

B. m. 14. 48.

Sci 1085.14



364





A N N A L E N
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

H E R A U S G E G E B E N Z U B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT SECHS UND VIERZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1847.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Sci 1085.14

I n h a l t

des Bandes LXX der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

	Seite
I. Ueber die Vertheilung des Magnetismus im Stahlmagneten und Elektromagneten; von R. v. Rees.	1
II. Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität; von M. Faraday. (Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung.)	24
III. Untersuchung über die elektromotorischen Kräfte der galvanischen Ströme; von J. C. Poggendorff.	60
IV. Einige Bemerkungen über Coulomb's Verfahren, die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen; von A. Moritz.	74
V. Ein Glühphänomen bei der Volta'schen Batterie; von Tyrtov.	85
VI. Ueber die Salpeter-Schwefelsäure und deren Verhalten zum Schwefel, Selen, Phosphor und Jod; von C. F. Schoenbein.	87
VII. Ueber eine eigenthümliche Veränderung des Zuckers, durch Salpeter-Schwefelsäure bewerkstelligt; von Demselben.	100

	Seite
VIII. Aus einem Briefe von M. H. Jacobi.	105
IX. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer.	106
X. Optische Notizen, nebst Erwidernngen auf Hrn. Prof. Erman's Bemerkungen zu meinen letzten Aufsätzen; von J. Müller.	115
XI. Ueber die quantitative Bestimmung der Harnsäure; von W. Heintz.	122
XII. Notiz über die Salpetersäure als Reagenz auf Gallenbraun; von Demselben.	136
XIII. Ueber den relativen Werth der practisch üblichen Methoden das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu ermitteln, und ein neues Hy- drometer; von Alexander.	137
XIV. Carbonites Pistomesites, kürzer Pistomesit, mit Rücksicht auf Me- sstin; von A. Breithaupt.	148
XV. Der Hauerit, eine neue Mineralspecies; von W. Haidinger.	
XVI. Beiträge zu magnetischen Ortsbestimmungen; von Lamont.	150
XVII. Die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Wwindes, und die Wärmewirkung des Mondes; von Buijs-Ballot.	154
XVIII. Ein Feuermeteor, beobachtet zu Frankfurt a. M.; von Her- mann v. Meyer.	165
XIX. Ueber Veränderung der Stärke durch Salpeter-Schwefelsäure, über Auffindung der Baumwolle in Leinwand, und über Schiefs- baumwolle; von G. C. Kindt.	167
XX. Zur Geschichte der Endosmose; von Parrot.	171
XXI. Ueber die Relation der Dampfdichten zu den chemischen Aequi- valenten; von A. Bincau.	172
XXII. Gefrieren des Wassers durch eigene Verdunstung.	174
XXIII. Berichtigungen und Zusätze zum Aufsatz von L. Frapolli.	175

Zweites Stück.

I. Ueber die galvanische Wasserzersetzung und einige verwandte Ge- genstände; von J. C. Poggendorff.	177
II. Irisirendes Silber.	204
III. Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch. (Erste Abhandlung.)	205

Beschreibung der Instrumente, S. 205. — I. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper mit besonderer Rücksicht auf die Temperatur der Wärmequellen, S. 210. — II. Ueber die Erwärmung der Körper durch strahlende Wärme, S. 230.	
IV. Ueber den elektrischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten; von E. N. Horsford.	238
V. Untersuchung über die elektrische Leitungsfähigkeit starrer und flüssiger Körper; von E. Becquerel.	243
VI. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer. (Schluß.)	255
VII. Ein neuer Ausdruck des Hauptgesetzes der Dioptrik; von F. Minding.	268
VIII. Ueber die Gleichungen für das unter der Wirkung des Magnetismus stehende Licht; von G. B. Airy.	272
IX. Ueber das Verhalten des Lichts zum Magnetismus und den Unterschied zwischen ferromagnetischen und diamagnetischen Zuständen der Materie; von M. Faraday.	283
X. Untersuchung über die latente Wärme; von C. C. Person.	300
XI. Gesetz für die latente Schmelzwärme; Bestimmung des absoluten Nullpunkts und der gesammten Wärme der Körper; von Demselben.	302
XII. Ueber das Verhalten des metallischen Zinks gegen Quecksilberlösung; von H. Rose.	311
XIII. Ueber das Schmelzen des Phosphors; von E. Desains.	315
XIV. Ueber Schiefswolle, deren chemische Zusammensetzung und Eigenschaften, verglichen mit denen des Braconnot'schen Xyloidins; von Schoenbein und Böttger.	320
Zusatz.	323
XV. Ueber die Lichterscheinungen bei der Volta'schen Säule; von van Breda.	326
XVI. Bemerkung zum Aufsatz des Hrn. Frapolli; von B. Cotta.	333
XVII. Notizen. — 1) Meteorsteinfall im Mindelthal, S. 334. — 2) Durchbruch eines Soolensprudels zu Nauheim, S. 335. — 3) Kieselsäuregehalt der Vogelfedern, S. 336. — 4) Thorerdegehalt des Pyrochlors, S. 336.	

VIII

Drittes Stück.

	Seite
I. Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch. (Zweite Abhandlung.)	337
III. Ueber das Wärmeausstrahlungsvermögen der Körper, S. 337. — IV. Vergleich der Wärme, welche von verschie- denen Körpern innerhalb gewisser Temperaturgränzen ausge- strahlt wird, S. 352.	
II. Ueber die täglichen Veränderungen des Barometers in der hei- ßen Zone; von H. W. Dove.	372
III. Ueber das Gesetz für die latente Verdampfungswärme; von C. G. Person.	386
IV. Lösung eines Problems über das Schmelzen der Legirungen; von Demselben.	388
V. Versuch einer Erklärung der Büschel, welche das bloße Auge im polarisirten Lichte erblickt; von J. T. Silbermann.	393
VI. Ueber eine Abänderung des Phänomens der Haidinger'schen Far- benbüschel; von Botzenhart.	399
VII. Ueber die Abänderungen des Phänomens der Haidinger'schen Far- benbüschel; von J. T. Silbermann.	401
VIII. Ueber die Farbenringe beim Durchsehen durch farbige Flüssig- keiten; von A. Löwe.	403
IX. Nachtrag zu meiner Bestimmung des Atomgewichts der Talk- erde; von Th. Scheerer.	407
X. Fortsetzung der Untersuchungen über das Auftreten des basischen Wassers im Mineralreich; von Demselben.	411
XI. Chemische Untersuchung einiger Silicate, die Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure enthalten; von Whitney.	431
XII. Ueber die Zersetzung des Wassers durch bloße Hitze; von W. R. Grove.	447
XIII. Ueber die Untersuchung der Asche organischer Substanzen; von H. Rose.	449
XIV. Ueber das Kreatin im Harn; von W. Heintz.	466

IX

Viertes Stück.

	Seite
I. Untersuchung über die Cohäsion der Flüssigkeiten, von C. Brunner, Sohn.	481
II. Neues Hygrometer; von V. Regnault.	530
III. Ueber den Pleochroismus des Amethysts; von W. Haidinger.	531
IV. Diamant in Nordcarolina; von C. U Shepard.	544
V. Ueber die chemische Constitution der Augite, Amphibole und verwandten Mineralien; von Th. Scheerer.	545
VI. Beschreibung des Diphanits, eines neuen Minerals aus den Smaragdgruben des Urals unweit Katherinenburg; von N. Nordenskiöld.	554
VII. Die Steinsalzablagerung bei Stafsfurth und über das Vorkommen des Boracits als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge; von C. J. B. Karsten.	557
VIII. Pseudomorphe Bildungen; von Sillem.	565
IX. Ueber die Säure im Columbit von Nordamerika; von H. Rose.	572
X. Ueber das Schillern der Krystallflächen; von W. Haidinger.	574
XI. Neue Quecksilberwanne; von Louyet.	577
XII. Das Reflexions-Anemometer und sein Gebrauch; von G. Aimé.	578
XIII. Gefrieren des Quecksilbers innerhalb drei Secunden in einem glühenden Tiegel; von M. Faraday.	580

Nachweis zu den Kupfertafeln.

- Taf. I. — Van Rees, Fig. 1, S. 9; Fig. 2, S. 10. — Knochenhauer, Fig. 3, S. 106. — Jacobi, Fig. 4, S. 105. — H. v. Meyer, Fig. 5, S. 166. — Alexander, Fig. 6 *a* und *b*, S. 140. — Faraday, Fig. 7, S. 284; Fig. 8, S. 285; Fig. 9, S. 293. — Knochenhauer, Fig. 10 und 11 gehören zu einem im nächsten Bande erscheinenden Aufsatz. — Poggendorff, Fig. 12, S. 183.
- Taf. II. — Minding, Fig. 1, S. 269. — Haidinger, Fig. 2, S. 532; Fig. 3, S. 532; Fig. 4, S. 533; Fig. 5, S. 534; Fig. 6, S. 536; Fig. 7, S. 542. — Regnault, Fig. 8, S. 530. — Grove, Fig. 9, S. 448. — Shepard, Fig. 10, S. 544.
- Taf. III. — Brunner, Fig. 1 S. 503; Fig. 2, S. 503; Fig. 3, S. 504. — Sillem, Fig. 4, S. 571. — Louyet, Fig. 5, S. 577.
-

I. *Ueber die Vertheilung des Magnetismus in Stahlmagneten und Elektromagneten;*
von R. van Rees in Utrecht.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. in Uebersetzung aus den Denkschriften des niederländ. Instituts, Bd. 12.)

1) **T**rotz aller Fortschritte, welche die Lehre vom Magnetismus in den letzteren Jahren gemacht hat, gibt es noch viele dunkle Punkte, welche durchaus eine nähere Untersuchung erheischen. Zu diesen gehört vor allen Dingen der innere Zustand eines Magneten, die Art und Weise, auf welche die magnetischen Fluida, deren Existenz man bei der Erklärung der an ihm beobachteten Erscheinungen annimmt, in demselben vertheilt sind. Wenn man blofs die äufseren Erscheinungen eines Magneten befragt, scheinen die beiden Fluida sich in den beiden Hälften des Magneten von einander getrennt zu haben, so dafs das Nordfluidum in der einen, das Südfluidum in der anderen Hälfte angehäuft ist. In der Mitte scheint der Magnet keine Thätigkeit zu besitzen; wenn man nach dem einen Ende fortschreitet, nehmen die anziehenden und abstofsenden Kräfte stetig zu, und in der Nähe des Endes erreichen sie ihr Maximum. Die andere Hälfte des Magnets zeigt die nämlichen Erscheinungen, nur verhalten sich die Wirkungen der Anziehung und Abstofsung umgekehrt. Demnach scheinen die beiden Bestandtheile des neutralen magnetischen Fluidums aus einander gewichen, und vorzugsweise an den Enden des Magnets, in den sogenannten Polen, angehäuft zu seyn.

2) **C**oulomb hat schon vor langer Zeit durch einen einfachen Versuch diese Vorstellung widerlegt. Er zerbrach eine Magnetonadel in der Mitte, und fand, dafs die abge-

brochenen Enden, welche vorher, als sie noch mit einander verbunden waren, keinen Magnetismus zeigten, jetzt eben so magnetisch waren, wie die früheren; dafs jede Hälfte einen vollständigen, mit einem Nord- und Südpol versehenen Magnet bildete. Er mochte die Nadel an noch so vielen Stellen durchbrechen, stets fand er die Enden eines jeden Theils mit entgegengesetzter Polarität versehen. Er folgerte hieraus ganz richtig, dafs die Trennung der beiden Fluida nicht in der ganzen Masse des Magnets, sondern in seinen kleinsten Theilchen stattfindet, so dafs sie nur bis in verschwindend kleine Entfernungen auseinandergetrieben werden.

3) Es ist also nicht nur ein jedes Stahl- oder Eisen- theilchen eines Magnets für sich polar-magnetisch, so dafs gleiche Quantitäten des getrennten Nord- und Südfluidums in demselben enthalten sind, sondern man kann auch ausserdem leicht zeigen, dafs die in der Mitte des Stabes liegenden Theilchen am kräftigsten, die an den Enden am schwächsten magnetisch seyn müssen. Man weifs ja, dafs unter mehren in gerader Linie an einander gelegten Eisenstäben, die zu gleicher Zeit magnetisirt werden, die mittleren Stäbe am kräftigsten magnetisch werden. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde diese Methode von Michell, Knight und anderen Physikern angewandt, um Stahlstäben einen kräftigeren Magnetismus zu ertheilen, als man ihnen geben könnte, wenn jeder Stab einzeln gestrichen würde. Es ist gleichfalls bekannt, dafs, wenn ein bereits magnetisirter Stab mit den ungleichnamigen Polen zwischen zwei andere Magnetstäbe gelegt wird, jener dadurch kräftiger wird. Diefs alles ist eine nothwendige Folge des Einflusses, welchen die seitlichen Stäbe nach den bekannten Gesetzen der magnetischen Anziehung und Abstofsung auf den mittleren Stab ausüben, und aus welchem sich der Nutzen der Bewaffnung der Magnete erklärt. Allein das Nämliche, was hier von den Magneten gesagt ist, gilt auch für jede Reihe von Theilchen, die man sich in dem Magnete parallel zu seiner Axe denken kann. Sobald diese

Durch den Strich, oder auch durch die Einwirkung des galvanischen Stroms, magnetisch geworden sind, werden sie, da ihre ungleichnamigen Pole einander gegenüberstehen, durch ihren wechselseitigen Einfluß einander kräftigen, und diese Kräftigung wird für die mittleren Theilchen, welche am günstigsten liegen, damit die übrigen alle auf sie einwirken, am größten seyn, während die magnetische Kraft der an den Enden liegenden Theilchen, die von der einen Seite keinen oder nur einen geringen Einfluß erfahren, weniger zunehmen wird.

4) Die innere Vertheilung der magnetischen Fluida im Magnete ist also durchaus verschieden von der, welche die Erscheinungen der Anziehung und Abstofsung anzudeuten scheinen. Hiedurch entsteht die Frage, welches Verhältniß obwalte zwischen der wahren und der scheinbaren Vertheilung des Magnetismus, und auf welche Weise man, wenn die eine durch die Theorie oder den Versuch bekannt ist, die andere daraus ableiten könne.

Bisher ist diese Frage noch nicht vollständig gelöst worden. Die Mathematiker und Physiker, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, haben nur im Allgemeinen gezeigt, daß durch den Gegensatz der Nord- und Südpole der auf einander folgenden Magnettheilchen die Wirkung eines jeden Pols durch die eines angränzenden geschwächt und zum größten Theile aufgehoben wird, woraus folgt, daß die Wirkung, welche die entgegengesetzten Pole zweier einander zunächst liegender Theilchen zusammen äußern, nicht der Summe, sondern der Differenz der Quantitäten des in den Polen angehäuften magnetischen Fluidums proportional ist, und diese Differenz ist in der Mitte des Stabes geringer, während sie nach den Polen hin zunimmt¹⁾. Allein durch diese oberflächliche Betrachtung ist keine genaue Bestimmung der Wirkung nach außen gegeben, die aus der inneren Vertheilung des Magnetismus abgeleitet wäre.

Es scheint mir indess eine directe und vollständige Lö-

1) Man vergleiche unter Anderen Lamé, *Cours de physique*, No. 742.

sung des vorliegenden Problems auf einfache Weise möglich, und ich erlaube mir eine solche Lösung hier dem Urtheile der Physiker zu unterwerfen.

5) Ich betrachte zu dem Ende eine Reihe in gerader Linie liegender Magnettheilchen, die alle gleich sind und in gleichen Entfernungen von einander liegen. Die Stärke des Magnetismus in jedem Theilchen bleibt durchaus willkürlich; ich setze nur voraus, daß die magnetischen Axen aller Theilchen die nämliche Richtung haben, nämlich die der geraden Linie, welche durch die Mittelpunkte der Theilchen hindurchgeht.

Wegen der unmeßbaren Entfernung eines jeden Theilchens ist die Wirkung, welche es auf jede meßbare Entfernung nach außen ausübt, sowohl von dessen Form, wie von der Vertheilung der magnetischen Fluida unabhängig, und sie wird durchaus allein bedingt durch dessen magnetisches Moment. Aus diesem allgemein bekannten Satze, dessen Beweis ich, wie ich glaube, hier übergehen darf, ergibt sich unmittelbar, daß es erlaubt ist, sich die Sache so zu denken, als wenn die getrennten Fluida an zwei Punkten oder Polen vereinigt wären, die in der Richtung der Axe in gleicher Entfernung von der Mitte des Theilchens lägen. Bei dieser Vorstellungsweise ist das magnetische Moment gleich dem Producte aus der Entfernung jener Pole in die Quantität des in jedem Pole enthaltenen Fluidums. Die Stellen der Pole sind willkürlich; sie können in der Nähe der Mitte, oder an den Enden des Theilchens, oder selbst außerhalb desselben angenommen werden, nur müssen sie in unmeßbar kleinen Entfernungen von der Mitte liegen. Die Wirkung nach außen in jeder meßbaren Entfernung bleibt dabei die nämliche, wenn nur das magnetische Moment unverändert bleibt, wozu erforderlich ist, daß die Menge des Fluidums, die man sich in jedem Pole angehäuft denkt, gleich sey dem Quotienten aus der zwischen den Polen angenommenen Entfernung dividirt in das magnetische Moment des Theilchens. Wir werden also durch nichts daran gehindert, die Pole eines

jeden Theilchens in die Mitte der leeren Räume zu verlegen, welche dieses Theilchen von den nächstliegenden trennen. Hiedurch wird aber die Bestimmung der durch die magnetischen Fluida ausgeübten Wirkung viel einfacher. Es fallen ja dadurch die entgegengesetzten Pole je zwei einander zunächst liegender Theilchen und damit die in denselben enthaltenen magnetischen Fluida zusammen, so daß diese sich ganz oder zum Theil neutralisiren, und ihre Differenz allein als frei nach außen wirkendes Fluidum zu betrachten bleibt.

6) Gesetzt v sey das magnetische Moment eines Theilchens in der Entfernung x von der Mitte; $v + \Delta v$ das magnetische Moment des folgenden Theilchens, das in der Entfernung $x + \Delta x$ liegt, also Δx die Entfernung der Mittelpunkte zweier einander zunächstliegender Theilchen, also auch die der Pole eines und desselben Theilchens. Wenn wir diese Entfernung in die magnetischen Momente v und

$v + \Delta v$ dividiren, erhalten wir $\frac{v}{\Delta x}$ und $\frac{v + \Delta v}{\Delta x}$ als Ausdrücke für die Quantitäten des Fluidums, welche in den

Polen des ersten und in denen des zweiten Theilchens angenommen werden müssen. Nehmen wir zur näheren Bestimmung an, daß man nach der Seite fortschreite, nach welcher die Nordpole der Theilchen gerichtet sind, und betrachten wir das Nordfluidum als positiv, das Südfluidum als negativ, dann wird in dem gemeinschaftlichen Pole zwischen den zwei Theilchen eine Quantität des Nordfluidums

$= \frac{v}{\Delta x}$ und eine Quantität des Südfluidums $= - \frac{v + \Delta v}{\Delta x}$

vorhanden seyn. Die algebraische Summe $-\frac{\Delta v}{\Delta x}$ jener

beiden Quantitäten drückt also das freie Fluidum aus, welches in jenem Punkte übrig bleibt, und welches allein die Wirkung nach außen erzeugt. Es wird nördlich seyn, wenn Δv negativ ist, oder das magnetische Moment nach den Enden hin abnimmt, südlich hingegen im entgegengesetzten Falle.

7) Die Differenzen Δx und Δv können wegen der unmeßbaren Kleinheit der Theilchen als unendlich kleine Größen behandelt werden. Wenn man also mit u die Menge des freien Magnetismus, der in der Mitte zwischen zwei Theilchen in der Entfernung x von der Mitte der Reihe zugegen ist, bezeichnet, dann ist:

$$u = -\frac{dv}{dx},$$

d. h. die Quantität des freien Magnetismus ist der Differentialquotient des magnetischen Momentes als Function der Coordinate x betrachtet.

8) Bisher war nur von *einer* Reihe von Magnettheilchen die Rede; dieselbe Betrachtung läßt sich aber unmittelbar auf jeden Magnet anwenden, dessen Theilchen alle parallel der Längenrichtung magnetisirt sind, indem man sich diesen als aus unendlich vielen solchen Reihen zusammengesetzt denken kann. Wenn in allen diesen Reihen das magnetische Moment der Theile in gleicher Entfernung von der Mitte gleich groß wäre, dann würde die in jedem auf die Axe des Magnets senkrechten Durchschnitte enthaltene Menge freien Fluidums dem so eben bestimmten Werthe von u und der Oberfläche des Durchchnitts proportional seyn. Das ist aber nicht der Fall. Die Beobachtung lehrt, daß der Magnetismus der in der Nähe der Oberfläche des Magnets liegenden Theilchen größer ist, als der der inneren Theilchen, was eine Erläuterung findet in der Analogie mit Bündeln von Stäben, die zuerst nach einander bis zur Sättigung magnetisirt, sodann mit den gleichnamigen Polen aufeinandergelegt sind, und hierdurch geschwächt werden, so aber, daß die Schwächung der mittleren Stäbe viel größer ist, als die der äußersten. Mag nun aber die Aenderung, welche der seitliche Einfluß der Reihen auf einander in deren magnetischem Zustande erzeugt, seyn wie sie will, immer wird für jede Reihe der Gleichung $u = -\frac{dv}{dx}$ gültig bleiben. Denkt man sich nun in dem Magnete eine unendlich dünne Scheibe durch zwei

auf die Axe desselben senkrechte Ebenen begränzt, und bezeichnet man mit Σ die Summe der nämlichen Werthe für die Ausdehnung dieser Scheibe, dann ergiebt sich aus jener Gleichung unmittelbar:

$$\Sigma u = - \Sigma \frac{dv}{dx},$$

oder aber, weil die Zeichen Σ und d von einander unabhängig sind:

$$\Sigma u = \frac{d \Sigma v}{dx}.$$

9) Gesetzt die Dicke des Scheibchens sey dx . Wenn wir mit y und z das magnetische Moment und den freien Magnetismus einer Scheibe bezeichnen, deren Dicke der Längeneinheit gleich, und welche überall gleich stark magnetisch ist, wie das Scheibchen δx , so erhellt, dafs

$$\Sigma u = y \delta x, \quad \Sigma v = z \delta x$$

ist, und die obige Gleichung wird verändert in:

$$y = \frac{dz}{dx},$$

woraus sich ergiebt, dafs das Verhältniß zwischen dem magnetischen Moment und dem freien Magnetismus in einem Stabe das Nämliche ist, wie in einer einfachen Reihe von Magnettheilchen.

10) Die gefundene Gleichung ist für die ganze Länge des Stabs gültig. Nur für die äußersten Endflächen haben wir noch eine Eigenthümlichkeit zu erwähnen. Die nach aufsen liegenden Pole der äußersten Magnettheilchen einer jeden Reihe fallen nämlich nicht mit den Polen irgend eines anderen Theilchens zusammen. Die Menge des Magnetismus jener Pole wird also durchaus nicht neutralisirt, sondern sie wirkt mit ihrer vollen Kraft als freies Fluidum nach aufsen. Hieraus ergiebt sich, dafs man an den Endflächen des Magnets eine Menge freien Fluidums annehmen muß, die nicht in dem allgemeinen Ausdrücke $y = - \frac{dz}{dx}$ enthalten ist, und dazu beiträgt, den Magnetismus der Enden zu verstärken.

11) Wir werden nun die Folgerungen erörtern, die sich

aus dem Obigen rücksichtlich der Vertheilung des freien Magnetismus in Magneten ableiten lassen, und dabei von der Art und Weise der Vertheilung ausgehen, die sich der Erfahrung zufolge bei allen gut magnetisirten Stäben findet.

Bei diesen nimmt das magnetische Moment z der Theilchen von der Mitte nach den Enden zu ab. Das Maximum von z fällt also in die Mitte, mithin ist dort $\frac{dz}{dx}$ und zugleich

der freie Magnetismus $y=0$; wenn man von dort aus nach dem Nordpole des Stabs fortschreitet, ist dx positiv, dz negativ, folglich y positiv, der freie Magnetismus nördlich. In der Nähe des Maximums sind die Aenderungen von dz am kleinsten. Der freie Magnetismus wird also in der Nähe der Mitte schwach seyn, gegen die Enden hin aber zunehmen. Wenn man auf der anderen Hälfte des Stabs von der Mitte gegen das Ende fortschreitet, sind dx und dz beide negativ, daher auch y negativ, wodurch angedeutet wird, daß der freie Magnetismus in dieser Hälfte südlich ist. — An den beiden Endflächen findet sich, wie so eben bemerkt wurde, eine Quantität freien Fluidums, die gleichnamig ist mit der durch die Endfläche begränzten Hälfte.

12) Betrachten wir zweitens einen Magnet, in welchem für jede Reihe von Theilchen das magnetische Moment z gleich groß ist. In dieser Hypothese wird $y=0$. Das Nord- und das Südfluidum neutralisiren einander also hier vollkommen in der ganzen Länge des Stabs und wirken nicht nach aufsen; nur der freie Magnetismus der Endflächen bleibt übrig. Mit anderen Worten, der Magnet wird dieselbe Wirkung nach aufsen zeigen, wie wenn seine Endflächen allein magnetisch wären, und zwar die eine mit Nordfluidum, die andere mit Südfluidum geschwängert. Die Pole des Magnets werden also auch gerade in diese Endflächen fallen. Man weiß, daß dies bei gewöhnlichen Magneten nicht stattfindet, daß bei diesen die Pole stets mehr nach innen liegen. Dagegen ist die Wirkung einer elektromagnetischen Spirale oder eines magnetischen Solenoids, im Einklange mit der Ampère'schen Theorie, gerade so wie

sie bei einem Magnete seyn würde, dessen Theilchen alle ein gleich starkes magnetisches Moment besäßen.

13) Man kann endlich fragen, wie der freie Magnetismus in einem Magnet vertheilt seyn werde, in welchem das magnetische Moment der Theilchen in der Mitte am schwächsten ist, und gegen die Enden hin fortwährend zunimmt. Aus denselben Principien läßt sich leicht deduciren, daß hier der freie Magnetismus in der Mitte des Magnets wieder $= 0$ seyn, und von dort gegen die Enden zunehmen wird. In der Hälfte des Magnets, welcher die Nordpole der Theilchen zugewendet sind, wird das freie Fluidum südlich seyn bis an die äußerste Gränzfläche, welche sich nordpolarisch zeigen wird. Dagegen wird sich in der anderen Hälfte des Magnets freies Nordfluidum finden, während die Gränzfläche auf dieser Seite südpolarisch seyn wird. Da man noch bei keinem Magnet eine so sonderbare Vertheilung des freien Magnetismus beobachtet hat, scheint man folgern zu dürfen, daß das magnetische Moment der Theilchen eines Magnets niemals von der Mitte nach den Enden stetig zunehmen könne.

14) Dahingegen kann es geschehen, daß durch einen unzuweckmäßigen Strich oder andere zufällige Einflüsse, namentlich bei sehr langen Stäben, die Vertheilung des Magnetismus in einer gewissen Hinsicht von der gewöhnlichen Art und Weise abweicht, so daß das magnetische Moment der Theilchen zwar an den Enden schwächer ist, als weiter nach innen, aber das Maximum nicht in der Mitte liegt, sondern hier im schwächeren Magnetismus zugegen ist, als in gewissen Entfernungen von der Mitte, während dennoch die Richtung der Polarität in allen Theilchen die nämliche ist. Was sich daraus hinsichtlich der Wirkung des Magnets nach außen ergeben wird, läßt sich leicht verfolgen. *AB* (Fig. 1, Taf. I) sey eine Reihe von Magnettheilchen, und *CDEFG* die krumme Linie, deren Ordinate in jedem Punkte der Axe *AB* dem magnetischen Moment x des in diesem Punkte liegenden Theilchens proportional ist. Seyen weiter die Nordpole der Theilchen nach *A*, die Südpole

nach B gerichtet, so ergibt sich bald, dafs in den Punkten HMK , wo Maxima oder Minima von z zugegen sind, der freie Magnetismus $= 0$ ist; dafs das freie Fluidum von H nach A zunehmen und nördlich, von K nach B zunehmen, aber südlich seyn wird, während sich zwischen H und M südliches, und zwischen M und K nördliches freies Fluidum finden wird, deren Maxima gefunden werden in den Füfsen B und S der auf die Axe aus den Inflectionspunkten P und Q , die nothwendig in den Theilen DE und EF der Intensitätscurve enthalten sind, gezogenen Ordinaten. Die Curve $THVMWKZ$ (Fig. 2, Taf. I), welche auf gleiche Weise die Intensität des freien Magnetismus versinnlicht, wird also die Axe AB in drei Punkten schneiden.

Hieraus ergibt sich, dafs die Entstehung consequenter Punkte nicht immer, wie in der Regel angenommen wird, die Folge einer Umkehrung der Polarität der Theilchen in in irgend einem Theile des Stabs ist; sie bilden sich auch, sobald das magnetische Moment der Theilchen von der Mitte nach den Enden zu nicht stetig abnimmt.

15) Die theoretischen Betrachtungen, welche ich bisher mitgetheilt habe, finden nicht allein auf Staßmagnete Anwendung. Sie lassen sich eben so gut auf weiche Eisenstäbe anwenden, mögen diese nun durch den Einfluß benachbarter Staßmagnete, oder durch den galvanischen Strom in einen vorübergehenden magnetischen Zustand versetzt seyn. Wir wollen hier die Elektromagnete näher betrachten, die ihrer ganzen Länge nach mit einer galvanischen Drahtwindung umgeben sind. So lange diese durch die fortwährende Wirkung des galvanischen Stroms in dem magnetischen Zustande erhalten werden, muß der gegenseitige Einfluß der magnetischen Eisenheilchen der nämliche seyn wie für die Stahlheilchen eines gewöhnlichen Magnets, und es muß hier die nämliche Wirkung erfolgen, nämlich eine Kräftigung des magnetischen Moments der Theilchen nach der Mitte des Stabes hin. Wenn man Staßstäbe durch den Strich magnetisirt, wird die magnetisirende Kraft nach einander über die ganze Länge des Stabes an-

gewendet; der hierdurch veränderte Zustand des Stabes ist ein dauernder in Folge der sogenannten Coërcitivkraft, welche die Wiedervereinigung der getrennten Magnetismen hindert. Wenn Stäbe von weichem Eisen durch einen galvanischen Strom magnetisirt werden, der durch eine Spirale geleitet wird, welche den Stab gleichmäfsig umgiebt, dann ist die magnetisirende Kraft auch überall dieselbe, indem hier der fortdauernde Strom die Wirkung der dem weichen Eisen abgehenden Coërcitivkraft ersetzt. Wenn die Theilchen des Stabes von Stahl oder Eisen ursprünglich gleich stark magnetisirt sind, wird die nachfolgende gegenseitige Einwirkung der Theilchen auf einander in beiden Fällen eine gleichartige Veränderung in der Vertheilung des Magnetismus erzeugen; man darf also erwarten, dafs das Gesetz, nach welchem das magnetische Moment der Theilchen gegen die Mitte hin verstärkt wird, für Stäbe von Stahl und weichem Eisen gleich seyn werde.

16) Ich gehe jetzt dazu über, die vorgetragene Theorie über den Zusammenhang zwischen der wahren und der scheinbaren Vertheilung des Magnetismus in Magneten mit den vorhandenen Beobachtungen zu vergleichen.

Die genauesten Versuche, welche wir über die Stärke des freien Magnetismus in jedem Punkte eines Magnets besitzen, sind noch immer die von Coulomb, welche sich in den *Mémoires de l'académie de Paris pour 1789, p. 468*, finden. Er wendete bis zur Sättigung magnetisirte Stahl-drähte an, befestigte sie in einer verticalen Stellung, und zählte die Schwingungen einer kleinen, an einem seidenen Faden hängenden Nadel, die immer in derselben Entfernung, aber in verschiedener Höhe, vor dieselben gebracht worden war. Aus der Anzahl der Schwingungen, welche die Nadel unter dem Einflufs des magnetisirten Drahtes machte, im Vergleich zu der, welche unter der alleinigen Einwirkung des Erdmagnetismus von der Nadel gemacht wurde, lernte er die Stärke des freien Magnetismus in jedem Punkte des Drahtes kennen. Biot zeigte später ¹⁾, dafs die von

1) Biot, *Traité de physique, Tom. III, p. 70.*

Coulomb beobachteten Intensitäten des freien Magnetismus in jedem Punkte des Magnets mit Hülfe einer algebraischen Formel ausgedrückt werden können, als Function der Entfernung des Punktes von einem der Enden. Nennt man y die Intensität des freien Magnetismus in der Entfernung x vom freien Ende des Magnets, $2l$ die Länge der Nadel, dann ist, nach Biot:

$$y = A(\mu^x - \mu^{2l-x}),$$

in welcher Gleichung A und μ zwei constante Größen sind, welche man durch die Beobachtung bestimmen muß. Später von Becquerel mit sehr dünnen Stabldrähten angestellte Versuche sind mit diesem Gesetze im Einklang ¹⁾.

17) Anstatt das Ende des Magnets als den Ursprung der Abscissen x zu nehmen, ist es wegen der Symmetrie der Formel vorzuziehen, den Ursprung in die Mitte des Stabs zu verlegen. Man braucht dazu nur x in $l-x$ zu verändern, wodurch die Gleichung Biot's in

$$y = -A\mu^l(\mu^x - \mu^{-x})$$

übergeht.

Wenn wir diese Gleichung als den richtigen Ausdruck für die Vertheilung des freien Magnetismus in gut gestrichenen Magneten betrachten, setzt uns die oben vorgetragene Theorie in den Stand, daraus das Gesetz der Intensität des magnetischen Moments der Theilchen in jeder Entfernung von der Mitte, und also die wahre Vertheilung des Magnetismus abzuleiten. Wir haben ja nach jener Theorie zwischen dem freien Magnetismus y und dem magnetischen Momente z in derselben Entfernung x von der Mitte die Gleichung:

$$y = -\frac{dz}{dx},$$

woraus man durch Integriren

$$z = -\int y dx$$

erhält.

Substituirt man hier für y dessen Werth nach Biot, so findet man, indem man die Constante $\frac{A\mu^l}{lg\mu}$ durch

1) *Annales de chim. et de phys.* T. 22, p. 113.

— b ersetzt, und die Constante der Integrirung durch a bezeichnet:

$$z = a - b(\mu^x + \mu^{-x}),$$

welche Gleichung, wenn x und z als die Coordinaten einer Curve betrachtet werden, der bekannten Kettenlinie angehört. Sie enthält drei Constanten a , b , μ , die für jeden Magnet einzeln bestimmt werden müssen.

18) Der hier gefundene Ausdruck für das magnetische Moment z der Theilchen ist also auf rein theoretischem Wege aus dem von Biot für die Intensität des freien Magnetismus gegebenen abgeleitet. Es ist jetzt nöthig, diesen an directen Beobachtungen zu prüfen. Sollte es sich dabei ergeben, daß er mit letzteren übereinstimmt, so werden dadurch zugleich die theoretischen Principien, von welchen wir ausgegangen sind, einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit erlangen. Es scheint indess beim ersten Anblick, als wenn eine Bestimmung des magnetischen Moments der Theilchen eines Magnets auf empirischem Wege nicht wohl möglich sey. Schon früher wurde bemerkt, daß die von einem Magnete geäußerten Anziehungen und Abstosungen nicht unmittelbar von dem magnetischen Moment der Theilchen, sondern bloß von dem freien Magnetismus abhängen, so daß das magnetische Moment bei einer und derselben Wirkung nach außen sehr verschieden seyn kann. Gauß hat sogar vor wenigen Jahren nachgewiesen, daß, wie auch immer der Magnetismus in dem Magnete vertheilt seyn möge, stets nur eine solche Verbreitung des Nord- und Südfluidums an der Oberfläche des Magnets angenommen werden kann, daß die Wirkung auf alle außerhalb desselben liegende Punkte durchaus die nämliche bleibt ¹⁾. Es ergibt sich hieraus deutlich, daß man aus den in verschiedenen Punkten des äußeren Raums von einem Magnete geäußerten anziehenden und abstosenden Wirkungen durchaus nicht auf die wahre Vertheilung des Magnetismus in dem Magnete schließen kann. Was hier

1) Resultate des magnetischen Vereins, 1839, S. 50.

von Stahlmagneten gesagt wurde, gilt gleichfalls von Elektromagneten.

19) Es giebt aber, abgesehen von der Beobachtung der magnetischen Anziehung und Abstofsung, einen anderen Weg, auf welchem man das gewünschte Ziel erreichen kann. Die Erscheinungen der magnetischen Induction, um welche Faraday die Wissenschaft bereichert hat, können zu der Einsicht in die wesentliche Vertheilung des Magnets führen, und sie sind von zwei berühmten Naturforschern neuerdings zu diesem Zwecke für Elektromagnete verwandt worden. Wenn ein Theilchen Nord- oder Südfluidums sich in der Nähe eines geschlossenen Leitungsdrahtes bewegt, dann entsteht in dem Drahte ein galvanischer Strom. Diefs ist die Grunderscheinung der Induction. Die elektromotorische Kraft, welche den bewegten Magnetismus hierbei ausübt, ist sowohl der Quantität dieses Fluidums als dem zurückgelegten Wege proportional, und wird weiterhin, nach bestimmten Gesetzen, durch die Richtung der Bewegung und die Entfernung des Drahts bedingt. Die Richtung des Stroms in dem inducirten Leitungsdraht geht in die entgegengesetzte über, erstens wenn die des magnetischen Fluidums umgekehrt wird, und zweitens wenn Nordmagnetismus durch Südmagnetismus vertreten wird. Hieraus folgt, dafs gleiche Quantitäten des Nord- und Südmagnetismus, die sich gleich viel sind, aber in entgegengesetzten Richtungen bewegen, die nämliche inducirende Wirkung auf einen Leitungsdraht ausüben.

20) Betrachten wir nun einen Elektromagnet, der seiner ganzen Länge nach mit einem Spiraldraht umgeben ist, durch welchen ein galvanischer Strom geführt wird. So lange dieser fortdauert, bleiben in jedem kleinsten Eisenheilchen die beiden Magnetismen von einander getrennt. Wenn nun der Strom in dem Leitungsdrahte durch Oeffnung der galvanischen Kette aufhört, kehrt das weiche Eisen plötzlich zu dem neutralen Zustande zurück; die magnetischen Fluida vereinigen sich wieder in jedem Theilchen und bewegen sich dabei nach entgegengesetzten Richtun-

gen. Der gesammte Weg, welchen sie jetzt zurücklegen, ist der Entfernung der Pole gleich, in denen sie angehäuft waren. Die durch die Wiedervereinigung der Magnetismen erregte Inductionskraft ist also proportional dem Product aus der Entfernung der Pole und der Quantität des in jedem Pole enthaltenen Fluidums, d. h. dem magnetischen Momente des Theilchens.

Es ist jetzt begreiflich, wie das magnetische Moment in dem Elektromagnet in jeder Entfernung von der Mitte gemessen werden kann. Es bedarf dazu nur einer schmalen Inductionsspirale, deren Enden mit einem Galvanometer verbunden sind, und die man über die elektromagnetische Spirale verschieben kann; man bringt diese Inductionsspirale in verschiedene Entfernungen von der Mitte, und vernichtet, indem man den Strom unterbricht, den Magnetismus des Stabs. Der hierdurch erzeugte Inductionsstrom wird durch die Ablenkung der Galvanometernadel gemessen, und ist dem Sinus des halben Ablenkungswinkels proportional. Er ist aber zugleich proportional der Summe der magnetischen Momente in dem Theil des Elektromagnets, welcher unmittelbar unter der Inductionsspirale liegt.

21) Nach dieser Methode haben Lenz und Jacobi neuerdings eine interessante Reihe von Beobachtungen an Elektromagneten angestellt¹⁾. Sie gehen dabei von einem etwas anderen Satze aus, als der war, zu welchem uns die obenstehenden Betrachtungen führten. Sie nehmen nämlich an, daß der gemessene Inductionsstrom der *Quantität* des magnetischen Fluidums gleich sey, welche in dem unmittelbar unter der Inductionsspirale liegenden Theile des Elektromagnets zerlegt ist. Dieser Satz scheint uns weniger richtig zu seyn. Nicht bloß die Quantität des in jedem Theilchen zerlegten Fluidums, sondern das Product aus dieser Quantität und der Entfernung, bis auf welche die Fluida getrennt sind, also das *magnetische Moment*, bestimmt die Intensität des Inductionsstroms. Diese unserer Ansicht nach nothwendige Modification in dem Grundsätze, auf welchem

1) Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie, Bd. 61, S. 271, 448.

die Bedeutung der Versuche von Lenz und Jacobi über die Vertheilung des Magnetismus in Elektromagneten beruht, hat aber auf das Gesetz der Vertheilung selbst weiter keinen Einfluss.

22) Bevor wir die Versuche von L. und J. mit unserer theoretischen Formel vergleichen, dürfte es nicht überflüssig seyn zu bemerken, daß auch bei Stahlmagneten die Induction benutzt werden kann, um das magnetische Moment der Theilchen in jedem Punkte des Magnets zu bestimmen. Nur muß man hier etwas anders experimentiren. Da man nämlich den Magnetismus eines Stahlmagnets nicht plötzlich vernichten und dadurch eine Bewegung der zerlegten Magnetismen in Beziehung zur ruhenden Inductionspirale erzeugen kann, muß die Induction durch eine Bewegung oder Verschiebung der Inductionspirale an dem Magnete erregt werden. Berücksichtigt man hierbei nur das freie Fluidum, so wird es deutlich, daß der Inductionsstrom, welcher erzeugt wird, während die Spirale von dem einen Ende des Magnets bis zu einer gewissen Entfernung von der Mitte fortgerückt wird, proportional ist der Quantität des in diesem Theile des Magnets vorhandenen freien Magnetismus. Das Maximum des Inductionsstroms entsteht, wenn die Spirale bis zur Mitte des Magnets fortgeschoben wird. Wenn die Spirale noch weiter fortbewegt wird, wird der in der zweiten Hälfte des Stabs vorhandene freie Magnetismus, welcher mit dem der ersteren Hälfte ungleichnamig ist, eine Induction in entgegengesetzter Richtung veranlassen, und also die frühere Wirkung schwächen. Ich will also voraussetzen, daß die Inductionspirale nicht über die Mitte hinaus bewegt werde.

Es hat sich nun aus unseren vorigen Betrachtungen ergeben, daß die Intensität z des magnetischen Moments in der Entfernung x von der Mitte dem Integral $\int y dx$ gleich ist, in welchem y den freien Magnetismus ausdrückt, und aus der obigen Argumentation ergibt sich deutlich, daß man dieses Integral von x bis zum Ende des Stabs nehmen muß, daß es also die Quantität des in jenem Theile des

des Stabes enthaltenen freien Magnetismus ausdrückt. Also ist auch der durch die Bewegung der Inductionsspirale erzeugte Inductionsstrom proportional dem magnetischen Momente an der Stelle, bis zu welcher die Spirale fortbewegt ist, und kann also als das Maafs dieses Moments gelten.

Wenn gleich die Principien, auf welchen sich die Erklärung dieser Inductionswirkungen gründet, bereits von Gauss und Weber angegeben wurden ¹⁾, sind sie bisher nicht zur Bestimmung der Vertheilung des Magnetismus in Stahlmagneten benutzt worden, weshalb es nicht nöthig ist, länger bei denselben zu verweilen. Wir kehren also zu den Versuchen von L. und J. zurück.

23) Diese wurden mit sieben verschiedenen Weicheisenstäben, die 1 bis 4' lang, $1\frac{3}{4}$ " dick und in ihrer ganzen Länge mit einer elektromagnetischen Spirale umwunden waren, angestellt. Die Inductionsspirale bestand aus einer 1" langen Messingröhre, die mit vielen Windungen eines dünnen Drahts umgeben und weit genug war, um mit Leichtigkeit über die elektromagnetische Spirale bewegt zu werden. Durch letztere wurde ein Strom von constanter Stärke geleitet, und die Induction bei Eröffnung der Kette durch die Ablenkung der Galvanometernadel gemessen. Mit jedem Stabe wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, und zwar in verschiedenen Entfernungen von der Mitte, von 2—2" für die kleineren, von 4—4" für die gröfseren Stäbe. Der Sinus der halben Summe der in gleicher Entfernung von der Mitte rechts und links beobachteten Ablenkungswinkel wurde als Maafs der Induction in jener Entfernung von der Mitte betrachtet.

