige, in derselben verbreitete organische Ausflüsse.

Sie wird Atmosphäre genannt und übt einen bestimmten Druck auf die Erde und die darauf befindlichen Gegenstände aus, denn sie ist gewichtig und kann gewogen werden. Die Grösse dieses Druckes ändert sich für jeden Ort mit seiner Höhenlage über dem Niveau des Meeres. Je höher die Luftsäule ist, unter welcher sich ein Körper befindet, um so grösser ist auch der Druck auf denselben, deshalb ist auf hohen Gebirgen der Luft ein geringerer als in den Thälern, wo die Luftsäule höher ist, als auf den Bergen. In der Nähe des Meeres hält eine Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll Höhe dem Druck einer Atmosphärensäule von gleicher Basis das Gleichgewicht, eben so eine Wassersäule von 32 Fuss Höhe, denn eine Quecksilbersäule von 28 Zoll hält einer Wassersäule von gleicher Basis, von 32 Fuss das Gleichgewicht.

Füllt man eine 30 Zoll lange, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre mit Quecksilber, verschliesst die Oeffnung mit dem Finger, kehrt sie hierauf in einer Schale in Quecksilber um und lässt den Finger los, so sinkt das Quecksilber in der Röhre und bleibt ohngefähr bei 28 Zoll Höhe stehen. Es wird durch den Gegendruck der Luftsäule der Atmosphäre am weitem Herausfallen aus der Röhre gehindert. Wenn man nun den Durchmesser der Quecksilbergrundfläche kennt, so lässt sich das Gewicht, welches das in der Röhre befindliche Quecksilber ausübt, berechnen. Diesem Gewichte entspricht das Gewicht einer atmosphärischen Luftsäule, deren Basis der Quecksilbergrundfläche gleich ist.

Da nun die Atmosphäre nicht überall von gleicher Dichtigkeit ist, in Hochebenen dünner als in tiefen Thälern, und ihr Gewicht mit dem Wechsel der Witterung und der Wärme wechselt, so wird auch bald eine höhere, bald eine niedrigere Quecksilbersäule erforderlich sein, um dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten; das Queck-

silber wird folglich in der Röhre, je nach diesen Umständen steigen oder fallen. Auf diese Verhältnisse gründet sich die Construction eines besondern Instrumentes, welches man Barometer (Luftschweremesser), genannt hat.

B. Das Barometer.

Wenn mittelst des Barometers der Druck der Luft gemessen werden soll, so muss dasselbe reines Quecksilber enthalten und vollkommen luftleer sein. Der über der Quecksilbersäule befindliche Raum ist luftleer und heisst die Toricellische Leere, weil er von Toricelli zuerst wahrgenommen wurde. An dem obern Theile der Röhre befindet sich eine in Zolle und Linien eingetheilte Skale, um den jedesmaligen Stand des Quecksilbers im Barometer (den Barometerstand) ablesen zu können.

Das Barometer wird nicht blos benutzt zu Witterungsbestimmungen, weil die Höhe und Schwere der Luftsäule Einfluss auf die Verhältnisse der Witterung ausübt, sondern auch zu Höhenmessungen, weil das Quecksilber sinkt, wenn man sich damit an einen höher gelegenen Ort begiebt, wegen der dadurch verkürzten Luftsäule, die dem Quecksilber im Barometer das Gleichgewicht hält, und endlich auch bei gasometrischen Untersuchungen.

Man hat den Luftdruck für jeden Quadratfuss auf 2217,6 Pfd. berechnet. Eine Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe und 1 Quadratzoll Grundfläche wiegt 15,42 Pfd.; einen gleichen Druck übt also auch die Atmosphäre bei einem Barometerstande von 28 Zoll Höhe auf jeden Quadratzoll Oberfläche eines Körpers aus. Nimmt man nun an, dass die Oberfläche eines erwachsenen Menschen ohngefähr 14 Quadratfuss beträgt, so befindet sich sein Körper unter einem Atmosphärendruck von 31046,4 Pfd., einem Druck, den er aber nicht wahrnimmt, wegen der Organisation seines Körpers.

Bei Höhenbestimmungen durchs Barometer zeigt das Sinken oder Steigen des Quecksilbers im Barometer um $\frac{1}{10}$ Linie eine Differenz von 7 Fuss an, mithin 1 Zoll aus 12 Linien (jede Linie in 10 Theile getheilt), 840 Fuss. Bei dieser Messung ist jedoch Zeit und Temperatur in Correction zu nehmen.

C. Das Mariottische Gesetz.

Das Volumen der Gase verhält sich umgekehrt wie der Druck, welchem sie ausgesetzt sind.

Die Luft ist elastisch und lässt sich deshalb durch Druck zusammenpressen und durch Beseitigung des Druckes ausdehnen.

Wenn z. B. eine Portion Luft in einer Röhre unter dem Drucke von einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule, also unter dem Drucke von einer Atmosphäre, 12 Zoll hoch steht und ihre Dichtigkeit = 1 gesetzt wird, so wird sie bei einem Drucke von 56 Zoll Quecksilberhöhe, also von 2 Atmosphären, nur noch 6 Zoll hoch stehen und eine Dichtigkeit = 2 haben, folglich doppelt so starke Elastizität besitzen. Bei einem Drucke von 84 Zoll Quecksilberhöhe, oder von 3 Atmosphären, wird ihr Volum nur noch 4 Zoll betragen, ihre Dichtigkeit und Elastizität

ist also dadurch verdreifacht worden etc. Arago und Dulong haben dargethan, dass dieses Gesetz, welches auf das Verhältniss zwischen Druck, Elastizität, Dichtigkeit und Volumen sich gründet und von Mariotte zuerst durch Versuche gefunden wurde, für die atmosphärische Luft bis zu einem Drucke von 27 Atmosphären noch keine Aenderung erleidet.

Die Ausdehnung der Dämpfe von Flüssigkeiten unterliegt demselben Gesetz, allein ihre Dichtigkeit und Elastizität ist an bestimmte Temperaturen gebunden. Um die Stärke der Elastizität eines Dampfes oder Gases zu bestimmen, vergleicht man damit die Höhe einer Quecksilbersäule, welcher jene das Gleichgewicht hält. Wenn man daher sagt, die Elastizität des Wasserdampfes von 100° C. beträgt 28 $\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilberhöhe, so bedeutet diess, dass die in einem verschlossenen Gefässe befindlichen Wasserdämpfe von 100° C. Temperatur einen Druck ausüben, gleich dem einer Quecksilbersäule von 28 $\frac{1}{2}$ Zoll. Wird jedoch der Wasserdampf bei dieser Temperatur auf die Hälfte seines Volumens comprimirt, so verdichtet sich die Hälfte davon zu tropfbarflüssigem Wasser, während die andere Hälfte die vorige Dichtigkeit und Elastizität behält.

D. Die Luftpumpe.

Die Eigenschaft der Luft, sich durch Druck comprimiren und durch Beseitigung des Drucks ausdehnen, also verdünnen zu lassen, wird am anschaulichsten durch ein Instrument, die Luftpumpe, welche besonders durch Otto von Guericke vervollkommenet worden ist, dargethan. Sie besteht aus einem Stiefel, der mit einem gut schliessenden Kolben versehen ist. Am untern Theile des Stiefels befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, deren Verlängerung mit einer Scheibe oder einem Teller in Verbindung steht. Man unterscheidet Hahnluftpumpen und Ventilluftpumpen. Die Letztern sind die bequemsten und für die meisten Versuche ausreichend. Beim Aufziehen des Stempels in dem Kolben öffnet sich ein Ventil am untern Theile des Stiefels und die äussere Luft dringt in den leeren durch das Aufziehen des Stempels im Stiefel gebildeten Raum. Beim Niederdrücken des Stempels schliesst sich dieses Ventil und die dadurch zusammengepresste Luft entweicht durch ein anderes im Stempel befindliches Ventil, welches sich beim Niederdrücken desselben öffnet, aber beim Aufziehen schliesst. Bringt man nun auf den Teller ein Gefäss, z. B. eine Glocke, deren Rand matt geschliffen und mit Fett bestrichen worden ist, damit er auf dem ebenfalls matt geschliffenen Teller der Luftpumpe fest aufsitzt, und wiederholt die Kolbenzüge, so wird allmählig der grösste Theil der Luft aus der Glocke ausgezogen, es entsteht in derselben eine Luftverdünnung, deren Grösse sich durch das Fallen eines damit in Verbindung gesetzten Barometers wahrnehmen lässt. Die grösstmögliche, wenn auch nicht absolute Entfernung der letzten Antheile der Luft lässt sich jedoch nur durch eine Hahnluftpumpe bewerkstelligen, wo das Ventil durch Hähne ersetzt ist, die abwechselnd geöffnet und geschlossen werden können. Auch lässt sich mittelst einer Hahnluftpumpe die Luft comprimiren, d. h. es lässt sich durch dieselbe äussere Luft aufnehmen und durch Niederdrücken des Stempels in ein Gefäss einpressen, die Grösse der Zusammenpressung

aber ebenfalls durch ein damit in Verbindung gebrachtes Barometer bestimmen.

Der Druck, welchen die Atmosphäre ausübt, lässt sich schon dadurch wahrnehmen, dass man eine auf den Teller der Luftpumpe gestellte Glocke nicht mehr abnehmen kann, wenn man einige Kolbenzüge gemacht und dadurch die Luft in der Glocke verdünnt hat. Durch den Druck der Atmosphäre wird dieselbe jetzt fest auf den Teller gepresst. Noch auffallender wird dieser Druck an den sogenannten Magdeburger Halbkugeln wahrgenommen. Zwei messingene Halbkugeln mit einem breiten, vollkommen ebenen, aber matt geschliffenen Rande versehen, so dass sie beim Aufeinanderlegen, nachdem der Rand mit Fett bestrichen, gut schliessen, lassen sich, wenn auch mit einiger Anstrengung, nach dem Zusammenlegen wieder aus einander ziehen. Bringt man sie jedoch mit der Luftpumpe in Verbindung durch eine kurze mit einem Hahne versehene Röhre, welche sich an der einen Halbkugel befindet, und macht sie luftleer, so werden sie durch den Druck der Atmosphäre so stark aneinandergedrückt, dass sie erst durch eine Kraft, welche grösser als der Atmosphärendruck ist, wieder auseinander gerissen werden können. Bringt man unter eine Glocke auf den Teller der Luftpumpe eine schlaife, nur wenig Luft enthaltende Kälberblase, und entleert die Luft aus der Glocke, so dehnt sich die Luft in der Blase, weil nun der äussere Druck beseitigt ist, so stark aus, dass dieselbe nicht nur ganz prall wird, sondern selbst bis zum Zersprengen der Blase gebracht werden kann. Wird ein Schälchen mit Alkohol oder Wasser unter die Glocke gegeben, so entwickelt sich aus dem Wasser die darin enthaltene Luft in kleinen Bläschen und das Wasser kann selbst ins Kochen kommen, d. h. diejenige wallende Bewegung wahrnehmen lassen, welche man gemeinhin das Kochen nennt. Wird in einem hohen Zylinder am obern aufgelegten Deckel eine Pflaumfeder und ein Ducaten befestigt und hierauf der Zylinder luftleer gemacht, so fällt der Ducaten und die Pflaumfeder mit gleicher Geschwindigkeit zu Boden, sobald sie gleichzeitig abgestossen werden, ein Versuch, der das früher beim Fall der Körper Angeführte beweist.

Die Luftpumpe wird in der Chemie und Pharmacie vorzüglich benutzt zum Austrocknen von Gegenständen und zum Verdunsten und Entwässern von Flüssigkeiten, die eine höhere Temperatur nicht vertragen können, ohne sich zu zersetzen. Die unter den chemischen Operationen angeführten Rommershausische Pressen, mein dort angegebener Apparat zur Darstellung der Tincturen und Extracte, beruhen auf dem Principe der Luftpumpe.

Durch die Hahnluftpumpe lässt sich Luft in einem Gefässe comprimiren, aus welchem sie bei Oeffnen des Hahns wieder mit grosser Gewalt entweicht. Es beruht hierauf die Construction und Wirkung der Windbüchse. Durch eine solche Compressionspumpe werden auch Gasarten in Flüssigkeiten gepresst, wie z. B. Kohlensäuregas bei der Darstellung künstlicher Mineralwasser etc.

Durchs Einblasen von Luft mittelst einer engen Röhre in eine zur Hälfte mit Wasser gefüllte Flasche, wird in derselben die Luft so comprimirt, dass durch ihren Druck auf das Wasser, letzteres bei Umkehren

der Flasche mit einiger Vehemenz herausspritzt, die Spritzflasche zum Benetzen der Filter.

Die Saug- und Hebepumpe, sowie die Saug- und Druckpumpe beruhen auf den Principien der Luftpumpe, nur dass hiebei Wasser statt Luft durch den Stempel gehoben und weiter gefördert wird. Wird der Stempel des Stiefels gehoben, so wird das Wasser, wenn der Stiefel durch eine Röhre mit einem Wasser-Reservoir in Verbindung steht, durch den Druck der äussern atmosphärischen Luft in dem Stiefel durch ein sich nach Innen öffnendes Ventil gepresst. Beim Niederdrücken des Stempels schliesst sich das Ventil des Stiefels, dagegen öffnet sich ein im Kolben des Stempels befindliches Ventil, so dass sich nun das im Stiefel befindliche Wasser durch das Kolbenventil begiebt und über denselben ansammelt. Wird der Stempel abermals in die Höhe gezogen, so beginnt das Spiel von Neuem, dabei fliesst aber das über dem Kolben befindliche Wasser aus einer im Stiefel befindlichen Seitenöffnung ab. Da hierbei das Wasser scheinbar aufgesaugt und gehoben wird, so nennt man diese Vorrichtung eine Saug- und Hebepumpe.

Die Saug- und Druckpumpe unterscheidet sich von der Hebepumpe nur dadurch, dass in dem Kolben sich kein Ventil befindet, und dass beim Niederdrücken desselben, nachdem sich der Stiefel durch das Aufwärtsbewegen des Stempels mit Wasser gefüllt hat, das untere Ventil in dem Stiefel schliesst und das Wasser durch eine über diesem Ventile seitwärts im Stiefel angebrachte Röhre gepresst wird, welche mit einem aufwärts sich öffnenden Ventile versehen ist. um dem Wasser einen Durchgang zu gewähren, dasselbe aber zurückzuhalten, indem es sich schliesst, sowie der Druck des Kolbens nachlässt, was der Fall ist, sobald derselbe wieder aufwärts bewegt wird.

Die verschiedenen Wasserpumpen, Feuerspritzen, hydraulische Pressen etc. beruhen auf dieser Einrichtung.

E. Aerostatik.

Die Aerostatik ist die Lehre von den Gesetzen des Gleichgewichts der Luft. Bei dem Artikel Luftpumpe ist dargethan worden, dass die Luft sich ausdehnen und comprimiren lässt, und dass die äussere atmosphärische Luft einen Druck auf alle Gegenstände unserer Erde ausübt, und auf die Wände eines Gefässes drückt. Wenn nun ein Gefäss im Innern mit Luft gefüllt ist, so wird der Druck der äussern Luft auf die Wände des Gefässes nicht wahrgenommen, wird dieselbe jedoch im Innern des Gefässes verdünnt, der Gegendruck von Innen also aufgehoben, so können selbst die Wände eines Gefässes eingedrückt, z. B. die einer Glaskugel zerbrochen werden durch den äussern Druck der Atmosphäre. In ähnlicher Weise wird eine dünne Glaskugel oder eine Blase zersprengt, wenn man durch die Compressionspumpe die Luft in derselben so verdichtet, oder so anhäuft, dass ihre Elastizität die Cohäsion der Blase oder Glaswand übertrifft. Wenn in einem Gefässe Weingeist erwärmt wird, z. B. bei der Darstellung der Tincturen, so wird die Oeffnung des Gefässes mit einer Blase verschlossen und diese mit einer Nadel einigemal durchstochen, damit die durchs

Erwärmen sich bildenden Weingeistdämpfe, die ebenfalls dadurch erwärmt, folglich ausgedehnte Luft des Gefässes entweichen kann, um ein Zersprengen des Gefässes zu verhindern. Der Druck lässt sich schon an der aufgetriebenen Blase wahrnehmen, wenn man dieselbe nicht durchstochen hat.