Nach diesen Versuchen, die das Gepräge grofser Genauigkeit an sich tragen, haben L. und J. die Curven gezeichnet, deren Abscissen die Entfernungen bis zur Mitte eines jeden Stabs, und deren Ordinaten die beobachteten Intensitätswerthe der Induction sind. Da die Gestalt dieser Curven derjenigen der Parabel sehr nahe kam, haben sie es versucht ihre Beobachtungen nach der Gleichung die-

1) Resultate des magnetischen Vereins, 1838, S. 86.

ser Linie: $z = \alpha - \beta x^2$ zu berechnen, und dazu die Constanten α und β nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Die berechneten Werthe von z stimmen ziemlich genau zu den beobachteten. Es geben indess jene Forscher zu, daß die Hypothese, nach welcher die Intensitätscurve eine Parabel sey, nur als empirisch betrachtet werden kann, so lange die Theorie der magnetischen Vertheilung nicht vollständig entwickelt ist.

24) Es giebt in der That viele Gründe, die darauf hinweisen, daß die Parabel die wahre Intensitätscurve nicht ist. Einmal weichen die Beobachtungen an den Enden der Stäbe so weit von dieser Hypothese ab, daß L. und J. geglaubt haben, diese Beobachtungen bei der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate nicht in die Rechnung aufnehmen zu müssen; sodann aber zeigen auch die übrigen Beobachtungen Differenzen gegen die Rechnung, die außerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Versuchsfehler liegen. Betrachtet man z. B. die Reihe der mit dem Stabe von 4' angestellten Versuche, welche wegen der Länge des Stabes am besten geeignet sind, das Gesetz der Vertheilung des Magnetismus zu ergeben, so findet man nicht nur, daß die Beobachtung an den Enden des Stabes mehr als 3° von der Rechnung abweicht; aber auch bei der nächstfolgenden Beobachtung beträgt die Differenz noch $1^\circ 6'$, und bei den übrigen öfters mehr als $20'$, während man aus dem Vergleich der in gleicher Entfernung von der Mitte rechts und links angestellten Versuche ersieht, daß der wahrscheinliche Versuchsfehler nicht $10'$ beträgt. Außerdem haben L. und J. selbst bemerkt, daß bei jedem Stabe die nach der Beobachtung und nach der Berechnung gezeichneten Curven einander regelmäsig in vier Punkten schneiden, was, wie es scheint, nicht bloß zufälligen Umständen und Versuchsfehlern zugeschrieben werden kann.

25) Durch die Versuche von L. und J. haben wir also eine gute Gelegenheit, um die Genauigkeit der oben (17) als Ausdruck des Gesetzes der wahren Vertheilung des Magnetismus aus der Biot'schen Formel abgeleiteten Glei-

chung zu prüfen. Zu dem Ende habe ich für jeden Stab die in der Gleichung vorkommenden Constanten a , b , μ nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den Beobachtungen bestimmt, wobei ich aber, so wie L. und J., die an dem äußersten Ende des Stabes gemachte Beobachtung nicht mit benutzt habe. Hiefür gab es mehre Gründe. Zunächst liefs sich dadurch die Richtigkeit der von mir erhaltenen Resultate mehr unmittelbar mit den aus ihrer Berechnung hervorgehenden vergleichen. Zweitens aber haben sie, aus einem nicht erwähnten Grunde, bei jedem Stabe, mit Ausnahme dessen, welcher 4' mafs, die Induction nur an *einem* Ende gemessen, während sie in jeder anderen Entfernung von der Mitte des Stabes die Induction immer sowohl rechts, wie links bestimmt und daraus den Mittelwerth genommen haben. Der am Ende beobachtete Werth hat also nicht das nämliche Gewicht wie alle die übrigen, und diefs um so weniger, weil die in gleicher Entfernung von der Mitte beobachteten Ablenkungswinkel, wahrscheinlich aus Mangel an Homogenität des Eisens, bisweilen bedeutende Differenzen ergeben, die sich in *einem* Fall, bei dem Stabe von $3\frac{1}{2}'$, bis zu 56 Minuten erheben. Endlich konnte es sich auf diese Weise deutlicher zeigen, ob die Induction an den Enden von dem für die übrigen Theile des Stabes gefundenen Gesetze abweiche. Nur die letzte, mit dem Stabe von 4' angestellte Versuchsreihe, bei welcher L. und J. die an beiden Enden beobachtete Ablenkung verzeichnet haben, ist von mir auf zweifache Weise berechnet, mit und ohne Benutzung der letzten Beobachtung, zur Berechnung der Constanten der Gleichung.

26) Nachstehende Tabellen enthalten die Resultate jener Rechnung. Die vorletzte Reihe enthält die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen des halben Ablenkungswinkels. In der letzten Reihe sind zur Vergleichung die Differenzen angegeben, welche von L. und J. bei ihrer Berechnung nach der parabolischen Hypothese gefunden wurden.

Vergleichung der beobachteten und berechneten Werthe des halben Ablenkungswinkels.

Länge der Stange = 1'. $a=0,09363$ $\log b=8,04910$ $\log \mu=0,06940$.

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel.		Differenz.	Differenz bei L. und J.
	Beobachtet.	Berechnet.		
0	4° 6',75	4° 5',1	+ 1',65	- 0',25
3	3 56,25	3 56,0	+ 0,25	0
5	3 37,5	3 39,1	- 1,6	0
7	3 10,125	3 11,6	- 1,5	+ 0,125
9	2 31,9	2 30,6	+ 1,3	+ 0,9
10,76	1 42,0	1 40,2	+ 1,8	- 9,7
11	1 27,0	1 32,0	- 5,0	-18,0

Länge der Stange = 1',5. $a=0,18675$ $\log b=8,41921$ $\log \mu=0,04349$.

0	7° 45'	7° 42',9	+ 2',1	- 2'
3	7 35,6	7 34,6	+ 1,0	- 1
5	7 20,25	7 19,6	+ 0,65	0
7	6 53,6	6 56,3	- 2,7	0
9	6 21,75	6 23,9	- 2,15	+ 3
11	5 40,5	5 41,0	- 0,5	+ 4
13	4 45,75	4 46,0	- 0,25	+ 2
15	3 38,6	3 36,7	+ 1,9	- 4
17	2 4,5	2 10,3	- 5,8	-29,5

Länge der Stange = 2'. $a=0,31671$ $\log b=8,73815$ $\log \mu=0,02916$.

0	12° 0',7	11° 57',2	+ 3',5	- 3',3
3	11 53,6	11 49,9	+ 3,7	- 1,4
7	11 11,6	11 14,5	- 2,9	- 2,4
11	10 3,7	10 8,3	- 4,6	+ 1,7
15	8 27,4	8 26,9	+ 0,5	+ 9,4
17	7 18,4	7 20,9	- 2,5	+ 4,4
19	6 3,7	6 3,2	+ 0,5	+ 0,7
21	4 35,2	4 32,6	+ 2,6	- 7,8
23	2 36,7	2 47,4	-10,7	-39,3

Länge der Stange = 2',5. $a=0,40588$ $\log b=8,77625$ $\log \mu=0,02590$.

0	16° 42'	16° 39'	+ 3'	- 6'
5	16 21	16 19	+ 2	- 5
9	15 34	15 35	- 1	- 1
13	14 22	14 24	- 2	+ 6
17	12 39	12 41	- 2	+10
21	10 19	10 21	- 2	+ 5
25	7 21	7 18	+ 3	-11
29	3 10	3 21	-11	-76

Länge der Stange = 3'. $a=0,49598$ $\log b=8,79986$ $\log \mu=0,02354$.

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel.		Differenz.	Differenz bei L. und J.
	Beobachtet.	Berechnet.		
0	21° 35'	21° 42'	- 7'	- 23'
3	21 31	21 36	- 5	- 20
7	21 9	21 8	+ 1	- 8
11	20 28	20 17	+ 11	+ 12
15	19 9	19 1	+ 8	+ 20
19	17 14	17 16	- 2	+ 18
23	14 53	14 59	- 6	+ 15
27	12 1	12 3	- 2	+ 5
31	8 25	8 23	+ 2	- 24
35	3 33	3 47	- 14	- 109

Länge der Stange = 3',5. $a=0,64838$ $\log b=9,02921$ $\log \mu=0,01730$.

0	25° 46'	25° 45'	+ 1'	- 8'
5	25 28	25 29	- 1	- 7
9	24 55	24 52	+ 3	+ 1
13	23 58	23 54	+ 4	+ 9
17	22 32	22 33	- 1	+ 12
21	20 43	20 48	- 5	+ 13
25	18 39	18 37	+ 2	+ 19
29	15 57	15 58	- 1	+ 9
33	12 46	12 48	- 2	- 9
37	9 3	9 1	+ 2	- 40
41	3 32	4 35	- 65	- 159

Länge der Stange = 4'. Die letzte Beobachtung nicht mit in Rechnung gezogen.

$a=0,72682$ $\log b=9,00172$ $\log \mu=0,01692$.

0	31° 48'	31° 44'	+ 4'	- 14'
3	31 44	31 39	+ 5	- 11
7	31 22	31 14	+ 8	- 3
11	30 20	30 29	- 9	- 12
15	29 21	29 23	- 2	+ 5
19	27 54	27 56	- 2	+ 17
23	26 5	26 6	- 1	+ 26
27	23 45	23 51	- 6	+ 25
31	21 10	21 9	+ 1	+ 29
35	18 0	17 58	+ 2	+ 16
39	14 20	14 15	+ 5	- 9
43	9 49,5	9 54	- 4,5	- 66,5
47	3 57	4 49	- 52	- 187

Dieselbe Stange. Die letzte Beobachtung mit in Rechnung gezogen.

$$a = 0,67734 \quad \log b = 8,88154 \quad \log \mu = 0,01900.$$

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel		Differenz.	Differenz. bei L. und J.
	Beobachtet.	Berechnet.		
0	31° 48'	31° 40'	+ 8'	- 14'
3	31 44	31 35	+ 9	- 11
7	31 22	31 11	+ 11	- 3
11	30 20	30 28	- 8	- 12
15	29 21	29 25	- 4	+ 5
19	27 54	28 0	- 6	+ 17
23	26 5	26 11	- 6	+ 26
27	23 45	23 57	- 12	+ 25
31	21 10	21 14	- 4	+ 29
35	18 0	17 59	+ 1	+ 16
39	14 20	14 8	+ 12	- 9
43	9 49,5	9 34	+ 15,5	- 66,5
47	3 57	4 10	- 13	- 187

Aus diesen Tabellen ergibt sich, daß sich die Gleichung der Kettenlinie viel enger an die Beobachtungen anschließt, als die der Parabel, was namentlich aus den Beobachtungen an den längeren Stäben erhellt. Wenn man die letzten, am Ende der Stäbe beobachteten Werthe nicht berücksichtigt, findet sich nur einmal ein Unterschied von 11' zwischen der Beobachtung und der Berechnung; alle die übrigen Differenzen, selbst bei den vorletzten Beobachtungen, sind kleiner als 10', und man darf es dafür halten, daß sie innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler und der durch den Mangel an vollkommener Homogenität des Eisens bedingten Ungenauigkeiten liegen.

27.) Ich bin indess weit entfernt, in dieser Uebereinstimmung einen vollkommenen Beweis sehen zu wollen für den Satz, daß die Gleichung der Kettenlinie der richtige Ausdruck ist für das Gesetz der Vertheilung des Magnetismus. Die bei der letzten Beobachtung jeder Reihe übrigbleibenden Differenzen sind, wenn gleich kleiner als bei L. und J, dennoch zu bedeutend, um sie nur zufälligen Umständen zuzuschreiben; auch haben sie alle das nämliche Zeichen. Außerdem findet sich in den meisten Reihen der Differenzen eine gewisse Reihenfolge der Zeichen, in-

dem sie mit + anfangen, dann durch — in + übergeben und endlich mit — endigen, was auch schwerlich als zufällig betrachtet werden kann.

In diesen Differenzen liegt aber kein Einwurf gegen die früher (5—15) vorgetragene Theorie. Die gefundene Gleichung $z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ für die wahre Vertheilung des Magnetismus ist aus der von Biot für die scheinbare Vertheilung gefundenen abgeleitet; sie kann also keinen größeren Grad von Genauigkeit haben als diese. Es sind nämlich die Beobachtungen Coulomb's, auf welche sich Biot's Gleichung stützt, zu wenig zahlreich, und sie lassen hinsichtlich der Intensität des freien Magnetismus zu viele Zweifel, als dafs man jene Formel für völlig erwiesen halten dürfte. Wahrscheinlich nähert sie sich nur sehr der Wahrheit, und eben so verhält es sich dann auch mit der hier für die wahre Vertheilung gegebenen.

28) Schliesslich müssen wir noch eine Bemerkung hinzufügen über den Einfluss der Länge der benutzten Inductionsspirale. Diese betrug 1". Um richtig die Intensität der Induction in jeder gegebenen Entfernung von der Mitte zu bestimmen, müfste man eine unendlich schmale Inductionsspirale benutzen, wodurch man einen anderen Ausdruck für z als Function von x erhalten würde. Nennen wir mit L. und J., von welchen diese Bemerkung schon gemacht wurde ¹⁾, z' diese Function oder die Ordinate der wahren Intensitätscurve, und nehmen wir die Hälfte der Länge der Inductionsspirale als Einheit, dann ist:

$$\int_{x-1}^{x+1} z' dx = z.$$

An der so eben angeführten Stelle haben L. und J. gezeigt, dafs man in der parabolischen Hypothese, in welcher $z = a - bx^2$ gesetzt wird, jener Gleichung genügt, wenn man auch $z' = a' - b'x^2$ setzt, so dafs die Form der Gleichung für die Intensitätscurve die nämliche bleibt, und nur die Constanten der Gleichung andere Werthe erhalten.

Dieses findet nun auch statt, wenn man die Gleichung

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 61, S. 455.

der Kettenlinie $z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ anwendet. Man hat alsdann:

$$\int_{x-1}^{x+1} z' dx = a - b(\mu^x + \mu^{-x}),$$

und dieser Gleichung genügt man, wenn man

$$z' = a' - b'(\mu^x + \mu^{-x})$$

setzt, wobei μ nicht verändert ist. Wenn man diesen Werth in das erste Glied substituirt, wird es nach Integration zwischen bestimmten Gränzen:

$$2a' - b' \frac{(\mu - \mu^{-1})(\mu^x + \mu^{-x})}{\log \mu},$$

woraus folgt:

$$2a' = a, \quad \frac{b'(\mu - \mu^{-1})}{\log \mu} = b.$$

oder:

$$a' = \frac{a}{2}, \quad b' = \frac{b \log \mu}{\mu - \mu^{-1}}.$$

II. Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Electricität; von Michael Faraday.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abdruck aus den *Phil. Transact. f. 1846, pt. I.*)

§. 27. Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung 1).

V. Wirkung von Magneten auf magnetische Metalle und deren Verbindungen.

2343) Die magnetischen Charaktere des Eisens, Nickels und Kobalts sind wohl bekannt; eben so weiß man, daß sie bei gewissen Temperaturen ihren gewöhnlichen Magnetismus verlieren, und für die gebräuchlichen Prüfmittel

1) S. *Annalen*, Bd. LXIX, S. 289.

und Beobachtungen unmagnetisch werden; sie treten dann in die Liste der diamagnetischen Körper und wirken ähnlich wie diese. Eine nähere Untersuchung hat mir indeß gezeigt, daß sie dennoch sehr verschieden von anderen Körpern sind; daß sie, obwohl in der Hitze unwirksam gegen gewöhnliche Magnete oder gewöhnliche Prüfmittel, es doch nicht absolut sind, sondern bei jeglicher Temperatur einen gewissen Betrag von Magnetkraft behalten; und daß auch diese Kraft von gleichem Charakter mit der ist, welche sie gewöhnlich besitzen.

2344) Ein Stück Eisendraht, etwa einen Zoll lang und 0,05 Zoll dick, vollkommen gesäubert, wurde in der Mitte durch einen feinen Platindraht mit dem Aufhängedraht (2249) verknüpft, um zwischen den Polen des Elektromagnets schwingen zu können. Durch eine Weingeistlampe erhitzt, erlangte er bald eine Temperatur, welche ihn gegen einen guten gewöhnlichen Magneten ganz unempfindlich machte, obwohl dieser ihm sehr nahe gebracht ward. Durch Adjustirung der Flamme ward nun die Temperatur des Eisendrahts bedeutend erhöht und der Elektromagnet in Thätigkeit gesetzt. Sogleich wurde das heiße Eisen magnetisch und zwischen den Polen gerichtet. Die Kraft war indeß schwach, und in dieser Hinsicht stand der Zustand des Eisens in auffallendem Contrast mit dem, welchen es in der Kälte besitzt; allein im Charakter war die Kraft dieselbe.

2345) Das Eisen wurde nun langsam erkalten gelassen, so daß sein höherer magnetischer Zustand beobachtet werden möchte. Die Stärke der Kraft schien nicht eher zu wachsen, als bis die Temperatur zu einem gewissen Punkt gelangt war, und als nun die Hitze fortfuhr abzunehmen, erlangte das Eisen rasch, obwohl nicht instantan, seine hohe Magnetkraft; jetzt liefs es sich nicht vom Magnet entfernt halten, sondern flog zu ihm, bog den Aufhängedraht und zitterte gleichsam mit magnetischer Kraft als es mit einem Ende an dem Kerne haftete.

2346) Auf dieselbe Weise wurde ein kleiner Nickelstab experimentell untersucht. Diefs Metall, wie ich ge-

zeigt habe ¹⁾, verliert seinen Magnetismus für die gewöhnlichen Prüfmittel bei einer unter dem Siedpunkt des Oels liegenden Hitze, und daher ist er sehr gut geeignet zu zeigen, ob die magnetischen Metalle ihre Kraft durch Hitze gänzlich verlieren können oder nicht, und ob das Verschwinden der ganzen Kraft oder eines größeren Theils plötzlich oder allmählig geschieht. Die Kleinheit der zu untersuchenden Masse unterstützt sehr die Bestimmung des letzteren Punkts. Bei Erhitzung wurde das Nickel bald indifferent gegen gewöhnliche Magnete; allein wie hoch auch die Temperatur war, wurde es doch vom Elektromagnet gerichtet und angezogen, die Kraft war zwar schwach, aber unzweifelhaft. Sie war kaum hinlänglich das Gewicht des Nickels durch die magnetische Wirkung allein zu tragen; war aber sehr sichtbar, wenn das Metall beschriebenermaßen (2344) aufgehängt ward.

2347) Bei sorgfältiger Senkung der Temperatur des Nickels ergab sich, daß der Uebergang von einem Grad der Magnetkraft zu einem anderen allmählig war, und nicht instantan. Beim Eisen ist es schwierig, sowohl beim Erhitzen als beim Abkühlen, alle Theile so nahe in derselben Temperatur zu halten, daß man sicher seyn könne, es sey nicht die Vereinigung von heißeren und kälteren Theilen, welche das Ansehen eines intermediären Grades von Magnetismus bewirke; allein beim Nickel ist dies nicht so schwer, denn der Fortgang ist allmählicher, so daß, wenn beim Erkalten die Kraft zu wachsen beginnt, das Erkalten einige Zeit fort dauern kann, ehe die volle Kraft auftritt; zu jeder Zeit in dieser Periode konnte die Temperatur ein wenig erhöht werden, und obwohl dann die Kraft etwas abnahm, liefs sie sich doch auf einer Stufe, die stärker als die schwächste war, erhalten. In der That war es leicht, das Nickel auf viele intermediäre Kraftgrade zu halten, und somit jeden Zweifel an der allmählichen Annahme der vollen Kraft zu entfernen.

2348) Gestützt auf die verschiedenen Temperaturen, bei
1) *Phil. Magazine*, 1836, *Fol. VIII*, p. 179. (Ann. Bd. 37, S. 423.)

welchen die magnetischen Metalle ihre besondere Kraft zu verlieren scheinen, hab ich die Meinung ausgesprochen ¹⁾, daß alle Metalle wahrscheinlich einen gleichen magnetischen Charakter besitzen würden, wenn man ihre Temperatur hinreichend erniedrigen könnte. Die eben beschriebenen Thatsachen scheinen mir aber dieser Ansicht ganz zu widersprechen. Die Metalle, welche magnetisch sind, halten einen Theil ihrer Kraft nach Uebergang der großen Aenderung oder in das, was man ihren diamagnetischen Zustand nennen kann, zurück; allein andere Metalle, wie Wismuth, Zinn u. s. w., zeigen keine Spur dieser Kraft, und sind daher nicht in dem Zustand des heißen Eisens, Nickels oder Kobalts; denn während diese sich axial stellen oder angezogen werden, stellen die anderen sich aequatorial oder werden abgestoßen. Ich hoffe daher, es wird erlaubt seyn, die damals aufgestellte Ansicht zurückzunehmen.

2349) Ich schritt nun zunächst zur Untersuchung der Eisenoxyde; in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Hrn. Becquerel ²⁾ und Anderen fand ich, daß sie alle, natürliche wie künstliche, magnetisch sind bei gewöhnlichen Temperaturen. Ich erhitzte sie darauf in Röhren, fand sie aber noch magnetisch, und sah keine Abnahme der Kraft bei den Temperaturen, die ich ihnen zu geben vermochte.

2350) Verschiedene Proben von Nickeloxyd zeigten dieselben Erscheinungen: sie waren, kalt und warm, magnetisch. Daß die Hitze in dieser Beziehung keine Aenderung bewirkte, ist um so auffallender, weil ich dem heißen Oxyd eine Temperatur gegeben hatte, die weit höher war als die, welche nöthig ist, in dem Metalle selbst (2346) die große magnetische Aenderung hervorzubringen.

2351) Kobaltoxyd war auch magnetisch, und zwar gleich

1) *Phil. Mag.*, 1836, *Vol. VIII*, p. 177; *ibid.* 1839, *Vol. XIV*, p. 161. (*Annalen*, Bd. 37, S. 423 und Bd. 47, S. 218.)

2) *Ann. de chim. et de phys.*, 1827, *Vol. XXXVI*, p. 337. (*Annal.* Bd. 12, S. 622.) *Compt. rend.*, 1845, *Vol. XX*, p. 1708.

stark, es mochte heifs oder kalt seyn. Blaues Kobaltglas ist wegen des Gehalts an Kobaltoxyd magnetisch, sowohl heifs wie kalt. In allen diesen Fällen war die zurückgehaltene Kraft sehr schwach gegen die des reinen Metalls.

2352) Zu den *Eisensalzen* übergehend, fand ich auch diese magnetisch. Eisenvitriol in klaren Krystallen wurde angezogen und sehr gut axial gestellt; so auch das trockne Salz. Bei weiterem Fortgang fand ich, dafs jedes Eisensalz und jede Verbindung, die Eisen als Basis enthält, magnetisch ist. Alle dem Versuch unterworfenen Substanzen aufzuzählen würde ermüdend seyn, die folgenden sind als Beispiele ihrer Mannigfaltigkeit ausgewählt:

Chlorür	Oxydulphosphat
Chlorid	Oxydphosphat
Jodid	Nitrat
Oxydulsulphat	Carbonat
Oxydsulphat	Berlinerblau.

2353) Unter den natürlichen Verbindungen waren:

Sumpferz	Schwefelkies
Blutstein	Arsenikkies
Chrom Eisenstein	Kupferkies

und viele andere magnetisch.

2354) Grünes Bouteillenglas ist wegen des darin enthaltenen Eisens verhältnismässig sehr magnetisch, und kann deshalb nicht als Röhren zum Einschluss anderer Substanzen angewandt werden. Aus derselben Ursache ist Kronglas magnetisch. Flintglas ist dagegen nicht magnetisch, und stellt sich aequatorial.

2355) Krystalle von gelbem Blutlaugensalz sind nicht magnetisch, sondern werden abgestossen und aequatorial gestellt; dasselbe ist der Fall mit rothem Blutlaugensalz.

2356) Meinen Hoffnungen gemäss, waren selbst Lösungen von Eisensalzen, gleichviel in Wasser oder Alkohol, magnetisch. Eine Röhre, gefüllt mit einer klaren Lösung von Oxydul- oder Oxydsulphat, oder Chlortür oder Chlo-

rid oder *tinctora ferri muriatici*, ward von den Polen angezogen und zwischen ihnen sehr gut axial gestellt.

2357) Diese Lösungen liefern uns ein sehr wichtiges Mittel zum Fortschreiten in magnetischen Untersuchungen, denn sie setzen uns in den Stand, einen Magnet darzustellen, der zugleich flüssig, klar und, innerhalb gewisser Gränzen, zu jeglicher Stärke ajustirbar ist. Wir haben es also in unserer Macht, einen Magnet optisch zu untersuchen, können auch Portionen magnetischer Substanz in einander bringen, und somit dynamische und andere Erscheinungen innerhalb magnetischer Media beobachten. In der That können diese Substanzen nicht blofs als Magnete in das magnetische Feld gebracht werden, sondern das Feld kann mit ihnen gefüllt werden, und dann lassen sich andere Körper und andere Magnete hinsichtlich ihrer vereinten oder getrennten Wirkung in denselben untersuchen (2361 etc.).

2358) Unter den *Nickel-* und *Kobaltsalzen* wurden reine Krystalle von schwefelsaurem Nickeloxyd, und eben so solche von schwefelsaurem Kobaltoxyd gut magnetisch befunden. Auch Lösungen von Nickelsulphat, Nickelchlorid und Kobaltchlorid waren magnetisch. Damit ich in diesen Schlüssen vollkommen sicher sey, wandte ich mich an Hrn. Askin von Birmingham, dessen Geschicklichkeit in Trennung des Nickel und Kobalts von einander und von den übrigen Metallen eben so bekannt ist, als der Maafsstab in welchem er diese Operationen ausführt; er versah mich mit einer Lösung von Nickelchlorid und einer von Kobaltchlorid, beide vollkommen rein; beide erwiesen sich zwischen den Polen eines Magnets gut magnetisch.

2359) Durch Erhitzung wurde die Kraft dieser Lösung nicht verringert oder verändert.

2360) Diese Resultate mit den Salzen magnetischer Metalle, vereint mit den zuvor angeführten, scheinen zu zeigen, dafs die nicht-magnetischen Metalle bei keinem Temperaturwechsel magnetisch werden (2398), sondern als eine von Eisen, Nickel und Kobalt verschiedene Klasse betrachtet werden müssen; denn keine Verbindung der nicht-mag-

netischen Metalle giebt bis jetzt irgend eine Anzeige von gewöhnlicher Magnetkraft, während diese sich in allen Verbindungen der drei letzten Metalle vorfindet.

2361) Zur Erläuterung der Hülfe, welche das Eisen und andere ähnliche Lösungen bei Untersuchung der magnetischen Phänomene darbietet (2357), so wie auch wegen des allgemeinen Schlusses, der sich aus allen in diesem Aufsatz beschriebenen Thatsachen ergibt, will ich gewisse anticipirte Resultate beschreiben, welche bei Anwendung dieser Lösungen im magnetischen Felde erhalten wurden.

2362) Es wurde eine klare Lösung von Eisenvitriol bereitet, die in einer Unze 74 Gran der wasserhaltigen Kry-
stalle enthielt. Eine zweite Lösung bestand aus einem Vo-
lum der ersteren und drei Volumen Wasser; eine dritte
Lösung enthielt ein Volum der stärkeren und funfzehn Vo-
lume Wasser. Diese Lösungen will ich mit No. 1, 2 und
3 bezeichnen; die Menge der darin enthaltenen Krystalle
des Eisensalzes betrug respective 16, 4 und 1 Procent.
Diese Zahlen können daher als Ausdrücke (nur allgemein
(2423)) für die Stärke des magnetischen Theils der Flü-
sigkeit angesehen werden.

2363) Röhren, wie die zuvor beschriebenen (2279),
wurden zubereitet, respective mit diesen Lösungen gefüllt
und dann hermetisch versiegelt, dabei möglichst wenig Luft
darin gelassen. Auch wurden Gläser mit den Lösungen
gefüllt, groß genug, um eine freie Bewegung der Röhren
darin zu erlauben, und doch von solcher Ausdehnung und
Gestalt, daß man sie zwischen die Magnete bringen konnte.
Auf diese Weise konnte die Wirkung der Magnetkräfte
auf die in den Röhren enthaltenen Substanzen untersucht
und beobachtet werden, sowohl wenn die Röhren sich in
diamagnetischen Mitteln, wie Luft, Wasser, Alkohol etc.
befanden, als auch in magnetischen Mitteln von stärkerer
oder schwächerer Magnetkraft als die Substanzen in den
Röhren.

2364) Als diese Röhren in Luft zwischen den Polen
aufgehängt wurden, stellten sie sich alle, wie zu erwarten,

axial oder wie Magnete, und anscheinend mit Kräften, die den Stärken der Lösungen proportional waren. Auch wenn sie sich in Alkohol oder Wasser eingetaucht befanden, nahmen sie noch dieselbe Richtung an; die stärkste Lösung sehr gut, auch noch die zweite, aber die verdünnteste Lösung war von schwacher, obwohl in ihrem Charakter sehr deutlicher Wirkung.

2365) Sehr interessant waren die Resultate, wenn die Röhren in die verschiedenen Eisenlösungen getaucht wurden. Die Röhre No. 1 (die stärkst magnetische) hatte, innerhalb der Lösung No. 1, keine Neigung unter dem Einfluß der Magnetkraft irgend eine besondere Lage anzunehmen, sondern blieb überall, wo sie war. In No. 2 gebracht, stellte sie sich gut axial, und in der Lösung No. 3 nahm sie dieselbe Richtung mit noch größerer Kraft an.

2366) Die Röhre No. 2, innerhalb der Lösung No. 1 befindlich, stellte sich aequatorial, d. h. wie schweres Glas, Wismuth oder überhaupt ein diamagnetischer Körper in der Luft. In der Lösung No. 2 war sie indifferent, richtete sich nirgends hin, und in der Lösung No. 3 stellte sie sich axial oder wie ein magnetischer Körper. Die Röhre No. 3 mit der schwächsten Lösung stellte sich aequatorial in den Lösungen No. 1 und 2, aber gar nicht in der Lösung No. 3.

2367) Es wurden mehre andere Eisenlösungen von verschiedener Stärke bereitet, und als allgemeines und constantes Resultat ergab sich, dafs jede Röhre sich axial stellte, wenn die in ihr enthaltene Lösung concentrirter war als die umgebende, und aequatorial, wenn die Lösung in der Röhre die schwächere von beiden ausmachte.

2368) Die Röhren wurden nun senkrecht aufgehängt, so dafs sie, innerhalb der verschiedenen Lösungen, dem einen der Magnetpole nahe gebracht und wie der anzeigende Würfel oder die Kugel von Wismuth oder schwerem Glase (2266) angewandt werden konnte. Das constante Resultat war, dafs wenn die Röhre eine stärkere Lösung als die umgebende enthielt, sie von dem Pole angezogen ward, dafs

sie dagegen eine Abstofsung erfuhr, wenn ihre Lösung die schwächere war. Die letzteren Erscheinungen machten sich in jeder Beziehung eben so wie die Abstofsung des schweren Glases, des Wismuths oder irgend eines diamagnetischen Körpers in Luft.

2369) Nachdem ich diese Erscheinungen beschrieben, will ich bis zum letzten Abschnitt dieses Aufsatzes von ihrer weiteren Betrachtung abstehe, und zu gewissen Resultaten übergehen, die specieller zum gegenwärtigen Theil dieser Untersuchungen gehören.

2370) Da die magnetischen Metalle, Eisen, Nickel und Kobalt, in ihren Verbindungen ebenfalls Substanzen von magnetischen Eigenschaften darstellen (2360), so schien es sehr wahrscheinlich, daß andere Metalle, hinsichtlich deren magnetischen Charakters, wegen eines möglichen Eisengehalts der untersuchten Proben, Zweifel obwalten, auf diese Weise in Bezug auf ihren magnetischen Charakter geprüft werden könnten; denn der Analogie nach schien es wahrscheinlich, daß jedes an sich magnetische Metall auch in seinen Verbindungen magnetisch seyn würde, und, nach dem Charakter der großen Klasse von diamagnetischen Körpern zu urtheilen (2275), daß keine magnetische Verbindung von einem nicht an sich magnetischen Metalle zu erhalten wäre. Demgemäfs schritt ich dazu, die Verbindungen vieler Metalle auf diese Weise zu prüfen, und somit erhielt ich die folgenden Resultate.

2371) *Titan.* — Wollaston hat die magnetischen Wirkungen von Titankrystallen beschrieben, und zugleich die Meinung ausgesprochen, daß dieselben von Eisen herrühren¹⁾. Ich nahm eine Probe Titanoxyd, welche ich für vollkommen eisenfrei halte, schloß sie in eine Röhre ein (2279) und unterwarf sie der Wirkung des Elektromagneten (2246. 2247). Sie erwies sich dabei ungezwungen magnetisch. Eine andere von Hrn. Johnson erhaltene Probe, die er für völlig eisenfrei hielt, war ebenfalls magnetisch.

Ich

1) *Philosoph. Transact.*, 1823, p. 400.

Ich schliesse hieraus, dafs das Titan wirklich ein magnetisches Metall ist.

2372) *Mangan*. — Berthier hat meines Wissens zuerst angegeben, dafs diefs Metall in sehr niedrigen Temperaturen magnetisch sey ¹). Als ich Proben der verschiedenen Oxyde, welche für rein gehalten wurden, der Magnetkraft unterwarf, erwiesen alle sich als magnetisch, besonders das Oxydul. Auch waren es die folgenden Manganverbindungen im reinen und trocknen oder krystallisirten Zustande: Chlorid, Sulphat, Ammonio-Sulphat, Phosphat, Carbonat und Borat; ferner die Lösungen vom Chlorid, Niträt, Sulphat und Ammonio-Sulphat. Eine Probe des Ammonio-Sulphats wurde durch Zusatz von etwas kohlensaurem Ammoniak alkalisch gemacht, gekocht und dann drei Mal sorgfältig umkrystallisirt. Auch jetzt noch waren die Krystalle, so wie die Lösung des gereinigten Salzes, vollkommen und gut magnetisch. Ich zweifle deshalb nicht, dafs das Mangan, wie Berthier sagt, ein magnetisches Metall ist. Wenn aus dem Grade des Magnetismus der Verbindungen ein Schlufs gezogen werden kann hinsichtlich der Magnetkraft des Metalls, so würde ich glauben, dafs das Mangan bei hinreichend niedriger Temperatur diese Kraft in bedeutendem Maafse besitzt ²).

2373) *Cerium*. — Ich weifs nicht, dafs man bis jetzt das Cerium zu den magnetischen Metallen gezählt habe. Versuche mit dem Hydrat des Oxyduls, dem Carbonat und dem Chlorid dieses Metalls, so wie mit dem Doppelsulphat von Oxyd und Kali zeigten mir, dafs diese Verbindungen alle magnetisch sind, eben so die Lösungen derer, die löslich sind. Da nun alle diese Verbindungen unzweifelhaft magnetisch sind, so ist jeder Grund da zu glauben, dafs auch das Cerium magnetisch seyn werde (2370).

2374) *Chrom*. — Die magnetischen Erscheinungen der

1) *Traité des Essais par la voie sèche*, T. I, p. 532. — *Phil. Mag.* 1845, Vol. XXVII, p. 2. (Annalen, Bd. 65, S. 643.)

2) *Phil. Mag.*, 1845; Vol. XXVII, p. 2. (Ann. Bd. 45, S. 643.)
Poggendorff's Annal. Bd. LXIX.

Chromverbindungen sind sehr interessant. Portionen von chromsaurem und doppelchromsaurem Kali wurden durch drei sorgfältige Umkrystallisierungen gereinigt, dann wurde ein Theil des Bichromats in einem Platintiegel erhitzt, bis das zweite Aequivalent Chromsäure in krystallisirtes Chromoxydul verwandelt war, und dieses nun gewaschen und getrocknet; es zeigte sich gut magnetisch. Alle übrigen Proben von Chromoxydul, die untersucht wurden, waren es ebenfalls. Eine Probe von Warrington's Chromsäure erwies sich sehr schwach magnetisch.

2375) Chromsaures Bleioxyd, dem Magnet unterworfen, stellte sich aequatorial und ward abgestoßen. Dasselbe war der Fall mit Krystallen von chromsaurem Kali. Krystalle von doppelt-chromsaurem Kali wirkten jedoch nicht so; denn wenn sie überhaupt afficirt wurden, waren sie in sehr geringem Grade magnetisch, als Beweis vom Einfluß des vermehrten Antheils der Chromsäure. Lösungen von beiden Salzen stellten sich gut aequatorial und wurden abgestoßen, dadurch den diamagnetischen Einfluß des anwesenden Wassers darthuend (2422).

2376) Wie schon angegeben, ward eine Lösung des Bichromats, in einer Röhre enthalten, aequatorial gestellt und abgestoßen. Wurde aber dieselbe Lösung mit etwas Alkohol und etwas Salzsäure oder Schwefelsäure versetzt und einige Minuten erhitzt, um die Chromsäure in Oxydul oder Chlorür zu verwandeln, so fand sie sich, innerhalb der Röhre dem Magnet unterworfen, stark magnetisch.

2377) Ich glaube, es ist früher gesagt worden, das Chrom sey ein magnetisches Metall. Da obige Resultate mit reinen Verbindungen desselben erhalten wurden, so ist meiner Meinung nach daran nicht mehr zu zweifeln.

2378) *Blei.* — Die Verbindungen des Bleis werden aequatorial gestellt und abgestoßen. Die untersuchten Substanzen waren: das Chlorid, Jodid, Sulphuret, Sulphat, Phosphat, Carbonat, Acetat und das geschmolzene Oxyd. Eine Portion von sehr sorgfältig krystallisirtem Nitrat wurde gelöst, durch reines Zink gefällt und das erhaltene Blei mit

verdünnter Salpetersäure gewaschen, um basische Salze zu entfernen. Ein solches Blei war frei von Magnetismus; und folglich gehört dieß Metall zu den diamagnetischen Körpern, sowohl direct als wegen seiner Verbindungen. Gewöhnliches Blei ist magnetisch; es ist nicht leicht, dasselbe in dem reinen diamagnetischen Zustand zu erhalten.

2379) *Platin*. — Bis jetzt habe ich noch kein bearbeitetes Stück dieses Metalls frei von Magnetismus gefunden, nicht einmal das von Wollaston selbst bereitete und der K. Gesellschaft hinterlassene. Proben des reinsten Platins von Hrn. Johnson wurden auch schwach magnetisch befunden.

2380) Sauberes Platin (Blech und Schnitzel) wurde in reinem Königswasser gelöst und die Lösung zur Trockne verdunstet. Sowohl das trockne Chlorid als die Lösung desselben wurde aequatorial gestellt und abgestoßen vom Magnet. Ein Theil des Chlorids wurde gelöst und sauer gemacht, dann durch eine saure Lösung von salzsaurem Ammoniak gefällt und das trockne Platinchlorid-Ammoniak gewaschen und getrocknet. Auch dieses wurde vom Magnet aequatorial gestellt und abgestoßen. Platinschwamm dagegen, aus diesem Chloridammoniak durch Erhitzung in einer Röhre von Flintglas dargestellt und zu einem Kuchen zusammengedrückt, ward axial gestellt und an der Seite des Magneten angezogen, war also magnetisch.

2381) Für jetzt glaube ich, daß das Platin ein magnetisches Metall ist, obwohl in sehr geringem Grade, und daß in den Verbindungen die Aenderung des Aggregatzustands und die Gegenwart anderer Substanzen von diamagnetischem Charakter hinreichend sind, den Magnetismus zu verdecken und das Ganze diamagnetisch zu machen (2422).

2382) *Palladium*. — Alles im Besitz der K. Gesellschaft befindliche, von Wollaston bereitete Palladium, zusammen zehn Stangen und gewalzte Bleche, ist magnetisch. Proben dieses Metalls von Hrn. Johnson, für rein gehalten, waren ebenfalls schwach magnetisch. Das Chlorid, das Bichlorid-Ammoniak und das Cyanid des Palla-

diums wurden durch den Magneten aequatorial gestellt und abgestofsen. Dasselbe Cyanid, durch Erhitzung entweder in offenen Platintiegeln oder in verschlossenen Glasröhren reducirt, gab ein Palladium, das in schwachem Grade magnetisch war. Einiges von Wollaston's Palladium wurde in reinem Königswasser gelöst, und die Lösung langsam durch reines, eisenfreies, nicht magnetisches Zink gefällt. Fünf successiv gefällte Portionen des Metalls waren *alle magnetisch*. Aus derselben Lösung wurde durch reines salzsaures Ammoniak Palladiumbichlorid-Ammoniak bereitet und mit Königswasser digerirt. Das Salz selbst wurde abgestofsen, war also diamagnetisch; das daraus durch Erhitzung in Glasröhren oder Kapseln von Berliner Porcellan dargestellte Palladium war aber magnetisch. Nach allen diesen Resultaten glaube ich, dafs das Palladium, obwohl schwach, doch wahrhaft magnetisch ist.

2383) *Arsen*. — Diefs Metall erforderte eine sehr eigenthümliche Untersuchung; selbst wenn es zwei bis drei Mal nach einander sorgfältig sublimirt worden, zeigte es Erscheinungen, die mich es manchmal zu den magnetischen, manchmal zu den diamagnetischen Körpern stellen liefsen. Aus Allem bin ich zu glauben geneigt, dafs es zu den letzteren Substanzen gehört, aber nur wenig vom Null- oder Mittelpunkt entfernt liegt. Reiner weifser Arsenik wird durch einen Magnetpol ohne weiteres aequatorial gestellt und abgestofsen.

2384) In Bezug auf die Stellung kurzer Stäbe zwischen Magnetpolen von breiten flachen Seiten mufs ich bemerken, dafs solche Stäbe sich zuweilen axial stellen und magnetisch zu seyn scheinen (*when they do not belong to that class*), und dafs sie von einem einzelnen Pol abgestofsen werden. Die Ursache dieser Wirkung ist bereits (2298. 2299) gegeben; man entfernt sie durch Anwendung keilförmiger oder kegelförmiger Pole.

2385) *Osmium*. — Osmiumsäure, von Hrn. Johnson, in feinen durchsichtigen Krystallen war deutlich diamagnetisch, da es abgestofsen ward. Proben von dem Metall

und dem Oxydul waren schwach magnetisch. Das Oxydul war erhalten durch Wirkung von Alkohol auf eine Lösung von Osmiumsäure, die zwei Mal mit Wasser destillirt worden; das Metall wurde für vollkommen frei von anderen Substanzen gehalten. Wahrscheinlich also gehört das Osmium zu der magnetischen Klasse.

2386) *Iridium*. — Hr. Johnson versah mich mit verschiedenen Iridiumpräparaten. Das Oxyd, Chlorid und Ammoniochlorid waren magnetisch; eben so verhielt sich eine Probe Metall. Ein anderes Stück des Metalls, das für sehr rein gehalten wurde, war gar nicht magnetisch; nach allem bin ich zu glauben geneigt, daß das Iridium nicht zur magnetischen Klasse gehört.

2387) *Rhodium*. — Ein wohl geflossenes Stück dieses Metalls, von Wollaston dargestellt, war magnetisch; allein Krystalle vom Chlorid und vom Natriumchlorid des Rhodiums, von demselben Physiker dargestellt, und andere von Hrn. Johnson, waren nicht magnetisch, sondern wurden gut aequatorial gestellt. Ich schliesse deshalb, daß das Metall wahrscheinlich nicht magnetisch ist, oder wenn es magnetisch ist, wenig vom Nullpunkt entfernt liegt.

2388) *Uran*. — Uranoxyd war nicht magnetisch, Uranoxydul schwach magnetisch. Für jetzt habe ich dieß Metall in die diamagnetische Klasse gestellt.

2389) *Wolfram*. — Das Oxyd und die Säure dieses Metalls wurden der Untersuchung unterworfen; beide stellten sich gut aequatorial. Die Säure wurde deutlich von einem einzigen Pole abgestoßen; das Oxyd schien beinahe neutral zu seyn. Hienach betrachte ich für jetzt das Wolfram als ein diamagnetisches Metall.

2390) *Silber* — ist nicht magnetisch (2291), eben so wenig eine seiner Verbindungen.

2391) *Antimon* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen.

2392) *Wismuth* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen. Da ich von jedem dieser drei Metalle viele Verbindungen untersucht habe, so halte

ich es für gut, an den Zusammenhang zwischen ihnen und ihren metallischen Basen zu erinnern (2370).

2393) *Natrium*. — Eine schöne große Kugel, einen halben Kubikzoll groß, wurde gut abgestoßen, war also diamagnetisch.

2394) *Magnesium*. — Alle Verbindungen oder Salze dieses Metalls sind nicht magnetisch.

2395) Dasselbe gilt vom *Calcium*, *Strontium*, *Barium*, *Natrium*, *Kalium* und *Ammonium*.

2396) Aus dem Verhalten der Verbindungen sowohl als aus den directen Ergebnissen bei einigen der Metalle scheint es demnach, daß, außer Eisen, Nickel und Kobalt, folgende magnetisch sind: *Titan*, *Mangan*, *Cerium*, *Chrom*, *Palladium* und *Platin*. Es ist jedoch möglich, daß es Metalle giebt, welche magnetische Kraft besitzen, aber in so schwachem Grade, wie Platin und Palladium, daß sie in ihren Verbindungen keine Spur davon zeigen. Dies kann der Fall seyn mit *Wolfram*, *Uran*, *Rhodium* etc.

2397) Ich habe mehre der diamagnetischen Metalle erhitzt, selbst bis zu ihrem Schmelzpunkt, aber weder in dem Charakter noch in dem Grade ihres magnetischen Verhaltens irgend eine Aenderung zu beobachten vermocht.

2398) Vielleicht mag bei einigen Metallen, deren Verbindungen gleich denen vom Eisen, Nickel und Kobalt magnetisch sind, das Erkalten einen weit höheren Grad von Kraft in ihnen erregen, als man bis jetzt von ihnen kennt. Mangan, Chrom, Cer, Titan sind in dieser Beziehung Metalle von vielem Interesse. Osmium, Iridium, Rhodium und Uran müssen mit ihnen demselben Versuch unterworfen werden.

2399) Folgendes ist ein Versuch, einige der Metalle hinsichtlich ihrer magnetischen Kraft zu ordnen. Als Null- oder Mittelpunkt ist derjenige Zustand angenommen, wo ein Metall oder eine Substanz, was Anziehung oder Abstoßung in Luft oder im Vacuo betrifft, sich indifferent verhält. Je weiter eine Substanz von diesem Punkt gestellt ist, desto entschiedener tritt seine Anziehung oder Abstoßung

gegen einen Magnet hervor. Nichts destoweniger wird diese Ordnung sehr wahrscheinlich bei fernerer sorgfältiger Beobachtung unrichtig befunden werden.

Magnetisch.	Diamagnetisch.
	Wismuth
	Antimon
	Zink
	Zinn
	Kadmium
	Natrium
Eisen	Quecksilber
Nickel	Blei
Kobalt	Silber
Mangan	Kupfer
Chrom	Gold
Cer	Arsen
Titan	Uran
Palladium	Rhodium
Platin	Iridium
Osmium	Wolfram

0^o

VI. Wirkung von Magneten auf Luft und Gase.

2400) Es war unmöglich in einer Untersuchung wie die eben beschriebene vorzurücken, ohne nicht verschiedene theoretische Ansichten über die Wirkungsweise der die Erscheinungen hervorbringenden Körper zu fassen. Bei Ueberlegung dieser Ansichten war der anscheinende Mittelzustand, welchen die *Luft* zwischen magnetischen und diamagnetischen Substanzen einnahm, vom größten Interesse, und es führte mich hinsichtlich ihres wahrscheinlichen Einflusses zu vielen Versuchen, welche ich jetzt kurz beschreiben will.

2401) Ein dünnes Flintglasrohr, in welches gemeine Luft hermetisch eingeschlossen war, wurde, umgeben von Luft, zwischen die Magnetpole gebracht (2249) und die Wirkung der Magnetkraft auf sie beobachtet. Die Röhre

zeigte eine schwache Neigung zur aequatorialen Stellung, herrührend von der Substanz der Röhre, in welche die Luft eingeschlossen war.

2402) Nun wurde die die Röhre umgebende Luft mehr oder weniger fortgenommen, zuletzt bis zu dem Grade als es eine gute Luftpumpe zu thun im Stande war; allein wie weit auch die Verdünnung gehen mochte, so schien doch die Röhre mit Luft genau in derselben Weise afficirt zu werden, wie wenn sie von Luft von derselben Dichte umgeben war.

2403) Nun ungab ich die Luftrohre folgwiese mit Wasserstoff und Kohlensäure; allein in beiden Gasen, bei verschiedenen Graden der Verdünnung, blieb die Luft-Röhre so indifferent wie zuvor.

2404) Hieraus erhellt also, dafs zwischen dichter und lockerer Luft, auch, so weit die Versuche gehen, zwischen einem Gase oder Dampfe und einem anderen, kein merklicher Unterschied vorhanden ist.

2405) Da es nicht ganz unwahrscheinlich schien, dafs die aequatoriale und axiale Körperreihe oder deren Abstufungen und Anziehungen von umgekehrten (*converse*) Wirkungen der die Körper umgebenden Mitteln abhängen möchten (2361), so begann ich nun zu untersuchen, was bei diamagnetischen Substanzen erfolgen würde, wenn man das Gas oder die Luft ihrer Umgebung an Dichte oder Natur verändere, oder was geschehen würde, wenn man die Luft mit solchen Körpern umgebe.

2406) Die Luft-Röhre (2401) wurde in Wasser aufgehängt, gehalten unter der Oberfläche, durch einen Wis-muthwürfel, der dicht unter dem Drehpunkt daran befestigt war, also derselben keine Richtung zu geben im Stande war; dann den magnetischen Kräften ausgesetzt, nahm sie sogleich eine axiale Richtung an, wie es ein Magnet gethan haben würde. Dem einen der Pole genähert, bewegte sie sich, als die Magnetkraft entwickelt ward, und schien nach Art eines magnetischen Körpers angezogen zu werden; diefs dauerte so lange, als man die Magnetkraft in Thätigkeit erhielt.

2407) In gleicher Weise wurde die Luftröhre der Wirkung der magnetischen Kraft ausgesetzt, als sie von Alkohol oder Terpenthinöl umgeben war; die Resultate waren genau dieselben wie beim Wasser. In allen diesen Fällen war die Wirkung der Luft in den Flüssigkeiten genau dieselbe wie die Wirkung eines magnetischen Körpers in Luft. Die Luftröhre wurde auch der Wirkung des Magnets unterworfen als sie sich unter Quecksilber befand, und auch hier stellte sie sich axial.

2408) Um die Versuche über Luft und Gase noch weiter auszudehnen, brachte ich nun diamagnetische Substanzen in dieselben. So wurde ein Stab vom schweren Glase (2253) in einer Flasche mit Luft aufgehängt und letztere mehr oder weniger verdünnt; allein, wie zuvor bei der Luftröhre (2402), hatten diese Veränderungen keinen Erfolg. Der Stab mochte in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit oder von solcher Lockerheit, als die Luftpumpe ihr geben konnte, aufgehängt werden: sie stellte sich dennoch aequatorial, und anscheinend immer mit demselben Grade von Stärke.

2409) Die Wismuthstange (2296) wurde in derselben Flasche aufgehängt, und die Dichtigkeit der Luft wie zuvor geändert; allein dies brachte weder in der Art, noch der Stärke nach, irgend einen Unterschied in der Wirkung des Wismuths hervor. Es wurden hierauf successiv Kohlensäure und Wasserstoffgas in die Flasche gebracht, und dieselben in verschiedenen Graden der Dichtigkeit angewandt; allein die Resultate waren dieselben. Die Wirkung des Wismuths zeigte sich nicht verändert.

2410) Ein Wismuthwürfel ward unter gewöhnlichem Druck in Luft und verschiedenen Gasen aufgehängt, möglichste Verdünnung hervorgebracht, alsdann dem einen Magnetpol genähert und seine Abstofsung beobachtet; seine Wirkung war in allen diesen Fällen genau dieselbe wie in der Atmosphäre.

2411) Der Kupferstab (2323) ward senkrecht neben dem Magnetpol *im Vacuo* aufgehängt; allein sein Stellen,

träges Bewegen und Zurückgehen war genau so wie zuvor in der Luft (2324).

2412) Röhren (2401), enthaltend respective ein Vacuum, Luft, Wasserstoff, Kohlensäuregas, schwefligsaures Gas und Aetherdampf, wurden mit Wasser umgeben und dann der Magnetkraft ausgesetzt; sie alle stellten sich axial, und so weit ich wahrnehmen konnte mit gleicher Kraft. In Alkohol gebracht, trat derselbe Erfolg ein.

2413) Dieselben Präparate, von Luft oder Kohlensäuregas umgeben, stellten sich aequatorial.

2414) Die axiale Stellung der Röhren in der Flüssigkeit (2412) hängt ohne Zweifel von der Beziehung des Inhalts der Röhre zum umgebenden Medium ab; denn was die Substanz der Röhre betrifft, so würde sie allein eine aequatoriale Lage zu geben getrachtet haben. Bei den anderen Versuchen (2413), wo die mit Gasen gefüllten Röhren von Gasen umgeben waren, rührt die aequatoriale Stellung von diesem Effect des Glases der Röhre her, und daß dieses seine schwache Wirkung, ungestört von allen Variationen der Gase und Dämpfe, constant ausübt, ist ein Beweis, wie gleich und wie indifferent die letzteren zu einander sind.

2415) Ich hing eine Röhre voll flüssiger schwefliger Säure in schwefligsaurem Gase auf; unter dem Einfluß des Magneten stellte sich die Flüssigkeit gut aequatorial. Ich umgab flüssige salpetrige Säure mit gasförmiger salpetriger Säure; die Flüssigkeit stellte sich ebenfalls aequatorial. Ich brachte flüssigen Aether in Aetherdampf, und auch hier stellte sich die Flüssigkeit aequatorial. Als dagegen eine Röhre mit Aetherdampf in flüssigem Aether aufgehängt ward, stellte der Dampf sich axial.

2416) Bei jeder Art und Form des Versuchs nehmen also die Gase und Dämpfe eine mittlere Lage zwischen den magnetischen und diamagnetischen Körpern ein. Was für chemische oder andere Eigenschaften die Gase auch haben mögen, wie verschieden im specifischen Gewichte oder im Grade der Verdünnung sie auch seyn mögen, so

sind sie doch alle in ihrem magnetischen Verhalten einander gleich, und anscheinend einem vollkommenen Vacuum aequivalent. Körper, welche ausgezeichnet diamagnetisch sind, verlieren sogleich alle Spuren dieser Eigenschaft, so wie sie dampfförmig werden (2415). Es würde ungemein interessant seyn zu wissen, ob ein Körper aus der magnetischen Klasse, z. B. Eisenchlorid, dieselbe Veränderung erleide.

VII. Allgemeine Betrachtungen.

2417) Diefs sind die Thatsachen, welche nebst denen beim Licht eine für uns neue magnetische Wirkung oder Beschaffenheit der Materie darthun. Unter dieser Wirkung stellt sich ein längliches Stück einer solchen Materie gewöhnlich (2253. 2384) winkelrecht gegen die Linien der Magnetkraft, und diese Erscheinung kann auf die einfachere einer Abstofsung der Materie durch beide Magnetpole zurückgeführt werden. Die Stellung des länglichen Stücks oder die Abstofsung der ganzen Masse dauert so lange als die Magnetkraft unterhalten wird, und hört mit deren Verschwinden auf.

2418) Bei Wirkung dieser Kraft kann der bewegte Körper entweder *längs* den magnetischen Linien oder *quer* gegen dieselben fortgeführt werden, längs und quer in beiden Richtungen. So läßt sich bewirken, dafs zwei Stücke der Materie, die gleichzeitig dieser Kraft unterworfen werden, einander nähern, wie wenn sie sich anzögen, oder von einander entfernen, wie wenn sie sich abstiefsen. Alle Erscheinungen kommen darauf zurück, dafs ein Stück solcher Materie, wenn es der magnetischen Wirkung unterliegt, von stärkeren zu schwächeren Orten oder Punkten zu gehen sucht. Ist die Substanz auf allen Seiten von magnetischen Linien gleicher Kraft umgeben, so bewegt sie sich nicht, in auffallendem Gegensatz zu einem linearen elektrischen Strom unter denselben Umständen.

2419) Diese Erscheinung ist neu, nicht nur in sofern als der Magnet auf früher für indifferent gegen seinen Ein-

fluß gehaltene Körper einwirkt, sondern sie ist neu, weil sie uns eine zweite Art der Wirkungsweise der Magnetkraft kennen lehrt. Diese beiden Arten stehen in derselben allgemeinen antithetischen Relation zu einander, wie das Positive und Negative bei der Elektrizität, wie Nordheit und Südheit (*northness and southness*) bei der Polarität, oder wie elektrische und magnetische Linien bei der Magneto-Elektrizität. Die diamagnetischen Phänomene sind um so wichtiger, als sie den Charakter von Dualität, welcher im gewissen Grade schon von der Magnetkraft bekannt war, bedeutend und in neuer Richtung erweitern.

2420) Die Materie scheint der Magnetkraft eben so allgemein unterworfen zu seyn, als sie es der Schwerkraft, den elektrischen, den chemischen oder cohäsiven Kräften ist. Denn, was nicht in der Weise der gewöhnlichen magnetischen Wirkung von ihr ergriffen wird, wird es in der zuvor von mir beschriebenen Weise, sobald die Materie den starren oder flüssigen Zustand besitzt. Hienach scheinen die Substanzen in zwei große Abtheilungen zu zerfallen, in die magnetischen und in die, welche ich diamagnetische genannt habe. Zwischen diesen beiden Klassen ist der Contrast, obwohl im Grade verschieden, so groß und direct, daß wenn eine Substanz aus der einen Klasse angezogen wird, eine aus der anderen abgestoßen wird, und daß wenn ein Stab aus der einen eine gewisse Lage annimmt, ein Stab aus der anderen sich rechtwinklich darauf stellt.

2421) Bis jetzt habe ich noch keinen einfachen starren oder flüssigen Körper gefunden, der vollkommen neutral wäre, d. h. in der Luft weder angezogen noch abgestoßen würde. Für die Betrachtung der magnetischen Wirkung würde es wahrscheinlich wichtig seyn zu wissen, ob eine in der Natur vorkommende einfache Substanz diese Neutralität im starren oder flüssigen Zustand besitze. Unter den zusammengesetzten oder gemischten Körpern kann es deren viele geben; und da es für den Fortschritt der Experimental-Untersuchung wichtig seyn kann, will ich die

Principien beschreiben, nach welchen ich eine solche Substanz bereitet habe, wenn sie als umgebendes Mittel erforderlich wurde.

2422) Es ist klar, daß die Eigenschaften der magnetischen und diamagnetischen Körper hinsichtlich ihrer dynamischen Wirkungen einander entgegengesetzt sind, und daß deshalb durch eine gehörige Mischung von Körpern aus beiden Klassen eine Substanz von jedem intermediären Grad von Beschaffenheit erhalten werden kann. Schwefelsaures Eisenoxydul gehört zu der magnetischen Klasse, Wasser zu der diamagnetischen. Bei Anwendung dieser Substanzen fand ich, daß es leicht sey, eine Lösung darzustellen, die, in der Luft, weder angezogen, noch abgestoßen, noch gerichtet ward. Wird sie in Bezug auf das Eisen etwas verdünnter gemacht, so stellt sie sich axial im Wasser, aber aequatorial in der Luft; und durch Zusatz von mehr Eisenvitriol oder mehr Wasser läßt sie sich mehr und mehr in die magnetische oder in die diamagnetische Klasse bringen.

2423) So erhält man ein *flüssiges* Medium, welches practisch, so weit ich sehen kann, jeden magnetischen Charakter besitzt, und als ein Gas, selbst als ein Vacuum wirkt. Da wir sowohl magnetisches als diamagnetisches Glas haben (2354), so ist es offenbar möglich, eine *starre* Substanz zu bereiten, welche denselben neutralen magnetischen Charakter besitzt.

2424) Beim gegenwärtigen unvollkommenen Zustand unserer Kenntnisse würde die Aufstellung einer allgemeinen Liste der Substanzen etwas sehr Voreiliges seyn. Die untenstehende hat daher bloß den Zweck, eine Idee zu geben, welche sonderbare Anordnung die Körper hinsichtlich der magnetischen Kraft erhalten, und um mich später darauf zu beziehen:

Eisen
Nickel
Kobalt
Mangan
Palladium

Kronglas
 Platin
 Osmium
 0° Luft und Vacuum
 Arsen
 Aether
 Alkohol
 Gold
 Wasser
 Quecksilber
 Flintglas
 Zinn
 Schweres Glas
 Antimon
 Phosphor
 Wismuth.

2425) Sehr interessant ist es zu bemerken, daß die Metalle an den Enden der Reihen stehen, und unter allen Körpern einander hinsichtlich ihrer magnetischen Beschaffenheit am entgegengesetzten sind. Auch ist es ein sehr merkwürdiger Umstand, daß diese Abweichungen (*differences and departures*) vom Mittelzustand in den Metallen an beiden Enden, Eisen und Wismuth, mit einem geringen Leitungsvermögen für Elektrizität verknüpft sind. Zugleich muß sich der *Contrast* beider Metalle rücksichtlich ihrer faserigen und körnigen Beschaffenheit, ihrer Schmiedbarkeit und Spröde, aufdrängen, wenn man über den möglichen Zustand ihrer Molecüle während der Einwirkung der Magnetkraft nachdenkt.

2426) In Bezug auf die Metalle und die nicht zu dieser Klasse gehörigen diamagnetischen Körper (2286) ist es befriedigend, auf die Frage wegen der Meinung, daß alle Körper magnetisch seyen wie das Eisen, eine nicht bloß negative Antwort geben zu brauchen, sondern positive Beweise zu haben, daß sie sich in einem anderen und entgegengesetzten Zustand befinden, und im Stande sind, einen sehr bedeutenden Grad von Magnetkraft aufzuwägen (2448).

2427) Wie schon angegeben, ist die Magnetkraft in ihrer Wirkung auf Körper der magnetischen und diamagnetischen Klasse so schlagend verschieden, daß sie die einen anzieht, wenn sie die anderen abstößt; und dies wissen wir nicht anders zu erklären, als durch eine Wirkung auf die Theilchen oder die Masse der Substanzen, welche sie in einen anderen Zustand versetzt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es sehr auffallend, die Resultate mit denen, welche ein polarisirter Lichtstrahl darbietet, zu vergleichen, besonders da sich dann eine merkwürdige Verschiedenheit herausstellt. Denn wenn aus beiden Klassen durchsichtige Körper genommen werden, z. B. schweres Glas oder Wasser aus der diamagnetischen, grünes Glas oder Eisenvitriol-Lösung aus der magnetischen, so wird eine gegebene Magnetkraftlinie die Abstofsung der einen und die Anziehung der anderen veranlassen; allein diese selbe Kraftlinie, welche die Theilchen so verschiedenartig afficirt, wirkt auf den durch sie gehenden polarisirten Strahl genau auf gleiche Weise in beiden Fällen; denn die beiden Körper drehen ihn in derselben Richtung (2160. 2199. 2244).

2428) Diese Betrachtung wird noch wichtiger, wenn wir sie verknüpfen mit den diamagnetischen und den optischen Eigenschaften der Körper, welche einen polarisirten Strahl drehen. So werden eine Eisenlösung und ein Quarzstück, welches auf einen Lichtstrahl drehend wirkt, beide durch den Einfluß *einer selben* Magnetkraftlinie gerichtet, die erstere axial, der andere aequatorial; allein die Drehung, welche diese zwei Körper dem Lichtstrahl einprägen, so weit sie unter dem Einfluß derselben Magnetkraft stehen, ist *dieselbe* für beide. Ferner ist diese Drehung ganz unabhängig von der des Quarzes und ihr in einem sehr wesentlichen Punkt ganz unähnlich; denn für sich kann der Quarz den Strahl nur in Einer Richtung drehen; allein unter dem Einfluß der Magnetkraft vermag er ihn sowohl rechts als links zu drehen, je nach dem Lauf des Strahls (2231. 2232). Nimmt man zwei Stücke Quarz (oder zwei Röhren mit Terpenthinöl), welche den Lichtstrahl *entgegengesetzt* drehen, so wirkt die zusätzliche Drehkraft, welche sie unter der

Herrschaft des Magnetismus erlangen, immer in *gleicher* Richtung, und diese Richtung kann in beiden Quarzen nach der Rechten oder Linken gehen. Während alle dafs bleibt aber der *Contrast* zwischen dem Quarz, als diamagnetischem Körper, und der Eisenlösung, als einem magnetischen, ungestört bestehen. Gewisse, aus diesen Contrasten entsprungene Betrachtungen in Betreff eines Lichtstrahls, die sich mir aufgedrängt haben, hoffe ich der K. Gesellschaft vorzulegen, wenn es die Zeit mir erlaubt haben wird, sie dem Experiment zu unterwerfen.

2429) Eine Erklärung der Bewegungen diamagnetischer Körper und all der dynamischen Erscheinungen, die aus der Wirkung der Magnete auf sie entspringen, möchte sich in der Annahme darbieten, dafs die magnetische Induction in ihnen einen entgegengesetzten Zustand hervorruft, wie er in magnetischen Körpern erzeugt wird, d. h. dafs wenn man von jeder Körperart ein Theilchen in das magnetische Feld brächte, beide magnetisch würden, und jedes seine Axe parallel der durch sie hingehenden magnetischen Resultante stellte, doch mit dem Unterschied, dafs die Theilchen des magnetischen Körpers ihre Nord- und Südpole den entgegengesetzten Polen des inducirenden Magneten zuwendeten, die Theilchen des diamagnetischen aber es umgekehrt machten. Daraus würde dann eine Näherung des einen Körpers und ein Zurückweichen des anderen erfolgen.

2430) Nach Ampère's Theorie würde diese Annahme damit übereinkommen, dafs, während in Eisen und dergleichen magnetischen Körpern Ströme parallel mit den im inducirenden Magnet oder galvanischen Apparat vorhandenen inducirt werden, im Wismuth, schweren Glase und den übrigen diamagnetischen Körpern Ströme von entgegengesetzter Richtung aufträten. Diefs würde den Strömen in diamagnetischen Körpern gleiche Richtung geben mit denen, welche zu *Anfange* des inducirenden Stroms in diamagnetischen Leitern inducirt werden, und den in magnetischen Körpern gleiche mit denen, welche beim *Aufhören* desselben inducirenden Stromes entstehen. Hinsichtlich nicht-
lei-

leitender magnetischer und diamagnetischer Substanzen würde keine Schwierigkeit entspringen, weil die hypothetischen Ströme nicht in der Masse, sondern ringsum die Theilchen der Substanz angenommen werden.

2431) So weit die Erfahrung bis jetzt reicht, scheint es, daß die bekannten Inductions-Effecte auf Massen von magnetischen und diamagnetischen Metallen *dieselben* sind. Wenn ein gerader Eisenstab quer durch die Magnetkraftlinien geführt, oder ein gerader oder schraubenförmiger Stab oder Draht vor einem in Thätigkeit gerathenden (Elektro-) Magnet gehalten wird, so werden elektrische Ströme inducirt, welche sich durch den Stab oder Schraubendraht in gewissen bestimmten Richtungen bewegen (38. 114 etc.). Wendet man unter denselben Umständen einen Stab oder Schraubendraht von Wismuth an, so werden ebenfalls Ströme inducirt, und genau in derselben Richtung wie im Eisen. Es ist also hier in der Richtung des inducirten Stroms kein Unterschied vorhanden, und kein sehr großer in seiner Kraft, kein solcher in der That als zwischen den in einem dieser Metalle und einem nahe vom Neutralpunkt (2399) inducirten Strömen existirt. Dennoch ist zwischen den Bedingungen des Experiments und des hypothesischen Falls der Unterschied geblieben, daß in dem ersteren die Induction durch Ströme in der Masse auftritt, während in den letzteren, d. h. in den speciell magnetischen und diamagnetischen Effecten, die Ströme, wenn sie existiren, wahrscheinlich die Theilchen der Materie umkreisen.

2432) Das magnetische Verhalten der luftförmigen Körper ist ungemein merkwürdig. Daß Sauerstoff oder Stickstoff in der Mitte zwischen der magnetischen und diamagnetischen Klasse steht; daß er die Stelle einnimmt, die *kein* starrer oder flüssiger Körper einnehmen kann; daß er sein Verhalten bei keinem möglichen Grade von Verdünnung ändert, selbst wenn der von ihnen eingenommene

Raum in ein Vacuum übergeht; dafs dasselbe mit allen übrigen Gasen oder Dämpfen der Fall ist; dafs sie nicht an einem Ende, sondern gerade in der Mitte der großen Körperreihe stehen, und dafs sie alle, von dem lockersten, dem Wasserstoff, bis zum dichtesten, der Kohlensäure, dem schwefligsauren Gas und dem Aetherdampf, sich gleich verhalten, sind so auffallende Erscheinungen, dafs sie glauben lassen, die Luft müsse in der physikalischen und terrestischen Anordnung der Magnetkräfte eine große und vielleicht thätige Rolle spielen.

2433) Einst glaubte ich, Luft und Gase, als Körper, die sich ohne Zusatz verdünnen lassen, würden dabei entsprechende Veränderungen in ihren magnetischen Eigenschaften zeigen, allein nun scheint die Verdünnung all solche Kraft verloren zu haben. Es ist zwar leicht ein flüssiges Medium darzustellen, welches mit anderen Körpern nach Art der Luft wirkt (2422), allein es verhält sich doch nicht wahrhaft wie diese; es erlaubt keine Verdünnung, denn setzt man Wasser oder irgend eine solche Substanz hinzu, so fügt man diamagnetische Kraft zu der Flüssigkeit; und wenn es möglich wäre, dasselbe in Dampf zu verwandeln und somit durch Wärme auszudehnen, so würde es in die Klasse der Gase übergehen und magnetisch nicht von dem Uebrigen zu unterscheiden seyn.

2434) Sehr merkwürdig ist auch das anscheinende Verschwinden des magnetischen Zustands und Effects beim Uebergange der Körper in den Dampf- oder Gaszustand, verglichen mit dem gleichzeitigen Verhalten zum Licht; denn bis jetzt ist noch von keinem Gase oder Dampf ein magnetischer Einfluß auf den polarisirten Lichtstrahl nachgewiesen, selbst nicht mit Hülfe von Kräften, die mehr als hinreichten eine solche Wirkung bei flüssigen und starren Körpern darzuthun.

2435) Zu entscheiden, ob die negativen Resultate bei Gasen und Dämpfen davon herrühren, dafs in einem gegebenen Volum eine kleinere Menge Materie vorhanden ist, oder ob sie directe Folgen des geänderten physischen

Zustandes der Substanz seyen, ist ein Punkt von großer Wichtigkeit für die Theorie des Magnetismus. Ich habe hiezu einen Versuch mit Hrn. Cagniard de la Tour's Aether-Röhren erdacht, fürchte aber bei seiner Ausführung große Schwierigkeiten anzutreffen, hauptsächlich wegen der Stärke, und also der Masse, welche für die Röhre nöthig ist, um der Expansion des eingeschlossenen erhitzten Aethers zu widerstehen.

2436) Vermöge ihres merkwürdigen Zustandes und ihres Verhaltens zu Körpern der magnetischen und diamagnetischen Klasse stellt die Luft sich aequatorial in den ersteren und axial in den letzteren. Wenn der Versuch diese Resultate unter der Form von Anziehung und Abstofsung darstellt, bewegt sich die Luft, wie wenn sie in einem magnetischen Medium abgestossen und in einem diamagnetischen angezogen würde. Hienach scheint es, wie wenn die Luft verglichen mit diamagnetischen Körpern magnetisch, und verglichen mit magnetischen Körpern diamagnetisch wäre.

2437) Diese Resultate habe ich als erklärt angesehen durch die Annahme, daß Wismuth und seine Gefährten absolut abgestossen werden von den Magnetpolen, und daß sie eben so abgestossen werden würden, wenn nichts anderes als der Magnet und das Wismuth an den Erscheinungen Theil nähme. So ist auch bei dem Eisen und ähnlichen Metallen die Anziehung als das directe Resultat der gegenseitigen Anziehung zwischen ihnen und dem Magnete angesehen; ferner sind diese Wirkungen als hinreichend erachtet, um das axiale und aequatoriale Stellen der Luft, so wie die scheinbare Anziehung und Abstofsung derselben zu erklären; und der Effect in diesen Fällen wurde als Folge davon angesehen, daß die Luft in die Lagen wandert, welche die magnetischen und diamagnetischen Körper zu verlassen trachten.

2438) Die Erscheinungen bei der Luft sind jedoch in allen diesen Fällen genau dieselben, welche mit Eisenlösungen von verschiedener Stärke (2365) erhalten wurden, wo alle Körper zu den magnetischen gehörten, und der

Effect offenbar von dem größeren oder geringeren Grade von Magnetkraft der Lösungen herrührte. Eine verdünnte Lösung stellte sich in einer concentrirten aequatorial, und ward gleich einem diamagnetischen Körper abgestoßen, nicht weil er nicht durch Anziehung zu einer axialen Stellung strebte, sondern weil er zu dieser Stellung mit geringerer Kraft strebte als die umgebende Materie; demnach drängt sich die Frage auf, ob die magnetischen Körper innerhalb Luft die Abstossung und die Neigung zu der aequatorialen Stellung aus einem anderen Grunde erfahren, als daß die Luft magnetischer als sie ist und eine axiale Stellung einzunehmen sucht. Leicht begreiflich ist, daß wenn alle Körper in verschiedenem Grade magnetisch wären, sie eine einzige Reihe bildeten, in deren Mitte die Luft stände, die Erscheinungen gerade so seyn würden wie sie sind. Jeder Körper aus dem mittleren Theil der Reihe würde sich in Körpern über ihm aequatorial, und in Körpern unter ihm axial stellen; denn eine Substanz, die, wie Wismuth, von einem starken Punkt der Wirkung zu einem schwächeren geht, kann es nur thun, weil die andere Substanz, welche schon an dem Ort der schwachen Wirkung ist, an den Ort der stärkeren Wirkung zu kommen trachtet; gerade wie bei der elektrischen Induction die Körper, die am geeignetsten sind die Kraft fortzuführen, in die kürzeste Wirkungslinie gezogen werden. Und so wird Luft in Wasser und selbst unter Quecksilber zum Magnetpol gezogen, oder scheint es zu werden.

2439) Wenn aber dieß die richtige Ansicht ist, die Luft wirklich unter den Körpern in der Mitte steht, so wäre zu erwarten, daß sie bei Verdünnung ihre Stelle änderte, mehr diamagnetisch würde. Wenn dieß der Fall wäre, müßten Körper, die bei einem Grade von Verdünnung der Luft sich in ihr aequatorial stellten, bei einem anderen Grad auch ihren Ort ändern und zuletzt sich axial stellen; allein dieß thun sie nicht; die verdünnte Luft mag mit magnetischen oder diamagnetischen Körpern, oder selbst mit dichter Luft verglichen werden: sie bleibt auf ihrer Stelle.

2440) Eine solche Ansicht würde auch den bloßen Raum magnetisch machen, und zwar genau in demselben Grade wie Luft oder Gase. Nun kann es zwar ganz wohl seyn, daß der Raum, die Luft und die Gase eine gleiche allgemeine Relation zur magnetischen Kraft besitzen; allein es scheint mir doch eine neue starke Voraussetzung, sie lieber alle als absolut magnetisch und in der Mitte der Körperreihe stehend zu betrachten, als anzunehmen, sie befinden sich im Normal- oder Nullzustand. Für jetzt bin ich daher zu der früheren Ansicht geneigt, als zu der, daß die diamagnetischen Körper eine spezifische, von der gewöhnlichen magnetischen antithetisch verschiedene Wirkung besitzen, und daß sie uns deshalb eine neue magnetische Eigenschaft offenbart haben.

2441) Die Stärke dieser Kraft in diamagnetischen Körpern scheint sehr gering zu seyn, wenn wir sie nach ihrem dynamischen Effect beurtheilen; allein die Bewegung, welche diese Kraft erzeugen kann, ist vielleicht nicht das auffallendste Maas derselben, vielmehr ist es wahrscheinlich, daß wenn wir sie näher kennen lernen, auch andere Effecte, Anzeigen und Maasse, als die in diesem Aufsatz so unvollkommen beschriebenen, zu unserer Kenntniß gelangen, und daß selbst neue Klassen von Erscheinungen dazu dienen werden, sie und ihre Thätigkeit zu offenbaren. Wie auffallend ist nicht die schwache Kraft eines leeren Schraubendrahts im Vergleich zu der außerordentlichen, die sie einem Stück weichen Eisens verleiht. So können wir auch hier uns Hoffnung machen auf eine analoge Entfaltung dieser bis jetzt noch so neuen Kraft. Da sie Naturkörpern gegeben ist, so kann nicht einen Augenblick angenommen werden, daß sie überflüssig, oder unzulänglich oder unnöthig sey. Ohne Zweifel hat sie ihren angewiesenen Zweck, und zwar in Bezug auf die gesammte Erdkugel; und wahrscheinlich ist wegen ihrer Beziehung zu der gesammten Erde ihre Stärke nothwendig so gering (um so zu sagen) in den Portionen der Materie, die wir handhaben und dem Versuch unterwerfen. Obschon klein, wie

viel gröfser ist doch nicht diese Kraft, selbst in ihren dynamischen Effecten, als z. B. die mächtige Gravitationskraft, welche das Universum zusammenhält, wenn sie sich in Massen von derselben Gröfse äufsert!

2442) Mit der vollen Ueberzeugung, dafs der Nutzen dieser Kraft in der Natur späterhin dargethan, und sie sich nicht nur als wichtig, sondern auch wesentlich erweisen werden wird, will ich einige flüchtige Bemerkungen aussprechen.

2443) Die Materie kann nicht von den magnetischen Kräften ergriffen werden, ohne nicht ihrerseits einen Einfluß auf diese Kräfte auszuüben. Die blofse Beobachtung kann uns überzeugen, dafs wenn ein Magnet auf ein Stück weichen Eisens wirkt, das Eisen selbst vermöge des Zustands, in den seine Theilchen gerathen, die Kraft zu entfernten Punkten fortführt, und derselben in der auffallendsten Weise Richtung und Concentration verleiht. So mag auch hier der Zustand, welchen die Theilchen der dazwischenliegenden diamagnetischen Substanzen annehmen, gerade das seyn, was die Kraft fortführt und durch sie hinleitet. In früheren Aufsätzen (1161 etc.) ¹⁾ habe ich eine auf die Wirkung anliegender Theilchen gegründete Theorie der elektrischen Vertheilung aufgestellt, mit welcher ich gegenwärtig zufriedener bin als damals; ich wagte damals zu vermuthen, dafs wahrscheinlich die Seitenwirkung der elektrischen Ströme, welche der elektrodynamischen oder *magnetischen* Action aequivalent ist, auch in ähnlicher Weise auswärts geführt werde (1663. 1710. 1729. 1735). Damals konnte ich keinen besonderen Zustand der Zwischensubstanz oder diamagnetischen Materie entdecken; allein jetzt, da wir im Stande sind eine solche Wirkung zu erkennen, eine Wirkung, die in Körpern von so *ungleicher* Beschaffenheit so *gleich* in ihrer Natur ist, und dadurch im Charakter so gleich der Weise, in welcher die Magnetkraft alle Arten von Körpern durchdringt, und die zugleich in ihrem Daseyn

1) *Philosoph. Transact.*, 1838, *Pt. I.* (Annalen, Bd. 46, S. 1.)

eben so universell als in ihrer Wirkung ist, jetzt, da gezeigt worden, daß diamagnetische Körper keine indifferente sind, setze ich mehr Vertrauen in jene Vermuthung, und möchte fragen, ob es nicht die Wirkung der anliegenden oder zunächst folgenden Theilchen sey, wodurch die Magnetkraft fortgeführt wird, und ob nicht der eigenthümliche Zustand, welchen die diamagnetischen Körper unter Einfluß der magnetischen Kraft erlangen, eben das sey, durch welches die Fortpflanzung dieser Kraft geschieht?

2444) Was für eine Ansicht wir von den starren und flüssigen Substanzen fassen, ob wir sie als zwei Klassen oder eine einzige große magnetische Klasse bildend (2424. 2437) ansehen, wird, so weit ich sehen kann, die Frage nicht berühren. Sie alle sind dem Einfluß der durch sie hingehenden Magnetkraftlinien unterworfen; und der virtuelle Unterschied in der Eigenschaft und dem Charakter wird bei zwei von verschiedenen Orten der Reihe (2424) genommenen Substanzen derselbe seyn; denn es ist die differentielle Relation dieser beiden, was ihre gegenseitige Effecte bedingt.

2445) Es ist nur die Gruppe, welche Luft, Gase, Dämpfe und selbst ein Vacuum einschließt, die eine Schwierigkeit darbietet; allein hier ist solch eine wundervolle Aenderung in der physischen Constitution der Körper, und in gewisser Beziehung sind so hohe Kräfte in ihnen enthalten (*retained by them*), während andere zu verschwinden scheinen, daß wir fast vermuthen möchten, es werde in Bezug auf eine so universelle Kraft wie die magnetische ein besonderer Zustand angenommen. Die elektrische Vertheilung, eine Wirkung in die Ferne, ändert sich genugsam unter starren und flüssigen Körpern; allein wenn sie in Luft oder Gasen zur Ausübung kommt, wo sie sich am deutlichsten zeigt, ist sie in allen von gleichem Betrage (1292), auch ändert sie sich nicht dem Grade nach in der Luft, wie dicht oder locker diese auch sey (1284). Nun kann die magnetische Wirkung als eine bloße Function der elektrischen Kraft betrachtet werden, und es sollte mich nicht wundern, wenn

es sich fände, daß sie der letzteren in ihrer besonderen Beziehung zu Luft, Gasen etc. entspräche.

2446) In Bezug auf die Art, in welcher die elektrische Kraft, die statische wie die dynamische, von Theilchen zu Theilchen, wenn diese von einander entfernt sind, oder durch ein Vacuum geführt zu werden vermag, habe ich dem früher Gesagten (1614 etc.) nichts hinzuzufügen. Die Annahme, daß dies möglich sey, kann für die, welche sich bemüht haben die Strahlung und Leitung der Wärme unter ein Princip der Wirkung zusammenzufassen, nichts Bedenkliches haben.

2447) Betrachten wir den magnetischen Zustand der Erde als Ganzes, ohne Rücksicht auf ihre mögliche Beziehung zur Sonne, und erwägen, welche ungeheure Massen von diamagnetischen Substanzen ihre Kruste bilden; bedenken wir ferner, daß magnetische Curven von gewissem Kraftbetrage und universellem Daseyn durch diese Substanzen gehen, und sie beständig in dem Zustand von Spannung und deshalb von Wirkung erhalten, welchen ich genügend dargelegt zu haben hoffe, so dürfen wir nicht zweifeln, daß dadurch für dieses System und für uns, seine Bewohner, ein großer Zweck des Nutzens erfüllt ist, den zu ergründen wir nun das Vergnügen haben werden.

2448) Von den Substanzen, aus denen die Erdkruste besteht, gehört bei weitem der größte Theil zu der diamagnetischen Klasse; und obwohl eisenhaltige und andere magnetische Substanzen, als kräftiger in ihren Wirkungen, auch auffallendere Erscheinungen hervorbringen, so würde es doch übereilt seyn anzunehmen, daß sie deshalb die Wirkung der ersteren Körper gänzlich überwältigten. Was das Weltmeer, die Seen und Flüsse, so wie die Atmosphäre betrifft, so wird deren eigenthümliche Wirkung fast durch keine der in ihnen enthaltene magnetische Substanz abgeändert werden, und, was Felsen und Gebirge anlangt, so ist deren diamagnetischer Einfluß vielleicht größer als man vermuthet. Ich erwähnte, daß ich durch Adjustirung von Wasser und einem Eisensalz eine in der Luft unwirk-

same Lösung erhielt (2422), d. h. es wurde durch gehörige Verknüpfung der Kräfte eines Körpers von jeder Klasse, Wasser und Eisensalz, die magnetische Kraft des letzteren durch die diamagnetische des ersteren gänzlich aufgehoben, und die Mischung ward weder angezogen, noch abgestoßen. Um diese Wirkung hervorzubringen, war ein Zusatz von mehr als 48,6 Gran krystallisirten Eisenvitriols zu zehn Kubikzoll Wasser erforderlich (denn dieses Verhältniß giebt noch eine Lösung, die sich aequatorial stellt), eine so bedeutende Menge, dafs ich sehr erstaunte, als ich die Kraft des Wassers dieselbe überwältigen sah. Es ist daher nicht ganz unwahrscheinlich, dafs viele der Massen, aus denen die Erdkruste besteht, einen Ueberschufs von diamagnetischer Kraft besitzen und demgemäfs wirken.

2449) Obgleich die allgemeine Anordnung der magnetischen Curven, welche unsere Erdkugel durchdringen und umgeben, denen eines sehr kurzen Magnets ähnelt, und deshalb Kraftlinien von rascher Divergenz in ihrer allgemeinen Form erzeugt, so verhindert uns doch die Gröfse des Systems irgend eine Abnahme der Kraft innerhalb kleiner Gränzen zu beobachten, so dafs ein Versuch, das Streben der Substanzen von stärkeren zu schwächeren Wirkungsstellen überzugehen, an der Erdoberfläche sichtbar zu machen, wahrscheinlich fehlschlagen würde. Der Theorie nach und auf den ersten Blick dünkt mich, mufs ein Pfund Wismuth oder Wasser, gewägt am Aequator, wo die magnetische Neigung Null ist, an Gewicht verlieren, wenn sie in Breiten versetzt wird, wo eine beträchtliche Neigung herrscht; dagegen ein Pfund Eisen, Nickel oder Kobalt unter demselben Wechsel von Umständen an Gewicht zunehmen. Sollte dies wirklich der Fall seyn, so würde der Balken einer empfindlichen Wage, an dessen beiden Enden eine Eisen- und eine Wismuthkugel hängen, verschiedene Neigungen an der Erdoberfläche annehmen; und es scheint nicht ganz unwahrscheinlich, dafs nach solch einem Princip ein Instrument zur Messung einer der Bedingungen der erdmagnetischen Kraft construirt werden könnte.

2450) Wenn man über die Wirkung des ganzen Curvensystems auf sehr große Massen von Gestalt einer Platte oder eines Ringes nachdenkt, so ergibt sich aus der Analogie mit dem magnetischen Feld, daß sie sich aequatorial stellen werden. Wäre der Saturn ein Magnet, wie es die Erde ist, und sein Ring bestände aus diamagnetischen Substanzen, so würden die magnetischen Kräfte ihn diejenige Lage zu geben suchen, welche er wirklich besitzt.

2451) Es ist ein sonderbarer Anblick, ein Stück Holz oder Fleisch, einen Apfel oder eine Flasche mit Wasser vom Magneten abgestoßen oder ein zwischen den Polen aufgehängtes Baumblatt sich aequatorial stellen zu sehen. Ob in der Natur unter den Myriaden von Gestalten, die an allen Theilen der Erdoberfläche von Luft umgeben und den Magnetkraftlinien ausgesetzt sind, ähnliche Wirkungen vorkommen, ist eine Frage, die nur durch künftige Beobachtungen beantwortet werden kann.

2452) Vom Innern der Erde wissen wir nichts, aber wir haben viele Gründe zu glauben, daß es eine hohe Temperatur besitze. In dieser Vermuthung habe ich neuerlich bemerkt, daß in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche die magnetischen Substanzen ihres Vermögens, Magnetismus zu behalten oder mittelst Induction durch Ströme in der Kruste oder sonst wie magnetisch zu werden, gänzlich beraubt seyn müssen ¹⁾. Diefes ist offenbar ein Irrthum. Zwar ist vermuthlich richtig, daß das Eisen u. s. w. von selbst keinen magnetischen Zustand behalten kann; allein es ist nun bewiesen, daß die magnetischen Metalle und alle ihre Verbindungen bis zu einem gewissen Grad bei jeder Temperatur die Fähigkeit, durch Induction magnetisch zu werden, behalten (§2344 etc). Die in der Tiefe liegenden magnetischen Massen der Erde sind, obwohl sie wahrscheinlich für sich keinen Centralmagnet bilden, doch gerade in dem Zustand, um als ein Kern von weichem Eisen gegen die sie umkreisenden Ströme oder gegen andere inducirende Actionen zu wirken, und sehr wahrscheinlich

1) *Phil. Magazine*, 1840, *Vol. XXVII*, p: 3. (Ann., Bd. 65, S. 643.)

sind sie in dieser Beziehung höchst wichtig. Was unter dem Einfluß solcher inductiver Kräfte der Effect des diamagnetischen Theils seyn möge, läßt sich nicht sagen; allein so weit meine Betrachtungen reichen, wird die Kraft solcher Substanzen nicht durch Hitze geschwächt (2397).