Durchs Erwärmen wird die Luft verdünnt, also ausgedehnt und mithin auch specifisch leichter. Hierauf beruht die Benutzung der erwärmten, also der verdünnten und mithin leichtern Luft zum Füllen der Luftballons oder der Montgolfieren, indem die Gebrüder Montgolfier zuerst einen aus Papier gefertigten Ballon steigen liessen, der unten mit einer Oeffnung von einigen Quadratfussen versehen war, unter welcher sie ein schwaches Feuer anzündeten, die Luft im Ballon dadurch erwärmten, ausdehnten und folglich leichter machten. Ein solcher Ballon steigt in der Luft bis zu einer Höhe, wo die äussere und innere Luft einen gleichen Grad der Verdünnung hat, denn die Dichtigkeit der Luft nimmt ja mit ihrer Höhe ab; er sinkt wieder, sowie sich die Luft im Innern wieder abkühlt, mithin zusammenzieht, und dadurch das Eindringen der äussern Luft gestattet, wodurch er wieder schwerer wird. An die Stelle der verdünnten Luft benutzte ein französischer Physiker, Charles zu Paris, das leichte Wasserstoffgas, mit welchem er Ballons aus gefirnissetem Taffet anfertigte. Da das Wasserstoffgas gegen 14 Mal leichter als atmosphärische Luft ist, so begiebt sich ein damit gefüllter Ballon nicht nur rasch in der Luft in die Höhe, sondern er vermag auch noch, je nach seinem Volumen, grössere oder geringere Lasten mit sich in die Höhe zu nehmen, z. B. eine Gondel und ihren Inhalt. Diese Ballons nannte man nach ihrem Erfinder Charlieren. In neueren Zeiten hat man das Kohlenwasserstoffgas zum Füllen der Luftballons angewendet; es ist wohlfeiler als das Wasserstoffgas, doch muss man, da es schwerer als Letzteres ist, dem Ballon nach Verhältniss ein um so grösseres Volum geben.

Pünfter Abschnitt.

Von der Wärme.

A. Allgemeines Verhalten der Wärme.

Die Wärme wird von unserem Körper zunächst durch ein eigenthümliches angenehmes Gefühl, die Abwesenheit derselben aber durch ein entgegengesetztes unangenehmes wahrgenommen, das wir mit dem Namen Kälte bezeichnen. Die Wärme ist nicht ponderabel, und giebt sich nur durch ihre Wirkungen kund, sie gehört zu den sogenannten Potenzen, zu den Imponderabilien, wohin auch Licht, Electricität und Magnetismus gehören, welche vielleicht nur verschiedene Kraftäusserungen einer und derselben Materie oder Ursache sind.

Die physikalische Wirkung der Wärme besteht vorzüglich in der Veränderung des Volumens der Körper und der damit verbundenen Veränderung des Aggregatzustandes derselben. Durch Wärme werden die Körper ausgedehnt, ihr Volumen also vergrößert. Feste Körper werden ausgedehnt, nehmen an Umfang zu, dann werden sie tropfbarflüssig und endlich selbst gas- oder luftförmig; ebenso werden tropfbarflüssige Körper in Dämpfe verwandelt.

Eine Metallkugel, welche durch einen Metallring bei gewöhnlicher Temperatur mit Leichtigkeit fällt, bleibt auf demselben sitzen, sobald man dieselbe stark erwärmt, wodurch ihr Volumen vergrößert wird.

Den Uebergang eines festen Körpers aus dem starren oder festen Zustande in den tropfbarflüssigen nennt man seinen Schmelzpunkt. Den Uebergang eines tropfbarflüssigen Körpers in den luft- oder dampfförmigen, wobei man eine wallende Bewegung desselben wahrnimmt, nennt man seinen Siedpunkt. Der Schmelzpunkt und der Siedpunkt ist bei verschiedenen Körpern verschieden, zeigt sich aber bei einem bestimmten Luftdrucke stets bei ein und derselben Temperatur. Temperatur nennt man nämlich einen bestimmten Grad der Erwärmung eines Körpers. Die Temperatur, oder der Grad der Erwärmung eines Körpers lässt sich durch besondere Instrumente ermitteln, die man Thermometer (Wärmemesser) nennt. Die Instrumente für grosse Summen von Wärme werden Pyrometer (Feuermesser) genannt. Das Wasser siedet oder kocht z. B. bei mittlerem Luftdrucke stets bei ein und derselben Temperatur, nämlich bei 100° nach dem Celsius'schen

Thermometer. Das Feuer, durch welches dasselbe erhitzt wird, mag noch so stark sein, es nimmt dennoch keinen höheren Hitzgrad an. Wenn daher von der Temperatur des siedenden Wassers die Rede ist, so versteht man eine Erwärmung desselben bis zu 100° Celsius. Der Siedpunkt des Terpentinöls ist 175° C., der Siedpunkt der concentrirten Schwefelsäure 309° C., der Siedpunkt des Quecksilbers $352,5$ C., der Siedpunkt des Aethers dagegen nur $36,25^{\circ}$ C.

Der Schmelzpunkt der festen Körper differirt bei denselben weit mehr als der Siedpunkt bei den tropfbarflüssigen. Man nennt solche Körper, die nur einer geringen Summe von Wärme bedürfen, um ihren festen, starren Zustand aufzugeben, leicht schmelzbare Körper; andere, die mehr bedürfen, wie z. B. die Metalle, heissen schwer schmelzbare oder strengflüssige Körper, und noch andere wie z. B. die Kohle, der Diamant, die wir durch künstliche Wärme nicht tropfbarflüssig machen können, unschmelzbare Körper. Mehrere feste Körper werden erst weich, bevor sie schmelzen, z. B. Fett, Harz, Wachs etc., andere aber gehen rasch aus dem Zustande der Starrheit in den tropfbarflüssigen Zustand über, wenn sie die dazu erforderliche Quantität Wärme aufgenommen haben, wie z. B. die Metalle, so dass man wenigstens den Zustand der Weichheit nicht wahrnehmen kann.

So wie die starren Körper eine bestimmte Temperatur zum Schmelzen erfordern, so nehmen sie auch bei einer bestimmten Temperatur ihren starren Zustand wieder an. Der Schmelzpunkt des Goldes liegt bei 1250° , der des Silbers bei 1000° , der des Bleis bei 334° , der des Kaliums bei 58° , der des gelben Wachses bei 61° etc. Der Erstarrungspunkt des Wassers liegt bei 0° . Auf der Temperatur, bei welcher das Wasser zu Eis erstarrt und bei welcher es siedet, beruht die Construction der Thermometer. Der Erstarrungspunkt des Terpentinöls liegt bei -10° , und der des Quecksilbers bei -39° C.

B. Thermometer.

Man wendet zur Construction der Thermometer Quecksilber, Weingeist und Luft an, und unterscheidet somit Quecksilber-, Weingeist- und Luftthermometer. Das Quecksilber-Thermometer ist das gebräuchlichste. Das Weingeist-Thermometer wird besonders zur Bestimmung hoher Kältegrade angewendet, da der Weingeist bei keiner uns bekannten Temperatur vollkommen erstarrt. Das Luftthermometer ist zwar das empfindlichste von allen, aber in seiner Anwendung unbequem, weil es zugleich barometrisch wirkt, oder von dem Drucke der Atmosphäre abhängig ist. Das Quecksilber-Thermometer kann zur Bestimmung von Wärmegraden bis zu 350° über dem Gefrierpunkte des Wassers und zu Kältegraden bis 35° unter demselben gebraucht werden. Die Thermometer bestehen aus engen, unten mit einer kleinen Kugel versehenen, oben zugeschmolzenen Glasröhren, welche eine von den genannten Flüssigkeiten enthalten, die sich bei höherer Temperatur ausdehnt, also in der Röhre steigt, bei niedriger Temperatur sich aber zusammenzieht, also sinkt. Die Grösse der Ausdehnung und Zusammenziehung wird durch eine an der Seite der Röhre befindliche Skale angedeutet. An einem guten Thermometer sind zunächst zwei

festen Punkte, von welchen der eine der 0- oder Gefrierpunkt, der andere aber der Siedpunkt genannt wird. Grade unter dem 0 Punkte versteht man, wenn man sie schriftlich andeuten will, mit dem — Zeichen, Grade über dem 0 Punkte dagegen mit dem + Zeichen, so dass z. B. +15°C. 15 Grad Wärme, — 15°C. dagegen 15 Grad Kälte anzeigt.

Zur Darstellung der Thermometer sind zuvörderst vollkommen cylindrische Glasröhren erforderlich. Man erkennt die gleichförmige Weite derselben dadurch, dass man etwas Quecksilber hineinbringt, die Länge der Säule misst und, indem man die Röhre neigt und es so von einer Stelle zur andern gelangen lässt, fortwährend misst und somit erkennt, ob die Länge der Säule an allen Stellen der Röhre dieselbe bleibt. Nachdem an der Löhrohrlampe eine kleine Kugel an dem einen Ende der Röhre angeblasen worden ist, wird die Kugel erwärmt, ein Theil der Luft tritt aus, worauf man das offene Ende der Röhre in Quecksilber taucht, damit etwas davon, nach dem Erkalten der Kugel, aufsteige. Wird sodann das Tröpfchen Quecksilber in der Kugel bis zum Kochen erhitzt, so wird durch die Quecksilberdämpfe die Luft vollends verdrängt und das Instrument füllt sich mit Quecksilber nach dem Erkalten, wenn man es mit dem offenen Ende abermals in Quecksilber taucht. Man lässt gerade so viel Quecksilber über der Kugel in der Röhre stehen, als erforderlich ist, um an derselben noch bis zu — 35° die Grade ablesen zu können und stellt es nun, so weit das Quecksilber in der Röhre reicht, in gestossenes Eis. Das Quecksilber sinkt in der Röhre und bleibt endlich bei einer bestimmten Stelle stehen. Diese Stelle bezeichnet man mit 0. Sie wird der Gefrier- oder Eis- oder 0-Punkt genannt. Nun wird die Röhre in ein Gefäß mit langem Halse gestellt, in welchem Wasser siedet. Hier steigt das Quecksilber, bis es endlich ebenfalls an einem bestimmten Punkte stehen bleibt, weder fällt noch steigt, so lange das Wasser siedet. Er wird ebenfalls bezeichnet und stellt den Siedpunkt des Wassers dar. Da nun das Quecksilber vom Gefrier- bis zum Siedpunkte sich gleichförmig ausdehnt und die Röhre cylindrisch ist, so hat man den Raum zwischen den beiden Punkten in eine Anzahl gleicher Theile einzutheilen, um die Thermometerskala zu bekommen. Gleiche Theilstriche werden nun auch unter dem 0 Punkte angebracht zur Erkennung der Kältegrade, und gleiche über dem Siedpunkte bis zu 350 der 100 theiligen Skale über dem Siedpunkte des Wassers bis nahe zum Siedpunkte des Quecksilbers.

Die Skalen sind verschieden; doch werden drei besonders angewendet; die von Celsius, welche vom 0 Punkte bis zum Siedpunkte in 100, die von Reaumur, welche zwischen diese beiden Punkte in 80 gleiche Theile eingetheilt ist, und die von Fahrenheit, bei welcher der Schmelzpunkt des Eises bei 32, der Siedpunkt des Wassers aber bei 212 angezeigt ist. Die letzte Skale ist besonders in England beliebt, die von Reaumur in Deutschland, die von Celsius in Frankreich. Bei wissenschaftlichen Bestimmungen ist gewiss die 100 theilige Skale die bequemste, doch lässt sich leicht die eine auf die andere vorkommenden Falls reduciren, denn die Reaumur'sche Skale verhält sich zur Celsius'schen wie 4:5 und zur Fahrenheit'schen wie 4:9 und die Celsius'sche zur Fahrenheit'schen wie 5:9. Will man jedoch einen Grad der Reaumur-

schen oder Celsius'schen Skale auf die Fahrenheit'sche reduciren, so muss man über 0° jedesmal **32** Grade von der Fahrenheit'schen subtrahiren, unter 0° aber **32** Grade zur Fahrenheit'schen addiren. Einen vergleichenden Ueberblick der drei Skalen gibt folgende Tabelle.

Réaumur.	Celsius.	Fahrenheit.
— 16	— 20	— 4
— 8	— 10	+ 14
0	0	32 = Gefrierpunkt.
+ 8	+ 10	50
16	20	68
24	30	86
32	40	104
40	50	122
48	60	140
56	70	158
64	80	176
72	90	194
80	100	212 = Siedpunkt.

C. Pyrometer.

Ueber den Siedpunkt des Quecksilbers gehende Wärmegrade lassen sich nur sehr unvollkommen bestimmen. Von dem Punkte an, bei welchem am Tage die Körper deutlich glühend erscheinen, bis zu höheren Temperaturen, ist von Wedgwood ein Instrument construirt und Pyrometer genannt worden. Es beruht auf der verhältnissmässig gleichförmigen Zusammenziehung, welche der Thon in hohen Hitzgraden erleidet. Thoncyliner von einer bestimmten Länge, die man vorher schwach gebrannt hat, werden an einer Skale gemessen und hierauf an den Ort, dessen Temperatur bestimmt werden soll, gelegt. Sie ziehen sich mehr oder weniger, je nach der Temperatur, zusammen und die Grösse der Zusammenziehung wird sodann abermals an der Skale gemessen und dadurch der ohngefähre Hitzgrad bestimmt. An dem Pyrometer von Wedgwood ist der 0 Punkt gleich + 1077° F. oder + 464° R. Jeder einzelne Grad der Skale ist gleich 130° F. oder 58° R. Das Ende der Skale ist **240 W.** oder gleich 32277° F. oder 14331° R.

D. Calorimetrie.

Sie umfasst die spezifische Wärme, die latente Wärme und die Messung der Quantität der Wärme.

Die Wärme setzt sich stets zwischen Körpern von verschiedener Temperatur ins Gleichgewicht, d. h. kömmt ein kalter Körper mit einem warmen in Berührung, so empfängt der kalte allmähig so viel Wärme von dem warmen, bis kein Temperaturunterschied mehr zwischen

beiden Statt findet. Je nach der Natur der Körper erfolgt aber diese Ausgleichung der Temperaturen schneller oder langsamer; einige nämlich geben die Wärme sehr rasch an andere Körper ab, wie die Metalle, andere dagegen langsam, wie Glas, Wachs, Wolle, Stroh etc. Nach der Eigenschaft der Körper, die Wärme schneller oder langsamer fortzupflanzen, werden sie auch gute oder schlechte Wärmeleiter genannt. Wird eine Metallstange an einem Ende in die Flamme eines Lichtes gehalten, so pflanzt sich die vom Lichte empfangene Wärme so rasch fort, dass man sie bald darauf am andern Ende nicht mehr, wegen zunehmender Hitze, halten kann, während man an einer Glasstange von gleicher Dicke, wenige Zolle von dem Punkte entfernt, wo sie in der Lampe schmilzt, kaum eine Zunahme der Temperatur wahrnimmt. Pelz, Haar, Wolle, Federn etc. sind schlechte Wärmeleiter. Wir hüllen uns in Pelze ein, damit die Wärme, welche der Körper fortwährend ausströmt, nicht entweiche; der Pelz, so wie überhaupt die Kleidung wirkt also dadurch warmhaltend, dass sie eine Ausstrahlung der Wärme des Körpers verhindert und eine Ausgleichung der Temperatur des Körpers mit der kalten Luft nicht gestattet. In kalten Regionen sind daher die Thiere schon mit Pelz, in mittleren Regionen mit Wolle, und in heissern Zonen mit Haaren bedeckt. Ein besonders schlechter Wärmeleiter ist die Luft. Deshalb halten Doppelfenster die Zimmer warm. Eisgruben werden mit doppelten Wänden versehen, Häuser mit Strohdächern sind wärmer, als mit Ziegeln oder Metall gedeckte, eine Schneedecke schützt die darunter befindliche Saat etc.