2453) Wenn die Sonne irgendwie mit dem Magnetismus der Erde zu schaffen hat, so wird wahrscheinlich ein Theil ihrer Wirkung durch das Licht bedingt, welches wir von ihr empfangen. In dieser Vermuthung scheint die Luft, welche unsere Erde umgiebt, eine höchst beachtenswerthe Stellung einzunehmen, indem sie eine durchsichtige diamagnetische Hülle bildet, die zugleich für die Strahlen durchgänglich ist, und sich quer gegen sie mit großer Schnelligkeit bewegt. Solche Bedingungen scheinen die Möglichkeit einer Erzeugung von Magnetismus daselbst einzuschließen. Allein ich werde besser thun, diese rohen Gedanken noch zurückzuhalten (obwohl sie sich sehr aufdrängen) und durch strenge Versuche zu prüfen, ob sie würdig seyen, der K. Gesellschaft künftig vorgelegt zu werden.

Royal Institution, 1845, Dec. 22 ¹⁾.

1) 1846, Febr. 2. — Ich füge diesen Untersuchungen folgende Nachweisungen hinzu:

Brugmans beobachtete zuerst die Abstofsung des Wismuths durch einen Magnet i. J. 1778. Antonii Brugmans *Magnetismus seu de affinitatibus magneticis observationes magneticae. Lugd. Batav.* 1778. §. 41. (Siehe diese Annalen, Bd. 10, S. 293.)

Le Baillif über die Abstofsung eines Magnets durch Wismuth und Antimon, *Bulletin universel*, 1827, *Vol. VII*, p. 371; *Vol. VIII*, pp. 87, 91, 94. (Annalen, Bd. 10, S. 507.)

Saigey, über den Magnetismus gewisser natürlicher Verbindungen von Eisen, und über die wechselseitige Abstofsung der Körper im Allgemeinen. *Ibid.* 1828, *Vol. IX*, pp. 89, 167, 239.

Seebeck, über die magnetische Polarität verschiedener Metalle, Legirungen und Oxyde. *Ibid.* 1828, *Vol. IX*, p. 175. (Aus diesen Annalen, Bd. 10, S. 203, — wobei auch an die Beobachtungen von Muncke, Annalen, Bd. 6, S. 361, zu erinnern ist. P.)

III. *Untersuchung über die elektromotorischen Kräfte der galvanischen Ströme;*

von *J. C. Poggendorff.*

(Erste und zweite Abhandlung, gelesen am 30. Juli d. J. — Aus den Monatsbericht. d. Academie. Juli 1846.)

Die Bestimmung der galvanomotorischen Kräfte oder, anders gesagt, des Elektricitätsquantums, welches allgemein eine galvanische Combination bei gegebenem Widerstande und frei von dem störenden Einfluß der sogenannten Polarisation innerhalb einer gewissen Zeit in Bewegung zu setzen vermag, bildet eine der wichtigsten Aufgaben im Gebiete des Galvanismus. Zu ihrer Lösung hat der Verf. bereits i. J. 1844 eine Methode angegeben, die wesentlich von den sonst bekannten verschieden ist, und sich durch Allgemeinheit und Zweckmäßigkeit vortheilhaft auszeichnet. Ihr Princip ist: die zu messende Kraft sogleich im Momente ihrer Entstehung durch eine andere constante Kraft so genau zu aequilibriren, daß sie, ideell genommen, gar nicht zu einem Strome gedeihen kann, und deshalb vor den Veränderungen, die sie durch diesen erleiden würde, vollkommen geschützt bleiben muß. Vermöge dieses Principis ist die Methode auf elektromotorische Kräfte aller Gattungen, constante wie inconstante (die aus der Polarisation entspringenden etwa ausgenommen), in gleichem Grade anwendbar; sie erlaubt dieselben mit jeder Stufe von approximativer Genauigkeit in absolutem Maasse festzustellen, und besitzt, außer anderen Vorzügen, auch den für die Frage nach dem Ursprung der galvanischen Elektricität sehr erheblichen, daß sie die directe Einwirkung der Flüssigkeiten auf die Platten der galvanischen Ketten genau kennen und von der Wirkung des Stromes sondern läßt.

Die Herleitung dieser Methode aus der Ohm'schen Theorie ist bereits in den Annalen, Bd. 54, S. 160, vollständig gegeben; auch finden sich daselbst, so weit es dem Verf.

seine damals sehr beschränkten experimentellen Hilfsmittel und die nicht minder ungünstige Localität seines Arbeitsraumes verstatteten, factische Belege zum Erweise ihrer Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit.

Die Untersuchung, welche durch die jetzt der Königl. Academie vorgelegten Abhandlungen eröffnet worden ist, hat den Zweck, daß ganze Gebiet der galvanomotorischen Kräfte mittelst der eben genannten Methode so vollständig wie möglich zu durchforschen, und zwar mit Berücksichtigung aller Umstände, die auf diese Kräfte von Einfluß seyn können, als da sind: Natur der Platten und deren Oberflächenzustand, Natur der Flüssigkeit, deren Concentration und Temperatur, directe Einwirkung derselben auf die Platten u. s. w. Ohne sorgfältige Beachtung dieser Umstände haben die numerischen Bestimmungen der elektromotorischen Kräfte wenig Werth. Es reicht nicht hin zu sagen, man habe mit seinen Platten diese oder jene Zahl gefunden, denn innerhalb ziemlich weiter Gränzen kann man mit denselben Platten in derselben Flüssigkeit alle möglichen Werthe erhalten. Die Ausmittlung der Normalwerthe ist das letzte, aber auch am schwersten zu erreichende Ziel dieser Untersuchung. Die beiden gegenwärtigen Abhandlungen sind noch nicht auf dieses Ziel gerichtet, sondern befassen sich mit verschiedenen anderen Gegenständen, die zuvor einer gründlichen Erörterung bedürfen.

In der *ersten* Abhandlung entwickelt der Verf. ausführlich alle Erfordernisse zur practischen Ausführung der Compensationsmethode, die in dem früheren Aufsatz hauptsächlich nur vom theoretischen Gesichtspunkt aufgefaßt wurde. Er beschreibt und erläutert durch Abbildungen die Einrichtung der vier hiezu nöthigen Instrumente, der Sinusbusssole, des Galvanometers, des Rheochords (Widerstandsmessers) und des Stromschwächers; er zeigt, wie man diese Instrumente zu combiniren und anzuwenden habe, um einerseits einen großen Umfang von elektromotorischen Kräften durch eine und dieselbe constante Kraft messen zu können, und andererseits den Einfluß der Polarisation bei der Messung

möglichst auszuschließen, oder auf ein unbedeutendes Minimum herabzusetzen; auch entwickelt er umständlich das Verfahren, durch welches die Angaben der Sinusbussole und somit auch die für die elektromotorischen Kräfte gefundenen Zahlen mittelst der Wasserzersetzung oder der Silberfällung bequem und sicher auf ein absolutes Maafs zurückgeführt werden. Alle diese Einzelheiten sind jedoch keines Auszugs fähig.

Die *zweite* Abhandlung enthält zunächst einen an mehreren constanten Ketten durchgeführten Vergleich der Resultate, welche die Compensationsmethode liefert, mit denen, welche durch andere Verfahrensarten gewonnen werden. Dieser Vergleich geschah aus doppelter Rücksicht: aus der practischen, die Zuverlässigkeit der Methode auf die Probe zu stellen, und aus der theoretischen wegen der Frage, ob wirklich, wie es die dieser Methode zum Grunde liegende Theorie voraussetzt, bei bloßer Tendenz zu einem Strome dieselbe elektromotorische Kraft entfaltet werde, wie im Fall, da ein Strom zu Stande kommt, also eine elektrolytische Auflösung des positiven Metalls der Kette stattfindet.

Versuche mit der Grove'schen Kette, mehrfach abgeändert, sprachen sich hinsichtlich dieser Frage entschieden bejahend aus, und bestätigten also den Schluss, den der Verf. schon früher aus den Polarisations-Erscheinungen abgeleitet hatte (Monatsbericht, 1845 December, S. 392; auch Annalen, Bd. 67, S. 528).

Minder vollkommen war die Uebereinstimmung bei der Daniell'schen Kette und einigen ähnlichen Combinationen; bei diesen lieferte die Compensationsmethode in der Regel eine etwas höhere Kraft, als das bekannte Ohm'sche Verfahren, wo die Kraft aus den bei zweierlei Widerständen gemessenen Stromstärken bestimmt wird. Der Verf. betrachtet diese Thatsache indess keineswegs als eine für die Compensationsmethode ungünstige; vielmehr ist er der Meinung, dafs die Daniell'sche, so wie überhaupt jede mit einer Salzlösung construirte galvanische Kette, nothwendig während des Stroms eine etwas geringere Kraft ent-

wickeln muß, als ihr eigentlich zukommt, weil eben während des Stromes die negative Platte nicht mehr von neutraler Lösung umgeben ist ¹⁾. Nach dieser Ansicht würde die Compensationsmethode, durch welche man die Kraft bei Nullität der Stromstärke findet, den Normalwerth dieser Kraft liefern.

Eine andere Aufgabe, die der Verf. sich in dieser Abhandlung gestellt hat, betrifft die Prüfung des Gesetzes, welches man kurzweg das *elektromotorische* nennen kann, desjenigen nämlich, nach welchem, wenn man sich die Metalle vom positivsten zum negativsten geordnet denkt und irgend drei aus der Reihe herausgreift, die elektromotorische Kraft, welche die beiden äußeren unter sich entwickeln, gleich seyn muß der Summe der Kräfte, welche das mittlere mit jedem der äußeren in derselben Flüssigkeit hervorruft. Diefs Gesetz, von Volta für die Spannungen supponirt, und von den Anhängern der Contacttheorie auf die elektromotorischen Kräfte übertragen, hat bisher keine andere thatsächliche Begründung erfahren als die, welche aus einigen älteren Versuchen Fechner's und einem Paar vom Verf. und von Wheatstone entspringt. Da bei jenen der Einfluß der Polarisation nicht ausgeschlossen war, und bei diesen kein Anspruch auf hohe Genauigkeit gemacht wurde, so hielt es der Verf. für nöthig, ehe er in seiner Untersuchung weiter vorschritt, das genannte, für diess ganze Gebiet so wichtige Gesetz einer abermaligen und möglichst umfangreichen Prüfung zu unterwerfen.

Zu dem Ende hat er eine sehr beträchtliche Zahl von Versuchen mit verschiedenen Metallen in verschiedenen Flüssigkeiten angestellt, unter möglichster Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln, die zu befolgen hier unerläßlich ist. So wurden die zu jedem Versuch erforderlichen drei Metalle, die schmale Streifen oder dünne Stäbe bildeten, neben einander, in ein Dreieck gestellt, in die Flüssigkeit getaucht und während der ganzen Dauer der Messungen nicht her-

1) Auch Hr. Jacobi hat schon bemerkt, daß die Kraft dieser Kette im geringen Grade von der Stromstärke abhängig ist.

ausgezogen, sondern blofs successiv zu je zwei combinirt. Der Einfluss, den dabei das dritte, unverknüpfte Metall durch den Strom der beiden andern etwa erleiden kann, ist wegen der auferordentlichen Schwäche, die dieser Strom bei richtiger Leitung des Versuchs besitzt, ganz zu vernachlässigen gegen die Störung, welche eintreten würde, wenn man jenes dritte Metall jedesmal an die Luft brächte.

Von grofser Wichtigkeit ist hier die Beachtung des Einflusses, welchen die Flüssigkeit, sey es in chemischer oder in katalytischer Weise, direct auf die Metalle ausübt. Dieser Einfluss, welcher den elektromotorischen Charakter der Metalle in verschiedenen Graden der Stärke und Schnelligkeit fortwährend ändert, in der Regel dem Negativen nähert, hat gewöhnlich zur Folge, dafs die Kraft des zuerst gemessenen Paares schon eine andere ist, wenn man die des dritten Paares misst; und begreiflich kann sich dann das Gesetz nicht mehr mit Schärfe herausstellen.

Ganz entfernen läfst sich dieser Einfluss nicht, aber man kann ihn, wenigstens bei Salzlösungen und verdünnten Säuren, bedeutend schwächen, wenn man die Metalle, wie es Henrici zuerst gethan, mit Fett oder Talg in sehr dünner Lage bestreicht. Die galvanische Wirkung geht frei hindurch, und die Metalle bleiben lange Zeit meistens spiegelblank in der Flüssigkeit ¹⁾.

Wenn die Flüssigkeit keinen oder keinen starken Angriff

- 1) Talg und Oel an sich, sind, wenigstens für den Strom einer einfachen Kette, vollkommene Nichtleiter. Als ich zwischen kupferne Elektroden einer solchen Kette ein getalgtes Papier brachte, konnte ich, selbst als ich die Platten, die eine Gröfse von mehren Quadratzollen hatten, stark an einander presste, keine Spur von einem Strom wahrnehmen. Eben so verhielt es sich, wenn ich die Platten in Olivenöl tauchte; sie konnten einander sogar berühren, ohne dafs ein Strom erfolgte. Ein Strom von höherer Intensität scheint indels eine dünne Fettlage zu durchbrechen, wie schon Jacobi bei seinen elektromagnetischen Maschinen beobachtet hat; auch hat bekanntlich vor vielen Jahren bereits Rousseau versucht, die Leitungsfähigkeit verschiedener fetter Oele zu bestimmen, und dazu ein eigenes Instrument (Diagometer) angegeben. (S. Annalen, Bd. 2, S. 192.)

griff auf die Metalle ausübt, kann man auch so verfahren, daß man die Messungen nicht eher beginnt, als bis die Aenderung der Metalle, die in der Regel mit abnehmender Geschwindigkeit erfolgt, aufgehört hat merklich zu seyn, wozu aber bisweilen mehre Stunden erforderlich sind, wie namentlich beim Eisen in Aetzkalilösung. Man erhält dann freilich die elektromotorischen Kräfte nicht mehr in ihrer ursprünglichen Gröfse, sondern in einem mehr oder weniger stark abgeändertem Zustand. Allein dieß ist für das besagte Gesetz ein gleichgültiger Umstand; es wird nur erfordert, daß die Kräfte während der Messung unverändert bleiben, mögen sie sonst irgend wie beschaffen seyn. Eben deshalb konnte Fechner bei sehr stark durch die Polarisation abgeänderten Kräften das Gesetz noch bestätigt finden.

Derselbe und ein noch höherer Grad von Bestätigung des Gesetzes geht aus den zahlreichen Messungen des Verf. hervor, von welchen die nachfolgenden einen Auszug darstellen. Die Abweichungen vom Gesetz sind in vielen Fällen ganz zu vernachlässigen, in anderen so gering, daß sie unbedenklich der directen Einwirkung der Flüssigkeiten zugeschrieben werden können. Vermöge dieser Einwirkung ist die Reihenfolge, in welcher man die drei Metalle paarweise combinirt, immer von größerem oder geringerem Einfluß auf das Resultat, und daher ist in einigen Fällen, wo er besonders stark war, das Mittel aus mehreren Messungen genommen, so wie durch eingeklammerte Zahlen hinter den Metallen angegeben, in welcher Folge die Messungen an gestellt wurden.

Nach der früher (Annalen, Bd. 54, S. 160) gegebenen Entwicklung ist die gesuchte Kraft k'' gleich der Stromstärke i in dem Draht, welcher die negative Platte der constanten Kette mit der positiven der inconstanten verbindet, multiplicirt mit dem Widerstand r dieses Drahts. Diese drei Gröfsen sind in der 2ten, 3ten und 4ten Spalte der nachfolgenden Tafel aufgeführt. Die Einheit, welche den Werthen von k'' zum Grunde liegt, ist eine Kraft, die bei

der Einheit des Widerstands (ein Par. Zoll eines Neusilberdrahts, von dem 100 Par. Zoll bei 1,6 Kilogramm. Spannung und bei mittlerer Temperatur 4,033 Grm. wiegen) im Stande ist, in einer Minute 14,222 Kubikcentimeter Knallgas zu entwickeln ¹⁾, oder 0,0919 Grm. Silber zu fällen. Man darf jedoch die angegebenen Werthe von k'' noch nicht als die Normalwerthe der Kräfte betrachten; es sind nur Annäherungen, aber genügende, da es hier im Grunde blofs auf das Verhältniß der Kräfte ankommt.

Wir lassen nun die Tafel folgen, die keiner weiteren Erläuterung bedürfen wird. Bei den ersten neun Reihen standen die drei Metalle jedesmal in einer und derselben Flüssigkeit; bei der zehnten war jedes Metall in eine besondere Flüssigkeit getaucht, und Thoncyylinder trennten die Flüssigkeiten von einander.

I. Verdünnte Schwefelsäure.

(Säure von 1,838 spec. Gew. mit 49fachem Gewichte Wasser.)

	r	i	k''
1) Zink - Zinn	22,89	$\sin 19^\circ 39'$	7,70
Zinn - Kupfer	23,25	- 19 35	7,79
		Summe	15,49
Zink - Kupfer	70,58	- 12° 42'	15,52
		Diff.	+ 0,03
2) Zink - Kupfer	39,28	$\sin 23^\circ 39'$	15,76
Kupfer - Silber	10,23	- 23 15	4,04
		Summe	19,80
Zink - Silber	69,0	- 16° 42'	19,83
		Diff.	+ 0,03
3) Zink, amalg.-Kadm.	17,94	$\sin 20^\circ 51'$	6,39
Kadmium - Eisen	9,01	- 23 32	3,60
		Summe	9,99
Zink, amalg. - Eisen	33,54	- 17° 34'	10,12
		Diff.	+ 0,13

1) Reducirt auf 0° und 0^m,760, und volle Trockenheit.

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>k''</i>
4) Zink, amalg.-Zinn	34,00	<i>sin</i> 17° 11'	10,04
Zinn - Antimon	19,04	- 20 18	6,61
		Summe	16,65
Zink, amalg.-Antim.	88,12	- 11° 3'	16,89
		Diff.	+ 0,24
5) Kadmium-Wismuth	38,37	<i>sin</i> 16° 12'	10,71
Wismuth - Quecks.	20,17	- 19 43	6,81
		Summe	17,52
Kadmium-Quecks.	100,77	- 10° 5'	17,64
		Diff.	+ 0,12
6) Eisen - Kupfer	23,24	<i>sin</i> 19° 46'	7,86
Kupfer - Silber	10,19	- 23 15	4,02
		Summe	11,86
Eisen - Silber	42,90	- 16° 4'	11,87
		Diff.	+ 0,01
7) Eisen - Antimon	25,52	<i>sin</i> 18° 49'	8,23
Antimon - Quecks.	18,52	- 20 23	6,45
		Summe	14,68
Eisen - Quecksilber	63,94	- 13° 13'	14,65
		Diff.	- 0,03
8) Kupfer - Quecksilb.	19,15	<i>sin</i> 20° 29'	6,70
Quecksilb. - Platin	11,30	- 22 41	4,36
		Summe	11,06
Kupfer - Platin	40,33	- 16° 14'	11,37
		Diff.	+ 0,21

II. Verdünnte Salpetersäure.

(Säure von 1,222 spec. Gew. mit 9fachem Gew. Wasser.)

9) Zink, amalg.-Kupfer	80,56	<i>sin</i> 11° 54'	16,61	
Kupfer - Platin	41,56	- 16 12	11,60	
		Summe		28,21
Zink, amalg. - Platin	64,76	- 26° 0'	28,39	} 28,18
	63,20	- 26 16	27,97	
		Diff.		- 0,03

5 *

III. Verdünnte Salzsäure.

(Säure von 1,113 spec. Gew. mit 9fachem Gew. Wasser.)

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>k''</i>
10 ^a) Zink, amalg.-Kupf.	70,40	<i>sin</i> 12° 10'	14,84
Kupfer - Platin	62,58	- 12 56	14,01
		Summe	28,85
Zink, amalg. - Platin	67,60	- 25° 22'	28,96
		Diff.	+ 0,11
10 ^b) Zink, amalg.-Kupf.	70,10	<i>sin</i> 12° 12'	14,81
Kupfer - Platin	61,70	- 13 10'	13,88
		Summe	28,69
Zink, amalg.-Platin	65,44	- 25° 54'	28,58
		Diff.	- 0,11
11) Kupfer - Silber	11,35	<i>sin</i> 14° 40'	2,87
Silber - Platin	43,25	- 15 23	11,67
		Summe	14,54
Kupfer - Platin	62,79	- 13° 23'	14,53
		Diff.	- 0,01

IV. Aetzkali gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

12) Zink - Eisen	108,57	<i>sin</i> 10° 1'	18,88
Eisen - Silber	9,4	- 23 42	3,78
		Summe	22,66
Zink - Silber	51,17	- 26° 10'	22,57
		Diff.	- 0,09
13) Zink - Antimon	34,57	<i>sin</i> 17° 10'	10,20
Antimon - Platin	53,64	- 14 25	13,36
		Summe	23,56
Zink - Platin	67,97	- 20° 23'	23,67
		Diff.	+ 0,11
14) Kadmium - Wismuth	19,0	<i>sin</i> 20° 45'	6,73
Wismuth - Pallad.	24,4	- 19 35	8,18
		Summe	14,91
Kadmium - Pallad.	65,12	- 13° 11'	14,85
		Diff.	- 0,06

V. Kohlensaures Natron, gesättigte Lösung.

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>k'</i>	
15) Zink - Eisen	68,45	<i>sin</i> 12° 48'	15,17	
	77,77	- 12 1	16,19	
		Mittel		15,68
Eisen - Kupfer	7,92	- 9° 52'		1,36
		Summe		17,04
Zink - Kupfer	88,16	- 11° 12'		17,12
		Diff.		+ 0,08
16) Zink - Zinn	11,22	<i>sin</i> 23° 11'	4,42	
Zinn - Platin	71,47	- 12 49	15,86	
		Summe		20,28
Zink - Platin	35,97	- 34° 23'	20,31	
		Diff.		+ 0,03

VI. Chlornatrium, gesättigte Lösung.

17) Zink, amalg. - Eisen	28,88	<i>sin</i> 18° 6'	8,97	
Eisen - Kupfer	13,21	- 21 43	4,89	
		Summe	13,86	
Zink, amalg. - Kupf.	59,39	- 13° 38'	14,00	
		Diff.	+ 0,14	
18) Zink - Eisen	29,43	<i>sin</i> 17° 54'	9,05	
Eisen - Silber	18,35	- 20 20	6,38	
		Summe	15,43	
Zink - Silber	73,39	- 12° 13'	15,53	
		Diff.	+ 0,10	
19) Zink - Kupfer	48,99	<i>sin</i> 14° 59'	12,67	
Kupfer - Platin	49,08	- 14 59	12,69	
		Summe	25,36	
Zink - Platin	97,48	- 15° 4'	25,34	
		Diff.	- 0,02	

VII. Bromkalium, gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

20) Zink - Kupfer	46,99	<i>sin</i> 15° 7'	12,25	
Kupfer - Platin	26,86	- 18 28	8,51	
		Summe	20,76	
Zink - Platin	42,19	- 29° 28'	20,75	
		Diff.	- 0,01	

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>h''</i>
21) Zink-Eisen	14,81	<i>sin</i> 20° 54'	5,28
Eisen-Silber	26,57	- 13 7	8,26
		Summe	13,54
Zink-Silber	59,61	- 13° 16'	13,68
		Diff.	+ 0,14

VIII. Jodkalium, gelöst im 4fachen Gewichte Wasser.

22) Zink-Eisen	26,20	<i>sin</i> 18° 45'	8,42
Eisen-Platin	24,54	- 19 7	8,04
		Summe	16,46
Zink-Platin	79,54	- 11° 48'	16,27
		Diff.	- 0,19
23) Zink-Zinn	25,98	<i>sin</i> 18° 33'	8,27
Zinn-Kupfer	6,95	- 7 59	0,97
		Summe	9,24
Zink-Kupfer	30,97	- 17° 39'	9,39
		Diff.	+ 0,15
24) Zink-Silber	32,94	<i>sin</i> 17° 35'	9,95
Silber-Wismuth	7,46	- 16° 41'	2,14
		Summe	12,09
Zink-Wismuth	45,22	- 15° 31'	12,10
		Diff.	+ 0,01

IX. Cyankalium, gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

25) Zink-Silber (2)	37,08	<i>sin</i> 16° 3'	10,25	
(4)	37,25	- 16 1	10,28	
		Mittel		10,27
Silber-Eisen (3)	25,33	- 18° 12'		7,91
		Summe		18,18
Zink-Eisen (1)	112,39	- 9° 13'	18,00	
(5)	115,65	- 9 10	18,42	
		Mittel		18,21
		Diff.		+ 0,03

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>k''</i>	
26) Zink - Kupfer	7,4	<i>sin</i> 7° 38'	0,98	
Kupfer - Wismuth	75,39	- 11 48	15,41	
		Mittel	16,39	
Zink - Wismuth	86,89	- 10° 55'	16,46	
		Diff.	+ 0,07	
27) Antim.-Wism. (3)	10,8	<i>sin</i> 22° 45'	4,18	
(8)	10,68	- 22 51	4,15	
		Mittel		4,165
Wism. Plat. (2)	15,0	- 21° 31'	5,50	
(4)	14,4	- 21 41	5,32	
(3)	14,08	- 21 47	5,22	
		Mittel		5,317
		Summe		9,512
Antim.-Platin (1)	31,2	- 17° 40'	9,47	
(5)	29,4	- 18 11	9,18	
(6)	29,28	- 18 12	9,15	
		Mittel		9,267
		Diff.		- 0,245

X. Drei Flüssigkeiten.

Eisen in Schwefelsäure mit 49fachem Gewichte Wasser.

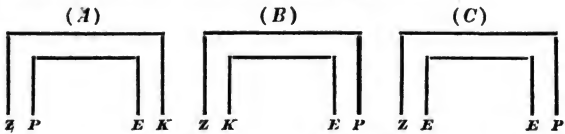
Kupfer in gesättigter Kupfervitriol-Lösung.

Platin in Salpetersäure von 1,34 spec. Gewichte.

28) Eisen-Kupfer (2)	28,15	<i>sin</i> 18° 4'	8,73	
(4)	27,80	- 18 7	8,64	
		Mittel		8,685
Kupfer-Plat. (3)	55,75	- 13° 54'	13,39	
		Summe		22,075
Eisen-Platin (1)	56,58	- 23° 12'	22,29	
(5)	54,40	- 23 55	22,05	
		Mittel		22,17
		Diff.		+ 0,095

Zuletzt wurde noch ein complicirter Fall untersucht, in erweitertem Maasse als es bereits von Fechner geschah.

Es wurden nämlich aus den vier Metallen *Zink* (*Z*), *Eisen* (*E*), *Kupfer* (*K*) und *Platin* (*P*), gestellt in verdünnte Schwefelsäure, die 2 Proc. concentrirter enthielt, successiv die folgenden drei Combinationen gebildet:



Wenn man die elektromotorische Kraft eines jeden Paares von Metallen durch die Differenz der sie bezeichnenden Buchstaben vorstellt, so hat man zufolge der

chemischen Theorie: Contacttheorie:

$$A = (Z - P) + (E - K) = (Z - K) + (E - P)$$

$$B = (Z - K) + (E - P) = (Z - P) + (E - K)$$

$$C = (Z - E) + (K - P) = (Z - P) - (E - K)$$

Wenn nun das elektromotorische Gesetz richtig ist, muß zuvörderst $B = A$ seyn, und wenn man die sechs binären Combinationen, oder auch nur vier derselben mißt, müssen überdies die daraus gebildeten Werthe von *A* (oder *B*) und *C* mit den gemessenen übereinstimmen.

Der Verf. hat diese Probe unternommen. Nachstehendes waren seine Messungen, die, was *A* und *B* betrifft, eine absolute Gleichheit ergaben.

	<i>r</i>	<i>i</i>	<i>k</i> "
Combinat. <i>A</i> oder <i>B</i>	79,8	$\sin 23^\circ 23'$	31,67
Combinat. <i>C</i>	29,0	- 39 57	18,62
<i>Z - E</i>	25,02	- 19 2	8,16
<i>Z - P</i>	107,04	- 13 43	25,38
<i>E - K</i>	17,63	- 20 40	6,22
<i>K - P</i>	37,82	- 16 36	10,80.

Hieraus ergibt sich nun:

beobacht. <i>A</i> oder <i>B</i>	$\equiv 31,67$	31,67
- <i>C</i>	$\equiv 18,62$	18,62
halbe Summe	$\equiv 25,15$	halbe Diff.	6,52
beobacht. <i>Z - P</i>	$\equiv 25,38$	beobacht. <i>E - K</i>	6,22

oder:

beobacht.	$Z - P$	$= 25,38$	$25,38$
-	$Z - K$	$= 6,62$	$6,22$
	Summe	$31,60$	Diff.	$= 19,16$
beobacht.	A	$= 31,67$	beobacht.	$C = 18,62$

oder:

beobachtetes	$Z - E$	$= 8,16$
-	$K - P$	$= 10,80$
	Summe	$= 18,96$
beobachtetes	C	$= 18,62$

ferner:

beobacht.	$Z - E$	$= 8,16$	beobacht.	$E - K$	$= 6,22$
-	$E - K$	$= 6,22$	-	$K - P$	$= 10,80$
also	$Z - K$	$= 14,38$	also	$E - P$	$= 17,02$

aber:

$$B = (Z - K) + (E - P) = 14,38 + 17,02 = 31,40$$

beobachtetes $B = 31,67$.

Die Uebereinstimmungen (welche sich in demselben Grade auch bei einer zweiten Messung an einem anderen Tage wiederholten) sind zwar nicht vollkommen, werden aber doch bei Erwägung der Fehler, die unvermeidlich aus dem nie ganz zu beseitigenden directen Einfluß der Flüssigkeit entspringen, mehr als hinreichend erscheinen, um zugleich die Zuverlässigkeit der Compensationsmethode und die Richtigkeit des elektromotorischen Gesetzes zu erweisen; denn es würde ein wunderbarer Zufall seyn, wenn beide, die Methode und das Gesetz, in der Weise falsch wären, daß immer eine so nahe Aufhebung der Fehler wie im obigen Beispiele einträte, abgesehen davon, daß die einfacheren Fälle, welche untersucht wurden, meistens ein noch mehr befriedigenderes Resultat gewährten.

IV. *Einige Bemerkungen über Coulomb's Verfahren die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen; von A. Moritz.*

(Auszug aus einer Dissertation zur Erlangung des Candidatengrades auf der Universität zu Dorpat) ¹⁾.

Vorwort von L. F. Kämtz.

Die Untersuchungen, welche von einer Zahl von Beobachtern über die Wirkung der Corpuscularkräfte angestellt worden sind, haben uns zwar für die festen Körper manche interessante Thatsachen geliefert, die uns jedoch noch weit mehr von dem inneren Zusammenhange zwischen den wirksamen Kräften ahnen, als diesen Zusammenhang selbst klar durchschauen lassen. Jedoch noch übler steht es mit der Cohäsion flüssiger Körper; theils ist die Zahl der Versuche überhaupt klein, theils sind die Resultate derselben durch anderweitige Umstände getrübt. Und doch scheinen gerade die flüssigen Körper geeignet, uns eine Menge von Punkten erkennen zu lassen, welche hier eine Rolle spielen. Mögen wir annehmen, daß die Wärme das repulsive Princip sey, oder mögen wir eine andere eigenthümliche Kraft substituiren, so ist so viel gewiß, daß diese abstoßende Kraft mit der Temperatur im hohen Grade abändert wird. Diese Abänderungen selbst lassen sich weit weniger bei festen, als bei flüssigen Körpern studiren.

Schon vor Jahren hatte ich die Idee, daß der Zusammenhang zwischen den Theilen der Flüssigkeiten oder die Fluidität desto geringer würde, je näher wir der Temperatur kommen, bei welcher diese Flüssigkeiten sieden; ja daß die Fluidität verschiedener Flüssigkeiten eine Function ihres Siedpunkts sey. Ich sprach mich darüber in einer Recension der neuen Ausgabe des Gehler'schen Wörterbuchs in der Allgemeinen Literaturzeitung, 1826, No. 270,

1) Uebersandt vom Hrn. Verf. aus dem *Bullet. phys. math. de l'acad. de St. Petersburg*, T. V.

S. 501, aus, indem ich gegen *Muncke* die bekannte Ansicht von *Laplace* über die Identität der Wärme und abstossenden Kraft in Schutz nahm. Ich fuhr dann fort: »Auserdem glauben wir, daß ein anderes weniger beachtetes Phänomen die obige Hypothese bestätigt. Wenn wir nämlich davon ausgehen, daß die Fluidität der tropfbar-flüssigen Körper ihren Grund darin habe, daß sich die Theilchen derselben gegenseitig von einander abstossen, so muß die Beweglichkeit der Theile bei denjenigen Fluidis am größten seyn, bei welchen die Repulsivkraft vorherrscht. Nehmen wir nun mehrere Fluida, z. B. Quecksilber, Wasser, Alkohol und Schwefeläther, gießen jedes derselben in ein Gefäß, und setzen sie sodann durch eine mechanische Erschütterung in Bewegung, so hören die Undulationen auf der Oberfläche nicht zugleich auf; dieß geschieht vielmehr in derselben Ordnung, in welcher die obigen Fluida aufgezählt sind, so daß beim Schwefeläther die Fluidität am größten ist. Zugleich ist dieses Fluidum dasjenige, welches bei der niedrigsten Temperatur siedet. Nehmen wir an, daß das Princip der Wärme die Ursache der Abstossung sey, so ist beim Aether, als dem flüssigsten derselben, ein weit geringerer Zusatz dieser Kraft nöthig, um das Uebergewicht über die Anziehungskraft zu bewirken, um also das Fluidum zum Sieden zu bringen, als dieses beim Quecksilber erforderlich ist, was auch die Erfahrung bestätigt.«

Obgleich ich hier ganz deutlich bloß von dem Zusammenhange zwischen der Temperatur des Siedens und der Fluidität gesprochen hatte, so waren zufällig die als Beispiel angeführten Flüssigkeiten so beschaffen, daß die oben gewählte Reihe auch ihren Dichtigkeiten entsprach, an die ich indessen beim Niederschreiben der obigen Zeilen nicht im Entferntesten dachte. Allein, so deutlich ich mich auch ausgesprochen zu haben glaube, so hat doch *Muncke* im Artikel Flüssigkeit (*Gehler*, Bd. 4, S. 494) gerade die Dichtigkeit aufgefaßt und nur diese hervorgehoben. Er sagt nämlich: »*Kämtz* findet einen Beweis für die Richtigkeit

dieser (Laplace'schen) Hypothese auch darin, daß die *Fluidität* der tropfbaren Flüssigkeiten bei den *leichtesten* am größten ist, der Siedpunkt aber bei den letzteren am tiefsten liegt. Als einen Beweis der ersteren Behauptung führt er an, daß wenn Quecksilber, Wasser, Weingeist und Naphta, jedes in einem besonderen Gefäße, gleichmäÙig geschüttelt werden, die Undulationen so viel später aufhören, je *leichter* die Flüssigkeiten sind. Nach beiden Sätzen muß man also annehmen, daß die Molecüle der leichteren Flüssigkeiten durch den Wärmestoff weiter von einander gehalten werden, und daß eine geringere Vermehrung des letzteren erfordert wird, um die gegenseitige Attraction der Molecüle bis zur Erzeugung der Dampfform völlig zu überwinden. Obgleich indefs beide durch Kämtz aufgestellte Sätze in dem Verhalten verschiedener Flüssigkeiten eine auffallende Bestätigung finden, so können sie doch auf Allgemeinheit keineswegs Anspruch machen. Die fetten Oele z. B. sind sämtlich specifisch leichter als das Wasser, haben aber eine weit geringere Fluidität, und in Beziehung auf den Siedpunkt liegt derselbe namentlich bei der wasserfreien schwefligen Säure, nach Bussy, bei -10° C., und dennoch ist ihr spec. Gewicht = 1,45, bei der Salzsäure aber liegt der Siedpunkt bei 48° C., und doch ist ihr spec. Gewicht = 1,1978, und andere Anomalien mehr.

Indem ich ganz mit Muncke darin einverstanden bin, daß Siedpunkt und Dichtigkeit der Flüssigkeiten gar nichts mit einander zu schaffen haben, glaube ich doch hinzufügen zu müssen, daß seine Einwendungen nicht die von mir ausgesprochenen Sätze, sondern vielmehr den Sinn treffen, welchen er in meine Worte gelegt hat, der aber nach meiner Ansicht keineswegs darin liegt.

Schon vor einer Reihe von Jahren machte ich eine Anzahl von Versuchen über Fluidität des Wasser nach dem Verfahren von Coulomb, welches so wenig bekannt ist, daß selbst Frankenheim in seinem so fleißig gearbeiteten Werke über die Cohäsion desselben gar nicht gedenkt. Indessen liefs der Apparat Vieles zu wünschen übrig, und

mitten in der Stadt wohnend konnte ich es nie verhindern, daß der Apparat zugleich pendelartig oscillirte. So wenig daher meine Versuche Anspruch auf Genauigkeit machen konnten, so überzeugten sie mich doch von dem großen Einflusse der Temperatur auf die Cohäsion des Wassers. Anderweitige Arbeiten verhinderten mich in der Folge an einer zweckmäßigeren Wiederholung der Versuche. Besonders nachdem die Arbeit Frankenheim's erschienen war, nachdem Hefs und Andere die Untersuchungen über die Wärme bei der Bildung der Körper angestellt hatten, und Kopp und Schröder mit ihren Arbeiten auftraten, schien es mir ein Bedürfnis, den Gegenstand wieder aufzunehmen.

Unter diesen Umständen forderte ich Hrn. Moritz, einen ausgezeichneten Zögling unserer Hochschule, auf, eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand zu machen. Er wählte dieselben zum Gegenstande seiner Candidatenschrift, welche er nach der Einrichtung der hiesigen Universität verfassen mußte. Es zeigten sich anfänglich viele Schwierigkeiten bei der Erhaltung genauer Resultate, so daß die Arbeiten der ersten Zeit ganz verworfen werden mußten. Obgleich im physikalischen Kabinette mehrere feste steinerne, in die Fundamente gemauerte Pfeiler sind, so mußte er doch hier die Versuche aufgeben, da jeder vorüberfahrende Wagen den Apparat in Unordnung brachte; nicht viel besser ging es ihm in einem entlegenen Hause der Vorstadt, bis endlich Hr. Prof. Mädler ihm ein Local in der Sternwarte gab. Gern hätte er nun die Versuche noch weiter ausgedehnt, aber er mußte mit der Abfassung der Abhandlung eilen, da nach einer neueren Verordnung die Candidatenschriften innerhalb einer gewissen Zeit eingereicht werden müssen, und der Termin in kurzer Zeit verflossen war. Durch diese für experimentelle Untersuchungen etwas spärlich zugemessene Zeit ist es denn geschehen, daß das Endresultat keineswegs ein ganz allgemeines ist. — Der folgende Auszug aus der Arbeit enthält die wichtigsten Resultate derselben.


Dorpat, den 13. (1.) Mai 1846.

I. Der Apparat¹⁾.

1) Der zu nachstehenden Versuchen benutzte Apparat ist im Wesentlichen übereinstimmend mit dem, welchen Coulomb gebrauchte (*Mém. de l'Inst.*, T. III, p. 250): besteht also aus einer Scheibe, die, mit einer anderen getheilten fest verbunden, an einem Drahte dergestalt aufgehängt ist, dafs man erstere Scheibe in einem Gefäfse mit Flüssigkeit um ihren Mittelpunkt Oscillationen vollführen lassen kann, deren Gröfse sich an der zweiten getheilten mittelst eines feststehenden Zeigers beobachten läfst.

2) Aus den Abweichungen dieses Apparats von dem Coulomb'schen mögen folgende hervorgehoben werden:

Die in die Flüssigkeit tauchenden Scheiben werden gegen eine feste Ansatzplatte von 1" 7⁷/₈ Durchmesser angeedrückt. Aufser einer Scheibe von 4" Durchmesser (Scheibe I) wird noch eine andere von der Gröfse der Ansatzplatte gebraucht (Scheibe O), und die Anwendung des Apparats mit dieser letzteren entspricht der des Coulomb'schen Apparats ohne Scheibe.

Das obere Ende des die Scheiben verbindenden Cylinders hat eine Durchbohrung von der Form ; das eine Ende des Aufhängedrahts wird durch das verticale Loch und durch die Hälfte des horizontalen geschoben, in letzterem durch einen Stift festgeklemmt und in das erstere durch einen konisch durchbohrten kleinen Cylinder centrirt. Auf ähnliche Weise ist das andere Ende des Drahts an den Wirbel im Galgen befestigt.

Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem

- 1) Aus dem Titel der Abhandlung geht schon hervor, dafs es dem Verfasser für jetzt hauptsächlich darum zu thun war, den Apparat und die Beobachtungsmethode Coulomb's zu vervollkommenen, und dafs die hinzugefügten Versuche über den Einflufs der Temperatur auf die Cohäsion des Wassers nur einen Beleg für die Brauchbarkeit des Apparats geben sollen. Da jedoch diese Versuche zu Resultaten von allgemeinerem Interesse geführt haben, während die detaillirte Beschreibung des Apparats nur für Denjenigen von Wichtigkeit ist, der diese Experimente fortsetzen will, — so wird hier auch der Haupttheil der Arbeit, das 1ste und 2te Kapitel, nur möglichst kurz wiedergegeben werden.

weiten Glaszylinder (Durchmesser 13", Höhe 7"), der auf einem Fusse in einem geräumigen hölzernen Kübel steht. Dieser dient zur Aufnahme von Schnee oder siedendem Wasser, wodurch die gewünschten Temperaturen in der Flüssigkeit des inneren Gefäßes hervorgebracht werden. In dem Glaszylinder sind drei Thermometer angebracht; die Kugel des einen (*a*) liegt in der Höhe der oscillirenden Scheibe, die des anderen (*b*) möglichst nahe dem Apparate dicht unter der Oberfläche der Flüssigkeit, und die des dritten (*c*) dicht über der Mitte des Bodens.

Der Zeiger war fest an den Rand des Glaszylinders geklemmt.

II. Die Methoden, nach welchen die Beobachtungen angestellt und berechnet wurden.

3) Der Apparat mit der Scheibe *O* wird in die Flüssigkeit getaucht, nach etwa 15 Minuten werden die drei Thermometer abgelesen, und gleich darauf wird der Wirbel im Galgen gedreht. Die Scheiben beginnen jetzt eine Reihe von Oscillationen um ihre gemeinsame Axe, und man notirt sich die Angaben des feststehenden Zeigers auf der getheilten Scheibe bei dem Uebergange einer Drehung in die ihr entgegengesetzte. Sind endlich die Schwingungsbögen sehr klein geworden (etwa 8°), so schließt man die Beobachtung und liest abermals die Thermometer ab. Ganz eben so verfährt man nun mit Scheibe *I* und dann abermals mit Scheibe *O*.

Während solcher drei zusammengehöriger Reihen muß sich die Temperatur der Flüssigkeit und des Locales möglichst gleichförmig und möglichst wenig geändert haben. Die Temperatur des Locales habe ich stets nahe gleich der der Flüssigkeit gebracht, um Strömungen in dieser zu vermeiden.

4) Da eine vorläufige Untersuchung es sehr wahrscheinlich machte, daß die erhaltenen Reihen zu den geometrischen gehören, so wurde eine in dem Tagebuche als von mittlerer Güte bezeichnete Beobachtungsreihe mit Scheibe *O* der Berechnung nach der Methode der kleinsten Qua-

drate unterworfen, indem das Gesetz der geometrischen Reihe zu Grunde gelegt ward, von der erst zwei, dann drei Glieder in Rechnung gezogen wurden. Das Resultat ist folgendes:

	Beobachtet.	Beobachtet nach der Formel.			
		$A+Bz$.	Diff.	$A+Bx+Cx^2$	Diff.
1	340,5	340,33	-0,17	340,11	-0,39
2	- 39,7	- 39,87	-0,17	- 39,69	+0,01
3	328,3	328,79	+0,49	328,20	-0,10
4	- 28,0	- 28,69	-0,69	- 28,19	-0,19
5	316,9	317,94	+1,04	317,08	+0,18
6	- 17,1	- 18,17	-1,07	- 17,43	-0,33
7	306,3	207,75	+1,45	306,68	+0,38
8	- 7,1	- 8,28	-1,18	- 7,38	-0,28
9	296,5	298,16	+1,66	296,95	+0,45
10	+ 2,2	+ 1,02	-1,18	+ 2,02	-0,18
11	287,5	289,14	+1,64	287,87	+0,37
12	11,1	9,76	-1,34	10,82	-0,28
13	279,1	280,66	+1,56	279,36	+0,26
14	19,1	17,98	-1,12	19,06	-0,04
15	271,1	272,69	+1,59	271,39	+0,29
16	26,5	25,71	-0,79	26,76	+0,26
17	264,0	265,20	+1,20	263,93	-0,07
18	34,0	32,98	-1,02	33,98	-0,02
19	257,0	258,15	+1,15	256,94	-0,06
20	40,6	39,81	-0,79	40,74	+0,14
21	250,3	251,53	+1,23	250,40	+0,10
22	46,8	46,23	-0,57	47,08	+0,28
23	244,2	245,30	+1,10	244,26	+0,06
24	53,0	52,28	-0,72	53,02	+0,02
25	238,3	239,44	+1,14	238,50	+0,20
26	58,8	57,95	-0,85	58,61	-0,19
27	233,0	233,94	+0,94	233,10	+0,10
28	63,8	63,29	-0,51	63,84	+0,04
29	227,9	228,76	+0,86	228,03	+0,13
30	68,7	68,31	-0,39	68,75	+0,05
31	223,3	223,89	+0,59	223,27	-0,03
32	73,6	73,03	-0,57	73,36	-0,24
33	218,8	219,31	+0,51	218,80	0,0
34	78,0	77,47	-0,53	77,69	-0,31
35	214,7	215,01	+0,31	214,61	-0,09
36	81,9	81,65	-0,25	81,76	-0,14
37	210,8	210,96	+0,16	210,67	-0,13
38	85,8	85,57	-0,23	85,57	-0,23
39	207,0	207,16	+0,16	206,97	-0,03
40	89,1	89,26	+0,16	89,17	+0,07

Fer-

Ferner ergab sich:

wahrscheinlicher Fehler einer Beobachtung	=	0,147
Nullpunkt der Torsion, d. h. der Punkt auf welchen der Zeiger gewiesen hat, wenn die Torsion des Drahtes = 0 war	=	147,18
mit dem wahrscheinlichen Fehler	=	0,02.

Jede Beobachtungsreihe ist also von der Form:

$$\begin{array}{r} \alpha + \beta \\ \alpha + \beta \gamma \\ \vdots \\ \alpha + \beta \gamma^{(n-2)} \\ \alpha - \beta \gamma \\ \alpha - \beta \gamma^2 \\ \vdots \\ \alpha - \beta \gamma^{(n-1)} \end{array}$$

woraus ein angenäherter Werth von α , dem Nullpunkte der Torsion, leicht gefunden wird; man nimmt nämlich drei auf einander folgende Beobachtungen $\alpha + \beta \gamma^m$, $\alpha + \beta \gamma^{(m+1)}$, $\alpha + \beta \gamma^{(m+2)}$ bildet ihre Differenzen $\beta \gamma^m (1 + \gamma)$ und $\beta \gamma^{(m+1)} (1 + \gamma)$, die, durch einander dividirt, γ geben, durch dessen Substitution man β und dann α erhält. So geben z. B. die Beobachtungen No. 17, 18, 19 der obigen Reihe $\alpha = 147,22$.

Wenn α gefunden ist, so bestimmt man A und 3A , ferner $-\log(1-m)$ und endlich m (Coulomb a. a. O. §. 16. 32).

5) Die Entfernung der Thermometer vom Mittelpunkte der Scheibe war für $a=4''$, $b=2''$, $c=4''$. Der Radius der Scheibe $O=0,8$, der der Scheibe $I=2,0$. Hieraus folgt für die Temperatur des Mittelpunktes:

$$t' = \frac{2b+c}{3}, \text{ und für die der Periph}$$

$$t'' = \begin{cases} \frac{4t'+a}{5} & \text{für Scheibe } O \\ \frac{t'+a}{2} & \text{für Scheibe } I. \end{cases}$$

Also ist die mittlere Temperatur der ganzen Scheibe $t = \frac{t' + t''}{2}$

oder:

$$t = \begin{cases} \frac{a+6b+3c}{10} & \text{für Scheibe } O \\ \frac{a+2b+c}{4} & \text{für Scheibe } I. \end{cases}$$

Das arithmetische Mittel aus dem t für den Anfang und dem für das Ende einer Beobachtung ist als mittlere Temperatur dieser Beobachtungsreihe betrachtet worden.

6) Man habe gefunden:

$$\text{Scheibe } O \dots \text{Temperatur } t_1 \dots \frac{dA}{A} = m_1$$

$$\text{Scheibe } O \dots \text{Temperatur } t_2 \dots \frac{dA}{A} = m_2$$

$$\text{Scheibe } I \dots \text{Temperatur } T \dots \frac{dA}{A} = M \text{ (wo } t_1 > T > t_2 \text{)}.$$

Ist nun $T = \frac{t_1 + t_2}{2}$ und $t_1 - t_2$ klein, so hat man:

$$c = M - \frac{p_1 m_1 + p_2 m_2}{p_1 + p_2},$$

wo p_1 und p_2 die Gewichte von m_1 und m_2 sind, die von der Anzahl der Oscillationen abhängen, aus denen m_1 und m_2 bestimmt sind; c ist aber das Moment der Cohäsion, die die an dem Ringe Scheibe I — Scheibe O haftenden Wassertheilchen an das übrige Wasser bei der Temperatur T bindet.

War $T > \frac{t_1 + t_2}{2}$ oder betrug $t_1 - t_2$ mehrere Grade, so wurden m_0, m_3 u. s. w. für die Temperaturen t_0, t_3 u. s. w. mit in Rechnung gezogen, und aus ihnen das m für die Temperatur T mit Berücksichtigung der höheren Differenzen bestimmt.

III. Resultate.

7) Da der ganzen Rechnung der von Coulomb (*Hist. de l'Acad. pour 1784*) ausgesprochene Satz zu Grunde liegt, daß die Torsionskraft dem Torsionswinkel proportional ist, so schien es nicht unwesentlich, die Wahrheit desselben durch wiederholte Versuche zu prüfen. Aus den angestell-

ten Beobachtungen, die ihn sämmtlich bestätigen, werden als Beispiel folgende hervorgehoben:

Scheibe O. Aus vorläufig beobachteten Ausschlagswinkeln wurde 200,0 als Nullpunkt der Torsion bestimmt, und dann die Zeit des Vorüberganges dieses Theilstrichs der Scheibe am Zeiger beobachtet.

	Z e i t.	Differenz.
1	13' 3",2	21,4
2	13 24,6	21,4
3	13 46,0	21,2
4	14 7,2	21,2
5	14 28,4	21,2
6	14 49,6	21,4
7	15 11,0	21,1
8	15 32,1	21,2
9	15 53,3	21,3
10	16 14,6	21,3
11	16 35,9	21,3
12	16 57,2	21,0
13	17 18,2	21,4
14	17 39,6	21,2
15	18 0,8	21,3
16	18 22,1	21,1
17	18 43,2	21,4
18	19 4,6	21,2
19	19 25,8	21,3
20	19 47,1	21,1
21	20 8,2	21,3
22	20 29,5	21,1
23	20 50,6	21,1
24	21 11,7	21,4
25	21 33,1	21,2
26	21 54,3	21,2
27	22 15,5	21,2
28	22 36,7	21,3
29	22 58,0	21,2
30	23 19,2	21,1
31	23 40,3	21,3
32	24 1,6	21,2
33	24 22,8	21,3
34	24 44,1	21,2
35	25 5,3	21,3
36	25 26,6	20,6
37	25 47,2	21,7
38	26 8,9	21,2
39	26 30,1	21,1
40	26 51,2	21,3
41	27 12,5	21,2
42	27 33,7	21,2
43	27 54,9	

8) Mit Ausschluss der als unsicher bezeichneten Reihen wurden aus den Beobachtungen folgende Zahlenwerthe nach den in (II) angegebenen Methoden gefunden:

	<i>t.</i>	<i>c.</i>
1	2°,58 R.	0,203
2	2,63	0,203
3	3,03	0,205
4	3,11	0,206
5	3,20	0,206
6	4,79	0,199
7	5,30	0,197
8	8,68	0,186
9	11,82	0,173
10	19,03	0,150
11	22,78	0,143
12	31,05	0,139

Mehrere dieser Resultate sind schon die Mittel aus solchen, die bei sehr nahe an einander liegenden Temperaturen gefunden wurden.

9) Bei Berechnung einer allgemeinen Formel für *c* aus den gefundenen Werthen glaubte ich No. 1 bis 4 ausschließen zu müssen, da sie, zugleich von geringerem Werthe als die folgenden, auf ein zu kleines Temperaturintervall vertheilt sind, als dafs sie den in ihnen ausgesprochenen zweiten Arm der Curve bestimmen könnten. Lässt man ferner No. 12 als Resultat einer durch anhaftende Luftblasen influencirten Beobachtung fort, so geben die übrigen folgende Formel:

$$c = 0,2513 - 0,01118t + 0,0004387t^2 - 0,000003258t^3,$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler von $c = 0,0008$.

10) Vergleicht man die oben erwähnten Werthe von *c* mit der Dichtigkeit des Wassers bei den entsprechenden Temperaturen, so findet man:

Erstens: Die Cohäsion des Wassers erreicht ein Maximum bei einer Temperatur, die (wenigstens nahezu) gleich der ist, bei welcher das Dichtigkeitsmaximum eintritt (3°,2 R. = 4°,0 C.).

Zweitens: Die Cohäsion des Wassers nimmt zwischen 3°,2 R. und 31° R. rascher ab als die Dichtigkeit desselben. Denn z. B. bei 22°,8 R. ist die Cohäsion 1,3916

Mal kleiner als bei 4°,8 R., während die Dichtigkeit es nur 1,0038 Mal ist (Dove, Repert., Bd. I, S. 144); folglich nimmt in dieser Gegend die Cohäsion fast 1,4 Mal rascher ab als die Dichtigkeit.

Dieser zweite Satz wird auch durch die von Becquerel veröffentlichten vorläufigen Resultate seiner mit Haarröhren angestellten Versuche bestätigt (Populäre Naturlehre mit besonderer Rücksicht auf die Chemie u. s. w., übersetzt von Kifsling, 1845, Bd. 6, S. 178). Danach ergibt sich, dafs die Abnahme der Cohäsion zwischen 12° C. und 73° C. 1,3 Mal rascher ist als die der Dichtigkeit.

V. *Ein Glühphänomen bei der Volta'schen Batterie, beobachtet vom Marine-Lieutenant Tyrtov*¹⁾.

Wenn man Quecksilber als Elektroden einer Daniell'schen Batterie gebraucht, und die Kette mit irgend einem metallischen Leiter schließt, so dafs das eine Ende dieses Leiters mit der Anode in Verbindung steht, das andere Ende aber mit der Oberfläche des Quecksilbers von der Kathode in Berührung gebracht wird, so wird die letztere Ende glühend und schmilzt zu einer Kugel zusammen, was so lange dauert bis dieß Ende gänzlich in's Quecksilber versenkt ist. Wenn man aber diese Versuche in umgekehrter Ordnung anstellt, d. h. das eine Ende des Leiters mit der Kathode verbindet, und das andere Ende mit der Oberfläche des Quecksilbers an der Anode in Berührung bringt, so erscheint bei dieser Berührung nur ein bläulicher Funke, wie er gewöhnlich bei Aufhebung der Schließung bemerkt wird, ohne das heftige Glühen des Drahtendes. Außerdem verdunstet das Quecksilber im letzteren Falle mehr als im ersteren.

Diese Verschiedenheit des Glühens bleibt dieselbe, aus welchem Metall auch die Verbindungsdrähte gebildet werden, und wenn auch ein und dasselbe Ende dieses Drahts abwechselnd, bald an der Anode, bald an der Kathode, in Berührung gebracht wird.

Um zu erfahren, wovon diese Verschiedenheit abhängt, wiederholte ich die Versuche mit anderen Elektroden, und gebrauchte, so wie zu den Elektroden, so auch für die dünnen Verbindungsdrähte, eine Reihe von Metallen in folgender Ordnung:

1) Aus dem *Bull. phys. math. de l'acad. de St. Petersb.*, T. V, p. 94.

Elektroden.

Verbindungsdrähte.

Platin, Gold, Silber, Kupfer, Messing, Eisen, Zink, Zinn, Blei, Wismuth, Neusilber.	} {	Platin, Gold, Silber, Neusilber, Kupfer, Messing, Stahl, Blei, Zink, Zinn.
---	-----	--

Jede der Elektroden wurde der Reihe nach mit jedem der Drähte verbunden.

Wenn die Oberflächen und die Enden der Verbindungsdrähte gleich rein waren, und die Umstände bei der Berührung der Leiter an der Anode und an der Kathode dieselben blieben, so waren bei allen Versuchen mit obgenannten Elektroden und Verbindungsdrähten die Funken und das Glühen der Drahtenden ganz gleich, so wie bei der Anode, so auch bei der Kathode.

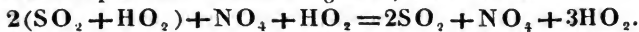
Um mich zu überzeugen, ob nicht die Verschiedenheit des Glühens der Enden des Leiters von dem flüssigen Zustand der Elektroden abhängt, gebrauchte ich Zinn und dann Blei im geschmolzenen Zustande (die Versuche in derselben Ordnung der Verbindungsdrähte wiederholend), und bemerkte, daß die Erscheinung sich nicht veränderte: die Gleichheit des Funkens und des Glühens des Leiters war dieselbe wie bei den Elektroden im festen Zustande.

Endlich versuchte ich, zu dem geschmolzenen Blei und dann zum Zinn Quecksilber hinzuzufügen; die beim ersten Versuch, als die Elektroden aus reinem Quecksilber bestanden, bemerkte Verschiedenheit des Glühens der Elektroden stellte sich wieder ein; es erschien wiederum an der Anode ein schwacher Funke ohne Glühen des Drahtendes, und an der Kathode wurde das Ende des Drahts (aus welchem Metall es auch bestand) heftig glühend und schmolz zu einer Kugel zusammen. Und selbst als das Amalgam, erkaltend, in den festen Zustand überging, war noch die Verschiedenheit des Glühens des Leiters bemerkbar, wenn auch schwächer als beim geschmolzenen Amalgam und beim reinen Quecksilber. — Aus Allem schloß ich, daß die Verschiedenheit der Helligkeit des Funkens und des Glühens des Leiters an der Anode und an der Kathode vom Quecksilber abhängt, möge es in reinem Zustande seyn, oder als Bestandtheil eines Amalgams angewandt werden, so daß nur unter dieser Bedingung der Strom, *aus dem Leiter hervorkommend*, das Ende desselben glühend macht und zu einer Kugel zusammenschmilzt; *in den Leiter tretend* aber diese Erscheinung nicht hervorbringt¹⁾.

1) Vergl. Neeff, Ann., Bd. 65, S. 414 und Bd 69, S. 141.

VI. *Ueber die Salpeter-Schwefelsäure und deren Verhalten zum Schwefel, Selen, Phosphor und Jod; von C. F. Schoenbein.*

Wenn ich mich nicht irre, so nehmen die Chemiker an, daß sich die einfach gewässerte Schwefelsäure mit dem ersten Hydrat der Salpetersäure in der Kälte mischen lasse, ohne daß diese Verbindungen irdendwie chemisch auf einander einwirkten. Die theoretischen Ansichten, welche ich über die genannten Säurehydrate habe, ließen mich vermuthen, daß diese Annahme irrig sey. Von der Voraussetzung ausgehend: Schwefelsäurehydrat sey $=\text{SO}_2 + \text{HO}_2$, Salpetersäurehydrat $=\text{NO}_4 + \text{HO}_2$ und das Rose'sche doppelt schwefelsaure Stickoxyd $=2\text{SO}_2 + \text{NO}_4$, hielt ich es für wahrscheinlich, daß beim Vermischen der genannten Säurehydrate die letzt erwähnte Verbindung entstehe, und als Folge hievon das in beiden Säuren enthaltene Wasserstoffsperoxyd entweder abgetrennt werde oder in einer lockeren Verbindung mit der schweflichtsauren Untersalpetersäure verbleibe gemäß, dem Schema



Aus dieser Annahme würde folgen, daß die Salpeter-Schwefelsäure kräftiger zu oxydiren vermöchte, als dieß Salpetersäure und Schwefelsäure in ihrem isolirten Zustande zu thun im Stande sind, daß mit andern Worten unser Säuregemisch gegen manche Körper als eine Art von Königswasser sich verhielte, in welchem das Chlor durch Wasserstoffsperoxyd ersetzt wäre. Eine weitere Folge meiner Hypothese würde seyn, daß Wasser aus dem Säuregemisch Stickoxyd abscheiden müsse, falls jenem sein HO_2 durch einen oxydirbaren Körper entzogen worden wäre. Nachstehende Angaben werden zeigen in wie weit die Erfahrung mit der aufgestellten Ansicht übereinstimmt.

I. Wird Schwefelblüthe zu einem Gemisch der oben genannten Säurehydrate gebracht, so entbindet sich augen-

blicklich schweflichte Säure. Je nach dem Verhältnifs, in welchem beide Säuren gemengt sind, und der Temperatur des Gemisches fällt die Reaction mit Schwefel etwas verschieden aus. Mischt man mit zwei Unzen reinen Vitriolöls auch nur einen Tropfen Salpetersäurehydrats, so entbindet sich schon bei einer Temperatur von 0° eine wahrnehmbare Menge schweflichter Säure, wenn man die saure Flüssigkeit mit Schwefelblumen anrührt.

Um die Anwesenheit so kleiner Mengen schweflichter Säure darzuthun, dafs dieselben kaum mehr durch den Geruch erkannt werden, bediene ich mich eines mit Jodkaliumkleister behafteten Papierstreifens, der durch Eintauchen in chlorhaltige Luft vorher schwach gebläut worden. Entbinden sich aus unserem mit Schwefel gemengten Säuregemisch auch nur die schwächsten Spuren schweflichter Säure, so entfärbt sich der gebläute Kleister, wenn man ihn über die erwähnte Flüssigkeit hält ¹⁾. Für den gleichen Zweck läfst sich auch ein mit Guajaktinktur getränkter und durch eine Chloratmosphäre schwach gebläuter Papierstreifen anwenden. Unter den obwaltenden Umständen zeigt die Entfärbung des erwähnten Papiers die Anwesenheit der schweflichten Säure an.

Fügt man zu 60 Grammen eines Säuregemisches, aus neun Theilen Vitriolöls und einem Theile des ersten Salpetersäurehydrats bestehend, 1 Grm. Schwefelblüthe, und schüttelt man das Ganze lebhaft, so entbindet sich schon bei einer Temperatur von 0° in den ersten Augenblicken der Mengung schweflichte Säure. Die Temperatur steigert sich ziemlich rasch, und mit ihr auch die Menge der sich entwickelnden schweflichten Säure. Wenige Minuten nach begonnenem Versuche tritt ein Augenblick ein, wo die Flüs-

1) Da, wie oben bemerkt, schon ein Tropfen Salpetersäurehydrats, enthalten in 2 Unzen Vitriolöls, die Bildung einer sicher erkennbaren Menge schweflichter Säure verursacht, falls man Schwefelpulver in solches Vitriolöl bringt, so läfst sich dieses Verhalten bequem dazu benutzen, um sehr kleine Mengen von Salpetersäure in dem ersten Schwefelsäurehydrat zu entdecken.

sigkeit sehr stark aufschäumt in Folge der reichlich entbundenen schweflichten Säure, und gleichzeitig zeigt sich das Säuregemisch ziemlich stark erhitzt. Bald jedoch hört das Aufschäumen auf, die Flüssigkeit kühlt sich wieder ab, indem sie heller wird, und endlich tritt ein Zeitpunkt ein, wo aller Schwefel verschwunden ist und die Entbindung von schweflichter Säure gänzlich aufhört. Ich will nicht unerwähnt lassen, das während dieser ganzen Reaction nur schweflichte Säure sich entbindet, die sich jedoch, in dem Augenblick, wo das erwähnte Aufschäumen am lebhaftesten stattfindet, mit Spuren von Untersalpetersäure vermenget findet.

Wird der eben beschriebene Versuch in einem hohen Glase angestellt, so das nichts durch Verspritzen oder Ueberschäumen verloren gehen kann, und wiegt man das Ganze vor und nach stattgehabter Reaction, so ergiebt sich ein Gewichtsverlust, der völlig dem Gewichte des verschwundenen Schwefels gleichkommt. Hieraus scheint zu folgen, das etwa die Hälfte des letzteren als schweflichte Säure weggeht, und die andere Hälfte in irgend einer Verbindung, vielleicht als Schwefelsäure, in dem Säuregemisch zurückbleibt.

Das Säuregemisch, welches nach der so eben beschriebenen Reaction erhalten wird, ist farblos, dickflüssig, und braust, mit Wasser vermischt, bis zum Ueberlaufen unter Entwicklung eines dicken Qualms von Untersalpetersäure auf. Findet die Vermischung mit Wasser bei abgehaltener Luft statt, so entbindet sich in reichlicher Menge ein farbloses Gas, welches in Berührung mit Luft oder Sauerstoff augenblicklich braunrothe Dämpfe bildet und somit Stickoxyd ist ¹⁾. Gießt man auf unsere saure Flüssigkeit vorsichtig eine Schicht Wassers, so entwickelt sich an den Berührungsstellen beider Flüssigkeiten etwas Gas, und entsteht daselbst eine tiefblaue Flüssigkeit. Aus diesen Angaben erhellt, das sich das fragliche Säuregemisch gerade so ver-

1) Es dürfte dieses Säuregemisch das wohlfeilste und bequemste Mittel seyn, Stickoxydgas in größeren Mengen darzustellen.

hält, wie eine Auflösung des Rose'schen schwefelsauren Stickoxyds in Vitriolöl.

Mengt man mit einem Säuregemisch, aus neun Theilen Vitriolöls und einem Theil des ersten Salpetersäurehydrats bestehend, mehr Schwefel als das Säuregemisch auflösen kann, und erwärmt man bestens, nachdem die erste heftige Entwicklung von schweflichter Säure vorüber ist, so färbt sich die Flüssigkeit tief indigoblau, welche Färbung auch noch einige Zeit nach erfolgter Abkühlung andauert. Dieselbe Färbung tritt bisweilen auch ohne Mithülfe künstlicher Erwärmung ein.

Schüttelt man mit einem Säuregemisch, das auf zwei Theile Vitriolöl einen Theil Salpetersäurehydrats enthält, Schwefelblüthe bei gewöhnlicher Temperatur zusammen, so entwickelt sich ebenfalls augenblicklich schweflichte Säure, welche Entbindung einige Zeit andauert, wie dieß der Geruch und die Entfärbung des gebläuten Jodkaliumkleisters anzeigen. Bald aber tritt ein Zeitpunkt ein, wo, umgekehrt, ungefärbter Kleister über der reagirenden Flüssigkeit gebläut wird. Findet diese Reaction einmal statt, so bemerkt man auch schwache Dämpfe von Untersalpetersäure. Viel Schwefelblumen auf einmal dem Säuregemisch beigelegt, verursacht schon in der Kälte nach wenigen Sekunden ein gewaltiges Aufschäumen, hauptsächlich von der Entbindung schweflichter Säure herrührend, zu gleicher Zeit erscheinen jedoch über der schäumenden Flüssigkeit braunrothe Dämpfe. Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß die rückständige Säure mit Wasser stark aufschäumt unter Entbindung von Stickoxydgas. Ehe ich zu einem anderen Gegenstande übergehe, muß noch bemerkt werden, daß die in diesem Paragraphen beschriebenen Reactionen nicht eintreten, wenn man die Salpeter-Schwefelsäure auch nur mit verhältnißmäßsig wenig Wasser verdünnt.

II. Gepulvertes Selen löst sich beim Schütteln nach und nach auch schon in der Kälte in der Salpeter-Schwefelsäure auf, ohne Gasentwicklung und unter Bildung von selenigter Säure. Hat das Säuregemisch einmal eine merk-

liche Menge Selens aufgenommen, so entwickelt es bei Wasserzusatz Stickoxydgas.

III. Verkleinerter Phosphor löst sich schon bei 0° allmählig in Salpeter-Schwefelsäure, zu einem Zehntel aus Salpetersäurehydrat bestehend, auf, ohne dafs sich das Gemisch färbte oder eine merkliche Gasentwicklung stattfände. Hat die Säure eine merkliche Menge Phosphors gelöst, so entbindet aus derselben das Wasser reichlich Stickoxydgas, und in dem wäsrigen Gemisch findet sich, ausser der Schwefelsäure, Phosphorsäure nebst etwas phosphorichter Säure.

IV. Ein ganz besonderes Interesse bietet das Verhalten des Jods zur Salpeter-Schwefelsäure dar. Mischt man in der Kälte 28 Theile Vitriolöls mit 8 Theilen des chemisch reinen ersten Salpetersäurehydrats zusammen, und fügt man diesem Gemisch drei Theile Jods zu, so löst sich letzteres beim Schütteln selbst in der Kälte ziemlich rasch auf, ohne dafs hiebei irgend eine Gasentwicklung oder Wärmeentbindung stattfände, oder dafs das Säuregemisch sich dunkel färbte. Hat man ohne Unterbrechung die Salpeter-Schwefelsäure mit Jod etwa zehn oder zwölf Minuten lang lebhaft geschüttelt, so färbt sich dieselbe licht schwefelgelb, was von der nun beginnenden Ausscheidung einer festen pulverigen Materie von der gleichen Färbung herrührt. Wird das Säuregemisch, nachdem der grösste Theil des Jods sich gelöst hat, in einer verschlossenen Flasche sich selbst überlassen, so setzt sich nach und nach die erwähnte gelbliche Materie ab, und die Flüssigkeit wird vollkommen klar. Hatte man von letzterer die Luft vollkommen abgehalten, so erscheint das Säuregemisch beinahe farblos, im entgegengesetzten Fall mehr oder weniger gelb oder braunroth.

Die gelbe Materie, nachdem sie von der anhaftenden Flüssigkeit möglichst befreit worden, besitzt folgende Eigenschaften:

1) Auf einem Uhrglas ausgebreitet und der atmosphärischen Luft ausgesetzt, färbt sie sich rasch bräunlich, wird aber nach und nach vollkommen weifs, und zerfließt end-

lich zu einer farblosen Flüssigkeit, welche Jodsäure und Schwefelsäure enthält.

2) Wird die gelbe Materie mit Wasser übergossen, so färbt sie sich plötzlich braun in Folge einer stattfindenden Jodausscheidung. Die erhaltene Flüssigkeit ist bräunlich gefärbt, wird bei der Erhitzung unter Jodentbindung farblos, und verhält sich nun als schwefelsäurehaltige Jodsäure.

3) Erhitzt man die gelbe Materie hinreichend stark, so entbinden sich unter lebhaftem Aufschäumen Joddämpfe.

4) Läßt man Aether auf die gelbe Materie tröpfeln, so entwickeln sich aus derselben unter starkem Zischen dicke Qualme von Joddämpfen, und gleichzeitig wird auch in reichlicher Menge festes Jod ausgeschieden. Auch Aetherdampf, selbst wenn er in der Kälte mit der gelben Materie in Berührung kommt, wirkt heftig auf letztere ein unter Entbindung von Joddämpfen.

5) Rührt man die gelbe Materie erst mit etwas Wasser zu einem dünnen Brei an und fügt dann Aether zu, so löst dieser das durch das Wasser ausgeschiedene Jod auf, dadurch sich tief braunroth färbend. Gießt man den jodhaltigen Aether von der unteren, noch etwas bräunlich gefärbten halbflüssigen Materie ab, und behandelt letztere zu wiederholten Malen mit frischem Aether, so wird dieselbe farblos, und man erhält sowohl eine saure Flüssigkeit, auf welcher der Aether schwimmt, als auch eine teigige Masse, welche am Boden des Gefäßes haftet, in Wasser sich leicht löst und stark sauer schmeckt. Die saure Flüssigkeit sowohl, als auch die teigige Masse, ist mit Schwefelsäure verunreinigte Jodsäure, nebst einer Materie, über deren Natur ich noch keine sicheren Angaben zu machen weis. Wird nämlich die besagte, mit Hülfe des Aethers entfärbte saure Flüssigkeit, nachdem aus ihr der Aether freiwillig verdampft ist, mit etwas Vitriolöl versetzt, so zeigt sich bald eine braune Färbung, und scheidet sich aus der Flüssigkeit eine verhältnißmäfsig bedeutende Menge Jods ab, unter Entbindung einer höchst stechend riechenden und die Augen reizenden Materie. Wird

anstatt des Vitriolöls möglichst concentrirte Salpetersäure der besagten sauren Flüssigkeit beigefügt, so entwickeln sich bald aus letzterer Dämpfe von Untersalpetersäure unter Ausscheidung von Jod. Wird die saure Flüssigkeit für sich selbst erwärmt, so färbt sie sich rothbraun, unter Ausscheidung von Jod und Entbindung einer stechend riechenden und die Augen heftig beissenden Substanz. Letztere riecht gerade so, wie langsam verbrennender Aether oder Weingeist.

6) Im kalten Vitriolöl löst sich die gelbe Materie nicht merklich auf, wohl aber im erwärmten, wobei eine schwache Gasentwicklung stattfindet. Die erhaltene Flüssigkeit ist beinahe farblos und zeigt folgende Reactionen:

- a) Auf einem Uhrglas feuchter Luft ausgesetzt, färbt sie sich bräunlich.
- b) Wasser fällt aus ihr einiges Jod, und das wässrige Gemisch verhält sich als jodsäurehaltige Schwefelsäure.
- c) Schweflichte Säure ist ohne Wirkung auf sie.
- d) Mit Schwefelblumen vermengt, entbindet sie schon in der Kälte eine reichliche Menge schweflichter Säure, unter Ausscheidung von Jod und Bildung von Jodschwefel.
- e) Selen und Phosphor scheiden schon in der Kälte Jod aus.
- f) Eine Anzahl von Metallen, selbst Silber, scheiden schon in der Kälte Jod aus, unter welchen Umständen aber auch Jodmetalle gebildet zu werden scheinen. Werden Stäbchen z. B. von Kadmium, Zink, Eisen, Silber in unsere Flüssigkeit getaucht, so überziehen sie sich augenblicklich mit einer rothbraunen Hülle, welche Färbung von niedergeschlagenem Jod herrührt. Schwammförmiges Silber in die Flüssigkeit gebracht, färbt diese sofort blutroth.
- g) Aetherdampf, in Berührung mit der kalten Lösung gesetzt, färbt letztere rasch braunroth unter Jodausscheidung.
- h) Erhitzt man die Flüssigkeit, so färbt sich darüber ge-

haltener Kleister blau, mit Phosphor beschriebenes Papier braun. Bei einer dem Siedpunkt der Flüssigkeit nahen Temperatur zeigen sich schwache Joddämpfe, und fährt man mit der Erhitzung lange genug fort, so verliert unsere Lösung die Eigenschaft, mit Wasser sich zu bräunen, das Kadmium braunroth zu färben, überhaupt jodhaltig zu reagiren.

Bevor ich über die Natur der gelben Materie eine Bemerkung zu machen mir erlaube, muß ich Einiges über das Verhalten der wasserfreien Jodsäure zum Vitriolöl sagen, mir vorbehaltend, später über den gleichen Gegenstand umständlichere Angaben mitzutheilen.

Jodsäure löst sich bekanntlich in kaltem Vitriolöl nicht auf, wenigstens nicht merklich, wohl thut sie es aber in erwärmtem. Bei dieser Auflösung findet eine schwache Sauerstoffgasentwicklung statt, und man erhält eine beinahe farblose Flüssigkeit, welche in der Kälte keine Jodsäure mehr fallen läßt, und alle die Reactionen zeigt, die einer Auflösung der gelben Materie in Vitriolöl zukommen. Z. B. mit Wasser versetzt, bräunt sie sich und läßt etwas Jod fallen; mit Schwefelblumen vermengt, erzeugt sie reichlich schweflichte Säure unter Ausscheidung von Jod; Kadmium, Zink u. s. w. färben sich in ihr augenblicklich braunroth u. s. w.

Dafs die Jodsäure nicht unverändert im Vitriolöl sich löst, beweist schon der Umstand, dafs aus dieser Lösung durch Wasser einiges Jod ausgeschieden wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach entsteht unter diesen Umständen eine Oxydationsstufe des Jods, welche weniger Sauerstoff enthält, als die Jodsäure, und in einer Lösung der Jodsäure in Vitriol dürfte eine Verbindung enthalten seyn, aus der fraglichen Oxydationsstufe des Jods und Schwefelsäure zusammengesetzt. Was aber auch diese Verbindung seyn mag, so viel ist gewifs, dafs sie mit Wasser nicht zusammen bestehen kann, ohne in Schwefelsäure, Jodsäure und Jod zu zerfallen.

Was nun die chemische Beschaffenheit unserer gelben

Materie betrifft, so scheint aus den mitgetheilten Thatsachen hervorzugehen, dafs sie hauptsächlich aus freier Jodsäure bestehe, vermengt mit derjenigen Verbindung, welche bei der Auflösung der Jodsäure in erwärmtem Vitriolöl entsteht.

Noch bleibt mir übrig von dem Säuregemisch zu reden, aus welchem sich unsere gelbe Materie ausgeschieden hat. Diese Flüssigkeit besitzt folgende Eigenschaften.

- 1) Der feuchten Luft ausgesetzt, bräunt sie sich unter Ausscheidung von Jod.
- 2) Mit Wasser vermischt, färbt sie sich gelbbraun unter Ausscheidung von Jod und lebhafter Entbindung von Stickoxydgas. Das wäfsrige Gemisch wird bei der Erwärmung farblos und verhält sich nun wie jodsäurehaltige Schwefelsäure.
- 3) Wasserfreie schweflichte Säure wirkt auf die Flüssigkeit nicht ein.
- 4) Mit Schwefelblumen vermengt entbindet sie schon bei gewöhnlicher Temperatur schweflichte Säure unter Ausscheidung von Jod und Bildung von Jodschwefel.
- 5) Phosphor scheidet ebenfalls Jod aus der Flüssigkeit aus; Kadmium, Zink u. s. w. überziehen sich in derselben mit einer braunrothen Hülle.
- 6) Kalilösung scheidet aus der Flüssigkeit Jod aus unter Entbindung braunrother Dämpfe.
- 7) Aether trennt ebenfalls Jod aus ihr ab, und in der Kälte schon wirkt Aetherdampf in gleicher Weise auf die Flüssigkeit ein. Tränkt man z. B. einen Asbeststreifen mit dem Säuregemisch und hält denselben in eine ätherdampfhaltige Flasche, so entbindet sich sofort Joddampf unter lebhaftem Zischen.
- 8) Erhitzt man die Flüssigkeit in einer Schale, so färbt sie sich dunkel, und es entbinden sich dicke Qualme von Untersalpetersäure. Hat man die Flüssigkeit einige Minuten lang im Sieden erhalten, so hört die Entwicklung der Untersalpetersäure auf und wird das

Säuregemisch wieder nahezu farblos. Bei fortdauernder Erwärmung der Flüssigkeit färbt sich über sie gehaltener Stärkekleister blau. Läßt man dieselbe abkühlen, nachdem die Entwicklung der braunrothen Dämpfe aufgehört hat, so zeigt die Flüssigkeit alle Reactionen, welche einer Auflösung der gelben Materie oder der Jodsäure im Vitriolöl zukommen.

Aus den voranstehenden Angaben erhellt, dafs die Salpeter-Schwefelsäure, aus welcher sich die gelbe Materie abgeschieden hat, sich verhält, einmal, wie eine Auflösung des sogenannten schwefelsauren Stickoxyds in Schwefelsäurehydrat, denn mit Wasser entwickelt sie Stickoxyd; und dann auch wie eine Auflösung der gelben Materie oder der Jodsäure in Vitriolöl, denn Wasser scheidet aus ihr Jod ab, und in dem wäfsrigen Gemisch finden sich Schwefelsäure und Jodsäure.

Aus allen diesen Thatsachen scheint demnach hervorzugehen:

- 1) Dafs ein Theil des mit der Salpeter-Schwefelsäure in Berührung gesetzten Jods schon in der Kälte zu Jodsäure oxydirt wird, und ein anderer Theil des Jods sich ebenfalls oxydirt und mit Schwefelsäure eine Verbindung eingeht, welche theils mit der Jodsäure als die oft erwähnte gelbe Materie sich abscheidet, theils in Schwefelsäurehydrat gelöst bleibt.
- 2) Dafs in Folge der Oxydation des Jods schwefelsaures Stickoxyd entsteht, welches ebenfalls in dem Vitriolöl sich löst.

Dafs durch die voranstehende Arbeit die zwischen Salpeter-Schwefelsäure und Jod stattfindende Wechselwirkung noch nicht genügend in's Klare gesetzt sey, gebe ich gerne zu, und ich bin selbst der Ueberzeugung, dafs noch viele Versuche angestellt werden müssen, bevor der verwickelte Vorgang vollkommen begriffen ist. Da meine ohnehin etwas beschränkte Zeit durch anderweitige Untersuchungsgegenstände völlig in Anspruch genommen ist, so wird es mir lieb seyn, wenn die in voranstehendem Aufsätze enthaltenen

nen

nen Angaben andere Chemiker veranlassen werden, diesem Gegenstand ihre Aufmerksamkeit zu widmen. Für das Unternehmen einer solchen Arbeit dürften die von mir ermittelten Thatsachen jedenfalls als Anhalts- oder Ausgangspunkte dienen.

Bevor ich diese Mittheilung schliesse, will ich es mir gestatten noch einige Bemerkungen über die in dieser Abhandlung besprochenen Thatsachen zu machen. Gemäß den Ansichten, die man jetzt über die chemische Natur des Schwefelsäure- und Salpetersäurehydrats hat, muß man annehmen, daß die oben erwähnten Oxydationswirkungen der Salpeter-Schwefelsäure davon herrühren, daß drei Atome Sauerstoffs aus einem Atom Salpetersäurehydrats sich auf den Schwefel, das Selen, den Phosphor und das Jod werfen, um schweflichte Säure, selenigte Säure, Phosphorsäure und Jodsäure zu bilden; und man muß sich vorstellen, daß die Abtrennung dieses Sauerstoffs bedingt werde; einmal durch das Bestreben der Schwefelsäure sich mit Stickoxyd zu verbinden, und dann auch durch die chemische Verwandtschaft des Schwefels, Selens, Phosphors und Jods zu diesem Sauerstoff.

Ob ich nun gleich nicht in Abrede stellen will, daß eine solche Annahme die in Rede stehenden Erscheinungen zu erklären vermag, so giebt es doch einige Thatsachen, die mir derselben nicht ganz günstig zu seyn scheinen. Ich will hier nur einer einzigen erwähnen, nämlich der Bildung der schweflichten Säure. Wie wir oben gesehen haben, entsteht diese Säure reichlich, selbst bei einer Temperatur von 0° , beim Vermengen der Schwefelblumen mit Salpeter-Schwefelsäure. Unter den erwähnten Umständen muß das Auftreten der schweflichten Säure etwas auffallend erscheinen, und man sollte erwarten, daß nicht sie, sondern nur Schwefelsäure sich bilden würde. Da aber, wie oben angegeben, sich die völlige Hälfte des mit der Salpeter-Schwefelsäure vermengten Schwefels in schweflichte Säure verwandelt, so will es mir scheinen, als ob die Bildung derselben nicht auf eine unmittelbare, sondern secundäre

Weise stattfände. Möglicherweise könnte Wasserstoffsuperoxyd mit Schwefel zusammentreten, und diese Verbindung sich in Wasser und schweflichte Säure umsetzen. Diese Ansicht erhält eine Art von Stütze in der Thatsache, daß Schwefel, mit einem Säuregemisch behandelt, in welchem auf zwei Theile Vitriolöls ein Theil Salpetersäurehydrats enthalten ist, bald Stickoxyd entwickelt, was eine Folge der Einwirkung des unter diesen Umständen sich bildenden Wassers auf das vorhandene schwefelsaure Stickoxyd seyn könnte. Ich will jedoch auf diese Meinung keinen besondern Werth legen.

Wird angenommen, daß beim Vermischen der ersten Hydrate der Schwefelsäure und Salpetersäure schwefelsaures Stickoxyd entstehe, eine Annahme, die wenig gewagt ist, so muß man auch der heutigen Theorie gemäß zugestehen, daß hiebei Wasserstoffsuperoxyd gebildet werde, da sich beim Zusammenbringen beider Hydrate in der Kälte kein Sauerstoff entwickelt; denn



Schon längst ist bekannt, daß das erste Salpetersäurehydrat, mit Vitriolöl vermischt, auf ätherische Oele viel heftiger einwirkt, als es jenes Säurehydrat für sich allein zu thun im Stande ist. Diese Thatsache beweist, daß im erwähnten Gemisch die Salpetersäure in einem anderen als bloß gemengten Zustande sich befindet, und es will mir scheinen, als ob die fragliche Thatsache genügender durch meine Hypothese, als durch die Annahme sich erklären lasse, daß die Anwesenheit des Vitriolöls in dem Salpetersäurehydrat deshalb das Oxydationsvermögen des letzteren steigere, weil es (das Vitriolöl) gegen das Wasser der Salpetersäure anziehend wirke, und dadurch diese geneigter werde, einen Theil ihres Sauerstoffs an oxydirbare Körper abzugeben. Wie ich anderwärts zu zeigen versucht habe, ist die Existenz von NO_5 als höchst zweifelhaft anzusehen, und somit auch die Anwesenheit von Wasser in derjenigen Materie, welche die Chemiker einfach gewässerte Salpetersäure nennen. Giebt es aber keine Salpetersäure, so

existirt auch kein Hydrat derselben, und können die Vorstellungen, die wir jetzt über die Art der Einwirkung des Vitriolöls auf möglichst concentrirte Salpetersäure hegen, nicht gegründet seyn. Eine hieher gehörige Thatsache will ich nur im Vorbeigehen und Allgemeinen erwähnen, da ich an einem anderen Orte über dieselbe umständlicher zu reden gedenke, die Thatsache nämlich, dafs ein Gemisch der ersten Hydrate der Schwefelsäure und Salpetersäure im Sonnenlichte weder Untersalpetersäure noch eine merkliche Menge Sauerstoff entwickelt, während nach meinen Beobachtungen das erste Salpetersäurehydrat bei niedriger Temperatur und selbst im zerstreuten Licht sich noch merklich zersetzt.

Wie es sich nun auch mit den geäußerten Ansichten verhalten mag, so viel zeigen sie auf jeden Fall, dafs es gut ist, wenn man bisweilen von den herrschenden Theorien absieht, und selbst die bekanntesten Dinge von einem neuen Gesichtspunkte aus zu betrachten sucht. Ein solches Verfahren hat den Vortheil zu Versuchen zu führen, die man nicht anstellen würde, wenn man an die Richtigkeit der chemischen Lehren des Tages so ganz unbedingt glaube. Mir wenigstens wäre es nicht eingefallen, mit der Salpeter-Schwefelsäure die oben beschriebenen Versuche anzustellen, wenn ich es nicht für möglich gehalten hätte, dafs das Schwefelsäure- und Salpetersäurehydrat doch auch noch etwas Anderes als Das wären, wofür diese Dinge heutigen Tages ausgegeben werden. Und wie nun auch die ermittelten Thatsachen gedeutet werden mögen, jedenfalls sind dieselben werth gekannt zu seyn, indem sie unsere Kenntnifs über das Verhalten von Körpern zu einander erweitern, deren Reactionsweise ziemlich vollkommen gekannt zu seyn schien.

Basel, den 7. Februar 1846.

VII. *Ueber eine eigenthümliche Veränderung des Zuckers, durch Salpeter-Schwefelsäure bewerkstelligt; von C. F. Schoenbein.*

In einem voranstehenden Aufsatz habe ich gezeigt, daß Schwefel, Selen, Phosphor und Jod, mit Salpeter-Schwefelsäure zusammengebracht, schon in der Kälte sich rasch oxydiren und zu merkwürdigen Reactionen Anlaß geben. Nicht minder interessant ist das Verhalten, welches der Rohrzucker gegen das erwähnte Säuregemisch zeigt, und mir vorbehaltend, später genauere Mittheilungen über diesen Gegenstand und andere zu machen, will ich für jetzt nur folgende Thatsachen erwähnen:

- 1) Rührt man in der Kälte drei Loth Salpeter-Schwefelsäure (aus zwei Theilen Vitriolöls und einem Theile chemisch reiner einfach gewässerter Salpetersäure bestehend), mit einem Lothe fein gepulverten Rohrzucker zusammen, so bildet sich anfänglich eine dünne durchscheinende, kleisterartige Masse. Hat man das Rühren (mit einem Glasstabe) einige Minuten lang ohne Unterbrechung fortgesetzt, so findet eine Art von Gerinnen des Kleisters statt, und sondert sich nun aus der Flüssigkeit eine dicke zähe Masse ab, die, zu einem Klumpen sich anhäufend, mit Leichtigkeit aus dem Säuregemisch weggenommen werden kann.