E. Die specifische Wärme.

Jeder Körper bedarf eine bestimmte Summe von Wärme, bei gleichem Gewicht, um seine Temperatur auf einen gewissen Grad zu bringen. Diese Summe von Wärme, welche die Körper bedürfen, um bei gleichem Gewichte eine bestimmte Temperatur zu erlangen, wird die specifische Wärme genannt, die Eigenschaft aber, für den angeführten Zweck eine grössere oder geringere Summe zu bedürfen, seine Wärme-Capacität. Die Bestimmung der specifischen Wärme der Körper geschieht mittelst besonderer Instrumente, welche Calorimeter, Wärmemesser genannt werden. Der zu untersuchende Körper wird bis zu einem bestimmten Grade erwärmt, hierauf mit Eis von 0° umgeben und die Quantität des geschmolzenen Wassers bestimmt, welche in bestimmtem Verhältniss mit der specifischen Wärme des untersuchten Körpers steht. Je grösser die specifische Wärme eines Körpers ist, um so langsamer erkaltet derselbe unter gleichen Bedingungen.

Zur Bestimmung der specifischen Wärme der Körper hat man diejenige Wärmequantität zur Einheit angenommen, welche 1 Pfd. Wasser von 0° um einen Grad erhebt. Z. B. wenn 1 Pfd. Wasser von 80° R. mit einem Pfund Wasser von 20° R. vermischt wird, so wird die Temperatur der Mischung 50° R. sein. Das heisse Wasser verliert 25° , das kalte 20° , welches die mittlere Temperatur zwischen beiden ist. Wenn man jedoch 1 Pfd. Quecksilber von 0° R. mit 1 Pfd. Wasser von 34° R. ver-

mischt, so ist die Temperatur der Mischung nicht die mittlere von $+17^{\circ}$ R., sondern sie ist $+33^{\circ}$ R. Wenn dagegen 1 Pfd. Quecksilber von 34° R. mit 1 Pfd. Wasser von 0° R. geschüttelt wird, so zeigt das Gemeng eine Temperatur von $+1^{\circ}$ R. Nach diesen Versuchen besitzt also das Wasser 33 Mal so viel Wärmecapazität als das Quecksilber, oder die spezifische Wärme des Quecksilbers verhält sich zur spezifischen Wärme des Wassers, wie 1 zu 33, oder die spezifische Wärme des Quecksilbers ist $1/33$ von der des Wassers. So hat jeder Körper seine spezifische Wärme.

F. Die latente oder gebundene Wärme.

Die latente Wärme eines Körpers ist diejenige Summe von Wärme, welche derselbe bei der Aenderung seines Aggregatzustandes aufnimmt oder abgibt. Bei dem Uebergange eines Körpers aus einem dichtern in einen dünnern Zustand, also beim Flüssigwerden starrer und beim Dampfförmigwerden tropfbarflüssiger Körper wird Wärme von dem Körper gebunden, latent. Beim Uebergange eines Körpers aus dem dünnern Zustande in einen dichteren, also bei Verdichten des Dampfes zur tropfbaren Flüssigkeit oder einer Flüssigkeit in den festen Zustand, wird Wärme frei, sie entweicht aus dem Körper.

Wenn Wasser erhitzt wird, so nimmt es Wärme auf und die aufgenommene Wärme ist im Wasserdampfe gebunden. Wird der Wasserdampf jedoch wieder zu Wasser oder zu Eis verdichtet, so wird die in ihm gebundene Wärme wieder frei. Wenn man Aether auf die Hand tropft, so nimmt man das Gefühl von Kälte wahr, weil der Aether auf der warmen Hand verdunstet, d. h. aus dem tropfbarflüssigen Zustande in den dampfförmigen, also aus einem dichtern Zustande in einen dünnern übergeht und dabei, behufs dieses Aggregatwechsels, der Hand die dazu nothwendige Summe von Wärme entzieht.

Wenn Wasser von 100° C. in Dampf verwandelt wird, so absorbiert es gegen 560° C. Wärme, eine Summe von Wärme, welche aber wieder abgeschieden wird bei der Verdichtung des Wasserdampfes zu Wasser. 1 Pfd. Wasserdampf von 100° C. vermag desshalb gegen 5,6 Pfd. Wasser von 0° C. zu erhitzen, oder gegen 7,5 Pfd. Eis zu schmelzen, wenn es in dasselbe geleitet wird.

G. Kälte.

Kälte ist ein relativer Begriff. Kältegrade sind jedoch diejenigen, die am Thermometer unter dem O Punkte wahrgenommen werden. Kälte deutet Mangel an Wärme an und wird erzeugt, wenn ein Körper aus einem dichtern Zustande rasch in einen dünnern übergeht, wobei Wärme gebunden wird. Auf der Eigenschaft der Körper, Wärme zu binden, beruht daher auch der Effekt kaltmachender Mischungen, durch welche rasch ein hoher Kältegrad erzeugt werden kann. Wenn z. B. 1 Pfd. Eis mit 1 Pfd. Wasser von 75° C. vermischt wird, so schmilzt es und absorbiert dabei von dem Wasser so viel latente Wärme, dass die Tem-

peratur der Flüssigkeit 0°C . wird. Wird 1 Pfd. Schnee mit 1 Pfd. gepulvertem Kochsalz gemengt, so sinkt der Thermometer in der Mischung auf -18°C . 5 Theile krystallisirtes schwefelsaures Natron und 4 Theile verdünnte Schwefelsäure von $+10^{\circ}\text{C}$. gibt eine Temperatur von -16°C . 1 Pfd. Salmiak mit 1 Pfd. Wasser von $+10^{\circ}\text{C}$. giebt eine Temperatur von -12°C . Daher beschlägt das Gefäß der Salmiaklösung im Momente des Lösens mit einer Eiskruste, welche durch Verdichtung des in der Luft befindlichen Wasserdampfes gebildet wird.

H. Quellen der Wärme.

Die erste Wärmequelle ist die Sonne, die fortwährend Wärme ausstrahlt, welche von den Körpern unseres Planeten absorbiert und zufolge ihres Bestrebens sich überall ins Gleichgewicht zu setzen, je nach der Leitungsfähigkeit der Körper, schneller oder langsamer fortgepflanzt wird.

Eine zweite Wärmequelle ist der Stoss, die Reibung, überhaupt mechanische Bewegung der Körper, wodurch jedoch die dritte Wärmequelle hervorgerufen wird, nämlich der Act der chemischen Aufeinanderwirkung der Körper, der mit Zersetzung und Verbindung vereinigt ist, durch welche latente Wärme frei wird, wie z. B. im Verbrennungsprozesse.

Eine dritte Wärmequelle ist die ursprüngliche Wärme der Erde selbst, die wir jedoch auf der Oberfläche der Erde jetzt nicht mehr wahrnehmen, weil sie von der tieferen Erdkruste schon aufgenommen oder gebunden wird, bevor sie zur Oberfläche derselben gelangt. Dass die centralen Theile unserer Erdkugel eine Temperatur haben, welche bei weitem die Temperatur des schmelzenden Eisens übersteigt, nimmt man daran wahr, dass die Wärme der Erdkruste mit der Tiefe zunimmt, so dass z. B. der Thermometer von je 60 zu 60 Fuss Tiefe um 1 Grad steigt.

I. Chemische Wirkung der Wärme.

Die Wärme wirkt im Allgemeinen oxydirend, d. h. sie begünstigt die Verbindung des Sauerstoffs mit den Körpern. Wenn z. B. Metalle, Phosphor, Holz bei gewöhnlicher Temperatur nur langsam Sauerstoff absorbiren, so erfolgt eine rasche Durchdringung mit demselben, sowie sie erhitzt werden. Die Metalle verwandeln sich dabei in Oxyde, der Phosphor in Säuren, das Holz in Wasser, Kohlensäure und nach Maassgabe der Temperatur und der Quantität des Sauerstoffs in verschiedene andere Produkte. Diese Sauerstoffung erfolgt oft so energisch, dass sich dabei das Phänomen des Feuers zeigt.

Es giebt jedoch auch Verbindungen, auf welche die Wärme entgegengesetzt wirkt, nämlich desoxydirend, z. B. auf die Oxyde edler Metalle, auf Verbindungen des Stickstoffs mit den Salzbildern etc.

K. Die Dampfbildung und das Sieden der Flüssigkeiten.

Sie ist die Folge der Einwirkung von Wärme auf feste oder tropfbarflüssige Körper. Dampf ist deshalb eine in den luftförmigen Zustand übergegangene Flüssigkeit. Wenn Wasser in einer Schale an die Luft gestellt wird, so vermindert sich sein Volumen, es verschwindet endlich gänzlich aus der Schale, es ist verdunstet, es ist gasförmig geworden und hat sich in der Luft verbreitet.

Wird Wasser in einer Schale durch Feuer erhitzt, so nimmt es Wärme auf, es geräth, wenn es die Temperatur von 100° C. zeigt, in eine wallende Bewegung, welche man das Kochen oder Sieden nennt. Diese wallende Bewegung rührt her von Blasen, welche sich am Boden der Schale bilden, zufolge ihres geringen specifischen Gewichtes nach der Oberfläche des Wassers hinbegeben, da aber wieder zerplatzen und so eine partielle Ausdehnung und Zusammenziehung der Wassermasse bewirken, welche sich durch ein klapperndes oder raschelndes Geräusch hörbar macht. Die Blasen sind mit Wasserdampf gefüllt, der sich am Boden des Siedgefässes, besonders an rauhen Stellen desselben bildete. Ist der Boden des Siedgefässes vollkommen glatt, so entsteht eine einzige grosse Dampfblase, welche bei rascher Aufwärtsbewegung nicht selten einen Theil der Flüssigkeit aus dem Gefässe schleudert, wesshalb man auch in solchen Fällen, z. B. bei der Destillation der Schwefelsäure rauhe Körper, Sand, Glas etc. auf den Boden des Siedgefässes wirft, um die Bildung kleiner Dampfblasen zu bewirken.

Das Sieden der Flüssigkeiten, oder diese wallende Bewegung ist aber auch noch abhängig vom Drucke der Luft. Je grösser derselbe ist, um so höher, je geringer derselbe, um so niedriger ist die Temperatur, bei welcher das Sieden erfolgt. Auf hohen Bergen, wo wegen der kurzen Luftsäule ein geringerer Atmosphärendruck stattfindet, als in den Thälern, siedet das Wasser z. B. schon bei 90 — 96° C., ja im luftleeren Raumeschon bei der Blutwärme, bei 37° C.

Wird dagegen Wasser in verschlossenen Gefässen erhitzt, so erfolgt das Sieden erst bei höheren Temperaturen. An der atmosphärischen Luft hat der durch Einwirkung der Wärme auf das Wasser gebildete Wasserdampf nur den Druck der Atmosphäre zu überwinden, im geschlossenen Raume aber wirken seiner Ausdehnung die Wände des Gefässes entgegen, denn das Bestreben der Dämpfe sich auszudehnen, geht ins Unendliche, so dass die kleinste Menge Dampf sich im leeren Raume nach allen Seiten hin ausdehnt und immer noch einen Druck auf die Wände ausübt. Diese Kraft nennt man Spannkraft oder die Tension der Dämpfe.

Das Wasser dehnt sich bei mittlerem Atmosphärendruck gegen das 1800fache seines Volums aus, so dass also 1 Maass Wasser gegen 1800 Maass Wasserdampf bildet. Erfolgt nun die Dampfbildung im geschlossenen Raume und wird sie durch starkes Erhitzen gesteigert, so muss der Druck des Dampfes auf die Wände des Gefässes wachsen. Die Spannkraft des Wasserdampfes für bestimmte Temperaturen ist durch Versuche bis zu einer gewissen Höhe ermittelt, dann weiter hinauf berechnet

worden, so dass man an der Temperatur auch den Druck des Dampfes erkennen kann, wie nachstehende Tabelle zeigt*).

Spannkraft in Atmos- phären, die Atmosph. gleich 76 Centimeter Quecksilb.	Entsprech. Temperatur. nach dem 100theiligen Quecksilber- Thermome- ter.	Druck auf 1 Quadrat Cent. in Ki- logrammen.	Spannkraft in Atmos- phären, die Atmosph. gleich 76 Centimeter Quecksilb.	Entsprech. Temperatur. nach dem 100theiligen Quecksilber- Thermome- ter.	Druck auf 1 Quadrat Cent. in Ki- logrammen.
1	100° C.	1,033	21	217,2	21,693
2	121,4	2,066	22	219,6	22,726
3	135,1	3,099	23	221,9	23,759
4	145,4	4,132	24	224,2	24,792
5	153,08	5,165	25	226,3	25,825
6	160,2	6,198	30	236,2	30,990
7	166,5	7,231	35	244,85	36,155
8	172,1	8,264	40	252,55	41,320
9	177,1	9,297	45	259,52	46,485
10	181,6	10,33	50	265,89	51,650
11	186,03	11,363	100	311,36	103,3
12	190,0	12,393	200	363,58	206,6
13	193,7	13,429	300	397,65	309,9
14	197,19	14,462	400	423,57	413,2
15	200,48	15,495	500	444,70	516,5
16	203,60	16,528	600	462,71	619,8
17	206,57	17,561	700	478,45	723,1
18	209,4	18,594	800	492,47	826,4
19	212,1	19,627	900	505,16	929,7
20	214,7	20,660	1000	516,76	1033,0

Das Wasser verdampft nicht blos beim Erwärmen, sondern auch unter dem Gefrierpunkte. Da bei gasometrischen Experimenten die Kenntniss der Tension der Dämpfe zur Erlangung genauer Resultate unerlässlich nothwendig ist, so mag hier Behufs dieser Bestimmungen die folgende Tabelle nach Dalton's Versuchen berechnet stehen:

*) Pouillet's Physik bearbeitet von J. Müller I. S. 262.

Grade nach Celsius.	Spannkraft des Dampfes in Millimetern.	Druck auf einen Quadr. Cent. in Kilogramm.	Grade nach Celsius.	Spannkraft des Dampfes in Millimetern.	Druck auf einen Quadr. Cent. in Kilogramm.
— 10	2,631	0,0036	12	10,707	0,0146
— 5	3,660	0,0050	13	11,378	0,0155
0	5,059	0,0069	14	12,087	0,0156
+ 1	5,393	0,0074	15	12,837	0,0170
2	5,748	0,0078	16	13,630	0,0186
3	6,123	0,0084	17	14,468	0,0197
4	6,523	0,0089	18	15,353	0,0209
5	6,947	0,0094	19	16,288	0,0222
6	7,396	0,0101	20	17,314	0,0235
7	7,871	0,0107	21	18,317	0,0250
8	8,375	0,0114	22	19,447	0,0265
9	8,909	0,0122	23	20,577	0,0281
10	9,475	0,0129	24	21,805	0,0297
11	10,074	0,0137	25	23,090	0,0314

L. Das Thermobarometer.

Nach dem Vorangeschickten sind Druck und Siedpunkt der Flüssigkeit einander entsprechend. Nach Biot entspricht dem Fallen und Steigen des Barometers um 1 Par. Zoll die Erhöhung oder Erniedrigung des Siedpunktes um 1° Cels. Je höher man einen Berg hinaufsteigt, um so mehr fällt das Quecksilber im Barometer, um so mehr nimmt der Druck der Atmosphäre ab, und um so geringer ist folglich die Temperatur, bei welcher eine Flüssigkeit siedet. Nach Lamanon und Mange siedet das Wasser auf dem Gipfel des Teneriffa unter einem Barometerstande von 19'' 1''' bei 88,75° C. und auf dem Mont-Blanc nach Saussure bei weniger als 87,5° C. Hierauf gründete Wollaston ein Instrument, die Höhe der Berge durch den Siedpunkt des Wassers zu bestimmen, und nannte dasselbe Thermobarometer.