Während dieser Reaction, die in zwei bis drei Minuten vollendet ist, entwickelt sich durchaus kein Gas, noch zeigen sich die geringsten Spuren von Untersalpetersäuredämpfen, es findet jedoch eine schwache Wärmeentwicklung statt. Es verdient hier bemerkt zu werden, daß der Zucker die beschriebene Veränderung nicht erleidet, wenn dem Säuregemisch auch nur ein Siebentel seines Gewichts Wasser zugefügt worden.

- 2) Wird der erwähnte Klumpen unmittelbar nach seiner Bildung mit Hülfe eines Glasstabes in kaltes Wasser

geworfen, so erstarrt er; es läßt sich aber derselbe in diesem Zustande leicht ausziehen, oder wie Wachs oder erweichtes Harz beliebig formen. Diese Materie riecht stark nach Untersalpetersäure, hat einen stark sauren und intensiv bitteren Geschmack, und wiegt, ehe sie mit Wasser behandelt wird, etwa drei Viertel-Loth.

3) Diese Substanz so lange mit warmem Wasser geknetet, bis dieses das blaue Lackmuspapier nicht mehr merklich röthet, besitzt folgende Eigenschaften:

a) Sie ist farb- und geruchlos, hat einen schwach bitterlichen Geschmack, ungefähr wie Mastix, ist in der Kälte fest und spröde, läßt sich bei gewöhnlicher Temperatur wie Jalappenharz malaxiren, hiebei den schönsten Seidenglanz und Silberfarbe annehmend, zwischen den Fingern wird sie weich und klebrig, und läßt sich zu dünnen Fäden ausziehen, in kochendem heißem Wasser schmilzt sie und ist schwerer als Wasser.

b) In kaltem Wasser ist sie völlig unlöslich, von kochendem Wasser wird sie dagegen nach und nach aufgenommen, diesem einen bitteren Geschmack ertheilend. Die Auflösung bleibt in der Kälte klar, ist ohne Wirkung auf die Pflanzenfarben, mit Indigolösung gebläut und mit Schwefelsäure schwach gesäuert, zerstört sie diese Pflanzenfarbe, auch bläut die gesäuerte Lösung die Guajaktinktur und den Jodkaliumkleister, zersetzt unter Ausscheidung von Jod das Jodkalium, führt das gelbe Blutlaugensalz in das rothe über, verhält sich mit einem Worte wie die gesäuerte Lösung eines salpetrichsauren Salzes. Beim Abdampfen der ungesäuerten Lösung färbt sich dieselbe nach und nach gelb, und läßt einen braungelben Rückstand, der selbst in kaltem Wasser sich beinahe gänzlich löst und einen höchst bitteren Geschmack besitzt. Die braune Masse erhitzt, bläht sich anfänglich auf und verpufft dann.

- c) In Aether löst sich unsere Substanz schon bei gewöhnlicher Temperatur reichlich, wie es scheint, in allen Verhältnissen auf, eine farblose Flüssigkeit liefernd. Läßt man den Aether freiwillig verdampfen, so bleibt eine durchscheinende Masse zurück, die man mit Terpenthin verwechseln könnte. Auch der Weingeist löst die fragliche Materie leicht in der Kälte auf, und eben so sind fette Oele mit ihr verbindbar.
- d) Wird die Substanz in einem offenen Gefäß vorsichtig bis zur Schmelztemperatur erhitzt, so entbinden sich unter Aufschäumen nur Wasserdämpfe, und läßt man das Ganze, nachdem kein Wasser mehr verdampft, abkühlen, so erscheint der Rückstand durchsichtig, beinahe farblos, und dem gewöhnlichen Geigenharz ganz und gar ähnlich. Führt man mit der Erwärmung der harzigen Substanz länger fort, so entwickeln sich unter Aufschäumen rothbraune Dämpfe von Untersalpetersäure. Erhitzt man die Masse noch etwas stärker, so flammt sie plötzlich wie Pulver auf, und verbrennt unter Zurücklassung eines verhältnißmäßig äußerst geringen Rückstands. Es ist mir noch nicht gelungen, die Erwärmung der harzigen Materie so lange fortzusetzen, bis die Entbindung der rothen Dämpfe aufgehört hätte; die Substanz entflamte sich immer im Lauf der Operation.
- e) Wird unsere harzige Substanz mit Vitriolöl äußerst schwach unter fortwährendem Umrühren erwärmt, so löst sie sich nach und nach auf, ohne dafs sich die Flüssigkeit färbt, zu gleicher Zeit entwickelt sich ein stechend saurer Geruch, der concentrirten reinen Salpetersäure sehr ähnlich oder gleich. Beim Vermischen dieser Lösung mit Wasser entbindet sich Stickoxydgas, auch besitzt die gleiche Lösung das Vermögen, Indigolösung augenblicklich zu zerstören. Es verhält sich in einer Beziehung diese Lösung überhaupt wie ein Gemisch des sogenannten schwefelsauren Stickoxyds mit Vitriolöl. Auch noch so

viel Wasser derselben zugefügt, veranlaßt keinen Niederschlag, eben so wenig die Lösung des Kali oder irgend einer anderen alkalischen Salzbasis. Wird die Lösung der harzartigen Materie in Vitrüloöl merklich erwärmt, so färbt sie sich braun unter Entbindung von Untersalpetersäuredämpfen. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, daß die besagte Lösung keinen bitteren Nachgeschmack zeigt.

- f) Beim Zusammenrühren chemisch reiner und möglichst concentrirter Salpetersäure (1,5) mit unserer harzartigen Materie löst sich diese schon in der Kälte ohne alle Gasentwicklung reichlich auf. Die Vereinigung beider Substanzen erfolgt bei einer Temperatur von 24° ziemlich rasch, und man kann unter diesen Umständen jene Materien in allen Verhältnissen unter einander vermischen, also Lösungen erhalten, die so dickflüssig und durchsichtig wie Syrup oder Terpenthin sind.

Wird Wasser zu einer solchen Lösung gefügt, so scheidet sich aus letzterer der größte Theil des Harzes, wie es scheint, in völlig unveränderter Beschaffenheit wieder aus; es besitzt jedoch die rückständige Flüssigkeit einen nicht nur sauren, sondern auch höchst bitteren Geschmack. Erwärmt man auch nur mäßig die saure wasserfreie Harzlösung, so wird sie braunroth unter Entwicklung von Untersalpetersäure-Dämpfen, und hat diese Reaction stattgefunden und enthielt die in Behandlung genommene Lösung nicht zu viel Harz, so löst sie sich in Wasser völlig auf, ohne daß Harz hiebei gefällt würde, und schmeckt dieses wässrige Gemisch nicht mehr bitter. In erwärmter gewöhnlicher Salpetersäure löst sich das Harz ebenfalls unter Entbindung braunrother Dämpfe auf, und es ist mir noch nicht gelungen in der rückständigen Flüssigkeit Kleesäure nachzuweisen.

- g) Kalte Kalilösung, wenn auch noch so concentrirt,

scheint ohne Wirkung auf unsere harzige Substanz zu seyn; bei mäfsiger Erwärmung löst sich aber diese in jener reichlich auf, eine tief braunrothe Flüssigkeit bildend. Diese, bis zur Trocknifs abgedampft, läßt einen braunschwarzen Rückstand, der in der Hitze verpufft. Mit Wasser läßt sich die braunrothe Flüssigkeit in allen Verhältnissen vermischen, ohne einen Niederschlag zu liefern; auch Säuren lassen die Flüssigkeit ungetrübt, entfärben aber letztere größtentheils. Zusatz von Ammoniak im Ueberschuß stellt die braunrothe Färbung wieder her.

Vitriol entbindet aus einer Lösung des Harzes in concentrirter Kalilauge Untersalpetersäure, auch läßt sich leicht in der gleichen Lösung die Anwesenheit von Salpeter und salpetrichtersaurem Kali nachweisen.

Wird unserem, in einem Platinlöffel geschmolzenen Harze ein Stückchen Kalihydrats beigefügt, so färbt sich jenes unter Aufschäumen sofort braunschwarz, und entzündet sich wenige Augenblicke nach begonnener Reaction die ganze Masse.

Aus voranstehenden Thatsachen erhellt, dafs die bisher besprochene Materie in mehreren Beziehungen eine sehr grofse Aehnlichkeit mit den Harzen zeigt, sich von denselben aber in anderen Beziehungen wieder wesentlich unterscheidet. Aus den gemachten Angaben wird es ferner höchst wahrscheinlich, dafs die harzähnliche Substanz Untersalpetersäure innig chemisch gebunden hält.

- 4) Was das Säuregemisch betrifft, welches nach der Umänderung des Zuckers und der Entfernung der hierbei gebildeten harzigen Materie zurückbleibt, so ist dasselbe völlig farblos, dickflüssig, frei von Untersalpetersäure oder Stickoxyd, und in Wasser ohne alle Gasentwicklung und aller Ausscheidung einer festen Materie löslich. Es scheidet sich hierbei allerdings noch einiges Harz in weißer und poröser Beschaffenheit ab; dieses Harz war aber schon vor stattgefundenener Vermischung des Wassers mit dem Säuregemische in

letzterem suspendirt Das wäsrige Gemisch schmeckt nicht nur sauer, sondern auch intensiv und rein bitter. In einer späteren Abhandlung sollen nähere Angaben sowohl über das zuletzt erwähnte Säuregemisch, als auch über die eben erwähnte harzige Materie mitgetheilt, überhaupt aber die unter dem Einfluß der Salpeter - Schwefelsäure bewerkstelligte Umänderung des Zuckers und anderer organischer Substanzen unständlicher erörtert werden.

Basel, den 9. Febr. 1846 ¹⁾.

VIII. *Aus einem Briefe des Hrn. Prof. Jacobi.*

St. Petersburg, 5. Nov. (n. St.) 1846.

— Ich erlaube mir Ihnen eine Erfahrung mitzutheilen, die mich in Erstaunen gesetzt hat. Vor etwa acht Tagen bekam ich in dem Voltameter, dessen Skizze ich beifüge (Taf. I, Fig. 4), als ersten Versuch mit einer prächtigen, von Stöhrer construirten magneto-elektrischen Maschine, die ich kurz zuvor erhalten hatte, 1,15 Kubzll. gemengte Gase in der Minute. *Dieses Gas, welches im Voltameter eingeschlossen blieb, verminderte sich nach und nach, und ist bis heute bis auf eine kleine Luftblase von weniger als 0,01 Kubzll. Größe gänzlich verschwunden*, obschon die Platinplatten immer von der Flüssigkeit bedeckt blieben. Die Weite der Voltameterröhre beträgt 16 Mm., die Länge des senkrechten Schenkels 0^m,318 und die des schrägen 0^m,356. Die eingeschmolzenen Platinplatten sind 19 Mm. lang und 12 Mm. breit. Die Schwefelsäure im Voltameter war von 1,3 spec. Gew. — Am wahrscheinlichsten bleibt die Erklärung, daß die Platinplatten (oder die eine (reine), an welcher sich Sauerstoff entwickelt hatte) die Gase in dem Maasse wieder zu Wasser condensirten, als diese von der Flüssigkeit absorbirt wurden.

1) Vorstehende Aufsätze wurden schon im Februar d. J. geschrieben, aber aus Gründen, die ich nicht näher bezeichnen will, bis jetzt zurückbehalten. Ich hoffe indessen, daß ihr Inhalt, trotz der späten Veröffentlichung, nicht alles Interesse verloren habe. Schoenbein.

IX. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer.

Zu den nachstehenden Versuchen wurde eine Batterie von zwei Flaschen gebraucht, und der Schließungsdraht bestand aus Kupferdraht von 0,513 Linien Durchmesser, wie früher, Annal. Bd. 67, S. 468. Hiervon zeigen nach Taf. I, Fig. 3, 2 Fufs vom Inneren der Batterie *I* bis zum Auslader *AB* mit seinen beliebig weit von einander einzustellenden Kugeln *C*, dann 1,8 Fufs bis *D*, worauf der Draht *DEFG* in einer Länge von 8,05 Fufs über vier in einem senkrechten Gestell horizontal liegende Glasstäbe *D*, *E*, *F*, *G* mittelst der seidenen Schnüre *MR* und *NS* durch die Gewichte *P* und *Q* gespannt war; von *G* nach dem isolirten Quecksilbernapf *H* betrug ferner die Drahtlänge 1,6 Fufs, und von dort bis *L* zur Außenseite der Batterie noch 3 Fufs. Ausser dem gespannten Theile umfasste also der Schließungsdraht eine Länge von 9,1 Fufs, den Auslader *AB* zu 0,7 Fufs gerechnet. Bei *D* und *G* waren überdies etwas über 1 Zoll lange Drahtschlingen abgebunden, um damit den Funkenmesser einzuschalten, der auch bei *H* nebst einem anderen Drahte eingefügt werden konnte. Ein zweiter gleich starker Kupferdraht, ebenfalls von 8,05 Fufs Länge, war dem ersten parallel ausgespannt, auf dem der Nebenstrom erregt wurde; seine Enden konnten mit dem Funkenmesser sowohl als mit anderen Drähten verbunden werden, oder auch nach Umständen frei, d. h. offen bleiben.

Zuerst wurde die Anordnung geprüft, um sicher zu seyn, dafs sowohl die Anspannung der Drähte als auch der offene Nebendraht unschädlich wären. Hierzu wurde der Funkenmesser bei *H* eingeschaltet, und in seine Näpfe ein Kupferdraht von 12' eingelegt. Vier Versuche, von denen bei den drei ersten der gespannte offene Nebendraht sehr weit vom Hauptdraht entfernt, bei dem letzten dagegen auf einen Abstand von 1 *d* (= 3 Linien im Lichten gemes-

sen) genähert war, gaben folgende Schlagweiten (SW) am Funkenmesser, die, wie früher, auf eine Ladung der Batterie (L. d. B.) bis zur Spannung = 40,00 reducirt sind:

No.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
1	46,50	16,12	13,87
2	46,50	16,05	13,81
3	46,50	16,12	13,87
4	46,50	16,05	13,81
Mittel			13,84

Bezeichnet man nun mit x den ganzen Schließungsdraht, aufser den im Funkenmesser befindlichen 12 Fussen, so erhält man aus der Proportion $12 : 12 + x = 13,84 + 2,61 : 40,00$ für x den Werth 17,18 statt 17,15, wie ihn die mitgetheilte directe Messung der Drähte erfordert. — Hierauf wurde der Funkenmesser in dem unveränderten Schließungsdraht zwischen D und G eingeschaltet, wobei der Abstand des offenen Nebendrahtes $1d$ betrug; es ergab sich:

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	18,57	15,97
46,50	18,57	15,97
46,50	18,64	16,03
Mittel		15,99.

Bezeichnet man jetzt den nicht gespannten Theil des Schließungsdrahtes von 9,1 mit x , so giebt $8,05 : 8,05 + x = 15,99 + 2,61 : 40,00$ für x den Werth 9,26, der wiederum vollkommen genügt. Beide Versuchsreihen lehren hiernach, dafs durch die gegenwärtige Anordnung des Schließungsdrahtes und durch die Anwesenheit des offenen Nebendrahtes keine Veränderung in den Spannungsverhältnissen des elektrischen Stroms der Batterie hervorgebracht wird.

Wir gehen somit zur ersten neuen Thatsache über, und verbinden hierzu die beiden gespannten Drähte so mit einander, dafs der gleiche Strom der Batterie beide nach einander ein Mal in gleicher, das andere Mal in conträrer Richtung durchläuft. Diefs geschah mittelst der Haken D , G und D' , G' (wovon die letzteren Buchstaben für den zwei-

ten gespannten Draht gelten), die in Quecksilbernäpfe tauchten, und von denen das erste Mal G mit D' und G' mit H , das andere Mal G mit G' und D' mit H verbunden wurde; hierdurch fiel GH oder 1',6 K. fort, dafür kamen aber im ersten Falle 3', im anderen 3',25 neuer Draht hinzu, der der kleinen Haken wegen um 0',2 vergrößert werden mag. Bei H war der Funkenmesser mit 12' K. eingeschaltet, und die gespannten Drähte befanden sich parallel zu einander in zwei verschiedenen Abständen zu 1 d und zu 4 d . Bekanntlich erfahren durch diese Anordnung des Schließungsdrahtes, in welcher Entfernung sich auch die gespannten Drähte von einander befinden und in welcher Richtung der Strom durch beide hindurchgehe, die Angaben des Luftthermometers keine Veränderung, so daß nach diesem Instrumente jede Einwirkung der beiden Drähte auf einander zu fehlen scheint. Ein anderes Resultat zeigt der Funkenmesser, wie die nachstehenden Zahlen lehren.

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d .			b) Abstand = 4 d .		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	9,66	8,31	46,50	10,18	8,76
46,50	9,66	8,31	46,50	10,11	8,70
50,00	10,53	8,42	50,00	10,81	8,65
50,00	10,40	8,32	50,00	11,18	8,94
53,50	11,03	8,25	53,50	11,75	8,79
53,50	10,97	8,20	53,50	11,60	8,68
	Mittel	8,30		Mittel	8,75

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d .			b) Abstand = 4 d .		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
43,00	14,27	13,26	46,50	14,15	12,17
43,00	14,15	13,16	46,50	13,83	11,90
46,50	15,32	13,18	50,00	14,93	11,94
46,50	15,25	13,12	50,00	15,13	12,10
50,00	16,36	13,08	53,50	16,16	12,08
50,00	16,55	13,24	53,50	16,23	12,14
	Mittel	13,17		Mittel	12,06

Diese Versuche deuten augenscheinlich eine veränderte Spannung auf dem Schließungsdrahte an, die allein durch die Einwirkung der beiden gespannten Drähte auf einander entstehen kann. Es beträgt aber derjenige Theil des Schließungsdrahtes, der von aller Einwirkung frei ist, mit Einschluss der im Funkenmesser befindlichen 12' für I. *a* und *b* zusammen $2 + 0,7 + 1,8 + 3 + 0,2 + 12 + 3 = 22,7$ und für II. *a* und *b* zusammen 22,95; bezeichnet man also die variable compensirte Länge eines gespannten Drahtes mit x , so bekommt man für I. *a* aus $12 : 22,7 + 2x = 8,30 + 2,61 : 40,00$ den Werth von $x = 10,648$ (No. 1), eben so für I. *b* $x = 9,776$ (No. 2), für II. *a* $x = 3,734$ und für II. *b* $x = 4,885$. — Die folgenden Versuche, in denen jedoch in beiden Fällen nur 3' zur Verbindung der Drähte angewandt wurden, bestätigen diese Resultate. Als wieder 12' K. im Funkenmesser waren, fand sich:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.			b) Abstand = 4 d.		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	9,68	8,33	46,50	9,90	8,52
46,50	9,39	8,08	46,50	10,04	8,64
46,50	9,46	8,14	46,50	9,90	8,52
		Mittel 8,18			Mittel 8,56
$x = 10,893$ (No. 5)			$x = 10,137$ (No. 6)		

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.			b) Abstand = 4 d.		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	15,98	13,75	46,50	14,08	12,11
46,50	15,85	13,63	46,50	14,02	12,06
46,50	15,98	13,75	46,50	14,15	12,17
		Mittel 13,71			Mittel 12,11
$x = 3,356$ (No. 7)			$x = 4,954$ (No. 8)		

Als hierauf 16' K. im Funkenmesser waren, ergab sich:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	12,33	10,61
46,50	12,46	10,72
46,50	12,40	10,66
	Mittel	10,66
	$x=10,764$	(No. 9)

b) Abstand = 4 d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	12,79	11,00
46,50	12,72	10,94
46,50	12,98	11,17
	Mittel	11,04
	$x=10,093$	(No. 10)

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	19,10	16,43
46,50	12,98	16,33
46,50	19,17	16,49
	Mittel	16,42
	$x=3,465$	(No. 11)

b) Abstand = 4 d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	17,53	15,08
46,50	17,34	14,92
46,50	17,53	15,08
	Mittel	15,03
	$x=4,790$	(No. 12)

Nach den vorstehenden Versuchen erlangen bei gleichlaufendem Strome die einander parallel gespannten Drähte eine gröfsere, bei conträr laufenden eine kleinere compensirte Länge. Eine gröfsere Länge deutet aber auf eine gröfsere Spannungsdifferenz der Electricität an beiden Enden des Drahtes, eine kleinere umgekehrt auf eine geringere Spannungsdifferenz hin; somit müssen wir folgern, dafs der elektrische Strom der Batterie auf einem ihm genäherten Drahte, da wo er von dem Inneren der Batterie eintritt, positive, da wo er nach der Aufsenseite geht, negative Electricität hinzieht, die bei gleichlaufendem Strome in beiden Drähten nach vorn hin (dem Inneren der Batterie zu) die positive Spannung des Stroms vergrößert, nach hinten hin verkleinert, umgekehrt bei conträrem Strome nach vorn hin die Spannung verkleinert, nach hinten vergrößert, folglich im ersten Falle die Spannungsdifferenz vermehrt, im anderen verringert. Diefs ist also eine neue Spannung, die zu der bestehenden hinzukommt, und die auch eben so lange anhält, als der Strom dauert, indem sie ihm stätig begleitet. Wollen wir diefs Verhältnifs mit der Wirkung des galva-

nischen Stroms vergleichen, so müssen wir den Fall nehmen, wo dieser durch eine Spirale hindurchgeht, die bei aufgehörendem Strome sich durch eine Nebenschließung entladet. Auch hier bildet sich offenbar durch die Wirkung der Windungen auf einander noch eine neue Kette in ihnen, die alsdann elektromotorische Kraft erlangt, wenn sie geschlossen ist, und der primäre galvanische Strom beginnt oder aufhört. Zwar ist es mißlich zu sagen, wie man eine solche Kette auffassen will, denn bei dem bekannten Schema $+ - + - + -$ läßt sich bis jetzt gerade auch nicht viel denken, aber sicher ist in den Windungen der Spirale irgend eine bestimmte Gliederung der Theilchen vorhanden, die Kette heißen mag, und die so lange besteht, als der galvanische Strom dauert und sie unterhält. Das Daseyn dieser galvanischen Kette können wir bis jetzt noch nicht factisch nachweisen, da sie sich nicht durch die Angaben der Magnetnadel im erregenden Strome kund giebt. Eine ähnliche Kette entsteht nun durch den elektrischen Strom; auch von ihrem Daseyn würden wir keine Spur entdecken, wenn wir den Strom nur mit der Magnetnadel oder mit dem Luftthermometer untersuchen könnten; allein da mit dieser Kette die Eigenthümlichkeit verbunden ist, daß sie von freier Spannung begleitet wird, die in entgegengesetzten Elektricitäten nach beiden Enden hervortritt, so vermag der Funkenmesser ihr Daseyn nachzuweisen. Diese Erregung der freien Spannung ist übrigens auch, wie wir späterhin sehen werden, die alleinige Ursache, welche bei Schließung der Kette zu einem Ringe den elektrischen Nebenstrom hervorbringt; denn sollte auch hier noch, wie beim galvanischen Strome, ein anderer Nebenstrom mit dem Beginnen und Verschwinden des inducirenden Stromes vorkommen, so wäre er von derselben Zeitdauer, als in der sich auf dem Schließungsdraht der Batterie das Gleichgewicht der Spannung hervorstellt, von welchem Gleichgewichte, wie früher gezeigt wurde, die Vertheilung des Stromes auf einem verzweigten Schließungsdrahte abhängt, und die, wie Alles lehrt, über alle Begriffe klein seyn

mufs. Mit unseren jetzigen Mefswerkzeugen haben wir sicher einen elektrischen Nebenstrom, der mit dem galvanischen zu vergleichen wäre, noch niemals beobachtet, was wir bis jetzt wahrgenommen haben, ist die Wirkung jener Kette oder Gliederung, die oben genannt wurde, und der beim elektrischen Strome freie Spannung und dadurch mit ihrer Schliessung elektromotorische Kraft zukommt, beim galvanischen Strome dagegen, so lange der Strom währt und die Entfernung des inducirenden und inducirten Drahtes sich gleich bleiben, auch bei ihrer Schliessung die elektromotorische Kraft abgeht. Doch kehren wir zu den obigen Versuchen zurück, da es gerathener seyn mag, die so eben berührten Verhältnisse später einmal, wenn noch andere Thatsachen vorliegen, ausführlicher zu behandeln. — Die beobachteten compensirten Längen x der gespannten Drähte lassen sich für I. a und b unter die Form $8,05 (1+n')=x$ und für II. a und b unter die Form $8,05 (1-n'')=x$ bringen, worin n' und n'' die Nebenstrom erregende Kraft des elektrischen Stromes ausdrücken. Dies giebt folgende Zusammenstellung:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.			b) Abstand = 4 d.		
No.	x .	n' .	No.	x .	n' .
1	10,648	0,3228	2	9,776	0,2145
5	10,893	0,3532	6	10,137	0,2592
9	10,764	0,3372	10	10,093	0,2532
Mittel	10,768	0,3377	Mittel	10,002	0,2423

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 d.			b) Abstand = 4 d.		
No.	x .	n'' .	No.	x .	n'' .
3	3,734	0,5361	4	4,885	0,3932
7	3,356	0,5830	8	4,954	0,3845
11	3,465	0,5695	12	4,790	0,4049
Mittel	3,518	0,5629	Mittel	4,876	0,3942

Bringt man ferner die Werthe von n' für $d=1$ und $d=4$ unter die schon bekannte Formel $n'eb^{Vd}$, so findet man
log

$\log b = 0,85582 - 1$ und $\log e = 0,67271 - 1$; eben so aus $n'' = e b^{\sqrt{d}}$ folgt $\log b = 0,84529 - 1$ und $\log e = 0,90514 - 1$. Die Werthe von $\log b$ sind in beiden Fällen genau dieselben, welche wir schon früher mittelst der Coulomb'schen Drehwage erhalten haben, eben so hat $\log e$ nach n'' denselben Werth, der sich durch die Messungen mit dem Luftthermometer herausstellte, nach n' dagegen ist diese Gröfse viel kleiner, wozu sich der Grund in den späteren Versuchen herausstellen wird. Nach diesen Daten kann es keinem Zweifel unterliegen, dafs die Spannungsveränderung mit der inducirenden Kraft des Batteriestroms zusammenhängt, und dafs demnach, weil in der freien Spannung elektromotorische Kraft liegt, sobald nur der Draht zu einem Ringe geschlossen wird, der elektrische Nebenstrom sich dadurch wesentlich vom galvanischen unterscheidet, dafs jener den Hauptstrom dauernd begleitet, dieser allein beim Anfang und beim Ende desselben hervortritt.

Es wurde hierauf dieselbe Verbindung der gespannten Drähte beibehalten, und nur der Funkenmesser zwischen D und G eingeschaltet. Im Schließungsdrahte gingen hier 2' zum Auslader, 2' von demselben bis D (wodurch die 1,8 fortfielen); zur Verbindung der gespannten Drähte kamen bis H hin 3' in Anwendung, so dafs aufser den genannten Drähten der Schließungsbogen aus 10,7 Fufs Kupferdraht bestand. Bei den Abständen der erregenden Drähte zu $1d$ und $4d$ gab der Funkenmesser jetzt folgende Zahlen:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = $1d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	15,45	13,30
46,50	15,71	13,52
46,50	15,58	13,41
	Mittel	13,41

b) Abstand = 4d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	15,13	13,02
46,50	15,06	12,96
46,50	15,13	13,02
	Mittel	13,00

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	9,44	8,14
46,50	9,52	8,21
46,50	9,52	8,21
	Mittel	8,19

b) Abstand = 4d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	11,10	9,55
46,50	10,89	9,37
46,50	11,03	9,49
	Mittel	9,47

Berechnet man aus diesen Beobachtungen nach der hergebrachten Weise, also z. B. für I. a aus $x : 10,7 + 2x = 13,41 + 2,61 : 40,00$ die Werthe von x , so bekommt man der Reihe nach für I. a $x = 21,534$, für I. b $x = 19,024$, für II. a $x = 6,280$ und für II. b $x = 8,160$; es stellt sich also mit den vorhergefundenen mittleren Werthen $x = 10,768$, $= 10,002$, $= 3,518$, $= 4,876$ auch nicht die entfernteste Uebereinstimmung heraus. Indefs diese Differenz verschwindet, wenn man zu den Angaben des Funkenmessers hier nicht die Zahl 2,61 hinzunimmt, sondern die Rechnung unmittelbar mit den beobachteten Zahlen anstellt, z. B. für I. a mit $x : 10,7 + 2x = 13,41 : 40,00$. Man erhält dann der Reihe nach für x die Werthe 10,887, 9,936, 3,710, 4,811, die mit den früheren in vollkommener Harmonie stehen.

Wir haben also hiermit die neue Thatsache gefunden, daß die Spannung, welche vom Nebenstrom herkommt,

der selbst nicht in Strömung ist, sondern nur als ruhende Kette besteht, an der Stelle untersucht, wo sie hervortritt, so über die Kugeln des Funkenmessers hinweggeht, wie es der Funke bei der Entladung der Batterie über die Kugeln des Ausladers thut. Diese Thatsache ist nicht nur des Folgenden wegen wichtig, um überall richtige Zahlen zu bekommen, sondern sie zeigt zu gleicher Zeit auch, dafs die Hinzufügung der Zahl 2,61, in den bishér untersuchten Fällen, nicht auf einem Irrthume bei der Normirung der Spannungswerthe nach den Distanzen der Kugeln des Funkenmessers beruht, da jetzt ein Fall vorliegt, wo diese Zahl wieder fortbleiben mufs, wo also der Funkenmesser unmittelbar die richtigen Zahlen angiebt.

(Schlofs im nächsten Heft.)

X. *Optische Notizen, nebst Erwiderungen auf Hrn. Prof. A. Erman's Bemerkungen zu meinen letzten Aufsätzen*¹⁾; von J. Müller.

In meiner Notiz über »die Fraunhofer'schen Linien auf einem Papierschirm« (diese Annalen, Bd. 69, S. 93) habe ich versucht zu bestimmen, welchen Fraunhofer'schen Linien die drei stärksten auf dem Schirme beobachteten entsprechen.

Ich habe später die Streifen auf dem Papier sorgfältig mit den durch das Fernrohr beobachteten verglichen, und habe mich dadurch überzeugt, dafs meine frühere Bestimmung falsch ist; dieser Vergleichung zufolge ist:

$$\alpha = G$$

$$\beta = F$$

$$\gamma = b.$$

1) Annalen, Bd. 69, S. 93 bis 109.

der unter günstigen Umständen mOrange beobachtete Streifen aber ist *D*.

Nur unter sehr günstigen Umständen ist auf dem Papierschirm das Spectrum weit genug sichtbar, um den Streifen *H* (welchen man daran erkennt, dafs er sehr breit ist, und nahe bei ihm, noch weiter nach dem violetten Ende hin, noch ein solcher breiter Streifen steht) sehen zu können. Diese beiden breiten Streifen erscheinen aber, wie gesagt, auf dem Papierschirm nur unter sehr günstigen Verhältnissen. Bei meinen früheren Versuchen hatte ich sie nie beobachtet, und daher kam auch der eben berichtigte Irrthum.

Seit der Publicirung meiner ersten Notiz habe ich in Erfahrung gebracht, dafs man schon früher, in Wien sowohl als auch in Paris, die Fraunhofer'schen Linien auf einem Papierschirm, und zwar in *weit vollkommener* Weise dargestellt hat, als es nach meinen Angaben möglich ist. Man stellt nämlich statt der zweiten Spalte, welche ich vor das Prisma stellte, eine Sammellinse von mindestens 1 Meter Brennweite hinter das Prisma, welche die aus demselben austretenden Strahlen auffängt; der Schirm wird alsdann in einer solchen Entfernung von der Linse aufgestellt, dafs man das Bild der Spalte deutlich sehen würde, wenn nur homogenes Licht durch die Spalte einfiele. Die Stelle, wo man den Schirm hinstellen hat, ergiebt sich in jedem speciellen Falle ganz leicht durch den Versuch.

Es ist klar, dafs nach dieser Methode das ganze Spectrum viel lichtstärker wird als bei meiner, dafs also auch die Streifen ungleich schärfer erscheinen.

Gegen meine kleinen Aufsätze im 69. Band dieser Annalen hat A. Erman einige Bemerkungen gerichtet, auf die ich antworten zu müssen glaube.

Allerdings habe ich in meiner Notiz über die Fraunhofer'schen Linien die Breite der beiden Spalten anzugeben vergessen, was wohl so viel nicht zu sagen hat, weil Jeder, welcher den Versuch anstellt, sehr leicht die passendste Breite finden wird; doch will ich hier meinen Fehler

gut machen und die Angabe nachtragen: die eine Spalte war ungefähr $\frac{3}{4}$, die andere 1 Linie breit.

Er man sagt, ich hätte »die Substitution eines getheilten Schirmes anstatt eines optischen Theodoliten für Versuche über die *Refractionsindices*« vorgeschlagen. *Das ist mir nie eingefallen.* Ich betrachte die Darstellung der Fraunhofer'schen Linien auf einem Schirme als einen guten Vorlesungsversuch, weil wenigstens mehrere zugleich die Linien sehen können; dann aber auch noch, wie ich Bd. 69, S. 98, deutlich gesagt habe, »als ein bequemes Mittel, Messungen anzustellen, bei welchen nicht die äußerste Genauigkeit nöthig ist«.

Dafs aber solche Fälle vorkommen können, ist klar. Wenn es sich z. B. um die Beobachtung breiterer schwarzer Streifen, etwa solche handelt, wie die auf Taf. I, Fig. 10 des 69. Bandes dieser Annalen dargestellten, so ist eine schärfere Ablesung, wie sie mit einem Theodoliten möglich ist, rein überflüssig, weil ja die Streifen keine scharfen Linien, sondern allmählig verlaufende Schatten sind, eine ganz scharfe Einstellung also ganz unmöglich ist. Ich werde nächstens eine Untersuchung über die Absorption des Lichts durch farbige Flüssigkeiten publiciren, bei welcher mir meine Beobachtungsweise wesentliche Dienste geleistet hat, während ich den Theodolit nicht hätte brauchen können. Es giebt Untersuchungen für welche der Theodolit absolut den Vorzug verdient, für andere eignet sich dagegen die Beobachtung auf dem Schirme besser.

Hr. Erman schiebt mir (Bd. 69, S. 417) die Behauptung zu, »dafs die Beobachtungsart mit einem Papierschirm der von ihm angewandten mit einem Theodolitenfernrohr deshalb vorzuziehen sey, weil man bei ersterer alle Streifen oder Linien im Spectrum zugleich vor Augen habe, bei der zweiten aber dieselben nur *nach einander sähe.*«

Was ich gesagt habe klingt ganz anders, Bd. 69, S. 100 sage ich: »Zur prismatischen Zerlegung *dieser Farben* (der Farben dünner Gypsblättchen im polarisirten Lichte) aber ist das vor dem Fernrohr angebrachte Prisma sehr unbe-

quem, weil diese Beobachtungsart keinen Totalüberblick des Spectrums erlaubt, *welcher in solchen Fällen, wo es sich nicht um die Beobachtung einzelner Streifen handelt, doch sehr wünschenswerth ist.*«

Ich spreche also von einem speciellen Fall, in welchem die Uebersicht des ganzen Spectrums wünschenswerth ist, und für diesen Fall, so wie für manchen ähnlichen, wird Hr. Erman meine Behauptung nicht bestreiten wollen. Auf diesen Fall passen alle seine weiteren Einwürfe nicht. Hr. Erman hat meine Behauptung offenbar mißverstanden, und dadurch erklärt sich auch, daß er sie nicht verständlich findet, wie denn überhaupt seine ganze Replik durch Mißverständnisse veranlaßt zu seyn scheint.

Daß die Totalübersicht des ganzen Spectrums in manchen Fällen wirklich sehr vortheilhaft ist, dafür will ich noch ein recht schlagendes Beispiel anführen.

Wrede, sagt in seinem rühmlichst bekannten Aufsätze »Ueber die Erklärung der Absorption des Lichts nach der Undulationstheorie« (diese Annalen, Bd. 33, S. 369), daß bei steigender Intensität der Farbe des Jodgases eine vollständige Absorption des blauen Endes des Spectrums eintrete, und daß diese Absorption bei immer noch steigender Intensität der Färbung vom blauen Ende gegen das rothe hin fortschreite. — Dasselbe wird überall behauptet, wo dieß Phänomen beschrieben wird (mir ist wenigsten, bis auf den eben erst erschienenen Aufsatz Miller's, Bd. 69, S. 140, nichts anderes bekannt); überall wird gesagt: das blaue Ende des Spectrums werde durch das Jodgas zuerst angegriffen und absorbirt.

Hr. Erman hat die Versuche mit Jodgas auch angestellt; er hat aber, wie alle seine Vorgänger, die Unrichtigkeit dieser Behauptung aus Gründen nicht bemerkt, die sich aus seiner Beobachtungsweise erklären.

Wenn man nach meiner Weise das Spectrum auf einem Schirm auffängt, das Licht aber, bevor es auf das Prisma fällt, durch *Jodgas* gehen läßt, so bemerkt man einen *Schatten* im Grün, der mit zunehmender Intensität

der Färbung des Jodgases immer dunkler wird, und sich nach beiden Seiten, namentlich aber nach der rothen hin, ausbreitet. (Ich behalte mir vor die Erscheinung später genauer zu beschreiben.) Bei der größten Intensität der Färbung, welche ich bei meinen Versuchen dem Jodgas gegeben hatte, war der mittlere Theil des Spectrums vollständig absorbirt, *die beiden Enden aber nicht.*

Bei der Beobachtung mit dem Fernrohr wird dies offenbar deshalb nicht wahrgenommen, weil man nicht das ganze Spectrum übersieht, weil man, am absorbirten Blau angekommen, das Fernrohr nicht weiter nach dem violetten Ende des Spectrums hin gedreht hat, sonst würde man auch mit dem Fernrohr gesehen haben, daß das violette Ende *nicht* absorbirt ist. Ich habe diesen Versuch mit dem Fernrohr wiederholt, und im violetten Ende nicht einmal Streifen gesehen. Dies findet man auch durch W. A. Miller's Versuche bestätigt (dies. Annal., Bd. 69, S. 410).

Es ist hieraus klar, daß wenn es sich um den Gang der Absorption im Allgemeinen handelt, die Beobachtungsart mit dem Schirm der Uebersichtlichkeit wegen den Vorzug verdient; dagegen ist eben so unbezweifelt wahr, daß wenn es sich um genaue Bestimmung der Entfernung der Streifen handelt, welche durch das Jodgas hervorgebracht werden, man das Theodolitenfernrohr anwenden müsse, indem ich auf dem Papierschirm diese Streifen gar nicht unterscheiden konnte, sondern nur einen allgemeinen Schatten wahrnahm. (Doch sollen, wie man mir erzählt hat, die Streifen, welche durch das Jodgas erzeugt werden, auch auf dem Papierschirm deutlich werden, wenn man die Linse statt der zweiten Spalte anwendet und das Spectrum breit genug ist.)

In meiner Abhandlung steht: *die Brechungsexponenten der verschiedenfarbigen Strahlen seyen nicht dem umgekehrten Verhältniß der entsprechenden Brechungsexponenten proportional.* Erman findet in diesem Satz keinen Sinn, und hat vollkommen Recht. Der Satz ist ganz widersinnig, und zwar so, daß es einem Leser, welcher ihn unbefan-

gen ansieht, nicht entgegen kann, dafs er durch einen Druckfehler den Sinn verloren hat. Es soll heifsen: die Brechungsexponenten der verschiedenfarbigen Strahlen sind nicht dem umgekehrten Verhältnifs der entsprechenden *Wellenlängen* proportional.

Was ich mit diesem Satze sagen wollte, ist wohl zu verstehen; allein ich gestehe, dafs er auch nach Beseitigung des Druckfehlers allerdings ganz incorrect ist, wie ich jetzt sehe, wo ich die Sache, durch Hrn. Erman aufmerksam gemacht, kritisch betrachte. Das was ich sagen wollte würde, scharf ausgedrückt, heifsen, dafs die Brechungsexponenten nicht in dem Verhältnifs wachsen, in welchem die Wellenlängen abnehmen, oder dafs *die Differenzen der Brechungsexponenten nicht den Differenzen entsprechenden Wellenlängen proportional sind.*

Was von den Differenzen der Brechungsexponenten gesagt ist, gilt auch von den Entfernungen der einzelnen schwarzen Linien im Brechungsspectrum. Die Entfernungen der einzelnen Linien sind nicht den Differenzen der entsprechenden Wellenlängen proportional, wie dies beim Diffractionsspectrum der Fall ist.

In einem Diffractionsspectrum würden die in Erman's und meinen Aufsätzen besprochenen Interferenzstreifen gleich weit abstehen, in einem Brechungsspectrum ist dies jedoch nicht der Fall.

Die Zwischenräume zwischen den schwarzen Streifen nehmen nach dem violetten Ende hin zu. Das Gesetz, nach welchem diese Zunahme stattfindet, hängt, wie ich deutlich gesagt habe, von der Natur des Prismas ab, welches das Spectrum erzeugt; ich habe ferner gesagt, das Gesetz dieser Breitezunahme lasse sich deshalb nur auf empirischem Wege ermitteln.

Dies hat nun Erman wieder ganz mißverstanden. Er sagt: die Winkelabstände der einzelnen Streifen liefsen sich auf's schärfste voraus berechnen, sobald man nur einmal für das Prisma, welches man anwendet, durch Versuche die nöthigen Data ermittelt hätte. Damit steht aber meine

Aussage nicht im mindesten im Widerspruch. Dafs man aus dem Gesetz stets die Entfernungen der Streifen für jeden speciellen Fall voraus berechnen könne, wenn nur einmal die nöthigen Data zur Rechnung, durch Beobachtung, also auf empirischem Wege ermittelt sind, ist klar. Diese Data aber müssen durch den Versuch ermittelt werden, weil wir sie aus der inneren Natur des Prismas nicht ableiten können. Diefs, und nichts anderes, ist meine klar ausgesprochene Meinung, zu der auch Hr. Erman sich bekennt. Er bekämpft eine Ansicht, die mir ganz und gar fremd ist.

Zuletzt bekämpft Hr. Erman noch meine Behauptung, dafs die Abstände der Streifen nach einer geometrischen Reihe wachsen. Meinen Beobachtungen schliesst sich diese Annahme *wenigstens* eben so gut an, als sein Gesetz den von ihm gemachten Beobachtungen. Hätte Erman die Unzulässigkeit des allerdings nur für ein specielles Prisma ermittelten Gesetzes der geometrischen Reihe für sein Spectrum nachweisen wollen, so hätte er zeigen müssen, dafs es sich mit *seinen Beobachtungen* nicht vertrage. Das hat er aber nicht gethan.

Ich bin weit entfernt für das Gesetz der geometrischen Reihe eine solche Allgemeinheit zu vindiciren, wie mir Erman vorwirft. Es wäre möglich, dafs es für andere Prismen nicht passe. Man müfste alsdann für diese ein anderes empirisches Gesetz suchen, was wohl auf eine weit einfachere Weise möglich ist, als es Erman gethan hat. Ja ich glaube, dafs bei recht klarer Auffassung des Gegenstandes aus den Grundideen der Erman'schen Betrachtung sich ein solches Gesetz ganz einfach und leicht verständlich entwickeln liefse, wenn man sich nur bestrebe, alles aus der Betrachtung wegzulassen, was nicht unmittelbar zur Sache gehört. Hr. Erman würde sich durch eine solche vereinfachte Darstellung ein groses Verdienst erwerben.

Dafs gerade jetzt, wo in den Naturwissenschaften die Masse des Materials so aufserordentlich anwächst, selbst

im Interesse der Sache eine möglichst einfache, alle unnöthige Verwicklung vermeidende klare Darstellung sehr zu wünschen ist, wird Jeder zugeben.

Freiburg, den 7. November 1846.

XI. Ueber die quantitative Bestimmung der Harnsäure; von W. Heintz ¹⁾.

Meine Versuche über die quantitative Bestimmung des Harnstoffs ²⁾, aus welchen hervorgeht, daß die früher dazu angewendete Methode zu durchaus unrichtigen Resultaten führen mußte, veranlaßten mich, theils eben weil ich dieses fand, theils aber auch in Folge dessen, daß ein glücklicher Erfolg meine Bemühungen, eine bessere Methode aufzufinden, gekrönt hat, auch die Methode, welche zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure angewendet wird, einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Was die quantitative Bestimmung des Harnstoffs betrifft, so konnte ich in meinem Aufsatz keinen früher von Anderen angestellten Versuch anführen, wodurch entweder die vollkommene Genauigkeit der älteren Methode oder doch die Fehlergränze, welcher sie ausgesetzt ist, nachgewiesen würde. Viel anders ist es nicht mit der quantitativen Bestimmung der Harnsäure. Es ist mir nur ein einziger Versuch bekannt geworden, der angestellt worden ist, um die Güte dieser Methode zu prüfen. Dieser Versuch ist von Lehmann ausgeführt worden, und findet sich in seinem Aufsatz über den menschlichen Harn ³⁾ angeführt. Er löste

1) Dieser Aufsatz, so wie die folgende Notiz, findet sich schon in Mülller's Archiv, 1846, S. 383 und 399. Da jedoch diese Zeitschrift nicht allgemein in die Hände der Chemiker kommt, so hat der Hr. Herausgeber dieser Annalen mir meine Bitte gewährt, dieselben auch hier zu veröffentlichen.