M. Der Papinische Topf oder Digestor.

Der Papinische Digestor ist ein mit starken Wänden versehenes Gefäß aus Kupfer, Messing oder Eisen, in welchem Knochen und andere Substanzen durch die heissen Wasserdämpfe erweicht werden können. Es lässt sich in demselben eine Temperatur von nahe an 200° Cels. hervorbringen, so dass die Wasserdämpfe sich unter einem Drucke von 14 bis 15 Atmosphären befinden. Oben ist das Gefäß mit 2 Oeffnungen versehen, die eine dient zum Einbringen des Wassers und der Substanzen und wird durch einen gut eingeschliffenen und mittelst einer eisernen Klemmschraube fest angepressten Deckel verschlossen, die andere ist ein kleines Ventil, das sich bei grosser Spannung der Dämpfe öffnet und noch mit einem mit Gewichten versehenen Hebel belastet werden kann, um die Tension beliebig zu steigern oder zu mässigen. Wird der Hebel gehoben und das Ventil dadurch etwas geöffnet, so strömt der

unter einem hohen Drucke befindliche Wasserdampf brausend hervor, worauf aber auch die Temperatur sogleich im Topfe fällt.

N. Der Leidenfrostsche Versuch oder Tropfen.

Wenn man auf eine rothglühende Metallfläche einen Tropfen Wasser fallen lässt, so verdampft derselbe äusserst langsam, breitet sich nicht auf der Fläche aus, sondern behält eine convexe Gestalt, geräth in eine rotirende Bewegung, nur langsam durch schwache Verdunstung sich verkleinernd, und dabei keine höhere Temperatur, als die des siedenden Wassers annehmend. Leidenfrost beschrieb dieses Phänomen zuerst, daher der Name Leidenfrostscher Tropfen. Ein ähnliches Phänomen zeigt die feste Kohlensäure auf der Fläche der Hand.

Der Grund dieser Erscheinung beruht wahrscheinlich auf dem Mangel an Adhäsion zwischen der glühenden Fläche und dem Tropfen, denn lässt man die Fläche (man wendet zur Ausführung des Versuches ein mit einer glatten Fläche versehenes Metallschälchen, einen silbernen Löffel etc. an) etwas abkühlen, so breitet sich augenblicklich der Tropfen auf derselben aus, er zerfliesst, adhärirt also an der Fläche und verdampft innerhalb weniger Sekunden. Die Dampfathmosphäre, welche sich zwischen der Schale und dem Tropfen in diesem Experimente bildet, verhindert die Adhäsion und den Empfang der zum raschen Verdampfen des Wassertropfens nothwendigen Wärme.

O. Bedingungen des raschen Siedens der Flüssigkeiten.

Sie beruhen vorzüglich auf dem Verhältniss der Wärme zum Volum der Flüssigkeiten, und auf der äussern und innern Beschaffenheit des Gefässes.

Je grösser die Fläche des vom Feuer umspülten Gefässes ist, um so grösser ist die Masse der Flüssigkeit, welche in einer gegebenen Zeit Wärme empfängt. Je dünner die Wände des Gefässes sind, um so rascher theilt sich durch dieselben der Flüssigkeit die Wärme mit. Je mehr rauhe Punkte die innere Fläche enthält, um so leichter bilden sich an denselben Dampfblasen, welche die Flüssigkeit durchdringen und indem sie sich zum Theil in derselben wieder condensiren, ihre Wärme an dieselbe abgeben.

Die Summe der Wärme, welche eine gewisse Quantität Brennmaterial abgiebt, ist aber wieder abhängig von der Construction des Feuerraumes. Da von dem leichtern Sieden der Flüssigkeit die Grösse der Verdunstung abhängt, so hat man bei Apparaten, welche zum Abdampfen bestimmt sind,

- 1) den Feuerraum nach der Natur des Brennmaterials, je nachdem dasselbe aus Holz, Kohlen, Torf, Steinkohlen etc. besteht, also einen grössern oder geringern Luftstrom zur Verbrennung bedarf, einzurichten;
- 2) dem Abdampfkessel eine möglichst grosse Fläche zu geben, also mehr breit als tief zu wählen, und die Aussenfläche, soviel als thunlich, der Wirkung des Feuers auszusetzen;
- 3) die innere Fläche mit Rauheiten zu versehen, oder da wo es nicht nachtheilig ist, Glas- oder Platinspäne hineinzuwerfen;

- 4) den Dämpfen einen raschen Abzug zu gewähren, was durch Luftwechsel über der Oberfläche der Flüssigkeit zu bewirken ist. Denn in einer vollkommen ruhigen Atmosphäre erfolgt die Verdampfung äusserst langsam, während bei Luftwechsel jede neue Luftschicht einen Theil der verdampfenden Flüssigkeit in sich aufnimmt und hinwegführt.

P. Der Siedepunct verschiedener Flüssigkeiten.

Je nach der Natur der Flüssigkeiten ist bei gleichem Atmosphärendrucke der Siedepunct verschiedener Flüssigkeiten verschieden. Schwefeläther siedet unter 760 m. m. Barometerhöhe bei $+ 37,8^{\circ}$ C., Alkohol bei $19,7^{\circ}$, Terpentinöl bei 157° , Schwefelsäure bei 310° , Leinöl bei 316° , Quecksilber bei 350° C.

Mechanisch in Flüssigkeiten befindliche Substanzen wirken nicht modifizirend auf den Siedepunct ein, wohl aber in denselben chemisch gelöste Körper. Deshalb erfordern wässrige Salzaufösungen nach dem Grade ihrer Sättigung eine höhere Temperatur als reines Wasser, obgleich beim Sieden derselben nur reiner Wasserdampf entweicht. Man bedient sich solcher Salzlösungen, um andere Flüssigkeiten oder Substanzen bei einer höheren Temperatur als der des siedenden Wassers zu verdampfen oder auch, z. B. Behufs der Analyse organischer Substanzen, auszutrocknen, indem man sie in Gefässen in solche erhitzte Salzaufösungen stellt.

Eine gesättigte Lösung des Chlorcalciums z. B. welche in 100 Theilen Wasser 325 Theile Chlorcalcium enthält, zeigt einen Siedepunct von $179,5^{\circ}$ C. Mit der Verminderung des Sättigungsgrades fällt auch der Siedepunct.

Sechster Abschnitt.

V o m L i c h t e .

A. Die Natur des Lichtes.

Das Wesen des Lichtes ist uns eben so unbekannt wie das der Wärme; es gehört wie diese zu den Imponderabilien. Ueber seine Entstehung existiren zwei Hypothesen, von welchen die eine unter dem Namen der Emissions- oder Emanationstheorie, die andere unter dem Namen der Vibrations- oder Undulationstheorie bekannt ist.

Die Emmissionstheorie, von Newton aufgestellt, nimmt eine eigenthümliche Lichtmaterie an, welche von einem leuchtenden Körper nach allen Richtungen hin mit ungeheurer Geschwindigkeit ausgesendet werde, so dass diese Lichttheilchen von der Sonne zur Erde in Zeit von 8 Minuten 13 Sekunden gelangen; es durchläuft daher in einer Sekunde einen Raum von mehr als 40000 geographischen Meilen. Die Lichttheilchen unterliegen jedoch nicht den Gesetzen der Schwere, sie sind inponderabel und würden bei der ungeheuren Geschwindigkeit ihrer Fortbewegung alles zertrümmern, was sich ihnen entgegenstellte, wenn sie auch nur einiges Gewicht hätten. Weit mehr Beifall hat die von Huyghens aufgestellte Undulationstheorie gefunden, nach welcher das Licht ein Ausfluss des bewegten unwägbaren Weltäthers ist. Der Aether erfüllt den ganzen Weltraum, durchdringt alle Räume desselben und selbst die Räume zwischen den wägbaren Atomen. Das Licht entsteht durch Bewegung des Aethers, es ist der Effect der Bewegung des Aethers, nicht der Aether selbst, denn dieser ist nicht leuchtend; es pflanzt sich fort durch die Schwingungen der Theilchen desselben, ähnlich dem Ton oder Klange einer Saite, wo der Ton weder die Saite noch die Schwingung derselben, sondern der Effect der Schwingungen ist.

B. Die Fortpflanzung des Lichtes.

Das Licht pflanzt sich in einem homogenen Medium stets in linearer Richtung fort, in einem heterogenen Medium jedoch in krummen Linien.

Es wird von undurchsichtigen, also die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes hindernden Körpern von einem gewissen Raume ausgeschlossen. Der nichtbeleuchtete Raum heisst Schatten; derjenige Theil desselben, auf welchen gar keine directen Strahlen des leuchtenden Körpers fallen, wird Kern- oder Schlagschatten, der andere Theil aber, der nur durch die Strahlen eines Theils des leuchtenden Körpers erhellt wird, Halbschatten genannt.

Wenn das Licht aus der Luft in Wasser, oder aus dem Wasser in die Luft übergeht, also sich in zwei verschiedenen Medien fortbewegt, so wird es gebrochen. Legt man in eine leere Schale ein Geldstück und wählt für das Auge einen festen Standpunct, von welchem aus das Geldstück gerade gesehen werden kann, so scheint es viel höher zu liegen, sobald man die Schale mit Wasser füllt. Wählt man jetzt einen Standpunct fürs Auge, von welchem aus man gerade noch das Geldstück erblickt, so wird es nicht mehr wahrgenommen, sobald das Wasser aus der Schale entfernt worden ist, obgleich Geldstück und Schale unverrückt in ihrer Lage blieben. Das Licht gelangte also nicht in gerader Linie zum Auge, es erlitt im Wasser eine Ablenkung, nach dieser Ablenkung verbreitet es sich aber im Wasser wie in der Luft wieder in gerader Richtung. Die Ablenkung heisst Brechung oder Refraction. Je schräger ein Lichtstrahl auffällt, um so mehr wird er gebrochen. Die lichtbrechende Kraft der verschiedenen Körper ist jedoch eine verschiedene, und es scheint, als ob der Grund der Brechung der Lichtstrahlen in der chemischen Affinität derselben zu den Bestandtheilen der wägbaren Körper liege, denn sie ist abhängig von der chemischen Beschaffenheit und von der Dichtigkeit der Körper. Brennbar Körper brechen überhaupt bei gleicher Dichtigkeit das Licht stärker, als verbrannte. Oele, Weingeist, Schwefelkohlenstoff, Aether, Wasserstoff, die Kohlenwasserstoffe brechen z. B. das Licht bei weitem stärker, als die oxydirten Körper z. B. das Wasser, die Säuren, Glas etc. Der Diamant, als reiner Kohlenstoff, verdankt ja seinen Werth lediglich seiner grossen lichtbrechenden Kraft. Newton muthmasste aus diesem Grunde schon die Brennbarkeit des Diamants, und dass das Wasser einen brennbaren Bestandtheil enthalte. Die Natur des Diamants, den man damals zu den Kieseln zählte und das Wasserstoffgas in dem damals für einfach gehaltenen Wasser wurde erst später entdeckt.

C. Intensität des Lichts.

Die Intensität des Lichts nimmt im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung ab, oder die Intensität der Erleuchtung nimmt in dem Verhältniss ab, in welchem des Quadrat der Entfernung wächst. Wenn man z. B. einen Gegenstand bei einem Lichte in der Entfernung von einem Fusse deutlich sehen kann, so sind 4 Lichter bei 2 Fuss Entfernung, 9 Lichter bei 3 Fuss und 16 Lichter bei 4 Fuss Entfernung erforderlich, um denselben eben so deutlich wahrzunehmen.

D. Leuchtende und dunkle Körper.

Man unterscheidet die Körper in Bezug auf das Licht in leuchtende und in dunkle Körper. Die ersten verbreiten selbst die zu ihrer Wahrnehmung erforderliche Helligkeit, die zweiten aber werden erst durch die Gegenwart eines leuchtenden Körpers wahrnehmbar, werden also erst erleuchtet. Die dunklen Körper, also diejenigen, welche nicht selbst Licht ausgeben, werden, je nach dem Vermögen das Licht durch sich hindurch zu lassen, unterschieden 1) in durchsichtige

z. B. Luft, Wasser, Glas etc., 2) in durchscheinende, wie mehrere dünn geschliffene Steine z. B. Agat, mattgeschliffenes Glas, und 3) in dunkle, wie die Metalle, das Holz etc.

Die durchsichtigen lassen die Gestalt der hinter denselben befindlichen Gegenstände deutlich erkennen, die durchscheinenden lassen nur undeutlich die Form und Farbe der dahinter liegenden Körper wahrnehmen und die dunklen gar nicht.

E. Directes und zurückgeworfenes oder reflectirtes Licht.

Das Licht pflanzt sich von einem leuchtenden Körper in geraden auseinander fahrenden oder divergirenden Strahlen fort. Diese Strahlen bilden Sphären von unbestimmter Grösse, deren Mittelpunkt der leuchtende Körper oder Punct und deren Halbmesser jeder Lichtstrahl ist. Lässt man durch eine kleine Oeffnung Licht in ein dunkles Zimmer fallen, so zeigt sich auf einer entgegen gehaltenen Fläche eine beleuchtete Scheibe, welche man das Sonnenbild (Spectrum) nennt und das um so heller und kleiner erscheint, je näher es der Oeffnung, um so dunkler und grösser aber, je entfernter es von derselben ist. Die Scheibe bildet die Grundfläche eines kegelförmigen Lichtbündels, dessen Spitze die kleine Oeffnung des dunklen Zimmers ist.

Die Strahlen, welche direct von dem leuchtenden Körper kommen, werden directes Licht genannt. Fällt directes Licht auf eine undurchsichtige polirte Fläche, z. B. auf eine Metall- oder Spiegelfläche, so werden die Strahlen nach bestimmten Gesetzen, wie andere elastische Körper, zurückgeworfen und das Licht reflectirtes Licht genannt. Die Lehre von der Reflexion oder Zurückwerfung des Lichtes heisst Katoptrik, die Lehre vom gebrochenen Lichte Dioptrik und die Lehre vom Lichte überhaupt Optik.

F. Katoptrik.

Je nachdem die Lichtstrahlen auf Körper mit rauher oder glatter Oberfläche fallen, werden sie auch verschieden zurückgeworfen. Von rauhen Flächen werden sie nach allen Richtungen hin zurückgeworfen, von glatten Flächen dagegen nach bestimmten Gesetzen, so dass der Einfallswinkel des Lichtstrahls dem Zurückprallungswinkel gleich ist.

Lässt man in ein dunkles Zimmer ein Lichtbündel durch eine kleine Oeffnung auf eine rauhe Fläche, z. B. die rauhe Wand fallen, so werden auf derselben die vor der Oeffnung befindlichen Gegenstände so abgebildet, dass man sie überall im Zimmer sehen kann. Auf diesem Verhalten beruht die Construction der Camera obscura. Fällt dagegen der Lichtstrahl auf eine polirte Spiegelfläche, so wird er unter dem Einfallswinkel reflectirt und es zeigt sich auf der Stelle, die er trifft, ein kleines Sonnenbildchen, gerade so, als wenn der directe Sonnenstrahl diese Stelle getroffen hätte. So wie man nun an einer rauhen Fläche das Bild der vor der Oeffnung des Zimmers befindlichen Gegenstände an allen Stellen des Zimmers erblickte, so sieht man bei der Spiegelfläche

das Bild nur bei einer gewissen Stellung gegen den Spiegel, obwohl viel deutlicher.

Von der Form der Spiegel wird auch die Zurückstrahlung bedingt. Bei ebenen Spiegeln wird nur der Weg, nicht die gegenseitige Lage der einfallenden Lichtstrahlen geändert, so dass parallel einfallende Strahlen parallel, divergirende in demselben Grade divergirend und convergirende in gleicher Weise convergirend bleiben, also dem oben ausgedrückten Gesetze unterliegen.

Hohl- oder Kugelspiegel. Spiegel, deren Spiegelfläche das Innere eines Kugelsegments bildet, reflectiren in anderer Weise. Parallele Strahlen werden in einem solchen Spiegel convergirend, so dass sie sich endlich in einem Punkte kreuzen. Dieser Punkt liegt, je nach dem Grade der Krümmung der Spiegelfläche, mehr oder weniger weit vom Mittelpunkte des Spiegels ab und heisst die Brennweite oder der Brennpunkt desselben, weil in einem solchen Spiegel reflectirte Sonnenstrahlen in diesem Punkte die höchste Temperatur zeigen, und brennbare Körper entzünden. Je grösser die Spiegeloberfläche ist, um so grösser ist auch die Wirkung des Brennpunctes.

Wird in den Brennpunkt eines solchen Spiegels ein leuchtender Körper gebracht, so werden dessen Lichtstrahlen von der Spiegelfläche in paralleler Richtung reflectirt. Auf diesem Verhalten beruht die Einrichtung der Reverberen oder Lampenspiegel. Eine mit einem solchen Spiegel versehene Laterne leuchtet deshalb viel heller, als eine gewöhnliche ohne Reverbere.

Convexe oder runde Spiegelflächen geben parallel einfallende Strahlen in divergirender Richtung zurück, haben also keinen eigentlichen Brennpunkt. Er würde an der Stelle sein, an welcher sich die Strahlen schneiden würden, wenn man sie hinter dem Spiegel verlängerte.

G. Dioptrik.

Die Brechung oder Refraction der Lichtstrahlen findet Statt, wenn dieselben aus einem Medium in ein anderes übergehen. Diese Brechung tritt in verschiedenen Körpern in verschiedenem Maasse auf. Nur senkrecht auffallende Lichtstrahlen werden nicht gebrochen. Die Befähigung der Körper, das Licht zu brechen, steht mit dem Grade ihrer Dichtigkeit und ihrer electrochemischen Natur in gewissen Verhältnissen (siehe oben den Artikel Fortpflanzung des Lichts).

Es existiren Körper, welche eine doppelte Strahlenbrechung zeigen, wo ein durch dieselben hindurchgehender Lichtstrahl gleichsam gespalten wird, so dass ein Theil den gewöhnlichen Brechungsgesetzen folgt, während der andere auf ungewöhnliche Art gebrochen wird und mit dem ersteren einen, je nach der Natur des Körpers, bestimmten Winkel bildet, so dass für jeden einfallenden Lichtstrahl zwei Lichtstrahlen austreten. Zu dieser Klasse von Körpern gehören alle durchsichtigen Krystalle, deren Kerngestalt nicht der regelmässige Würfel oder das Octaëder ist, wie z. B. der Kalkspath, Chrysolith, Strontianit, Beryll etc. Unter solche Krystalle gelegte Gegenstände erscheinen doppelt, eine Linie z. B. doppelt etc. Der isländische Kalkspath, an welchem diese Eigen-

schaft 1669 zuerst von Erasmus Bartholinus wahrgenommen wurde, wird deshalb auch jetzt noch Doppelspath genannt.

H. Optische Instrumente.

Auf der Anwendung der Gesetze der Katoptrik und Dioptrik beruht vorzüglich die Construction der verschiedenen optischen Instrumente. Es kömmt hiebei hauptsächlich die Brechung des Lichtes bei seinen Uebergängen aus der Luft durch Glas und wieder in die Luft in Betracht. Das Glas wird für diese Zwecke nicht blos aus verschiedenen Substanzen in gewissen Verhältnissen bereitet, sondern es wird auch mit verschiedenen Oberflächen durchs Schleifen versehen, und durch Vereinigung solcher Gläser in gewissen Entfernungen im geschlossenen Raume erlangt man Instrumente, welche entfernte, dem blossen Auge nicht mehr sichtbare Gegenstände mit voller Deutlichkeit erkennen lassen, oder sehr kleine Körper in einem vielfach vergrößerten Maassstabe vor's Auge führen, wie die Fernröhre und Microscope. Auch die Brillen, Loupen etc. gehören hieher.

Die Gläser, welche eine Brechung des Lichtes bewirken, wenn dasselbe aus der Luft durch Glas wieder in die Luft geht, sind folgende:

- 1) Plangläser, bei welchen beide Flächen des Glases eben und parallel sind. Alle schräg einfallenden Strahlen werden gebrochen, doch behalten sie nach dem Austritt durch die hintere Fläche des Glases dieselbe Lage; parallele Strahlen bleiben parallel, divergierende divergirend, und convergirende convergirend. Ein Planspiegel wirft daher die Lichtstrahlen auch mit derselben Convergenz und Divergenz, mit welcher sie einfielen, zurück.
- 2) Biconvexe oder convex-convexe Gläser, Linsen, haben auf beiden Seiten erhabene Flächen. Sie sammeln die Lichtstrahlen, machen also parallel einfallende Strahlen convergirend, convergirende noch mehr convergirend und divergirende weniger divergirend, oder parallel, oder selbst convergirend. Die convergirenden Strahlen sammeln oder schneiden sich hinter dem Glase in einem Brennpuncte. Je convexer und dicker die Glasflächen sind, je mehr sie sich also der Kugelgestalt nähern, um so grösser ist ihr Brechungsvermögen, um so näher liegt der Brennpunkt. Sie vergrößern und entfernen die Gegenstände. Der Grad der Vergrößerung wird durch die Grösse der Brennweite in der Entfernung des deutlichen Sehens (letzteres zu 10 Zoll angenommen) bestimmt. Eine Linse, deren Brennweite 1 Zoll beträgt, vergrößert den Gegenstand 10 Mal, ihre Brennweite ist ja 10 Mal in 10 enthalten. Eine Linse, deren Brennweite 4 Linien beträgt, vergrößert ihn 30 Mal, eine von 1 Linie Brennweite 120 Mal. Diese Vergrößerung betrifft nur die Längen- und Breiteausdehnung. Die Vergrößerung der Oberfläche des Gegenstandes erfolgt durch die erste Linse 100 Mal, durch die zweite 900 Mal, und durch die dritte 14,400 Mal.
- 3) Planconvexe Gläser sind auf einer Seite flach, auf der andern convex.
- 4) Biconcave oder concav-concave Gläser sind auf beiden Seiten hohl.

- 5) Planconcave Gläser sind auf einer Seite flach, auf der andern hohl.
- 6) Convexconcave Gläser haben eine hohle und eine convexe Fläche.
- 7) Menisken werden convex-concave Gläser genannt, bei welchen die Erhabenheit grösser als die Höhlung ist.

Durch die concaven Gläser werden die Lichtstrahlen zerstreut, sie machen die parallelen Strahlen divergirend, die divergirenden noch mehr divergirend und die convergirenden Strahlen parallel, es wird durch dieselben weder ein Bild noch ein Brennpunct hervorgebracht.

I. F a r b e n .

Wenn die Lichtstrahlen durch ein dreiseitiges prismatisches Glas durch eine Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen, so stellt sich auf einer dahinter gestellten Fläche ein Farbenbild dar, welches sieben deutlich verschiedene Farben zeigt, die in folgender Weise neben einander liegen: roth, orange, schwefelgelb, grün, lichtblau, dunkelblau, violett. Das ungefärbte Sonnenlicht besteht also aus 7 durch ihre Farbe und auch durch ihre Brechbarkeit verschiedenen Strahlen, denn die einzelnen Strahlen werden gebrochen, wenn man sie wieder durch ein Prisma gehen lässt und zwar zunehmend vom rothen bis zum violetten. Die Erscheinung selbst wird die Licht- oder die Farbenzerstreuung genannt. Dieselben Farben nimmt man auch am Regenbogen wahr, wo die Regentropfen die Stelle des brechenden und zurückwerfenden Prisma vertreten, und den man nur dann erblickt, wenn man die Sonne im Rücken und den Regen vor sich hat. Die Ausdehnung der farbigen Strahlen ist eine verschiedene, so dass, wenn das ganze farbige Sonnenbild in 360 Theile getheilt wird, davon das rothe Licht 45, das orange 27, das gelbe 48, das grüne 60, das hellblaue ebenfalls 60, das dunkelblaue 40 und das violette 80 Theile einnimmt. Trägt man in diesem Verhältnisse die Farben auf eine Scheibe auf und setzt diese von der Sonne beschienen in eine rotirende Bewegung, so verschwinden die Farben und die Scheibe erscheint weiss; fehlt jedoch eine in der Reihe, so erscheint die Scheibe nicht mehr weiss. Sammelt man die 7 Farben in einem biconvexen Glase, so bekommt man im Brennpunkte wieder das ungefärbte weisse Sonnenlicht.

Die erleuchtende Kraft dieser Strahlen ist verschieden; sie ist am grössten in der Mitte des Farbenbildes, also in den grünen und gelben, und nimmt nach beiden Seiten hin ab, so dass man im gelben oder grünen Lichte deutlicher als im rothen oder violetten sehen kann.

Auch die chemische Wirkung der verschiedenen Strahlen ist eine verschiedene. Wenn die chemische Wirkung des Lichtes überhaupt eine desoxydirende, also der Wirkung der Wärme entgegengesetzte ist, denn Metalloxyde werden metallisirt, aus der Salpetersäure wird Sauerstoffgas abgeschieden, Chlorwasser wird in Salzsäure und Sauerstoffgas zerlegt, Pflanzen entwickeln, unter Wasser den Sonnenstrahlen ausgesetzt, Sauerstoffgas etc., so wirken die verschiedenen farbigen Strahlen in verschiedenem Grade desoxydirend. Am schwächsten wirken die

rothen Strahlen, von diesen aufwärts bis zu den violetten Strahlen nimmt die Wirkung zu, aber noch grösser ist die chemische Wirkung der ausserhalb der violetten Strahlen liegenden, die wir nicht wahrnehmen.

Die erwärmende Kraft der farbigen Lichtstrahlen ist der der chemischen Wirkung derselben entgegengesetzt. Die rothen erwärmen am meisten, die violetten am wenigsten.

Newton nahm die genannten 7 Farben als Haupt- oder Grundfarben an, andere Physiker dagegen betrachten als solche nur 3, nämlich roth, gelb und blau und halten die übrigen für verschiedene Verbindungen dieser Grundfarben mit einander, da man durchs Vermischen von roth und gelb orange, von roth und blau violett und durch Hinzumischen von weiss und schwarz jeden Farbenton erzeugen kann.

Die Farbe der Körper wird durch die chemische Affinität der Körper zu den einzelnen Lichtstrahlen und durch das von ihren Oberflächen reflectirte Licht bedingt. Ein Körper erscheint uns schwarz, wenn alle Farbstrahlen zufolge seiner Affinität zu denselben absorbirt werden, folglich keiner reflectirt wird. Werden dagegen alle Strahlen reflectirt, so erscheint er weiss. Werden die rothen Lichtstrahlen zurückgeworfen, die übrigen aber absorbirt, so erscheint er roth etc.

Pigmente werden solche Körper genannt, die bestimmte gefärbte Strahlen besonders zurückwerfen, und die man benutzt, um andere Körper damit zu durchdringen, wie in der Färbekunst, oder damit zu überziehen, wie in der Malerei, damit sie in ähnlicher Weise diesen Farbstrahl reflectiren, also unserem Auge in einer besondern Färbung sichtbar werden.

K. Quellen des Lichts.

Die Haupt-Quelle des Lichtes ist die Sonne. Licht können wir erzeugen durch den Verbrennungsprocess, durch Stoss, durch Reibung etc. Das Licht ist hiebei stets das Resultat der chemischen Aufeinanderwirkung der Körper, ebenso wie das bei der Fäulniss oder Verwesung organischer Körper wahrnehmbare. Durch Ausgleichung heterogener Electricitäten wird ebenfalls Licht erzeugt, und wenn der Act der chemischen Aufeinanderwirkung der Körper ein electricischer ist, d. h. in Folge der Ausgleichung der in dem Körper liegenden Electricitäten erfolgt, so ist auch das durch den Verbrennungs-, Faulungs- und Lebensprozess etc. erzeugte Licht nur ein electricisches, sowie wahrscheinlich das Licht der Sonne ein solches ist, welches zufolge der Ausgleichung der zwischen der Sonne und andern Weltkörpern stattfindenden Attraction entsteht, und die Sonne mit einer leuchtenden Atmosphäre umgiebt, da die Sonne selbst kein in Verbrennung begriffener, sondern wie unsere Erde, ein dunkler Weltkörper ist.

L. Photometer.

Photometer sind Instrumente, um die Intensität des Lichts zu messen. Sie erlauben nur ohngefähre und vergleichende Bestimmungen zwischen der Lichtstärke verschiedener leuchtender Körper. Das einfachste und bequemste ist das von Rumford construirte, durch welches

die Lichtstärke leuchtender Körper, z. B. der Flamme eines Kerzenlichtes mit einer Gasflamme etc. vergleichend gemessen werden kann, mittelst der Schwärze der Schatten, welche ein zwischen die Flammen und eine weisse Fläche gestellter Körper auf letztere wirft. Die Vorrichtung besteht in einem ausgespannten weissen Papierbogen, vor welchem in der Entfernung von einigen Zollen ein zylindrischer Stab von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser gestellt wird. Der Schatten der in einer gewissen Entfernung befindlichen Flamme eines Kerzenlichtes wird auf der Papierfläche blässer erscheinen als der Schatten der neben der Kerze befindlichen Gasflamme. Wenn nun die Entfernung der Flamme von der weissen Fläche z. B. 4 Fuss beträgt, so wird jetzt die Gasflamme soweit zurückgeschoben, bis der Schatten derselben dem Schatten der Kerzenflamme an Schwärze gleichkömmt. Beträgt jetzt die Entfernung der Gasflamme 12 Fuss, so verhält sich die Intensität des Gaslichts zu der des Kerzenlichtes wie das Quadrat der Entfernung des ersten zu dem des letzten, oder $12 \times 12 = 144$ zu $4 \times 4 = 16$ oder wie 9 zu 1, d. h. die Lichtstärke des Gaslichtes ist 9 mal so gross, als die des Kerzenlichtes, oder die Gasflamme giebt 9 mal so viel Licht aus als die Kerzenflamme.

Siebenter Abschnitt.

Magnetismus.

A. Wesen des Magnetismus.

Es giebt gewisse Eisenerze, welche die Eigenschaft besitzen, das Eisen anzuziehen und an bestimmten Punkten mit einer gewissen Kraft festzuhalten. ein Phänomen, welches Thales bereits vor 2400 Jahren wahrnahm. Werden diese Eisenerze kleineren Partikelchen Eisen, z. B. Eisenfeilen, genähert, so wirken sie schon anziehend aus der Entfernung; die Eisenfeile bewegen sich nach dem Eisenerze hin, richten sich auf, wenn man in gewisser Entfernung darüber, oder unter einem Bogen Papier, auf welchen die Eisenfeile gestreut worden, damit hinfährt, und bleiben büschelförmig an bestimmten Punkten des Erzes haften. Man schreibt diese Eigenschaft einer eigenthümlichen imponderabeln Flüssigkeit zu, welche in der ponderabeln Masse der Eisenerze enthalten ist, und nennt die Erscheinung Magnetismus.

B. Mittheilung des Magnetismus.

Die erwähnte Eigenschaft, welche vorzüglich im Magneteisensteine, einem in Schweden, Sibirien, Böhmen, auf der Insel Elba u. a. O. vorkommenden Eisenerze, enthalten ist, lässt sich dem Eisen selbst mittheilen, besonders dem gehärteten Eisen, dem Stahl, so dass derselbe selbst noch in einem weit höheren Grade obige Eigenschaften bekommen kann. Solcher Stahl wird ein Magnet und seine Wirkung eine magnetische genannt.