W. H.

2) Diese Annalen, Bd. 66, S. 114 und Bd. 68, S. 393.

3) Journ. für pract. Chemie, Bd. 25, S. 14.

nämlich eine gewogene Menge reiner Harnsäure in Kalilauge auf, schlug aus dieser Lösung die Harnsäure mittelst Essigsäure nieder, filtrirte und wusch den Niederschlag aus, trocknete und wog ihn. Er erhielt so von 2,356 Grm. Harnsäure 2,353 Grm. wieder.

Nach diesem Versuche war zu hoffen, daß diese Methode der Bestimmung der Harnsäure vollkommen ausreichend seyn würde. Da aber aus Liebig's Arbeit über die Constitution des Harns der Menschen und der fleischfressenden Thiere ¹⁾ hervorgeht, daß nicht Kalihydrat das Lösungsmittel der Harnsäure im Harn ist, sondern daß dem phosphorsauren Natron diese Wirkung zugeschrieben werden muß, Lehmann aber, wie eben erwähnt, nicht dieses letztere, sondern eben Kalihydrat zur Auflösung seiner Harnsäure benutzt hat, so schien es mir nicht überflüssig, durch Versuche die Genauigkeit jener Methode zu prüfen.

Wenn auch diese Versuche wenig Neues ergeben haben, so glaube ich doch, daß es nicht überflüssig seyn wird, dieselben der Oeffentlichkeit zu übergeben, da sie eben die vollkommene Anwendbarkeit dieser Methode dathun, und einigermaßen die Fehlergränze bestimmen, der sie ausgesetzt ist.

Zunächst kam es darauf an, den Fehler zu bestimmen, welcher durch die Auflöslichkeit der Harnsäure in Wasser oder in der Flüssigkeit, woraus sie quantitativ abgeschieden werden soll, bedingt ist. Zu diesem Ende löste ich verschiedene, bei 110° bis 120° C. getrocknete und gewogene Mengen Harnsäure, deren Reinheit durch die Elementaranalyse bewiesen worden war ²⁾, in einer verdün-

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 50, S. 161.

2) Die Resultate der Analysen waren:

	I.	II.	Berechnet.
Kohlenstoff	35,72	35,57	35,61
Wasserstoff	2,46	2,47	2,37
Stickstoff	—	—	33,57
Sauerstoff	—	—	28,45
			100.

ten Auflösung von phosphorsaurem Natron auf, und zwar etwa in so viel dieser Lösung, als man gewöhnlich Harn zur Bestimmung der Harnsäure anwendet, und schlug sie aus derselben mittelst etwas Salzsäure nieder. Der Niederschlag wurde nach 24 Stunden auf ein gewogenes Filtrum gebracht, mit Wasser ausgewaschen und gewogen.

Auf diese Weise erhielt ich von 0,1485 Grm. Harnsäure, die etwa in 65 Grm. der phosphorsauren Natronlösung aufgelöst worden waren, 0,1425 Grm. Harnsäure wieder. Es waren also 0,006 Grm. verloren gegangen. Wenn man annimmt, die 65 Grm. Flüssigkeit wären Harn gewesen, so würden also 0,09 p. M. Harnsäure mehr in dem Harn gewesen seyn, als gefunden worden ist, und wenn man ferner den Gehalt des Harns an festen Bestandtheilen zu 30 p. M. ¹⁾ annimmt, so wäre der Verlust auf diese berechnet gleich 0,30 Proc.

Bei einem zweiten, auf dieselbe Weise angestellten Versuche erhielt ich von 0,3028 Grm. Harnsäure, die in 80 Grm. verdünnter Lösung von phosphorsaurem Natron aufgelöst worden waren, 0,2966 Grm. Harnsäure wieder. Die Differenz ist 0,0062 Grm., und der Verlust beträgt also 0,08 p. M. der angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit, oder bei 30 p. M. fester Harnbestandtheile würde er 0,26 Proc. von diesen betragen.

Endlich bei dem dritten Versuche, bei welchem 0,2775 Grm. Harnsäure in 64 Grm. der verdünnten Lösung von phosphorsaurem Natron aufgelöst wurden, konnten 0,2717 Grm. Harnsäure wieder gewonnen werden. Der Verlust betrug hier 0,0058 Grm. oder 0,09 p. M. der künstlichen Harnflüssigkeit oder bei 30 p. M. fester Harnbestandtheile 0,30 Proc. derselben.

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dafs ein geringer Verlust bei Bestimmung der Harnsäure im Harn nach dieser Methode nicht zu vermeiden ist, dafs derselbe aber so gering ist, dafs er die bei chemischen Untersuchungen

1) Diefs mag etwa der mittlere Gehalt des Harns an festen Bestandtheilen seyn.

gewöhnlich gestattete Fehlergränze lange noch nicht erreicht. Es ist also die nicht vollkommene Unlöslichkeit der Harnsäure in Wasser nicht von so bedeutendem Einflufs, daß dadurch diese Methode der quantitativen Bestimmung der Harnsäure ungenau würde. Es kommt aber jetzt darauf an, nachzuweisen, wie weit die färbenden Stoffe, welche mit der durch Säuren aus dem Harn niedergeschlagenen Harnsäure niederzufallen pflegen, das Gewicht derselben vermehren können.

Zu dem Ende wurde eine gewogene Menge Harnsäure mit wenig einer concentrirten Lösung von phosphorsaurem Natron erhitzt. Es verwandelte sich dieselbe dadurch in harnsaurer Natron, das sich jedoch in der anwesenden Menge Wasser nicht aufzulösen vermochte. Hierzu wurde eine gewisse Menge eines Harns gesetzt, aus dem die Harnsäure durch Salzsäure, mit der er 24 Stunden gestanden hatte, vorher abgeschieden worden war. Um dadurch die Harnsäure wieder vollständig frei zu machen, wurde dieser Harn erst gekocht und im kochendheissen Zustande zu der Lösung von phosphorsaurem Natron gesetzt.

Zuerst unterwarf ich 0,1832 Grm. Harnsäure diesem Versuche. Die Menge der Flüssigkeit, aus der sie sich abscheiden mußte, betrug etwa 98 Grm. Die so wieder erhaltene Harnsäure war schwach graubraun gefärbt, und ihr Gewicht betrug 0,1917 Grm. Wäre sie nicht gefärbt gewesen, und ihr Gewicht nicht durch jenen tingirenden Stoff vermehrt worden, so müßte man nur sehr wenig weniger an Harnsäure wiederbekommen haben, als zu dem Versuche angewendet wurde, nämlich so viel weniger, als sich in dem Waschwasser auflösen konnte; der zugesetzte, sauer gemachte Harn selbst dagegen, der als eine gesättigte Auflösung von Harnsäure in Wasser betrachtet werden kann, kann nicht zu einem Fehler durch Verhinderung der vollkommeneren Fällung der Harnsäure Anlaß geben. Bei dem obigen Versuche erhielt ich 0,0085 Grm. mehr Harnsäure wieder, als zu demselben angewendet worden war. Rechnet man noch 0,0015 Grm. als durch das Waschwasser ge-

löste Harnsäure hinzu, so würde der mit der Harnsäure niedergefallene Harnfarbstoff 0,010 Grm. oder 0,1 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit, oder bei 30 Proc. fester Harnbestandtheile 0,34 Proc. dieser betragen.

Bei einem zweiten Versuche erhielt ich bei Anwendung von 0,217 Grm. Harnsäure, und von 79 Grm. mit Salzsäure von der Harnsäure befreiten Harns 0,2221 Grm. gefärbter Harnsäure wieder. Es ergibt dies einen Ueberschuss von 0,0051 Grm., oder von 0,06 p. M. der künstlichen Harnflüssigkeit, oder 0,22 Proc. der festen Harnbestandtheile, wenn der Gehalt des Harns an demselben zu 30 p. M. angenommen wird.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Menge des Farbstoffs, welcher sich mit der Harnsäure gemengt niederschlägt, wenn sie mit Salzsäure aus dem Harn gefällt wird, nur etwa so viel beträgt, dass der dadurch veranlasste Fehler den durch die Löslichkeit der Harnsäure in Wasser bedingten, nach der entgegengesetzten Richtung liegenden, compensirt. Ich fand, dass im Mittel von drei Versuchen der Verlust, welcher durch jene Eigenschaft der Harnsäure bedingt ist, 0,09 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit beträgt. Im Mittel von zwei Versuchen war dagegen der Ueberschuss, welcher durch die Mitfällung des Farbstoffs mit der Harnsäure bedingt wurde, 0,08 p. M.

Diese Uebereinstimmung ist natürlich zufällig. Allein so viel geht aus den Versuchen mit Sicherheit hervor, dass die Verunreinigung der Harnsäure durch den mit niederschlagenen Farbstoff nicht einen so grossen Fehler bei der Bestimmung der Harnsäure veranlasst, dass die dabei angewendete Methode dadurch unbrauchbar gemacht würde. Im Gegentheil dient diese Fehlerquelle nur dazu, eine andere, nämlich die durch die nicht vollständige Löslichkeit der Harnsäure bedingte, mehr oder weniger zu compensiren.

Wenn nun durch die angeführten Versuche die Brauchbarkeit dieser Methode, die Harnsäure quantitativ zu bestimmen, erwiesen ist, so kam es mir nun darauf an, zu prüfen, wie gewisse anomale Bestandtheile des Harns vielleicht auf die Güte dieser Methode von Einfluss seyn könnten.

Zucker im Harn.

Es scheint zwar fast überflüssig zu prüfen, ob vielleicht der Traubenzucker im diabetischen Harn veranlassen möchte, daß die Harnsäure aus diesem sich nicht eben so vollständig abscheidet, als aus zuckerfreiem Harn. Allein, wenn ich es auch als sehr unwahrscheinlich anerkennen muß, daß ein solcher Einfluß des Zuckers statthaben möchte, so kann ich es doch nicht als so sicher betrachten, daß es nicht werth wäre, darüber einige Versuche anzustellen. Zugleich aber hoffte ich, daß die im Verfolg beschriebenen Experimente wenigstens in dem Falle, wenn der Traubenzucker in der That auf die Bestimmung der Harnsäure keinen Einfluß haben sollte, nachweisen würden, daß die Gewichtsmengen Harnsäure, welche aus verschiedenen Quantitäten desselben Harns nach der oben beschriebenen Methode erhalten würden, im Verhältniß der Gewichte dieser stehen.

Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt.

Es wurden zwei vollkommen gleiche Portionen ein und desselben filtrirten Harns abgewogen, die eine mit zwei bis drei Grammen Traubenzucker, der vorher in wenig Wasser gelöst und filtrirt worden war, versetzt, und dann beide mit Salzsäure stark sauer gemacht. Nachdem beide Flüssigkeiten 24 Stunden lang gestanden hatten, wurden sie durch gewogene Filtra von der niedergeschlagenen Harnsäure abgesondert, welche letztere ausgewaschen, getrocknet und gewogen wurde.

Auf diese Weise erhielt ich in einem Falle aus 79,77 Grm. Harn, die mit Zucker versetzt worden waren, 0,0615 Grm. oder 0,77 p. M., aus eben so viel desselben, nicht mit Zucker versetzten Harns dagegen durch Zusatz von Salzsäure 0,0635 Grm. oder 0,79 p. M. Harnsäure.

In einem zweiten Versuche gaben 91,18 Grm. eines andern mit Zucker versetzten Harns 0,1039 Grm. oder 1,140 p. M. Harnsäure, und eine gleiche Menge desselben Harns, dem kein Zucker beigefügt worden war, 0,1045 Grm. oder 1,146 p. M.

Diese Versuche beweisen nicht allein, daß die Gegen-

wart des Zuckers im Harn die Abscheidung der Harnsäure nicht im Geringsten behindert, sondern auch, das die zur quantitativen Bestimmung desselben bisher benutzte Methode bei Anwendung ein und desselben Harns stets dieselben Resultate giebt. Die Differenzen, welche bei obigen Versuchen erhalten wurden, betragen nur 0,02 und 0,007 p. M., Differenzen, die gewifs als unvermeidliche Versuchsfehler betrachtet werden können. Ich weifs jedoch nicht zu entscheiden, ob es Zufall sey oder nicht, das in beiden Fällen die Menge der Harnsäure, welche aus zuckerfreiem Harn erhalten wurde, ein Minimum gröfser war, als die aus mit Zucker versetztem erhaltene. Wollte man diefs nicht für einen Zufall halten, so könnte man diese Differenzen auch dadurch erklären, das man dem Harn, der weniger Harnsäure gegeben hatte, noch etwas Wasser mittelst der zugesetzten Zuckerlösung beigemischt hatte. Dieses Wasser mußte nothwendig eine gewisse Menge Harnsäure aufgelöst erhalten, und daher fiel die auf dem Filtrum gesammelte Menge derselben um eben so viel zu gering aus.

Eiweifs im Harn.

Bei der Gegenwart von Eiweifs im Harn ist es schwerlich zulässig, die Harnsäure durch Salzsäure niederzuschlagen, da diese Säure, wenn sie in einer gewissen Menge hinzugefügt wird, die Fällung von etwas Eiweifs bedingen könnte. Ich wendete daher zur Fällung der Harnsäure bei den Versuchen, welche ich mit Eiweifslösung angestellt habe, nicht diese Säure, sondern Essigsäure an, die bekanntlich weder in geringer, noch in großer Menge der Lösung des Eiweifs zugesetzt, die Fällung desselben veranlafst, die dagegen sogar das Coaguliren desselben beim Kochen verhindert.

Bei den Versuchen verfuhr ich fast auf dieselbe Weise, wie bei denen, durch welche ich den Fehler zu bestimmen suchte, welcher durch den mit der Harnsäure niederfallenden und sie färbenden Stoff bedingt seyn möchte, nur substituirte ich dem Harn eine verdünnte und filtrirte Eiweifs-

lö-

lösung und digerirte die Mischung bei 50° C., um die Zersetzung alles harnsauren Salzes zu veranlassen, und doch die vielleicht noch mögliche Coagulation des Eiweißes zu vermeiden.

So erhielt ich von 0,2753 Grm. Harnsäure, die mit einer concentrirten Lösung von harnsaurem Natron gekocht und mit einer essigsäuren Auflösung von Eiweiß aus Blutserum gefällt worden waren, 0,272 Grm. Harnsäure wieder. Der Verlust betrug also 0,0033 Grm., oder, da die Harnsäure aus 66 Grm. Flüssigkeit abgeschieden war, 0,05 p. M. der angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit, oder, wenn man 30 p. M. an festen Bestandtheilen im Harn annimmt, 0,17 Proc. derselben.

Bei einem zweiten Versuche wurden von 0,1947 Grm. Harnsäure 0,1887 Grm. wieder gewonnen. Die Menge der Flüssigkeit, welche bei dem Versuche angewendet wurde, betrug etwa 78 Grm. Der Verlust belief sich also auf 0,006 Grm. oder 0,08 p. M. der Flüssigkeit, oder 0,26 Proc. der festen Bestandtheile, wenn man annimmt, daß die künstliche Harnflüssigkeit 30 p. M. fester Bestandtheile enthalten habe.

Ein dritter Versuch endlich lieferte sehr ähnliche Resultate. Von 0,247 Grm. Harnsäure wurden aus 95 Grm. Flüssigkeit 0,2385 Grm. wieder gewonnen. Die Differenz beträgt 0,0085 Grm. Der Verlust beläuft sich also auf 0,09 p. M. der Flüssigkeit oder 0,3 Proc. der festen Bestandtheile, wenn der Gehalt jener an diesen zu 30 Proc. angenommen wird.

Bei einem vierten Versuche endlich erhielt ich von 0,1702 Grm. Harnsäure 0,1672 Grm. wieder. Da die Menge der Flüssigkeit, aus der sie gefällt wurde, 65 Grm. betrug, so war der Verlust gleich 0,05 p. M. der künstlichen Harnflüssigkeit oder gleich 0,15 Proc. der darin angenommenen 30 p. M. fester Bestandtheile.

Aus den angeführten Versuchen geht deutlich hervor, daß die Anwesenheit des Eiweißes in einem Harn der quantitativen Bestimmung der Harnsäure, wenn man sich zur

Fällung derselben der Essigsäure bedient, nicht hinderlich ist. Die Differenzen, welche ich bei den angeführten Versuchen fand, waren dieselben, wie die, welche bei der Bestimmung der Harnsäure in eiweissfreiem Harn vorkommen können.

Sämmtliche Blutbestandtheile im Harn.

Wenn Blut im Harn enthalten ist, so muss man die Harnsäure wegen Anwesenheit des Eiweisses natürlich durch Essigsäure niederschlagen. Ich habe in zwei Versuchen diese Säure, in einem dritten Versuche die gewöhnliche Phosphorsäure, die bekanntlich die Eigenschaft mit der Essigsäure theilt, das Eiweiss weder, wenn sie in geringer, noch in grosser Menge hinzugesetzt wird, zu coaguliren, zur Fällung derselben angewendet.

Die Methode, welche ich benutzte, um zu prüfen, ob die löslichen Bestandtheile des Blutes die Menge der durch diese Säuren abgeschiedenen Harnsäure verändern könnten, war dieselbe, welche ich auch bei blofser Gegenwart von Salzsäure benutzte. Der reinen Eiweisslösung wurde aber die schön rothe Flüssigkeit substituirt, die durch Ausziehen des Blutkuchens mit kaltem Wasser und Filtriren erhalten wird.

Von 0,211 Grm. Harnsäure erhielt ich bei dem ersten Versuche, bei welchem Essigsäure zur Fällung desselben angewendet worden war, 0,2107 Grm. wieder. Der Verlust betrug hier nur 0,0003 Grm., war also wesentlich geringer, als wenn keine Blutbestandtheile vorhanden gewesen wären. Diefs hatte jedoch seinen Grund nicht etwa darin, dafs die Harnsäure in jenem Falle vollständiger gefällt wurde, als in diesem, sondern vielmehr darin, dafs etwas von dem Blutfarbstoff mit niedergeschlagen worden war; denn die Harnsäure war braun gefärbt.

Zu einem zweiten Versuche wurden 0,2513 Grm. Harnsäure verwendet. Als fällende Säure wurde gleichfalls Essigsäure benutzt. Der Niederschlag betrug 0,2557 Grm., also 0,0044 Grm. mehr, als zum Versuch angewendet worden

war. Die Harnsäure war sehr dunkelbraun gefärbt. Die Menge der zu dem Versuch angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit betrug etwa 87 Grm. Der Ueberschufs beläuft sich also auf 0,05 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit, oder auf 0,17 Proc. der festen Harnbestandtheile, wenn dieselben zu 30 p. M. angenommen werden.

Bei einem dritten Versuche, bei welchem übrigens die Abscheidung der Harnsäure durch Phosphorsäure bewirkt wurde, erhielt ich von 0,1938 Grm. derselben 0,191 Grm. wieder. Die wieder gewonnene Säure war kaum gefärbt. Darum war auch hier kein Ueberschufs an Harnsäure auf dem Filtrum gesammelt worden, sondern es hatte ein geringer Verlust stattgefunden. Dieser betrug 0,0028 Grm. oder auf 73 Grm. der angewendeten Harnflüssigkeit berechnet 0,04 p. M., und bei 30 p. M. der darin enthalten angenommenen festen Harnbestandtheile 0,13 Proc.

Diese drei Versuche differiren um etwas mehr, als die früheren. Der Grund dafür liegt, wie aus der Färbung der Harnsäure, welche bei den verschiedenen Versuchen erhalten wurde, deutlich und klar hervorgeht, in einer gröfseren oder geringeren Fällung von Bestandtheilen des Bluts und namentlich seines Farbstoffs. Die Auflösung des Blutroths in Wasser hat bekanntlich eine sehr schön rothe Farbe, die bei Zusatz einer gewissen Menge von Essigsäure oder Phosphorsäure nur etwas dunkler wird, aber nicht in eine andere Farbennüance übergeht, obgleich die Flüssigkeit schon sehr stark sauer seyn kann. Setzt man aber derselben noch mehr Säure hinzu, so wird sie braun und etwas opalisirend. Namentlich durch das letztere wird erwiesen, dafs nun in der That etwas des Farbstoffs niedergeschlagen worden ist. Es mufs also durch einen zu grofsen Ueberschufs an Säure das Gewicht der wieder gewonnenen Menge Harnsäure vermehrt werden, und kann so hoch ausfallen, dafs diese mehr wiegt, als die angewendete Menge derselben.

Bei dem oben zuerst angeführten Versuche war die Flüssigkeit durch den Zusatz der Essigsäure etwas bräunlich geworden, bei dem zweiten dagegen wurde sie ganz

dunkelbraun und opalisirend, bei dem dritten endlich behielt sie noch ganz die schöne rothe Farbe bei Zusatz der Phosphorsäure, wurde nur dunkler.

Bei dem ersten Versuch erhielt ich genau die angewendete Menge Harnsäure wieder, der zweite lieferte dagegen einen kleinen Ueberschufs, während bei dem dritten nur wenig mehr Harnsäure wieder gewonnen wurde, als ohne Anwesenheit der Blutbestandtheile hätte wieder erhalten werden müssen.

Man sieht, dafs je mehr die Farbe der Flüssigkeit durch die hinzugesetzte Säure verändert wurde, auch um so mehr des Harnstoffs niederfiel. Da nun ferner der Grad der Farbenveränderung von der Menge der Säure abhängt, welche zur Fällung der Harnsäure angewendet wird, so ist klar, dafs man, um die Mitfällung des Blutfarbstoffs mit der Harnsäure möglichst zu vermeiden, die Säure in möglichst geringem Ueberschufs hinzufügen mufs. Man mufs also zu der Flüssigkeit von der Essigsäure oder Phosphorsäure zwar so viel, dafs sie stark sauer reagirt, aber dennoch nicht einen zu starken Ueberschufs davon hinzufügen.

Es geht daher aus den angeführten Versuchen hervor, dafs wenn auch die Resultate derselben nicht so genau übereinstimmen, wie diefs bei den früheren der Fall ist, dennoch der Fehler, welcher durch die Anwesenheit sämtlicher auflöslicher Blutbestandtheile bei der quantitativen Bestimmung der Harnsäure bedingt ist, noch nicht die Gröfse erreicht, welche bei genauen chemischen Versuchen gestattet ist. Namentlich dann, wenn man einen zu grofsen Ueberschufs der zur Fällung benutzten Säure vermeidet, kann man sicher seyn, dafs die Menge des gefällten Farbstoffs die der in der Flüssigkeit gelöst bleibenden Harnsäure nicht übersteigt, dafs also mit anderen Worten jener Fehler diesen mehr oder weniger compensirt, aber nie einen Fehler im entgegengesetzten Sinne zu Wege bringt.

Galle im Harn.

Da es noch zweifelhaft ist, welche Bestandtheile der Galle eigentlich in den Harn übergehen können, ob es namentlich die eigentlichen wesentlichen Gallenbestandtheile, also Bilin oder das von Platner entdeckte Natronsalz der Gallensäure vermögen, so läßt sich hier schwer ein Versuch anstellen, durch den mit Sicherheit entschieden werden könnte, ob die Bestimmung der Harnsäure nach der angeführten Methode auch in gallehaltigem Harn nicht zu große Fehler veranlasste. Das Einzige, was zu thun übrig blieb, war, zu untersuchen, ob die Gallenflüssigkeit im Ganzen einen Einfluß auf die Genauigkeit jener Methode ausüben kann. Allein weder Lehmann, noch ich, konnte jemals andere Gallenbestandtheile im Harn auffinden, als Gallenbraun, indem namentlich es uns niemals gelang, mittelst der neulich von Pettenkofer ¹⁾ angegebenen Methode zur Auffindung der Galle die Anwesenheit anderer Bestandtheile derselben im icterischen Harn nachzuweisen. Es würde daher aus diesem Versuch wohl für den Fall, wenn die Gegenwart keines der Bestandtheile der Galle in Methode der Bestimmung der Harnsäure einen Fehler einführte, die Brauchbarkeit derselben auch für den icterischen Harn erwiesen werden können; umgekehrt aber würde man nicht schliessen dürfen, daß, wenn man aus einer, sämtliche Gallenbestandtheile enthaltenden Flüssigkeit nach jener Methode eine bedeutend von der verschiedene Menge Harnsäure wieder erhielt, welche man hineingebracht hatte, die Unbrauchbarkeit derselben für icterischen Harn bewiesen wäre.

Meine Versuche mit Galle geben nun in der That eine viel größere Differenz der angewendeten und wieder abgeschiedenen Harnsäure, als bei den oben angeführten Versuchen; eine so große, daß dadurch die Unbrauchbarkeit dieser Methode für die quantitative Bestimmung derselben im icterischen Harn zwar nicht erwiesen, aber doch auch

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 52, S. 90.

umgekehrt ihre vollkommene Genauigkeit nicht festgestellt wird. Es ist auch nicht zu hoffen, daß diese Frage so bald erledigt werden wird, da wir in der Kenntniß der Galle noch zu weit zurück sind, um mit Sicherheit die einzelnen Bestandtheile derselben im Harn auffinden zu können. Es wird sich also, wenn man auch wüßte, welcher Bestandtheil der Galle es ist, der jene Differenzen bei der Harnsäurebestimmung veranlaßt, auf keine Weise bis jetzt nachweisen lassen, ob dieser Stoff im galligen Harn wirklich vorhanden ist oder nicht.

Die Versuche stellte ich eben so an, wie ich sie bei Gegenwart von Eiweiß oder Blutbestandtheilen ausgeführt habe. Der Lösung des Eiweißes substituirt^e ich nur eine Lösung von Galle, die durch etwas Essigsäure von dem Schleim befreit worden war. Zur Fällung der Harnsäure wendete ich bei den zwei ersten unten angeführten Versuchen nur Essigsäure an. Da aber die Resultate derselben nicht meinen Erwartungen entsprachen, so substituirt^e ich dieser Säure bei den beiden letzten die Salzsäure.

So erhielt ich von 0,2185 Grm. Harnsäure nur 0,2039 Grm. wieder. Der Verlust beträgt also 0,0146 Grm., was auf 67 Grm. der angewendeten Flüssigkeit, aus welcher die Säure abgeschieden worden war, 0,22 p. M. beträgt, und bei der Annahme, daß 30 p. M. fester Bestandtheile im Harn enthalten wären, 0,73 Proc. derselben betragen würde.

Bei einem zweiten Versuche erhielt ich von 0,1837 Grm. Harnsäure nur 0,1663 Grm. wieder. Die Differenz beträgt 0,0174 Grm., oder, da die Menge der Flüssigkeit, aus der sie ausgeschieden worden war, 69 Grm. betrug, 0,25 p. M. dieser Flüssigkeit, oder auf 30 p. M. fester Harnbestandtheile berechnet, 0,84 Proc.

Von 0,1722 Grm. Harnsäure wurden bei einem dritten Versuche, trotz dem, daß dieselbe durch Salzsäure und nicht durch Essigsäure gefällt worden war, doch nur 0,1563 Grm. wieder gewonnen. Die Differenz beträgt 0,0159 Grm., die Flüssigkeit, aus der die Harnsäure abgeschieden war, wog 66 Grm. Der Verlust betrug also 0,24 p. M. dersel-

ben, oder 0,80 Proc. des festen Harnrückstandes, wenn der Gehalt des Harns an demselben zu 30 p. M. angenommen wird.

Bei dem letzten Versuche endlich erhielt ich von 0,1923 Grm. nur 0,1813 Grm. Harnsäure wieder. Die Differenz ist 0,011 Grm., oder auf 61 Grm. künstlicher Harnflüssigkeit berechnet, 0,18 p. M. Diefs würde bei einem Gehalt derselben an festen Bestandtheilen von 30 p. M. 0,6 Proc. derselben betragen.

Man ersieht aus diesen Versuchen, daß die Differenzen, welche durch die Anwesenheit der Galle im Harn veranlaßt werden, bedeutend höher ausfallen, als in allen früher angeführten Fällen. Ob aber der Fehler bei Untersuchung von icterischem Harn jemals so hoch ausfallen kann, wie er in den eben angeführten Versuchen sich zeigt, darüber kann ich bis jetzt noch nicht entscheiden, da es ungewiß bleibt, ob der Stoff, welcher die vollständige Fällung der Harnsäure verhindert, wirklich im Harn vorkommen kann. Wahrscheinlich ist es jedoch nicht, daß der Fehler wirklich diese Höhe erreichen könne, schon deswegen, weil im Harn doch immer nur unbedeutende Mengen Galle enthalten seyn können. Die Fehlergränze, welcher man nach meinen Versuchen ausgesetzt ist, wenn man icterischen Harn nach der angeführten Methode auf seinen Gehalt an Harnsäure untersucht, beträgt also höchstens 0,25 p. M. des angewendeten Harns.

Die Resultate, welche sich aus dieser Arbeit ergeben, sind folgende:

1) Sowohl im normalen Harn, als bei Anwesenheit von Traubenzucker, Eiweiß, sämtlichen löslichen Blutbestandtheilen im Harn kann die Menge der Harnsäure einfach dadurch bestimmt werden, daß man sie durch eine Säure niederschlägt.

2) Als Fällungsmittel erfüllt Salzsäure vollkommen ihren Zweck, wenn nicht Eiweiß in der Flüssigkeit zugegen ist. Bei Anwesenheit desselben ist die Essigsäure oder die gewöhnliche Phosphorsäure am brauchbarsten.

3) Der Verlust, welcher durch die nicht vollkommene Unlöslichkeit der Harnsäure in Wasser bedingt ist, beläuft sich auf 0,09 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit, und dieser Verlust wird bei Anwesenheit von Traubenzucker, Eiweiss, löslichen Blutbestandtheilen nicht vergrößert. Wohl aber wird derselbe in allen diesen Fällen theilweise compensirt durch den Gewichtszuwachs, welchen die Harnsäure durch den mit niederfallenden, sie färbenden Stoff erfährt.

4) Die Gegenwart von Galle im Harn dagegen kann möglicherweise einen größeren Verlust bei der Harnsäurebestimmung veranlassen. Doch wird derselbe gewiss nie mehr als 0,25 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit betragen.

XII. *Notiz über die Salpetersäure als Reagens auf Gallenbraun; von W. Heintz.*

Es ist bekannt, daß die Salpetersäure ein viel gebrauchtes Reagens ist, um die Gegenwart der Galle in irgend einer Flüssigkeit nachzuweisen. Man giebt an, daß solche Flüssigkeiten dadurch zunächst grün, dann blau, violett, roth und endlich gelb gefärbt werden, und es ist dieß in den meisten Fällen ganz richtig. Allein nicht in *allen* Fällen bewirkt die Salpetersäure bei Gegenwart von Gallenbestandtheilen jene Farbenveränderung. Zunächst muß berücksichtigt werden, daß jene Reaction nicht durch die eigentlich wesentlichen Bestandtheile der Galle veranlaßt wird, sondern durch das Gallenbraun, welches Simon Biliphän ¹⁾, Berzelius dagegen Cholepyrrhin ²⁾ nennt. Wenn man also durch Salpetersäure keine Farbenveränderung hervorbringen kann, so ist, streng genommen, dadurch nur die

1) Simon's Handbuch der angewandten medicinischen Chemie, Bd. 1, S. 337.

2) Berzelius, Jahresbericht, No. 22, S. 562.

Abwesenheit des Gallenbrauns, aber nicht die jener wesentlichen Gallenbestandtheile erwiesen.

Allein jene Farbeveränderung, welche Salpetersäure in Flüssigkeiten hervorbringt, die Gallenbraun enthalten, bliebe doch wenigstens ein sicheres Kennzeichen für die Gegenwart dieses Stoffs; wenn sie wirklich in jedem Fall eintrete.

XIII. *Ueber den relativen Werth der practischen üblichen Methoden, das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu ermitteln, und ein neues Hydrometer;*

von Prof. Dr. Alexander in München.

Das specifische Gewicht der Flüssigkeiten steht mit deren Güte oder Stärke und in sofern auch mit ihrem relativen Werthe in so nahem und innigem Zusammenhange, dafs man von jeher eifrigst bemüht gewesen ist, je nach dem Zustande der Wissenschaft Mefsinstrumente und Apparate in die Praxis hinüberzuführen, welche zu derlei Untersuchungen geeignet sind.

Bekanntlich bediente man sich hierzu bisher entweder einer sehr empfindlichen sogenannten hydrostatischen Wage, oder man benutzte kleine Fläschchen, die eine bestimmte Gewichtsmenge einer Flüssigkeit fassen und unter dem Namen Granfläschchen bekannt sind; oder man gebrauchte endlich die Aräometer oder Senkwagen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs unter allen Methoden die der hydrostatischen Wage die schärfsten Resultate liefern mufs; allein es kommt hier vor Allem auf den Grad der Empfindlichkeit der Wage und die Genauigkeit ihrer Bedienung an, Bedingungen, welche in vorkommenden Fällen der Praxis meistens unerfüllt bleiben. Nicht Jedermanns Sache ist es nämlich, mit feinen Wagen umzugehen, und

der Preis der letzteren ist proportional ihrer Empfindlichkeit. Es wirken bei feinen Wägungen so viele Umstände zusammen, daß nur eine geübte Hand auf diesem Wege scharfe Resultate erlangen wird.

Die zweite Methode, das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu finden, nämlich durch die sogenannten Granfläschchen, so einfach sie erscheint, wenn einmal ermittelt ist, wie viel Wasser das Gläschen genau faßt, leidet doch am nämlichen Gebrechen für die Praxis, wie die vorige; nämlich es ist eine empfindliche Wage nöthig und genaue Wägung absolut erforderlich.

Die Bestimmung des spec. Gewichts durch *Aräometer*, ohne Zweifel die einfachste und bequemste, daher auch üblichste Methode, ist darum aber nicht auch die sicherste und genaueste, vielmehr beschränken die Temperatur der Flüssigkeit, die Erscheinungen der Adhäsion, die Stabilität des Instruments und mancherlei andere Umstände die Genauigkeit der erhaltenen Resultate, so daß vorerst eigene Correctionen angewendet werden müssen, ehe das Resultat als das wahre erklärt und angenommen werden kann. Zwar geben einige auf sorgfältige Versuche gegründete Tabellen, z. B. jene nach Hallström und Stampfer über die Ausdehnung des Wassers, jene von Muncke über die Ausdehnung der Schwefelsäure, dann die höchst schätzbaren Tafeln von Tralles über die Ausdehnung und spec. Gewichtsänderung des Alkohols bei verschiedenen Temperaturen gewiß sehr gewünschte Anhaltspunkte zur Bestimmung des Einflusses der Temperatur dieser Flüssigkeiten auf ihr spec. Gewicht, und nicht schwer wird es, sich *Aräometer* zu verschaffen, auf denen dieser Einfluß unmittelbar angegeben und zur Einrechnung auf einer eigenen Scala quantitativ bestimmt ist. Allein solche Instrumente enthalten, wenn sie überhaupt verlässig seyn sollen, immer nur die Correctionen für die Temperatur *bestimmter*, aber nicht *aller* Flüssigkeiten, da letztere für eine *gleiche* Temperatur sich *ungleich* ausdehnen, daher auch ungleich leichter werden, weshalb das Instrument (*Aräometer*) auch ungleich eintaucht.

Das von der Königl. Academie ausgegebene Alkoholo-
meter ist gewiß eben so werthvoll als bequem eingerichtet.
Die derartigen Untersuchungen über *einige* Flüssigkeiten
sind gleichsam als geschlossen zu betrachten. Dahin gehö-
ren vor Allem jene über Alkohol und das bayerische Na-
tionalgetränke, das Bier. Steinheil's optisch-aräometri-
sche Bierprobe beweist, daß man Bequemlichkeit der Ein-
richtung und des Verfahrens mit der vollen Schärfe der
Wissenschaft vereinigen könne.

Inzwischen möchte ich, namentlich für Fälle der ge-
wöhnlichen Praxis, ein Instrument empfehlen, welches mir
manche nicht unwesentliche Eigenschaften zu haben scheint
und vielfacher Benutzung fähig ist, wie die spätere Aus-
einandersetzung ohnehin näher nachweisen wird.

Zuvor jedoch das Princip! — Schon in der ersten Hälfte
des vorigen Jahrhunderts benutzte der Physiker Peter van
Musschenbroek, in Leyden, den Satz: »daß sich die
Höhen ruhig stehender Flüssigkeiten in sogenannten com-
municirenden Röhren verkehrt wie deren spec. Gewichte
verhalten« — zur unmittelbaren Bestimmung des spec. Ge-
wichts einer Flüssigkeit. Seit jener Zeit ist dieser Weg
mehrfach betreten und auch wieder verlassen worden, ins-
besondere weil in der Ausführung immer zuerst ein gläser-
ner Ballon durch eine Luftpumpe luftleer gemacht und dann
durch Hähne mit jenen Gefäßen in Verbindung gebracht
werden mußte, in welchen sich die zu prüfenden Flüssig-
keiten befanden.

Man hat in verschiedenen Formen das nämliche Princip
zu gleichem Zwecke benutzt, meines Wissens aber nie ein
practisch-brauchbares Instrument hiefür angegeben.

So fand unter anderen weder das Panhydrometer von
Mester, noch das Litrameter von Hare practische Aner-
kennung und Einführung.

Beschreibung des Apparats.

Theoretisch ist der Apparat mit wenigen Worten be-
schrieben, wenn man sagt, es seyen hier zwei Gefäßba-
rometer mit einer kleinen Luftpumpe verbunden.

Zwei Glasröhren *A* und *B*, Taf. I, Fig. 6^a, von 8 bis 10 Zoll Länge und 8 bis 10 Lin. innerem Durchmesser, stehen durch das metallene Gefäß *C*, luftdicht bei *a* und *b* in Verbindung, letzteres aber mit einer kleinen metallenen Luftpumpe *D*. Die zwei Gläschen *E* und *F* stehen auf beweglichen Unterlagen, um sie heben und senken zu können. Die beiden Glasröhren tragen aufsen eine Theilung in Linien oder halben Linien auf dem Rohre selbst. Bei dem Gebrauche des Instruments füllt man das eine Gläschen mit destillirtem Wasser, das andere mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, schraubt darauf die Träger *G* und *H* hinauf, bis die unteren Mündungen der Röhren *A* und *B* etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll eingetaucht sind, nun zieht man den Kolben *K* langsam in die Höhe und verdünnt somit die Luft in dem Stiefel *D*, dem Gefäße *C* und den beiden Röhren *A* und *B* über dem Niveau der beiden Flüssigkeiten. Sogleich steigen letztere in die Höhe. Hierauf stellt man, während der Kolben *K* unverrückt stehen bleibt, die Gläschen *E* und *F* so, daß der Nullpunkt der beiden Scalen genau im Niveau der Flüssigkeiten liegt.

Dieses Einstellen ist um so leichter, da die Scala auf dem Glase selbst angebracht ist, und das Niveau der Flüssigkeit einen Theilstrich der Scala abschneidet. Sind die Oberflächen beider Flüssigkeiten in *E* und *F* genau auf die Nullpunkte der respectiven Scala eingestellt, so liest man die Höhen der beiden Flüssigkeitssäulen ab, und dividirt die Länge der Wassersäule durch die der zu untersuchenden Flüssigkeit. Der Quotient giebt das spec. Gewicht der letzteren.

An meinem, Fig. 6^a, Taf. I, abgebildeten Apparate sind die zwei Säulen *I* und *L*, so wie die Kolbenstange *K* von Eisen, das Verbindungsgefäß *C* aber, so wie der Stiefel *D*, von Messing; das Stativ *M* ist von Holz.

Um den Apparat zum Gebrauche bequemer und für den Ankauf wohlfeiler, zugleich aber auch leichter transportabel zu machen, gab ich ihm später die Einrichtung, wie sie in Fig. 6^b, Taf. I, abgebildet ist.

Hier besteht die Hauptvorrichtung aus einem Stücke. Die beiden Röhren *A* und *B*, das Verbindungsrohr *C* und der Stiefel *D* sind von Glas und in Ein Stück zusammengeblasen. Die Kolbenstange *K* ist von Holz, und der Kolben selbst aus zusammengeprefsten Scheiben von Leder gebildet.

Mittelst des hohlen Glaszapfens *E* läßt sich das Instrument bei dem Gebrauche irgendwie auf einem Stative oder an einer Wand befestigen.

Bei dem Transporte kommt es also hier nur darauf an, die beschriebene Glasgabel einzupacken; zwei Gläschen finden sich ohnehin überall, und das Verfahren ist das nämliche, wie jenes mit dem bereits beschriebenen Apparate sub Fig. 6^a, Taf. I.

Hier mögen als Zeugen für die practische Brauchbarkeit des Instruments die Resultate einiger Versuche stehen, wobei ich nur bemerken zu müssen glaube, daß die dabei benutzte hydrostatische Wage bei 2000 Gr. Belastung mit $\frac{1}{10}$ Gr. noch einen sehr sichtbaren Ausschlag giebt, und die gebrauchten Aräometer anerkannt gute Instrumente von Greiner in Berlin und für eine Temperatur von $+12^{\circ}$ R. construirt sind.

A. Spec. Gewicht von Flüssigkeiten, welche *leichter* als Wasser sind.

1) *Weingeist* (20° Baumé); Temperatur $+12^{\circ}$ R.

a) Durch die Methode der Einsenkung eines Körpers von Bergkrystall	0,934
b) Durch die Granfläschchen	0,936
c) Durch das Aräometer	0,935
Mittel	0,935

Mit dem Hydrometer 0,9354.

Vergleicht man hiemit die Angaben der Reductionstafel der Baumé'schen Aräometergrade auf das spec. Gewicht nach Jacquin, so entspricht:

19° Baumé ein spec. Gewicht von	0,9399
20° - - - - -	0,9340
21° - - - - -	0,9274.

2) *Schwefeläther*. Temperatur $+12^{\circ}$ R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	0,736
b) Durch die Granfläschchen	0,735
c) Durch das Aräometer	0,735
Mittel	<u>0,7353</u>
Mit dem Hydrometer	0,7354.

3) *Salmiakgeist*. Temperatur $+12^{\circ}$ R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	0,984
b) Durch die Granfläschchen	0,984
c) Durch das Aräometer	0,984
Mittel	<u>0,984</u>
Mit dem Hydrometer	0,984.

B. Spec. Gewicht von Flüssigkeiten, welche *schwerer* sind als Wasser.

1) *Kohlensaures Kali*. Temperatur $+12^{\circ}$ R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,1034
b) Durch die Granfläschchen	1,1035
c) Durch das Aräometer	1,103
Mittel	<u>1,1033</u>
Mit dem Hydrometer	1,1034.

2) Eine gesättigte Auflösung von chemisch reinem *Kochsalze*; Temperatur $+12^{\circ}$ R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,205
b) Durch die Granfläschchen	1,205
c) Durch das Aräometer	1,207
Mittel	<u>1,2056</u>
Mit dem Hydrometer	1,206.

3) Ich wählte nun ferner zur genauen Prüfung absichtlich eine Flüssigkeit, deren spec. Gewicht von dem des reinen Wassers *möglichst wenig* verschieden ist, und nahm hiezu das jodhaltige Wasser aus der Adelheidsquelle in Heilbrunn bei Benediktbeuern.

Die Untersuchungen gaben:

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,0054
b) Durch die Granfläschchen	1,0056
c) Durch das Aräometer	1,005
Mittel	<u>1,0053</u>
Mit dem Hydrometer	1,0055.

- 4) Endlich nahm ich auch jene Flüssigkeit zur Untersuchung vor, welche kürzlich Boettger in Frankfurt zur Gewinnung von chemisch reinem Eisen mittelst Galvanismus (Pogg. Ann., 1846, No. 1, S. 117 bis 119) empfohlen hat, nämlich eine Mischung von 2 Gewichtstheilen Eisenvitriol und 1 Gewichtstheil Salmiak zu einer vollkommen gesättigten Salzlösung.

Ich gewann folgende Resultate:

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,167
b) Durch die Granfläschchen	1,161
c) Durch das Aräometer	1,168
	Mittel 1,165
	Mit dem Hydrometer 1,164.

Aus den eben beschriebenen Resultaten angestellter Versuche möchte folgen, dafs die hydrometrische Probe mit den übrigen gebräuchlichen Untersuchungsmethoden allerdings, und zwar mit Vortheil, concurriren könne.