C. Magnetische Pole und Uebertragung des Magnetismus.

Wenn man eine Stahlstange in einen Magnet verwandelt hat, was durch's Streichen derselben mit Magneteisenstein erfolgt, so nimmt man an demselben zwei entgegengesetzte Stellen wahr, an welchen er das Eisen besonders stark anzieht, welche Stellen man seine Pole, und zwar den einen den Südpol, den andern den Nordpol nennt. Streicht man mit einem solchen künstlichen Magnete unmagnetischen Stahl, so wird derselbe ebenfalls magnetisch, also in einen Magnet verwandelt. Es geht hierbei nichts von dem magnetischen Wesen des ersten Magnets verloren; derselbe zeigt seine Kraft nach wie vor, so dass sich durch ihn eine Menge Magnete wieder bilden lassen. Es lässt sich durch einen künstlichen Magnet immer nur wieder ein Magnet von höchstens gleicher Stärke erlangen; er kann keine grössere Kraft mittheilen, als er selbst

besitzt; wendet man dazu aber mehrere mit einander verbundene Magnete an, so geht die gesammte Kraft der verbundenen Magnete in den neuen über, und es können auf diese Weise Magnete von bedeutender Tragkraft gebildet werden. Ausser dem Stahle ist auch Kobalt und Eisen unter den Metallen fähig, Magnetismus zu empfangen, so dass man Magnete aus Stahl, Eisen und Kobalt bilden kann.

Nähert man die Pole zweier Magnete einander, von welchen der eine an einem Faden frei schwebend aufgehängt ist, so findet man, dass der eine Pol desselben angezogen, der andere dagegen abgestossen wird. Es sind die einander entgegengesetzten Pole, welche sich anziehen, oder die ungleichnamigen Pole, während die gleichnamigen einander sich abstossen, sich von einander entfernen. Man nennt diese Pole gewöhnlich den einen den Südpol, den andern den Nordpol. Man bezeichnet sie auch wohl als $-M$ und $+M$, so dass $-M - M$ abstösst, ebenso $+M + M$, während $+M - M$ anzieht, wobei also eine Ausgleichung des differenten electricischen Wesens stattfindet.

D. Das Armiren der Magnete.

Man kann die Pole eines Magnets bedeutend verstärken, ihre anziehende Kraft künstlich vermehren, was man das Armiren, Bewaffnen, nennt, wenn man ihnen die Form eines Hufeisens giebt und an die unteren beiden Flächen, von welchen die eine den Süd-, die andere den Nordpol bildet, einen flachen Eisenstab, welchen man Anker nennt, anlegt. Die ganze Kraft des Magnets ist jetzt in den zwei Füßen vereinigt und der Anker wird desshalb mit doppelter Kraft von den beiden Polen angezogen oder festgehalten, so dass man bedeutende Gewichte an den Anker hängen kann, bevor er dadurch von den Polen abgerissen wird. Die Kraftzunahme eines Magnets ist durch die Armirung eine so bedeutende, dass ein Magnet, der im gewöhnlichen Zustande vielleicht nur 1 Loth zieht, im armirten 200 bis 300 Loth zu tragen vermag.

E. Die Richtung oder Direction des Magnets.

Wenn man einen Magnet frei schwebend an einem Faden aufhängt, oder seinen Schwerpunkt auf einer Nadel unterstützt, so dass er in seiner Bewegung nicht gehemmt ist, so nehmen seine Pole, nachdem die Schwingungen aufgehört haben, eine bestimmte Richtung an. Der eine zeigt nach Norden, der andere nach Süden. Der nach Norden gerichtete wird der Nordpol und der nach Süden zeigende der Südpol genannt. Wie oft man auch die Richtung dieser Pole verändert, immer kehren dieselben, zur Ruhe gekommen, in ihre frühere Lage zurück. Dieses Verhalten wird die Polarität oder die Direction oder Richtung des Magnets genannt. Die gerade Linie zwischen beiden Polen heisst die Achse des Magnets, und wenn man sich dieselbe verlängert denkt, der magnetische Meridian. Eine die Achse des Magnets, oder den magnetischen Meridian in einer Horizontalebene senkrecht durchschneidende Linie nennt man den magnetischen Aequator.

F. Die magnetische Declination.

Der magnetische Meridian fällt mit dem Erdmeridian nicht genau zusammen, d. h. der Nordpol des Magnets zeigt nicht genau nach dem Nordpole der Erde, und der Südpol des Magnets nicht genau nach dem Südpole der Erde hin, sondern die Pole des Magnets weichen von dieser Richtung etwas ab, so dass der Meridian des Orts auf der Erde, wo sich der Magnet befindet, mit dem Meridian des Magnets einen Winkel bildet. Diese Abweichung ist nicht nur an verschiedenen Orten der Erde eine sehr verschiedene, sondern findet auch von Zeit zu Zeit an ein und demselben Orte statt.

Man nennt diese Veränderung der Magnetpole in ihrer Richtung zu den Erdpolen ihre magnetische Abweichung oder Declination, die Winkel, welche dadurch zwischen dem magnetischen Meridian und dem Erdmeridian gebildet werden, die Declinations- oder Abweichungswinkel und das Instrument, durch welches diese Abweichung genau gemessen werden kann, das magnetische Declinatorium.

G. Magnetische Inclination.

Hat man an einer Stahladel den Schwerpunkt bestimmt, so wird dieselbe bei einer Unterstüztung des Schwerpuncts, durch welche die freie Bewegung der Nadel nicht gehemmt ist, an allen Puncten ihrer Ausdehnung und Richtung eine horizontale Lage gegen die Erde zeigen. Sowie man dieselbe aber magnetisch gemacht, also in eine Magnetadel verwandelt hat, bemerkt man unter gleichen Verhältnissen eine Veränderung ihrer horizontalen Lage, eine Hinneigung des einen Poles zur Erde, so dass man erst den andern Pol mit Gewichten belasten muss, um sie in eine horizontale Lage zu versetzen. Je mehr man sich dem Nordpole nähert, um so mehr wendet sich der Nordpol der Erde zu, um so senkrechter wird die Richtung der Nadel. Nach dem Südpole hin findet das umgekehrte Verhältniss statt, so dass man in der Nähe des Südpols der Erde wieder einen Punct findet, wo die Nadel sich vertikal stellt, d. h. wo der Südpol der Magnetadel der Erde zugekehrt ist.

Dieses Verhalten der Magnetadel wird magnetische Inclination und der Apparat, mittelst welchem die Inclination gemessen werden kann, das magnetische Inclinatorium genannt.

Die Declination und Inclination der Magnetadel findet ihren Grund in dem magnetischen Verhalten der Erde, die man als einen grossen Magnet betrachtet, dessen einer Pol in Norden, der andere aber in Süden liegt, und die nun attractorisch auf die Pole der Magnetadel einwirken, gleich den Polen eines stärkern Magnets auf die Pole eines schwächern, so dass also, genau genommen, der sich nach Norden wendende Pol der Magnetadel der Südpol, und der sich nach Süden richtende Pol der Magnetadel der Nordpol ist, da die gleichartigen oder gleichnamigen Pole sich abstossen, die ungleichartigen oder ungleichnamigen aber sich anziehen. Jene Ausdrücke sind indess einmal angenommen, die Sache bleibt ein und dieselbe. Was den Magnetismus der

Erde bewirkt und was der Magnetismus selbst ist, ist eben so unbekannt wie die Natur der Wärme, des Lichtes und der Electricität; wir nehmen das Vorhandensein dieser Wesen nur durch ihre Eigenschaften wahr.

H. Benutzung des Magnetismus.

Das Verhalten der Magnetonadel ist von höchster Bedeutung geworden für die Kunde der Schifffahrt und der grossen Wüsten des Südens und Nordens, wo es keine Orientierungspuncte der Erde giebt. Man wendet hiezu eine aus einer Uhrfeder gefertigte, in einem mit einem Glasdeckel versehenen Behälter auf einer feinen Stahlspitze mittelst eines Agathütchens ruhende Magnetonadel an, unter welcher eine Windrose gezeichnet ist, und nennt einen solchen Apparat einen Compas. Für die Abweichungen der Nadel in verschiedenen Gegenden hat man nach Beobachtungen Tafeln und Karten angefertigt, die jedoch, da, wie oben erwähnt, diese Abweichung selbst an ein und demselben Orte nicht constant ist, von Zeit zu Zeit ergänzt werden müssen.

In der Arzneykunde wird der Magnetismus nur selten, hin und wieder gegen rheumatische Beschwerden, gegen Kopf- und Zahnleiden angewendet.

E l e c t r i z i t ä t .

I. Reibungs-Electricität.

A. Allgemeine Erscheinungen der Electricität.

Verschiedene Körper erlangen durch's Reiben, Stossen oder Erwärmen die Eigenschaft, leichte Körperchen, wie Papierspäne, Kügelchen aus Hollundermark, anzuziehen und nach kurzer Zeit wieder abzustossen, bei der Annäherung an's Gesicht ein eigenthümliches prickelndes Gefühl, als ob Spinnweben das Gesicht berührten, zu erwecken, dabei einen phosphorischen Geruch auszugeben, im Dunkeln ein weissliches Licht und selbst ein Knistern zu verbreiten. Diesen Complex von Erscheinungen nennt man electricische Erscheinungen und das Wesen derselben Electricität.

Glas mit Seide, Siegellack mit Wolle gerieben, zeigen die beschriebenen Phänomene in besonders hohem Grade; das Anziehen und Abstossen leichter Körperchen aber soll schon von Thales gegen 600 Jahre vor Christi Geburt am Bernsteine wahrgenommen, und da im Griechischen der Bernstein Electron hiess, davon auch der Name Electricität abgeleitet worden sein.

B. Verschiedenartigkeit der Electricität.

Hängt man an einem Seidenfaden ein Hollunderkügelchen auf und bringt in geringer Entfernung von demselben auf die eine Seite eine mit Seide geriebene Glasröhre, auf die andere Seite eine mit Pelz geriebene

Siegellackstange, so wird das Kügelchen abwechselnd vom Glase und Siegellack angezogen und abgestossen. Nähert man beide Stangen einander selbst, so nimmt man einen Lichtfunken wahr und ein Hollunderkügelchen wird jetzt weder von der einen, noch von der andern angezogen oder abgestossen. Aus diesem Verhalten schliesst man, dass die im Glase erregte Electricität verschieden von der im Harze erregten sei, dass das Hollunderkügelchen, nachdem es an der Glasstange sich mit Electricität gesättigt, von derselben abgestossen, dagegen von der Harzstange angezogen werde, woselbst eine Neutralisation der von der Glasstange empfangenen Electricität durch die in der Harzstange befindliche, und endlich selbst wieder eine Beladung mit derselben folge, worauf es wieder abgestossen und von der Glasstange angezogen dieser sich zuwende und dieses Spiel so lange fortsetze, bis endlich alle Electricität beiden Stangen entzogen und durch das Kügelchen zur Ausgleichung gebracht worden sei, was rasch und mit einem Male erfolgt, wenn man beide Stangen, wie oben angeführt, unmittelbar mit einander berührt.

Man nennt die eine der Electricitäten Glaselectricität oder auch positive Electricität und deutet sie durch die Bezeichnung $+ E$ an, die andere aber nennt man Harzelectricität oder negative Electricität und bezeichnet sie $- E$.

C. Vertheilung der Electricitäten.

Wenn eine Glas- oder Harzstange gerieben wird, so werden stets beide Electricitäten hervorgerufen. Die eine sammelt sich auf der geriebenen Stange, die andere auf dem Reibzeuge an. Die Natur des geriebenen Körpers und des Reibzeugs, sowie der Grad der Erwärmung, bedingen dabei die Art der Electricität, welche sich auf dem geriebenen Körper und auf dem Reibzeuge anhäuft, so dass, wenn z. B. beim Reiben einer Glasstange mit einem seidenen Tuche, an der Glasstange $+ E$ und auf dem seidenen Tuche $- E$ sich ansammelt, das Entgegengesetzte stattfindet, wenn man die Glasstange mit einem Katzenpelze reibt, wodurch die Glasstange negativ und der Katzenpelz dagegen positiv electrisch wird.

Man nimmt an, dass die Körper in ihrem natürlichen Zustande beide Electricitäten, jedoch im Zustande der Neutralisation, oder der Sättigung enthalten. Wird der Zustand der Ruhe derselben jedoch durch irgend welche Einflüsse, wie z. B. durch Reibung, aufgehoben, so findet eine Trennung der Electricitäten in vorbeschriebener Weise statt, so dass also stets, wenn $+ E$ durch's Reiben erregt wird, in gleichem Maasse $- E$ frei gemacht werden muss.

D. Electroscope und Electrometer.

Um zu erkennen, ob ein Körper freie Electricität enthält, darf man ihn nur einem an einem Seidenfaden hängenden Kügelchen aus Hollundermark nähern, oder einer sogenannten electrischen Nadel, einem kleinen Messingdrathe, an beiden Enden mit kleinen hohlen Kugeln versehen, der mittelst eines Agathütchens auf einer feinen Spitze ruht, auf

welcher er leicht bewegt werden kann. Das Hollundermarkkugelchen wird angezogen, und der Messingdrath bewegt sich, wenn der Körper electrisch ist; beide verbleiben aber in Ruhe, wenn diess nicht der Fall ist. Solche Vorrichtungen werden Electroscope genannt, auch wohl Electrometer (Electrizitätsmesser), da dieselben durch verschiedene Grössen der Electricität auch in schnellere oder langsamere Bewegung gesetzt werden; doch hat man für letztere Zwecke complicirtere und empfindlichere Apparate, wie das Goldblattelectrometer von Bonnet, das Strohhalmelectrometer von Volta, das Buffsche Electrometer etc.

Solcher Vorrichtungen bedient man sich auch, um die Natur der in einem Körper vorhandenen Electricität zu erkennen. Man schwängert das Electrometer mit positiver oder negativer Electricität, entladet hierauf in demselben die zu prüfende Electricität und erkennt ihre Natur, je nachdem das Electrometer angezogen oder abgestossen wird; denn, wie bereits oben aus den angeführten Versuchen sich ergab, gleichartige Electricitäten fliehen sich oder stossen einander ab, ungleichartige aber suchen sich, ziehen einander an. Das Resultat der Ausgleichung ist das oben beschriebene Gefühl auf der Haut, der Lichtschein, der eigenthümliche Geruch, das besondere Geräusch, und wenn die Summe der Electricität gross ist, der sogenannte electriche Funke (Feuer), bei der atmosphärischen Electricität der Blitz.

E. Das Electrophor.

Das Electrophor (Electricitätsträger) ist eine Vorrichtung, in welcher schon grössere Quantitäten von Electricität angesammelt und für längere Zeit aufbewahrt werden können. Es ist eine im Jahre 1775 von Alexander Volta, Professor der Physik zu Pavia, gemachte Erfindung und gehört zu den wichtigsten electricischen Apparaten. Es besteht aus einem mit einer ebenen Oberfläche versehenen, in eine Kapsel von Blech gegossenen Harzkuchen, auf welchen eine etwas kleinere, mit einem Glasgriff versehene Metallplatte gelegt wird. Diese Platte kann auch eine mit Staniol überzogene Holzscheibe sein, die durch seidene Schnuren abgehoben und wieder auf den Harzkuchen gesetzt werden kann.

Wird die Oberfläche des Harzkuchens mit einem Tuchlappen gerieben, oder besser mit einem Fuchsschwanz geschlagen, so häuft sich auf derselben — E an, während die metallische, durch den Tisch mit der Erde in Verbindung stehende Metallkapsel des Harzkuchens + E enthält. Setzt man nun den Metalldeckel auf den Harzkuchen, so empfängt er von der auf der Harzfläche befindlichen — E und es findet eine Vertheilung der bisher in dem Metalldeckel ruhenden Electricitäten Statt, dergestalt, dass die — E abgestossen, die + E aber angezogen wird, wesshalb sich die + E in dem untern, die — E in dem obern Theile des Deckels anhäuft. Hebt man daher den Deckel mittelst des gläsernen Stiels von der Harzscheibe ab, so zeigt er keinen electricischen Zustand, berührt man ihn jedoch, während er noch auf der Harzscheibe liegt, mit einem Finger, so springt ein kleiner stehender Funke zum Finger über. Dieser Funke erfolgt durch die Ausgleichung der — Electricität des Deckels mit der + E des Fingers. Es wird durch

diese Berührung dem Deckel also die negative Electricität entzogen und derselbe mit positiver Electricität beladen. Die $+ E$ des Deckels ist durch die $- E$ der Harzplatte gebunden, so lange er damit in Berührung ist. Wird aber jetzt der Deckel abermals an dem gläsernen Stiele von der Harzplatte abgehoben, so wird die in ihm ruhende $+ E$ frei und kann in Gestalt eines Funkens demselben entzogen werden, wenn man ihm den Knöchel eines Fingers oder einer kleinen Metallkugel nähert. Setzt man den Deckel wieder auf die Harzscheibe zurück und berührt ihn gleichzeitig mit der blechernen Kapsel, so empfängt man durch die Ausgleichung der beiden Electricitäten eine kleine Erschütterung.

F. Leiter, Nichtleiter und Halbleiter der Electricität.

Je nachdem die Körper schneller oder langsamer die Electricität verlieren und sich mit den umgebenden Körpern in's Gleichgewicht setzen, sich also in dieser Beziehung ähnlich der Wärme verhalten, nennt man sie Leiter, Nichtleiter oder Isolatoren und Halbleiter. Nichtleiter oder Isolatoren im strengsten Sinne des Wortes giebt es nicht, denn jeder Körper, wie er auch beschaffen sein mag, verliert seine Electricität, oder sie wird durch die entgegengesetzte Electricität der Umgebung neutralisirt. Halbleiter sind Körper, welche auf ihnen erregte freie Electricität nicht so rasch und nicht so langsam an andere Körper abgeben, wie die Leiter und die Nichtleiter. Electricitätsleiter ersten Ranges sind die Metalle, zweiten Ranges das Wasser, die Säuren und Salzaufösungen, denn nach Cavendish sollen die Metalle um 400 Millionen Mal besser leiten, als das Wasser; auch die lebenden Geschöpfe, die Pflanzen, die Nerven sind gute Electricitätsleiter.

Zu den Isolatoren oder Nichtleitern gehören Glas, Harze, trockene Luft, Seide, Haare, Schwefel, trockenes Holz etc. Je trockener diese Körper sind, um so länger haftet die Electricität auf ihrer Oberfläche.

G. Die Leidner Flasche und die electricische Batterie.

Die Leidner Flasche dient zur Isolirung grösserer Quantitäten von Electricität und besteht aus einer Flasche, welche innen und aussen bis zu einigen Zollen Entfernung von ihrem obern Rande mit Staniol belegt ist und durch ihren Kork oder Deckel einen dicken Metalldraht führt, der oben mit einem Knopfe versehen ist, unten aber im Innern der Flasche mehrere Windungen hat, um die Staniolfläche zu berühren. Wird der äussere Knopf des Drahtes mit einem Electricität gebenden Körper, z. B. mit einer geriebenen Glasstange oder mit dem Conductor der Electricitätsmaschine in Berührung gebracht, so strömt die Electricität durch den Draht in das Innere der Flasche und wird daselbst einige Zeit zurückgehalten, weil sie durch die unbelegte Glasschichte, als einen Isolator, an der Ausgleichung mit der entgegengesetzten, an der äussern Staniolfläche haftenden verhindert wird. Berührt man mit einem Leiter diese äussere Fläche und den Knopf des mit der Innenfläche der Flasche in Verbindung stehenden Drahtes, so erfolgt plötzliche Ausgleichung der beiden Electricitäten, welche sich durch einen Funken sichtbar macht. Schliesst

man die genannten beiden Punkte mit der Hand, so erhält man eine Erschütterung. Fassen sich mehrere Menschen an den Händen, indem sie so eine Kette bilden, von welchen der erste den Beleg der Flasche anfasst, während der letzte den Knopf derselben berührt, so empfangen alle eine Erschütterung, einen Schlag im Momente der Schliessung der Kette. Die Erschütterung ist um so stärker, je umfangreicher die Flasche war. Werden mehrere solcher Flaschen mittelst ihres äusseren Belegs und ihrer Knöpfe mit einander verbunden und dann mit Electricität gefüllt, so nennt man eine solche Vorrichtung eine electricische Batterie. Durch die Entladung derselben können selbst grössere Thiere getödtet werden, sowie überhaupt durch dieselben die Phänomene des Blitzes und andere Erscheinungen hervorgerufen werden können. Gefahrlos lässt sich die Leidner Flasche entladen, wenn man einen an seinen Endpunkten mit Knöpfen versehenen Metalldraht anwendet, der in der Mitte an einem gläsernen Griff befestigt ist, welcher gegen das Uebertreten der Electricität in die Hand des Entladers schützt.

Die Leidner Flasche wurde vom Domherrn Kleist zu Leiden 1745 entdeckt und heisst deshalb auch Kleist'sche Flasche.

H. Die Electricirmaschine.

So wird der Apparat genannt, mittelst welchem grosse Quantitäten von freier Electricität hervorgerufen werden können. Die wesentlichsten Theile eines solchen Apparates sind: 1) ein reibender Körper, 2) ein gerieben werdender Körper und 3) ein isolirter Leiter.

Der reibende Körper besteht gewöhnlich aus einem mit Pferdehaaren ausgestopften Kissen, dessen Fläche mit einem Amalgam aus Quecksilber, Zink und Zinn eingerieben ist und durch Schrauben mehr oder weniger stark an den zu reibenden Körper angedrückt werden kann. Letzterer besteht aus einer Glasscheibe oder aus einem Glaszylinder. Der Conductor ist ein hohler Messingcylinder, der auf Glasäulen ruht und mit einem Knopfe versehen ist. Zwei von ihm ausgehende Arme, welche der Glasscheibe oder dem Glaszylinder zu beiden Seiten, ohne ihn zu berühren, möglichst nahe gestellt sind, werden die Zuleiter genannt. Sind die Zuleiter beweglich, so dass sie auch dem Reibzeuge möglichst nahe gestellt werden können, so kann man nach Belieben den Conductor mit $+ E$ von der Glasfläche, oder mit $- E$ von dem Reibzeuge beladen, denn letzteres steht durch eine Kette mit dem Boden (der Erde) in Berührung, durch welche ihm Electricität zugeführt wird, während der Glaszylinder oder die Glasscheibe auf Glasscheiben ruht und isolirt wird.

Mittelst einer Kurbel kann die Glasfläche in eine rotirende Bewegung gesetzt und dadurch an dem Reibzeuge gerieben werden, wodurch die Glasfläche $+ electricisch$, das Kissen aber $- electricisch$ wird. Die $+ E$ des Glases geht zum Conductor über, die $- E$ des Kissens aber zur Erde. Nähert man dem Knopfe des Conductors den Knöchel eines Fingers, so schlägt ein Funke über, indem sich die $+ E$ des Conductors mit der $- E$, welche aus der Erde durch den Knöchel ausströmt, zu $0 E$. ausgleicht, und man bekommt eine Erschütterung, einen Schlag.

Nähert man dem Conductor eine Kleistsche Flasche, oder setzt man durch einen Metalldraht damit eine electriche Batterie in Verbindung, so lässt sich im geschlossenen Raume auf diese Weise eine grosse Summe von Electricität ansammeln und beliebig anwenden.

Je trockener die Luft und alle Theile der Electricirmaschine sind, um so kräftiger wirkt sie, da Feuchtigkeit (Wasserdampf) als guter Leiter der Electricität die freie Electricität sogleich ableitet und zur Ausgleichung bringt.

I. Wirkung und Benutzung der Electricität.

Der electriche Funke bewirkt Zersetzungen und Verbindungen. Knallluft wird entzündet und eine chemische Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff bewirkt; Wasser kann aber auch durch Electricität zersetzt und in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zerlegt werden. Durch einen kräftigen electricchen Funken wird Alkohol, Aether etc. zersetzt und entzündet. Metalldrähte können durch Electricität nicht bloss glühend gemacht, sondern selbst geschmolzen werden. Metalle können oxydirt, Metalloxyde desoxydirt werden. Die positive Electricität wirkt oxydirend, die negative desoxydirend. Der $+$ electriche Funke erscheint grösser und strahlender, als der $-$ electriche. Entladet man eine mit $+$ E gefüllte Leidner Flasche auf einer mit Lycopodium oder Schwefelblumen bestreuten Harzfläche, so bilden sich strahlige, dendritische Figuren; durch Entladung einer mit $-$ E gefüllten Flasche entstehen runde, kugelförmige Gruppierungen. Es sind die sogenannten Lichtenbergschen Figuren.

Auch als Arzneimittel findet die Electricität Anwendung, indem man dieselbe entweder auf den ganzen Körper, oder nur auf kranke Theile des Körpers einströmen lässt.

II. Galvanismus.

A. Entdeckung und Erregung des Galvanismus.

Besondere Erscheinungen und Wirkungen bringt die durch Berührung heterogener Körper hervorgerufene Electricität hervor, die man ihrem Entdecker zu Ehren galvanische Electricität oder auch Galvanismus genannt hat. Sie wurde im Jahre 1789 von Aloysius Galvani, Professor der Medicin zu Bologna, entdeckt, indem er zufällig an kupferne Haken befestigte präparirte Froschschenkel an einem eisernen Geländer aufhing und dabei ein lebhaftes Zucken der Froschschenkel bemerkte.

Alexander Volta, Professor zu Pavia, welcher die Versuche Galvani's wiederholte, entdeckte bald, dass es zum Gelingen dieses Versuches nothwendig sei, zwei heterogene Metalle, von welchen das eine vom Nerven, das andere vom Muskel des Froschschenkels ausging, mit einander zu berühren, wo im Momente der Berührung das Zucken wahrgenommen wurde. Er zeigte ferner, dass wenn man zwei heterogene

Metalle, z. B. eine Zinkscheibe auf eine Kupfer- oder Silberscheibe lege, das Zink freie positive, das Kupfer oder Silber freie negative Electricität zeige und dieselbe auch behalte, wenn man mittelst isolirender Handhaben die Metalle trennte. Legt man dagegen auf die Kupfer- oder Silberscheibe noch eine Zinkscheibe, so dass Zink, Kupfer, Zink übereinander liegen, so verschwindet jede Spur freier Electricität; bedeckt man das Zink wieder mit einer Kupferscheibe, so ist wieder die erste Wirkung wahrzunehmen, jedoch keineswegs in verstärktem Grade, wie man aus der Verdoppelung der Scheiben schliessen sollte. Ganz anders ist der Effect, wenn man ein solches Scheiben- oder Plattenpaar, das man eine einfache galvanische Kette nennt, durch leitende Körper, die aber durch Berührung keine, oder nur sehr schwache Electricität erregen, z. B. durch mit Wasser, oder Säure, oder mit einer Salzauflösung getränkte Pappscheiben oder Tuchlappen, von einem zweiten gleichen Plattenpaare trennt und nun noch mehr solcher Schichtungen aneinander reiht, so dass immer Kupfer, Zink, Pappe, K. Z. P., K. Z. P. auf einander folgen und so ein System von einfachen Ketten bildet, welches an einem Ende mit einer Kupferplatte, am andern mit einer Zinkplatte besetzt ist. Eine solche Kette zeigt eine mit der Zahl der Plattenpaare in geradem Verhältniss stehende Spannung und Wirkung, so dass also eine aus 30 Plattenpaaren bestehende Kette eine 30mal so starke Wirkung zeigt, als eine aus einem einzigen Paare bestehende. Ein solcher Apparat, der zuerst von Volta construirt wurde, wird eine Voltaische Säule genannt. Die letzten Platten an beiden Enden heissen ihre Pole; die Kupferplatte bildet den negativen, die Zinkplatte den positiven Pol.

Je grösser die Berührungsflächen der Metalle sind, je grösser ferner die Differenz der Affinität der mit einander in Contact gesetzten Metalle zum Sauerstoffe ist und je besser die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit, womit die Pappscheiben getränkt sind, ist, um so grösser ist auch die Wirkung der Säule. Doch muss die Säule auf Glasstangen ruhen, damit sie isolirt und ihre Wirkung nicht abgeleitet werde.

B. Verschiedenartigkeit der Voltaischen Säulen.

Man construirt dieselben entweder auf die vorbeschriebene Weise, oder auch, indem man die isolirten Plattenpaare in einen den flüssigen Leiter enthaltenden Trog von Holz, oder Porzellan einsenkt (der Trog-Apparat), oder indem man mit einander verbundene Kupfer- und Zinkstreifen in Gläsern durch eine leitende Flüssigkeit verbindet, so dass in die Flüssigkeit eines jeden Glases ein Zink- und ein Kupferende eingetaucht ist etc., wodurch man einen sogenannten Becherapparat erhält. Es wird auch der aus Plattenpaaren errichteten Säule bald eine horizontale, bald eine vertikale Stellung gegeben etc. Wird ein Apparat, der einen Kupfercylinder und einen etwa vier bis sechs Linien davon abstehenden Zinkcylinder enthält, jedoch so, dass beide Cylinder einander nicht berühren, in verdünnte Schwefelsäure getaucht, so wird eine grosse Summe von Electricität erregt, jedoch von geringer Spannung, und kann verwendet werden, sobald man vom Zink- wie vom

Kupfercylinder Drähte ausgehen lässt. Harés' Calorimeter beruht auf diesem Prinzip.

C. Wirkungen des Galvanismus.

Durch die Grösse der Plattenpaare wird die Quantität der circulirenden Electricität, durch die Anzahl derselben aber die electricische Spannung vermehrt, welche den Strom in Bewegung setzt. Electricische Spannung wird die Anhäufung der Electricität in den beiden Endplatten oder Polen genannt. Bei der Voltaschen Säule wächst diese Spannung mit der Zahl der Plattenpaare. Das Agens ist dieselbe Electricität, welche durch Reibung in den Electricitätsmaschinen hervorgerufen wird. Im Allgemeinen zeigt die galvanische Electricität aber die Wirkungen einer grossen Summe von Electricität im Zustande einer sehr geringen Spannung an.

Wird die Kette geschlossen, indem man von beiden Polen einer Säule Drähte ausgehen lässt und ihre Endpunkte mit einander berührt, so nimmt man einen sehr kleinen Funken wahr. Die Wärme dieses Funkens ist aber sehr bedeutend. Fasst man mit befeuchteten Händen diese Drähte an, so bekommt man eine bedeutende Erschütterung im Momente der Schliessung. Ist die Erschütterung vorüber, so empfindet man ein zunehmendes Brennen an dem Berührungspunkte, das sich bis zur Empfindung des Glühens steigert, besonders wenn verwundete Stellen im Berührungspunkte liegen. Schliesst man die Kette auf befeuchtem Lakmuspapier, so wird das Lakmuspapier am Zinkpol geröthet, das geröthete aber am Kupferpol wieder blau. Leitet man die Drähte in Wasser, so wird dasselbe zersetzt, dergestalt, dass am Kupferpole Wasserstoffgas, am Zinkpole Sauerstoffgas auftritt. Letzteres wird jedoch vom Drahte absorbirt, indem sich derselbe oxydirt, wenn er nicht von Gold oder Platin ist. Kräftige Säulen erzeugen bei der Ausgleichung ihrer Pole solche Summen von Wärme, dass Wasser in's Kochen und die strengflüssigsten Metalle zum Schmelzen gebracht werden; auch ist die Lichtausstrahlung der dadurch in plötzliches Erglühen gebrachten Substanzen, z.B. der Kohle, so intensiv, dass sie das Auge nicht zu ertragen vermag.

Besonders kräftig ist die chemische Wirkung des Galvanismus. Alle in den Schliessungskreis gebrachten Körper werden zerlegt, dergestalt, dass die positiven Bestandtheile am negativen Pole, die negativen am positiven Pole der Kette abgeschieden werden. Durch die galvanische Säule entdeckte Davy 1817 die Alkali-Metalle, das Kalium und Natrium. Auf der Wirkung des Galvanismus beruht die Galvanoplastik, sowie die neuen Methoden der Vergoldung und Versilberung.

D. Die constanten Ketten und Batterien.

Es sind einfache Ketten, welche grosse Quantitäten circulirender, aber in geringer Spannung begriffener Electricität ausgeben, in welchen aber der Strom mit unveränderter Stärke fort dauert und die aus Kupfer und Zink, oder Platin und Zink, oder Kohle und Zink etc. auf mannigfache Weise construirt und mit Säuren oder Salzaufösungen gefüllt wer-

den. Daniel, Grave, Bunsen u. A. haben solche Batterien construiert. Mit der Grösse der Oberfläche der einander gegenüberstehenden Metalle, mit der oben erwähnten Differenz der Metalle und mit der Natur der Flüssigkeit, welche zur Erregung der Kette angewendet wird, steigt auch die Wirkung derselben.

Eine langsam, schwach, aber andauernd wirkende constante Kette construirte zuerst Bequerel. Sie besteht aus einem Glasgefässe, welches einen Kupfercylinder enthält, von einer mit Kupfervitriollösung gefüllten Blase umgeben, die ein Zinkcylinder einschliesst, der in verdünnter Schwefelsäure steht. Wenn vom Zink- und vom Kupfercylinder ein Paar Drähte ausgeführt und durch eine leitende Flüssigkeit geschlossen werden, so findet eine andauernde electriche Strömung statt.

Statt der Blase wendet man besser einen porösen Thoncylinder an und construiert den Apparat dergestalt, dass man in einen Kupfercylinder einen engern Thoncylinder stellt, und in diesen wieder eine massive Zinkstange. Der Kupfercylinder wird mit einer Kupfervitriollösung, der Thoncylinder aber mit gewässerter Schwefelsäure gefüllt. Vom Kupfer wie vom Zinkcylinder erhebt sich ein Draht, oben ein Fingerhut ähnliches Schüsselchen tragend, in welches etwas Quecksilber gegeben wird. Taucht man in diese Schüsselchen ein Paar Drähte und schliesst sie in einer Flüssigkeit, so erfolgt die Circulation des electricen Stroms. Werden diese Drähte in eine Metallauflösung geleitet, so erfolgt am Kupferpole Abscheidung des Metalls, am Zinkpole Abscheidung des Sauerstoffs des Metalls und der Säure der Metalllösung.

E. Die Zambonische oder trockene Säule.

Wenn je zwei metallische Substanzen durch einen trockenen Leiter von zwei anderen gleichen metallischen Substanzen getrennt und eine Menge solcher Ketten an einander gereiht werden, so erhält man eine sogenannte trockene Säule, die zwar keine chemischen Zersetzungen bewirken kann, deren Pole aber eine sehr merkliche Spannung zeigen, so dass sie auf das Electrometer wirken und eine Metallnadel, wenn sie leichtbeweglich und isolirt zwischen den Polen von zwei Säulen aufgehängt wird, in Schwingungen versetzt, so dass sie in Berührung mit dem positiven Pole der einen Säule $+ E$ empfängt, dann abgestossen und von dem negativen Pole der andern Säule angezogen, diesem die $+ E$ abgiebt und sich mit $- E$ ladet, worauf sie endlich wieder abgestossen sich dem positiven Pole zuwendet und dieses Spiel fortsetzend gleichsam ein Perpetuum mobile bildet. So lange der Grad der Trockenheit der Säule und der dieselbe umgebenden Luft derselbe ist, dauert die Wirkung des Apparates fort. Wird aber die Luft feuchter oder trockener, so ändert sich auch die Spannung desselben. Der Pendel oscillirt langsamer, wenn die Feuchtigkeit der Luft zunimmt, weil ein Theil der Electricität dadurch an den Polen verloren geht, und hört am Ende ganz auf sich zu bewegen.

Die von Zamboni construirte trockene Säule wird für die wirksamste gehalten. Man reibt die eine Seite in feuchter Luft gelegenen Papiers mit gepulvertem Manganhyperoxyd mittelst eines Korkstöpsels ein und

beklebt die andere Seite mit unechtem Silberschaum (feine Zinkblättchen) und fertigt sich mittelst eines runden Schlageisens aus vielen so zubereiteten und übereinandergelegten Papierlagen Scheiben von 12—15 Linien Durchmesser, die man dergestalt übereinander schichtet, dass stets eine Zinkfläche eine Braunsteinfläche berührt, so dass man endlich Säulen von mehreren Tausend Scheibchen erhält. Diese Säulen werden nun stark zusammengepresst, mit Lack überzogen, um sie gegen den Einfluss der feuchten Luft zu sichern, und an beiden Enden mit hervorspringenden Metallplatten versehen. Zwei solcher Säulen werden nun nebeneinander gestellt und unten durch einen leitenden Metallstreifen in Verbindung gebracht, dergestalt, dass von der einen Säule der positive Pol dem negativen Pole der andern Säule gegenüber steht.

III. Thermoelectrizität.

Mehrere Mineralien, welche zu den Halbleitern der Electricität gehören, besitzen die Eigenschaft, durch's Erwärmen electriche Polarität zu erlangen. Der Turmalin, Apatit, Boracit, Topas u. m. a. gehören hierher. Am Turmalin, den man desshalb auch Aschenzieher nannte, kannte man diese Eigenschaften bereits vor Jahrhunderten. Beim Erwärmen bis zu einem bestimmten Punkte zeigt er an den beiden Enden seiner kristallographischen Hauptaxe zwei Pole, einen positiven und einen negativen. Beim Erkalten kehren sich aber seine Pole um; der im erhitzten Zustande positive wird dabei negativ, und der früher negative positiv.

Auch beim Schmelzen, bei der Dampfbildung, beim Sublimiren verschiedener Körper, sowie beim Erstarren geschmolzener, z. B. des Wachses, der Chocolate, überhaupt bei der Veränderung des Aggregatzustandes der Körper wird Electricität entwickelt.

IV. Electricität durch Druck entwickelt.

Verschiedene Mineralien werden auch durch Druck, schon durch's Drücken mit dem Finger electriche, z. B. Kalkspath, Glimmer, Arragonit etc. Auch Papier, besonders Wachspapier, zeigt diese Eigenschaft, und in hohem Grade nach v. Yelins Wahrnehmung ausgetrocknetes Papier, wenn es mit Kaoutschuk überfahren wird, so dass man demselben sogar Funken entlocken kann.

V. Thierische Electricität.

Es giebt Thiere, besonders Fische, welche durch besondere Organe sich electriche laden und bei der Berührung Schläge ertheilen können, ähnlich der Leidner Flasche. Die Quelle dieser Electricität ist noch unbekannt; doch hat Davy ihre Identität mit der Reibungs- und Contact- Electricität dargethan, indem er ihren Einfluss auf die Magnetnadel wahrnahm, damit Stahlnadeln magnetisirte und selbst chemische Zersetzungen bewirkte. Auch dem Felle der Katzen und dem Haare des lebenden

Menschen lassen sich Funken entlocken, so dass man beim Durchfahren mit einem Kamme, besonders wenn die Haare etwas mit Oel eingerieben worden sind, eine Menge knisternder Funken hervorrufen kann.

Unter den Fischen sind mit einer Quelle von Electricität besonders versehen: 1) der Zitterrochen (Raja Torpedo) des adriatischen Meeres. Nicht bloss bei der Berührung dieses Fisches erhält man einen Schlag, sondern er wirkt auch durch das Wasser als Leiter. Nach Matucci ist der Rücken positiv, der Bauch negativ electricisch, und es ist die Entladung noch fühlbar, wenn durch 20 Personen eine Kette gebildet wird, von welchen der erste den Rücken des Fisches berührt und der letzte die Kette durch Berührung des Bauches schliesst. 2) Der Zitteraal in Surinam (*Gymnotus electricus*), dessen electricisches Organ in seinem langen Schwanz liegt, und welcher so bedeutende Schläge erteilt, dass selbst grössere Thiere, z. B. Pferde, dadurch betäubt werden und in Folge dessen ertränken. Ausser den genannten Fischen lebt in den Gewässern Afrika's der Zitterwels (*Silurus electricus*), in den Meeren Ostindiens der electricische Stachelbauch (*Tetrodon electricus*) und der electricische Spitzschwanz (*Trichiurus indicus*).

Höchst wahrscheinlich ist der electricische Apparat dieser Fische dem einer galvanischen Säule ähnlich, wie die anatomischen Zergliederungen von Matucci am Zitterrochen vermuthen lassen.

VI. Electromagnetismus.

A. Inbegriff und Entdeckung des Electromagnetismus.

Wenn auch längst bekannt war, dass vom Blitz getroffener Stahl magnetische Eigenschaften zeigte und Stahlnadeln magnetisch wurden, wenn man den electricischen Funken durch sie hindurchschlagen liess, und die Voltaische Säule denselben Effect hervorbrachte, so entdeckte doch erst im Jahre 1820 Professor Oersted zu Kopenhagen die Bedingungen, unter welchen die berührten Resultate erhalten werden konnten, und war somit der Begründer der Lehre von der Wirkung electricischer Ströme auf Magnete oder des Electromagnetismus, des eigentlichen Inbegriffs aller electricisch-magnetischen Erscheinungen.

Wenn die Electricität auf den Magnetismus wirken soll, so muss sie im Zustande der Bewegung sein, denn nur der ununterbrochene electricische Strom, nicht die ruhende Electricität im Zustande starker Spannung, wirkt auf den Magnet.

Oersted zeigte, dass eine über dem Schliessungsdrahte einer thätigen Säule frei aufgehängte Magnetnadel abgelenkt wurde. Liegt der Schliessungsdraht in der Richtung des magnetischen Meridians, und man bringt eine Magnetnadel in paralleler Richtung unter den Schliessungsdraht, so wird sie vom Nordpole rechts, also westlich abgelenkt; befindet sich die Nadel über dem Schliessungsdrahte, so wird sie am Nordpole links, also östlich abgelenkt. Nähert man dem Schliessungsdrahte Eisenfeile, so richten sie sich auf und legen sich an denselben an, und zwar wenn die Richtung des Drahtes horizontal ist, in pa-

rallenen, perpendikulären Linien, wenn sie vertikal ist, in concentrischen Ringen.

Werden am Schliessungsdrahte Stahlnadeln befestigt, so zeigen dieselben, so lange sie den Draht berühren, magnetische Eigenschaften, verlieren aber diese Eigenschaften mit ihrer Entfernung vom Schliessungsdrahte. In ähnlicher Weise verhalten sich auch Nadeln von Gold, Platin, Silber und anderen Metallen. Lässt man den galvanischen Strom in transversaler Richtung um eine Stahlnadel gehen, welche sich in einer Glasröhre befindet, die mit einem Kupferdrahte umwunden ist (denn der Strom wirkt durch die Glaswände hindurch), so wird die Stahlnadel in einen bleibenden Magnet verwandelt. Es ist hierzu nur ein Augenblick erforderlich, um die Nadel vollständig mit Magnetismus zu beladen.

B. Bildung eines Electromagnets.

Wenn weiches Eisen hufeisenförmig gebogen und mit Kupferdraht umwickelt wird, der mit Seide überzogen ist, so dass die einzelnen Windungen dicht neben einander liegen, ohne dass eine metallische Berührung unter einander selbst Statt hat, und die Umwickelung unten am einen Schenkel des Eisens beginnt, bis zu $\frac{3}{4}$ der Höhe des Schenkels fortläuft, dann zum andern Schenkel übergeführt und in derselben Richtung bis zum untern Ende des Schenkels fortgesetzt wird, so dass die Drahtenden von beiden Schenkeln abstehen: so erlangt das Eisen, wenn man diese Drahtenden mit den Polen eines galvanischen Apparates in Verbindung setzt und so einen Strom durch den Draht hindurchgehen lässt, während des Durchgangs so bedeutende magnetische Eigenschaften, dass ein daran gebrachter Anker bedeutende Lasten, Lasten von mehreren Tausend Pfunden, zu tragen vermag. Das Eisen ist dadurch in einen Electromagnet verwandelt worden. Die Wirkung des Electromagnets hört auf im Momente der Unterbrechung der Kette, er bekommt sie wieder, sowie die Kette wieder geschlossen und der Strom durch die Drahtwindungen hindurchgeleitet wird.

VII. Magneto-electricität.

A. Inductionerscheinungen.

Sowie durch den electricen Strom die Phänomene des Magnetismus in anderen Metallen hervorgerufen werden können, so lassen sich durch den magnetischen Strom die Erscheinungen der Electricität, z. B. der electriche Funke, die electriche Schläge bei der Berührung, die chemischen Zersetzungen, wie durch den galvanischen Strom hervorbringen. Im ersten Falle wird ein sogenannter electro-magnetischer, im andern ein magneto-electricer Strom erzeugt. Diese Erscheinungen, die man mit dem Namen Inductionerscheinungen belegt, wurden im Jahre 1821 von Faraday entdeckt, und man hat nun zu ihrer Wahrnehmung viele zum Theil durch ihre Wirkungen in hohem Grade überraschende Apparate construirt.

Wird ein Magnet in die Höhlung eines mit Seide umspinnenen

Metalldrahtes, die man sich durch Umwicklung des Drahtes um eine metallene oder hölzerne Spuhle gebildet hat, gesteckt, und man bringt die beiden Enden des Metalldrahtes mit einem Galvanometer in Verbindung, so wird die Magnetnadel sogleich abgelenkt.

B. Magneto-electrische Apparate.

Ampère, Pixi, Saxton, Clarke und Ettingshausen haben, um die Erzeugung electricischer Ströme durch Magnete darzuthun, höchst sinnreiche Apparate erfunden, unter welchen sich der magneto-electrische Apparat von Ettingshausen, oder dessen magneto-electrische Rotationsmaschine, besonders durch ihre kräftigen Wirkungen auszeichnet. Es können mittelst derselben alle Erscheinungen einer starken Voltaschen Säule hervorgerufen werden, wie die glänzenden Lichtfunken, das Erglühen dünner Metalldrähte und die chemischen Zersetzungen der Electrolyte, so die bis zum Unerträglichen gesteigerten physiologischen Wirkungen. Es lässt sich ein stärkerer und schwächerer, ein continuirlicher und unterbrochener Strom damit erzeugen. Die beiden Inductoren des Apparates gestatten einen electricischen Strom von grosser Quantität, aber geringer Intensität, und umgekehrt hervorzurufen. Unter einer kräftigen Magnetbatterie, aus 4—6 hufeisenförmig gebogenen, gegen 2 Fuss langen und 3—5 Zoll breiten Magneten, werden zwei Inductionsspiralen (zwei unten in einer Hauptaxe auslaufende Cylinder aus weichem Eisen, welche mit mit Seide umsponnenem Kupferdrahte unwunden sind) in rotirende Bewegung gesetzt, so dass ihre obere Eisenplatten sich unter den Polen des Magnets umdrehen, den magnetischen Strom aufnehmen und durch den Draht weiter in die Hauptaxe, wo durch besondere Anordnung zwei Pole gebildet werden, abgeben. Von dieser werden die Ströme durch Metallfäden in zwei neben stehende messingene Säulen und aus diesen weiter durch Drähte etc. fortgeleitet.

VII. Magnetelectricität.



A. Inductionsmaschinen.

Das durch den elektrischen Strom in einem Leiter hervorgerufene Inductionsmoment wird durch den magnetischen Strom in einem Leiter hervorgerufen. Die Inductionsmaschine ist ein Apparat, der durch den magnetischen Strom in einem Leiter hervorgerufenen Inductionsmoment, um die Erzeugung eines elektrischen Stromes zu wirken. Die Inductionsmaschine ist ein Apparat, der durch den magnetischen Strom in einem Leiter hervorgerufenen Inductionsmoment, um die Erzeugung eines elektrischen Stromes zu wirken. Die Inductionsmaschine ist ein Apparat, der durch den magnetischen Strom in einem Leiter hervorgerufenen Inductionsmoment, um die Erzeugung eines elektrischen Stromes zu wirken.