Aufserdem dürften auch noch folgende Umstände für den Werth und die Brauchbarkeit des Instruments sprechen.

- 1) Bei allen derartigen Bestimmungen werden hier die Flüssigkeiten unter ganz gleichen Umständen, bei gleichem Thermometer- und Barometerstande mit der *Gewichtseinheit*, dem destillirten Wasser im vollsten Sinne des Wortes verglichen.

Enthält nämlich das eine Gläschen reines destillirtes Wasser und das andere die zu prüfende Flüssigkeit, und waren beide eine hinreichende Zeit der nämlichen Temperatur, z. B. der des Beobachtungsorts ausgesetzt, so werden zwei Flüssigkeiten bei gleicher Temperatur verglichen. Bei den gewöhnlichen Aräometern wird das Resultat nur dann richtig seyn, wenn die Untersuchung bei der Temperatur vorgenommen ward, für welche das Instrument gefertigt wurde, sonst müssen Reductionen für den grössten Dichtigkeitszustand des Wassers vorgenommen werden. Hier käme es für *genauere* hydrometrische Messungen darauf an, die *beiden* Flüssigkeitssäulen für die Temperatur so zu corrigiren, wie man die Barometerstände auf Null reducirt, d. h. man hätte den Ausdehnungscoëfficienten der

beiden Flüssigkeiten mit der Anzahl der Thermometergrade zu multipliciren und das Product von der beobachteten Länge der Flüssigkeitssäulen abzuziehen, ehe man die besprochene Division ausführt.

- 2) Zu den Untersuchungen über das spec. Gewicht der Flüssigkeiten sind besondere Aräometer für *leichtere* und *schwerere* Flüssigkeiten nöthig, und meistens enthalten die sogenannten Aräometerbestecke vier und noch mehr Aräometer; gewöhnlich zwei für leichtere und zwei für schwerere Flüssigkeiten als Wasser, wobei immer die Scala des einen die Fortsetzung von jener des anderen ist.

Mittelt des *Hydrometers* können spec. *leichtere* und *schwerere* Flüssigkeiten als Wasser untersucht werden, wie die oben aufgezählten Beispiele beweisen, ohne dafs das Instrument deshalb umständlicher und theurer, oder die Behandlung schwieriger würde.

- 3) Die Adhäsionserscheinungen, welche bei den Aräometern wenigstens das Ablesen erschweren, indem sich um die Spindel herum ein ganzer Wasserberg erhebt, können durch Vergrößerung des inneren Durchmessers der beiden Röhren *A* und *B* verkleinert und gleich gemacht werden.
- 4) Das Instrument läßt sich wohlfeil darstellen, ist leicht zu handhaben und eben so leicht zu transportiren.
- 5) Es ist eine sehr geringe Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit nöthig, während bei den Aräometern die sogenannte Hülse fast vollgefüllt werden muß, was in manchen Fällen lästig werden kann.
- 6) Da wo das Instrument für Anstalten zum Unterrichte bestimmt ist, läßt sich damit auf die einleuchtendste Weise die Existenz des *Luftdrucks* nachweisen und die Theorie des *Barometers* klar erörtern und verständlichen. Es dürfte daher das Hydrometer in der physikalischen Sammlung wie in dem chemischen Laboratorium einer technischen Unterrichtsanstalt gleich brauchbar seyn.

- 7) Es läßt sich ein mit dem Instrumente gemachter Versuch in der kürzesten Zeit mehrfach wiederholen, und so als Mittel ein Resultat gewinnen, welches von etwaigen Fehlern der Beobachtung frei ist. Es bedarf hierzu natürlich weiter nichts als den Kolben allmählig hinaufzuziehen und die jedesmaligen Höhen der Flüssigkeiten abzulesen.
- 8) Das in Fig. 6^b, Taf. I, abgebildete Instrument läßt sich nach jedesmaligem Gebrauche leicht vollkommen reinigen und für einen zweiten Versuch in Stand setzen, was insbesondere bei den Granfläschchen oft schwierig wird, namentlich wenn dieselben mit gesättigten Salzlösungen gefüllt waren.

Man taucht zu diesem Zwecke die Mündungen der Röhren *A* und *B* in kaltes oder warmes Wasser, bewegt den Kolben auf und ab, und wäscht so die inneren Wände durch Wasser unter Benutzung des Luftdrucks aus, d. h. man verfährt genau wie bei dem sogenannten Wischen der Gewehrläufe nach dem Feuern.

Wenn ich in diesem Aufsätze dem besprochenen und beschriebenen Instrumente den Namen »Hydrometer« gab, so geschah es der Kürze der Beschreibung wegen. Sollte indessen das Instrument als gut und brauchbar anerkannt werden, so möchte ich diesen Namen (Wasser- oder Flüssigkeitsmesser) auch für die Zukunft beibehalten wissen¹⁾, einmal weil alle Flüssigkeiten wirklich jeden Augenblick mit dem Wasser verglichen werden können, und weil ferner dieser Ausdruck wohl eben so bezeichnend und repräsentirend ist, als wenn man von einer Hydrostatik und Hydraulik spricht, und darin alle tropfbaren Flüssigkeiten inbegriffen wissen will.

1) Nur ist er in England schon ziemlich allgemein statt Aräometer üblich.

XIV. *Carbonites Pistomesites*, kürzer *Pistomesit*,
mit Rücksicht auf *Mesitin*;
von *August Breithaupt*.

Schon seit Werner's Zeiten besitzt die bergacademische methodische Sammlung zu Freiberg ein großes Stück mit drei bis vier Zoll breiten, dünn tafelfartigen Krystallen von Glanzeisenerz (Eisenglanz), welche in einem braun angelaufenen späthigen Minerale sitzen, das bisher für Eisenspath gehalten war. Dieses Stück hatte eine schlechte Lage, und ich zerschlug es, um es besser zu formatisiren. Hierbei kam von dem als Eisenspath angesprochenen Körper frischer Bruch zum Vorschein, und ich erkannte sogleich, daß die Farbe für Eisenspath eine etwas zu lichte sey. Die nun folgende nähere Untersuchung liefs mir das Mineral als eine neue Species des großen Genus *Carbonites* erkennen, welche folgende Eigenschaften besitzt:

Glasglanz, dem Perlmutterglanze etwas genähert.

Schwach durchscheinend.

Farbe, Mittel zwischen dunkel gelblichweiß und gelblichgrau.

Strich farblos. An der Oberfläche, wie vieler Eisenspath, stark gebräunt.

Primärform: flaches Rhomboëder mit $107^{\circ} 18'$ Neigung der Flächen an Polkanten, woraus sich die Neigung der Flächen gegen die Hauptaxe zu $46^{\circ} 49'$ berechnet. Da die Spiegelung keine ganz vollkommene war, so kann die Bestimmung um etwa 2 Minuten von der Wahrheit abweichen. Spaltbar, nach diesem Rhomboëder, sehr deutlich. Die Individuen bilden eine sehr grobkörnige Zusammensetzung.

Härte $4\frac{3}{4}$ bis 5.

Spec. Gewicht = 3,412 bis 3,417 nach drei Beobachtungen.

Außer dem genannten Eisenerz liegen noch kleine Eisenkies-Krystalle in der zusammengesetzten Masse gleichfalls porphyrartig inne; sie zeigen namentlich Flächen von $\frac{2}{3} T \frac{11'}{3}$.

Eine von Werner geschriebene Etikette besagt, daß das Mineral »von Thurnberg bei Flachau, im Landgerichte Radstatt in Salzburg,« sey.

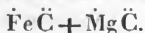
Hr. Amalgamir-Probirer Fritzsche nahm die chemische Untersuchung des neuen Minerals vor, und sagte mir alsbald, daß es nichts Neues, sondern ganz wie Mesitin (Mesitinspath) gemischt sey. Ich konnte jedoch nicht zugeben, daß beide identisch seyen, und bat diesen Chemiker nun auch den eigentlichen Mesitin zu analysiren. Dieser hat $R=107^{\circ} 14'$; $46^{\circ} 46'$, die Härte 5 bis $5\frac{1}{4}$ und das spec. Gewicht 3,35 bis 3,36. Nun zeigte es sich, daß die einzige Angabe über die Mischung des Mesitins, welche von einer brieflichen Mittheilung von Stromeyer an mich herrührt, eine wesentliche Berichtigung nöthig macht. Das neue Mineral von Thurnberg ist eine Mischung aus $Mg\ddot{C} + Fe\ddot{C}$, welche bisher für die des Mesitins galt, und wenn dieser Name nach $\mu\epsilon\sigma\acute{\iota}\tau\eta\varsigma$, d. h. der Vermittler, deshalb von mir gebildet war, weil er wirklich eine Vermittlung zwischen Eisenspath und Talkspath darbot, so nenne ich nun jenen neuen Körper *Pistomesit*, nach $\pi\iota\sigma\tau\omicron\varsigma$, mehr glaubhaft, zuverlässig, und $\mu\epsilon\sigma\omicron\nu$, die Mitte, weil er das wahre Mittel zwischen $Mg\ddot{C}$ und $Fe\ddot{C}$ hält.

Die chemischen Untersuchungen der zwei allerdings verwandten Mineralien, in bekannten Methoden von Hrn. etc. Fritzsche ausgeführt, gaben folgende Resultate:

P i s t o m e s i t .

33,92	Eisenoxydul
21,72	Magnesia
43,62	Kohlensäure
99,26	

ohne Spuren von Kalkerde und Manganoxydul. Die Formel dafür ist mit unbedeutender Abweichung:



Dagegen enthält der *Mesitin* von Traversella in Piemont:

24,18 Eisenoxydul

28,12 Magnesia

1,30 Kalkerde

45,76 Kohlensäure

99,36

Hierfür ist die annähernde Formel:



Demnächst wird die Bekanntmachung noch eines neuen ähnlichen Karbonits folgen, welcher jedoch aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurem Eisenoxydul besteht.

XV. *Der Hauerit, eine neue Mineralspecies;*
von W. Haidinger.

Der Hauerit gehört in die Mohs'sche Ordnung der Blenden, er ist manchen wirklichen braunen Zinkblenden ungleich ähnlich. Seine Krystalle gehören in das Tessularsystem; es sind theils reine Octaëder, theils Combinationen mit dem Hexaëder und kleinen Flächen von Granatoïden, Pyritoïden und Diploïden. Der k. k. Hr. Hofconsipist Berghofer besitzt zwei Stücke, die er freundlichst zur Untersuchung mittheilte, darunter ein vollständiges, un- und un ausgebildetes Octaëder von $\frac{3}{4}$ Zoll Axe, das schönste was man in der Art sehen kann. Die Theilbarkeit findet parallel den Würfelflächen mit großer Leichtigkeit statt. Bei metallähnlichem Diamant und unvollkommenem Metallglanz ist die Farbe dunkel röthlichbraun bis bräunlichschwarz, in den dünnsten Theilungsblättchen nur schwach bräunlich-

roth durchscheinend. Der Strich ist bräunlichroth. Die Härte = 4,0, der des Flussspaths; das spec. Gewicht, nach v. Hauer, 3,463.

In einer Glasröhre vor dem Löthrohre wird viel Schwefel verflüchtigt, und es bleibt eine grüne Probe zurtück, die sodann mit Schwefelwasserstoffentwicklung in Säuren löslich ist. Für sich wird diese Probe oberflächlich vor dem Löthrohre wieder braun. Die Probe mit Phosphorsalz wird, wie bei der Manganblende von Nagyág, erst dann in der äußeren Flamme violett, wenn schon alles Schwefelmangan zerlegt ist. Auf dem Platinblech mit Soda erhält man die Manganreaction. Die Mischung scheint demnach eine höhere Schwefelungsstufe des Mangans zu seyn, und zwar geleitet durch den Isomorphismus mit dem Pyrit oder Eisenkies, der selbst FeS_2 ist, dürfte für den Hauerit die Formel MnS_2 gelten.

Merkwürdigerweise ist die Form des bisher einzig in der Natur bekannten Schwefelmangans (Manganblende, Alabandin) von Nagyág, dessen Mischung MnS ist, ebenfalls tessularisch und deutlich parallel den Würfelflächen theilbar. Aber der Alabandin ist mehr halbmetallisch im Glanze, hat einen grünen Strich und giebt in der Glasröhre vor dem Löthrohre keinen Schwefel ab. Der Fundort des Hauerits ist das vor wenig Jahren erst wieder eröffnete ärarialisches Schwefelwerk zu Kalinka bei Végles, unweit Altsohl in Ungarn. Die Krystalle kommen einzeln, oder in eingewachsenen Gruppen und Kugeln, ähnlich gewissen Schwefelkieskugeln, in Thon und Gyps zum Theil mit schön gelbem, beinahe durchsichtigem Schwefel vor.

Bei der Namengebung leiteten zwei Beziehungen, einmal die Anerkennung der hohen Verdienste Sr. Excellenz des Hrn. Geheimenrath und Vicepräsidenten Joseph Ritter v. Hauer, und dann die des Antheils, welchen der Sohn, Hr. Franz Ritter v. Hauer, an der Feststellung der Species genommen. Die Stücke waren nämlich zuerst von Hrn. Karl v. Adler, k. k. Bergwesenpracticanten, damals in Kalinka, beachtet worden, und von ihm wurden sie

mehreren Personen mitgetheilt. Der k. k. Hr. Oberberg-rath Wisner und Hr. v. Adler selbst gaben auch Stücke an das k. k. montanistische Museum. Der Verf. hatte die Krystalle wegen Farbe, Form, Strich, Gruppierung für verwitterten Schwefelkies genommen, aber Hr. von Hauer machte ihn noch auf die vollkommene hexaëdrische Theilbarkeit aufmerksam, worauf die weitere Untersuchung über die Eigenthümlichkeit dieser schönen und merkwürdigen Species keinen Zweifel übrig liefs.

Der Hauerit, erst kürzlich aufgefunden, gehört noch zu den Seltenheiten, und wird vielleicht bei den Verhältnissen seines Vorkommens immer dazu gezählt werden müssen. Doch sieht der Verf. für das k. k. montanistische Museum mit Vergnügen directen Einsendungen des k. nieder-ungarischen Oberstkammergrafenamtes entgegen. Nach Hrn. Adolph Patera's Analyse sind die Bestandtheile: Schwefel 53,64, Mangan 42,97, Eisen 1,30, Kieselerde 1,20 = 99,10. Das Eisen als Schwefelkies berechnet und abgezogen, bleibt für 100 Theile:

	Gefunden.	Berechnet.
Schwefel	54,801	53,7
Mangan	45,198	46,3.

XVI. *Beiträge zu magnetischen Ortsbestimmungen;* *von D. Lamont.*

Im 69. Band dieser Annalen ist von Dr. Langberg eine sehr interessante Reihe magnetischer Intensitäts-Beobachtungen mitgetheilt worden, die er auf einer Reise nach England, Frankreich und Deutschland in den Jahren 1843 und 1844 angestellt hat. Ich finde mich dadurch veranlaßt, einige, theils von Dr. Ångström, theils von mir erhaltene analoge Bestimmungen hiemit zu veröffentlichen; ich gehe dabei von der Ansicht aus, dafs es bei dem gegenwärtigen

Stande unserer magnetischen Kenntnisse von wesentlichem Vortheile ist, die Resultate *verschiedener* Beobachter, besonders wenn sie mit verschiedenen Hülfsmitteln gewonnen sind, vergleichen zu können. Nur dadurch wird man ein richtiges Urtheil über die Sicherheit der Bestimmungen selbst, und Normen für künftige Arbeiten derselben Art erlangen.

Zuvörderst bemerke ich, dafs ich der Vergleichbarkeit wegen für zweckmäfsig gehalten habe, Dr. Langberg's Beobachtungen auf eine bestimmte Epoche — den 1. Jan. 1845 — wie ich es auch bei den andern vorhin erwähnten Beobachtungen früher gethan hatte, zu reduciren. Dabei legte ich die stündlichen Aufzeichnungen des Münchener Observatoriums zu Grunde. Diefs ist nun entschieden ungenau, weil weder der Stand für eine gegebene Zeit aus den nur von Stunde zu Stunde gemachten Aufzeichnungen abgeleitet werden kann, noch weniger die magnetischen Variationen als überall gleich anzunehmen sind. Zur Vergleichung ist aber eine Reduction auf dieselbe Epoche unbedingt nothwendig, und ich habe mich überzeugt, dafs man auf die angedeutete Weise jedenfalls der Wahrheit *näher* kommt, als wenn man die Reduction unterläfst. Insbesondere wird man in der ausführlichen Darstellung meiner Resultate ¹⁾ die Nachweisung finden, dafs für Declinations-Bestimmungen die Sicherheit der Reduction weit gröfser ist, als die Sicherheit der Beobachtungen selbst, wenn letztere nicht unter besonders günstigen Umständen (etwa in einem magnetischen Observatorium) gemacht sind. Hier folgen nun die Werthe der mittleren Horizontal-Intensität am 1. Januar 1845, wie sie aus den verschiedenen Messungen sich ergeben:

Langberg's Bestimmungen.

Kopenhagen	1,6545	Paris	1,8372
London	1,7191	Bonn	1,8001
Cork	1,6486	Tübingen	1,9048
Brüssel	1,7710	Bern	1,9625

1) Abhandl. der Königl. bayr. Academie d. Wissensch., Bd. V, Abth. I.

Genf	1,9837	München	1,9386
Mailand	2,0345	Wien	1,9731
Venedig	2,0674	Prag	1,8740
Roveredo	2,0317	Dresden	1,8377.

Lamont's Bestimmungen.

Stuttgart	1,8870	Aachen	1,7810	London Greenwich	1,7250
Tübingen	1,9034	Brüssel	1,7662	Woolwich	1,7197
Mannheim	1,8568	Utrecht	1,7278		
Bonn	1,7941	Leiden	1,7234		

Ångström's Bestimmungen.

Augsburg	1,9299	Tübingen	1,9011
Ulm	1,9186	Straßburg	1,8909
Stuttgart	1,8969	Paris	1,8355
Brüssel	1,7664	Altona	1,7262
Bonn	1,7926	Kopenhagen	1,6548
Göttingen	1,7849		

Außer den Intensitäts-Bestimmungen habe ich auch an jeder Station die Declination beobachtet, und zwar zuvörderst den Winkel zwischen dem magnetischen Meridian und einer terrestrischen Mire. Diejenigen Orte, wo ich das Azimuth der terrestrischen Mire erhalten konnte, folgen hier, und zwar nach der oben angedeuteten Weise auf den 1. Januar 1845 reducirt:

Tübingen	17° 50',0	Brüssel	21° 15',1	Leiden	20° 47',3
Mannheim	18 12,8	Utrecht	20 19,0	London, Greenwich	23 3,9

Dr. Langberg führt bei Darstellung seiner Messungen in Brüssel eine Stelle aus dem *Mém. de l'Académie R. de Bruxelles pour 1845* an, wornach aus den Ablesungen (n) des Bifilars daselbst die absolute Intensität sich fände durch die Formel $1,7547 + 0,000356n$, und der Werth der Constante, 1,7547, aus meinen Beobachtungen hervorgegangen sey.

Aus dem Vorhergehenden wird man ersehen, daß hier ein Druckfehler der Brüsseler Memoiren zu Grunde liegt, und 1,7647 anstatt 1,7547 gesetzt werden muß. Darnach reducirt sich der Unterschied zwischen Dr. Langberg und mir für Brüssel auf 0,0063, oder nach meiner Reduction

auf 0,0048. Die analogen Unterschiede betragen für Bonn 0,0061, Tübingen 0,0014, München 0,0006 (mit Ausschluss des letzten Tages). In allen Fällen sind Dr. Langberg's Intensitäten gröfser als die meinigen. Hier mufs indessen bemerkt werden, dafs die Constante von Dr. Langberg's Cylinder in Christiania bestimmt wurde durch Vergleichung mit Hansteen's absoluten Messungen, wobei, wie ich zu vermuthen Grund habe, die Induction nicht in Rechnung gebracht worden ist. Nach einer von mir an einem Göttinger 4pfündigen Stabe vorgenommenen Bestimmung betrug der Inductions-Coëfficient dieses Stabes 0,00205. Ist die obige Vermuthung begründet, und setzt man bei den von Hansteen gebrauchten Stäben dieselbe Beschaffenheit voraus, wie bei dem von mir untersuchten Göttinger Stabe, so wären die absoluten Bestimmungen Hansteen's um $\frac{1}{33,3}$ zu vermindern. Die Uebereinstimmung zwischen meinen Messungen und denen Langberg's würde hiedurch weit vollkommener werden.

Was die Unterschiede zwischen Dr. Ångström's Resultaten und den meinigen betrifft, so fallen sie innerhalb der Gränzen, die man billigerweise für Beobachtungen dieser Art festsetzen kann, mit Ausnahme von Stuttgart. An dieser Station mufs jedoch bemerkt werden, dafs Ångström in der Stadt, und zwar in einer kaum günstigen Umgebung beobachtet hat, wogegen ich auf einem *Felsen* außerhalb der Stadt die Intensitäts-Bestimmung vorgenommen habe: Local-Einflüsse sind also hier wenigstens nichts weniger als unwahrscheinlich.

XVII. *Die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Windes und die Wärmewirkung des Mondes;*
vom Dr. Buijs-Ballot zu Utrecht.

In meinem früheren Aufsatz über die Drehung des Windes ¹⁾ habe ich aus vierzig Jahrgängen der ältesten Beobachtungen, die man kennt, die Gröfse der Drehung, welche die Windesrichtung, je nach der geographischen Breite des Orts, der Richtung, Veränderlichkeit und Stärke des Windes, im Sinne der scheinbaren Sonnenbewegung erleidet, für die einzelnen Jahreszeiten hergeleitet und mitgetheilt. Es war diess jedoch nur ein Nebenresultat der Arbeit, die ich unternommen hatte, und die ich nunmehr wage dem Publikum zu übergeben.

Wie bekannt zeigt sich auf Inseln und an Küsten der Kontinente die Erscheinung, dafs jeden Tag, sobald das Land wärmer wird als das Meer, ein Seewind entsteht, der Abends seine grösste Stärke erlangt, nach Mitternacht aber wieder von einem Landwind verdrängt wird ²⁾. Was hier an einem Tage geschieht, vermuthete ich, werde auch während der Rotationsperiode der Sonne (oder, wie ich glaube, des Sonnenringes) ³⁾ geschehen müssen.

1) Annalen, Bd. 68, S. 417 und 553.

2) Was die tägliche Drehung des Windes betrifft, so ist sie für Holland durch die Untersuchung des Hrn. van Rees (*Uitkomst der meteorologische Waarnemingen gedaan te Utrecht*) und die des Herrn Wenckebach (*Sur la direction et l'intensité moyenne du vent en Neerlande et leurs variations tant régulières qu'irrégulières*) jetzt über allen Zweifel erhoben, und aus den Windverhältnissen in Holland wird man wohl auf die in andern Ländern von ähnlicher Lage einen Schluß ziehen dürfen. Ich habe noch dreissig Jahre als neue Zeugen hinzutreten lassen, da ich es mit leichter Mühe thun konnte; sonst bedürfte die Thatsache keiner weiteren Bestätigung, da jene hochgeachteten Naturforscher nichts als völlig Erwiesenes aus ihren Händen geben.

3) Ich habe die Ursache der Temperaturdifferenz in der ungleichen Dicke

Wenn nämlich, zufolge dieser Rotationszeit von 27,682 Tagen, die Erde in der einen Hälfte der Periode mehr Wärme auffängt als in der andern, so muß von dem Ueberschufs über die mittlere Wärme dem Lande mehr als der See zugeführt, und während der kälteren vierzehn Tage die See weniger als das Land erkaltet werden. Es wird also nach der wärmeren Zeit ein Seewind und nach der kälteren ein Landwind entstehen müssen, und diese Winde, in Richtung und Stärke mit dem herrschenden Winde zusammengesetzt, werden eine Resultante geben, welche sich mehr dem absoluten See- oder Landwind anschließen muß als dieser. Die Richtung des Windes muß also eine Periode von der nämlichen Dauer haben als ich für die Temperatur nachgewiesen habe. Wenn aber diese Periode wirklich nachgewiesen wird, so kann sie wiederum zur Bestätigung der Temperaturperiode dienen.

Von diesem Gesichtspunkte aus untersuchte ich die Beobachtungen von Musschenbroek, worin für die Jahre 1729 bis 1758 die Winde mit ihren Intensitäten nach Schätzung angegeben sind. Ich habe jedem Winde die beigelegte Intensität gelassen, und diese sowohl wie seine Richtung für die verschiedenen Tage der Periode zusammengestellt, dann mit der Richtung und Intensität, welche der Wind an correspondirenden Tagen besaß, combinirt, und daraus nach der Lambert'schen Formel die mittlere Windrichtung für jeden Tag oder 28^{sten} Theil der Periode berechnet. Correspondirende Tage nenne ich solche, welche dieselbe Epoche haben, zwischen welchen also eine ganze Zahl von Perioden liegt. Anfangs liefs ich für je-

eines aus planetarischer Masse bestehenden Ringes um die Sonne gesucht, die Periode also als abhängig von der Rotationszeit dieses Ringes betrachtet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß es solcher Ringe mehrere giebt, und daß einer von ihnen bei totalen Sonnenfinsternissen am Rande des Mondes sichtbar wird. Vergleiche die Erklärung, welche Arago im *Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. 1846, gegeben hat, wo er von Wolken spricht, die sich über der Photosphäre der Sonne befinden, und im *L'Institut*, No. 36, wo der Verfasser, ganz unabhängig von mir, auf die von mir aufgestellte Hypothese verfällt.

den Monat die correspondirenden Tage gesondert, um zu erfahren, ob die Wirkung in verschiedenen Monaten gleich oder ungleich sey, z. B. in den Sommermonaten gröfser als in den Wintermonaten, da auch im Sommer die Temperaturdifferenz zwischen den wärmsten und kältesten Tagen gröfser ist als im Winter; allein ich bemerkte bald, dafs die Drehung zu gering sey, und so habe ich denn die Monate gehörig zusammengestellt. Diefs hat veranlafst, dafs ich immer nur den 2ten bis 29sten Tag eines jeden Monats beachtete, den 3ten, 30sten und 31sten aber vernachlässigte. Jede der von mir angegebenen Windesrichtungen ist also die mittlere aus 30×12 Perioden, und, da an jedem Tage drei Mal beobachtet ward, aus 1080 Windrichtungen.

Allein auch jetzt waren die Unregelmäßigkeiten noch zu groß, wie man aus der ersten Spalte der folgenden Tafel ersehen kann; um sie besser verschwinden zu machen, habe ich jedesmal vier auf einander folgende Tage componirt. Man findet also in der dritten Spalte der Tafel für den ersten Tag der Periode, welche mit dem 2. Januar 1729 correspondirt, die mittlere Windesrichtung aus allen, welche am 2., 3., 4. und 5. Januar und an den correspondirenden Tagen beobachtet worden sind; eben so in der Zeile für den zweiten Tag die, welche am 3., 4., 5. und 6. Januar und an correspondirenden Tagen beobachtet worden sind u. s. w.

Auf die nämliche Weise verfuhr ich mit den Jahren 1759 bis 1789, wozu ich die in Swanenburg angestellten Beobachtungen benutzte. Diese 31 Jahre hatte ich nicht auf die Temperatur untersucht, und ich wollte nun sehen, ob dieselbe Periode auch in directer Weise durch die Windesänderung bestätigt werden würde. Und wirklich war diefs der Fall, denn nach den Tagen, welche die wärmsten seyn sollten, drehte sich der Wind am meisten nach NW., und nach den kältesten entfernte er sich am meisten von dieser Richtung.

Diese 31 Jahre habe ich in zwei Gruppen zerfällt, und jede für sich berechnet, mit Beachtung der angegebenen

Intensitäten, welche für die letzten 15 Jahre ganz anders und geringer geschätzt worden sind als für die 16 ersten. Ueberdies habe ich die 31 Jahre noch insgesamt in der Hypothese berechnet, dafs alle Intensitäten = 1 seyen. Ich that diefs in der Absicht, um beide Methoden mit einander vergleichen zu können. Bei allen Untersuchungen der Art sind bisher immer die Intensitäten = 1 gesetzt worden, und ich mußte also beweisen, dafs auch mit Anwendung der geschätzten Intensitäten vergleichbare Resultate erhalten wurden. Offenbar sind die vor beinahe hundert Jahren gemachten Schätzungen schlecht; allein ich glaube doch, dafs sie mehr mit der Wahrheit übereinkommen, als wenn man die Kraft eines Sturmes mit der eines kaum wahrnehmbaren leisen Windes gleich anschlägt.

Für diese Jahre habe ich jeden Tag gesondert gehalten, um eine Uebersicht zu geben von den noch übrig gebliebenen großen Unregelmäßigkeiten, die aus den mannichfaltigen Störungen hervorgehen, aber doch nicht im Stande sind das Gesetz zu verdecken, welches vielmehr deutlich in die Augen springt.

Datum u. corresp. Tage.	Mit Rücksicht auf die angegebenen Intensitäten.				Die Intensität = 1 gesetzt.		Mit Rücksicht auf die Intensität.	
	1729 bis 1758		1758 bis 1774.		1758 bis 1789.		1774 bis 1789.	
	Einzelne Tage.	4 Tage comb.	Einz. Tage.	4 Tage comb.	Einz. Tage.	4 Tage comb.	Einz. Tage.	4 Tage comb.
2	118° 20'	90° 12'	44° 5'	} 53° 48'	68° 8'	} 71° 50'	77° 12'	} 83° 35'
3	87 2	93 13	59 30		54 8		68	
4	79 8	92 50	64 41	} 59°	65 10	} 71° 25'	65 42	} 72° 32'
5	80 52	85 8	42 12		62 25		71 23	
6	112 30	82 56	51 55	} 61° 11'	71 35	} 74° 31'	71 19	} 79° 58'
7	95 35	71 35	67 30		85 23		78 30	
8	80 56	63	77 16	} 61° 11'	75 50	} 74° 31'	83 44	} 79° 58'
9	48 35	69 22	59 18		76 36		75 44	
10	79 18	69 23	56 14	} 55° 56'	67 30	} 62° 41'	78 38	} 67 59'
11	74 48	72 2	60 48		62 28		64 20	
12	52 12	79 35	50 44	} 55° 56'	54 54	} 62° 41'	69 46	} 67 59'
13	72 11	79 9	52 43		70 10		73 25	
14	77 45	77 16	56 50	} 55° 56'	68 25	} 62° 41'	63° 40'	} 67 59'
15 VV. T.	85° 16'	78° 31'	59° 20'		68 25		63° 40'	

Mit Rücksicht auf die angegebenen Intensitäten.					Die Intensität = 1 gesetzt.		Mit Rücksicht auf die Intensität.	
Datum u corresp. Tage.	1729 bis 1758 Einzelne 4 Tage Tage. comb.		1758 bis 1774. Einz. 4 Tage Tage. comb.		1758 bis 1789. Einz. 4 Tage. Tage. comb.		1774 bis 1789. Einz. 4 Tage Tage. comb.	
16	80° 18'	82° 2'	66° 50'	} 62° 14'	79° 25'	} 72° 6'	79° 15'	} 72° 27'
17	74 22	85 9	72 30		76		77 12	
18	65 10	92 20	50 9		56 20		62 5	
19	90	91 32	54 40		68 55		78 44	
20	98 30	84 50	67 15	} 71° 1'	68 52	} 77° 40'	62 29	} 73° 28'
21	80	91 8	79 54		83 2		70 28	
22	99 45	91 5	65 43		82 16		89 19	
23	89 30	87 13	68 29		72 6		63 52	
24	76 42	93 30	67 40	} 71° 8'	78 40	} 83° 13'	96 55	} 89° 13' **
25	105 30	91 17	74 8		83 24		86 40	
26	99 40	94 10	77 47		87 51		85 8	
27	71 10	97 19	63 54		93 56		97 44	
28	96 55	93 28	57 40	} 53° 40'	81 36	} 71° 58'	73 45	} 83° 35'
29 K. T.	96° 15'	88° 59'	67°		76° 40'		83° 10'	
2	118 20	90 12	44 5		68 8		77 12	

[Die Grade zählen von Süd nach West herum; W. T. bedeutet: *wärmster Tag* der Periode; K. T. *kältester Tag* derselben. — Die mit * bezeichnete Windesrichtung ist die *südwestlichste*, die mit ** die *westlichste*.]

Trotz der Unregelmäßigkeiten, die sich in den obigen Zahlen finden, ist doch der regelmässige Gang des Windes nach und von NW. nicht zu verkennen. Auch sind die Unregelmäßigkeiten nicht so groß, wie sie scheinen, da die Winde von abschweifender Richtung auch nur kleine Intensitäten haben; dieß erhellt aus den mittleren Windesrichtungen von vier aufeinanderfolgenden Tagen, welche sonst nicht so viel regelmässiger seyn könnten als die Zahlen, aus denen sie genommen sind.

Ich habe die Intensitäten des Windes nicht für jeden Tag der Periode berechnet, weil eine neue dafür eingerichtete Tafel ohne Zweifel etwas Analoges mit der während des Tages stattfindenden Zu- und Abnahme zeigen würde. Die folgende Tafel, in welchen ich immer sieben Tage zusammengefaßt habe, so daß die erste Zeile jenen Theil der Periode enthält, der mit den Morgenstunden, die zweite den, der mit dem Mittage, die dritte den,

der mit dem Abende, und die vierte den, der mit der Nacht verglichen werden muſs, möge genügen. Die Südwinde ſind durch S., die Weſtwinde durch W. bezeichnet.

	1729 bis 1758.		1758 bis 1774.		1758 bis 1789.		1774 bis 1789.		1729 bis 1789.	
	S.	W.	S.	W.	S.	W.	S.	W.	S.	W.
4 bis 10	1823	15323	1996	3444	415	1257	686	2566	4505	21333
11 - 17	5495	19402	2721	4681	713	1726	1062	3341	9278	27424
18 - 24	1117	14570	2483	5312	506	1655	723	2778	4323	22660
25 - 4	1452	15871	1814	3562	245	1183	125	1707	487	21140

Die nordweſtlichſte Richtung, um zu dieſer zurückzukehren, tritt etwa 10 bis 12 Tage nach dem wärmſten Tage ein, die von ihr entfernte eben ſo viele Tage nach dem kälteſten. Es iſt allerdings ſehr ſpät, da beinahe eine halbe Periode verfließen muſs, ehe der Einfluß der vorhergehenden Tage merkbar wird. Allein man hat zu erwägen, daß die Wirkung der von dieſer Periode abhängigen Temperaturdifferenz ſich ſehr weit über den Continent ausdehnen muſs, und andererseits die Kraft, welche die Luftmaſſen zu bewegen hat, um ihnen die gekrümmte Richtung zu geben, doch nur ſehr klein iſt. Wir erhalten in den wärmſten Perioden nur 0,6 bis 0,8 Fahrenheit'sche Grade mehr als durchſchnittlich, und nicht einmal *dieſe* ſchon ſo kleine Differenzen haben die Windesrichtung zu ändern, ſondern bloß diejenige Portion von ihnen, welche mehr vom Land als vom Meer absorhirt wird.

Man ſieht leicht, daß die Kleinheit der Kraft und die Größe der Region, über welche ſie ſich erſtreckt, Momente ſind, die wohl zu erklären vermögen, warum dieſe Wirkung erſt ſo ſpät durch die Windfahne angezeigt wird. Noch ſieben Tage nach dem wärmſten Tag erhält das Land mehr Wärme als das Meer; weniger als ſieben Tage nachher kann alſo nicht füglich das Maximum der Ablenkung eintreten. Auch die Analogie mit der Wirkung der täglichen Periode, der zufolge der Wind noch Abends um 7 bis 8 Uhr ſehr nordweſtlich abweicht, und vielleicht noch nicht

das Maximum erreicht hat, widerspricht unserem Resultate nicht.

Zu Anfange dieses Aufsatzes habe ich bereits erwähnt, dafs ich auch für die drei Tageszeiten, Morgen, Mittag und Abend, die mittlere Windesrichtung aus den Beobachtungen von 1758 bis 1789 hergeleitet habe, indem die größte und weitläufigste Rechnung, welche in dem Umschreiben und gehörigen Zusammenstellen der Windesrichtungen bestand, bereits für das Mitgetheilte ausgeführt war, und ich sie nur auf eine andere Weise zu addiren brauchte, um sogleich die mittlere Windesrichtung für jene Tageszeiten berechnen zu können. Man hat blofs zu beachten, dafs auch hier der 1^{ste}, 30^{ste} und 31^{ste} eines jeden Monats ausgeschlossen sind. Man wird diefs nicht mißbilligen, noch darum weniger Vertrauen in das Resultat setzen, denn es sind hiedurch doch nur 30 Tage im Jahre aufser Rechnung geblieben, oder im Ganzen drei Jahre fortgefallen, so dafs dem Resultat immer noch das Gewicht bleibt, welches 28 Jahre verleihen.

Ich habe die mittlere Windesrichtung bestimmt, einerseits für die Monate November, December, Januar, Februar, März und April zusammen, und dann für die übrigen sechs Monate, weifs aber nicht, wie es gekommen, dafs ich das Jahr so schlecht abgetheilt habe. Die Monate März und April habe ich noch besonders berechnet, weil Hr. Prof. Wenckebach darin eine Anomalie wahrgenommen zu haben glaubt, da, nach seinen Rechnungen ¹⁾, die Windrichtung in diesen Monaten die entgegengesetzte von der ist, welche er für die übrigen Monate aufgefunden hat. Die Erklärung, die er hierüber giebt, dafs in diesen Monaten die Windrichtung in Holland nördlicher ist als der auf den Küsten winkelrechte Meereswind, und dafs darum der Wind gegen Mittag und Abend wider die Sonne, und nicht, wie in den übrigen Monaten, mit derselben sich drehen müsse, wird wohl die richtige seyn. Aus den von mir benutzten Beob-

1) A. a. O.

achtungen ergab sich die Windrichtung nicht so nördlich, und dieß mag es veranlaßt haben, daß auch von jener scheinbaren Anomalie nur sehr wenig übrig geblieben ist. Meine Resultate sind folgende:

	Morgens.	Intensi- tät.	Mittags.	Intensi- tät.	Abends.	Intensi- tät.
Nov. bis April						
1758 bis 1773	44°	3,08	50° 51'	2,93	54° 20'	2,55
1758 - 1789	39° 30'	0,82	51 38	0,78	67 5	0,69
1774 - 1789	55 3	1,54	67 39	2,17	75 52	1,30
Mai bis Oct.						
1758 bis 1773	60 56	3,83	74 50	4,72	85 35	2,82
1758 - 1789	68 36	2,15	83 57	2,11	97 15	2,05
1774 - 1789	73 13	2,14	82 47	2,60	65 25	2,05
März und April						
1758 bis 1773	88 10	0,39	95 45	0,74	126 8	0,60
1758 - 1789	111 44	0,16	111 52	0,25	131 9	0,44
1774 - 1789	104 2	0,46	99 50	0,63	127 25	0,48

Nicht nur am Abend muß der resultirende Wind, wie wir ihn durch die Lambert'sche Formel bekommen, stärker als am Mittag seyn, sondern auch am Morgen würde er es seyn, wenn nicht der Landwind bei uns der Haupt- richtung des Windes zu sehr entgegengesetzt wäre. Die Resultante ist auch nicht bloß darum größer, weil die Com- ponenten, wie wir aus der täglichen Drehung wissen, mehr aus gleicher Richtung wehen, sondern auch darum, weil jede für sich stärker ist. In Allgemeinen muß, der Land- und Seewinde wegen, der Wind am Morgen und Abend stärker seyn als am Mittage, wo jene nicht wehen; in un- sernen Gegenden aber am Mittage stärker als am Morgen, und schwächer als am Abend, weil die Hauptrichtung des Windes hier entschieden dem Landwinde entgegelläuft.

Nehmen wir an, der Wind φ (d. h. ein Wind, der, von O. durch S. nach W. gezählt, mit dem Ostwinde einen Winkel φ bilde) wehe mit der Intensität a und es breche ein Ostwind mit der Intensität b herein, so ist die Resultante $=\sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \varphi}$, und ihr Ueberschuß über den Wind $a = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \varphi} - a$ ist im Allgemei- nen positiv; die meisten Winde werden also, wie man leicht

sieht, durch den hereinbrechenden Wind verstärkt, und auch die Summe der Verstärkungen ist gröfser als die Summe der Schwächungen, denn $\int \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \varphi} d\varphi - ad\varphi$ ist eine positive Gröfse. Also müssen auch die verschiedenen Winde am Morgen und am Abend im Allgemeinen verstärkt werden, wenn nur die Winde von jeder Richtung gleich oft wehen. Diefs findet nun bei uns am Morgen nicht statt, denn die meisten Winde kommen von SO. und SW., und diese werden gerade durch den Landwind geschwächt; aber am Abend werden sie verstärkt, und die Winde müfsten also am Abend stärker gehen als am Mittag, wo sie nicht durch den Land- oder Seewind verstärkt werden können.

Nun finde ich aber, dafs in den untersuchten dreifsig Jahren die Summe der Intensitäten der Winde war:

	Morgens.	Mittags.	Abends.
In den ersten 6 Monaten	20549	21702	20598
- - zweiten 6 -	19443	20754	17318
	<u>39992</u>	<u>42456</u>	<u>37916</u>
März und April	6673	7421	6756.

Ich möchte fragen, wie dieses zu erklären sey. Dafs am Mittage mehr Wind herrscht als am Morgen oder Abend, könnte ein Beweis für den aufsteigenden Luftstrom seyn, welcher ein Zufließen der Luft von allen Seiten, also eine Verstärkung der Winde nothwendig macht (wiewohl diefs der Erklärung, welche Kämtz von der Region der Windstillen giebt, widerspricht). Aber warum weht es am Abend weniger, oder, wenn wir den Schätzungen etwas misstrauen wollen, warum nicht mehr als am Morgen?

Wahrscheinlich ist eine ähnliche, von den Bewegungen des Mondes abhängige Periode vorhanden, aber ich habe dieselbe nicht ausführlich entwickelt, da die Wirkung des Mondes noch schwächer ist als die oben behandelte, und das Copiren von Windesrichtungen eine überaus verdrießliche und langweilige Arbeit ist. Es ist auch unnöthig sie zu unternehmen, da die Sache keinen Zweifel leidet. Wenn

Jemand sie unternehmen wollte, und zwar für die siderische und synodische Umlaufszeit des Mondes, so fange er sie ja nicht mit Reihen von weniger als 50 bis 100 Jahren an.

Aus 114 Jahren, welche ich nach den beiden genannten Perioden addirt habe, ist mir klar hervorgegangen, dafs der Mond an jedem der sieben aufeinanderfolgenden Tage, von denen zwei der Epoche seiner grössten nördlichen Declination vorangehen, die anderen fünf ihr also folgen, uns $0^{\circ},26$ F. mehr Wärme zusendet, als an jedem der sieben gerade gegenüberstehenden Tage ¹⁾; und ebenso, dafs er am 12ten bis 19ten Tage seines Alters, also um Vollmond, uns $0^{\circ},2$ F. mehr Wärme sendet, als um Neumond.

Da ich zu einem entschieden entgegengesetzten Resultat gelangt bin wie Mädler, Eisenlohr, Bouvard und Kreil, mein Resultat aber besser mit der Theorie übereinstimmt, als das von diesen Gelehrten erhaltene, ich auch 114 Jahre, also mehr als doppelt so viel wie sie zusammen berechnet habe, so halte ich die Wärmewirkung des Mondes für unwiderleglich bewiesen ²⁾. In einer nächstens erscheinenden Schrift über die von der Sonne und dem Mond verursachten Temperaturveränderungen werde ich die erwähnten Arbeiten dieser Gelehrten näher beurtheilen und aus den grossen, durch anderweitige Ursachen veranlafsten Störungen zeigen, wie leicht sie aus wenigen Jahren zu einem Resultat gelangen konnten, welches nicht das wahre seyn kann. Möchte diese Verhandlung Anlaß geben, dafs Andere, besonders in nördlichen Gegenden der Erde, eine grosse Reihe von Beobachtungen hierauf untersuchten, damit kein Zweifel länger über die Wirkung des Mondes obwalten könne!

1) Diese Gröfse scheint klein zu seyn, aber es sind für jeden Tag des Mondes 3×12 Beobachtungen im Jahr, und diefs, multiplicirt mit 114 Jahren und mit $0^{\circ},26$ für jede Beobachtung, macht doch einen Unterschied von mehr als tausend Graden Fahrenheit für jeden der genannten sieben Tage, einen Unterschied, der wohl über Zufälligkeiten erhoben zu seyn scheint.

2) Auch Melloni's Untersuchungen haben sie seitdem bestätigt. S. Annalen, Bd. 68, S. 220. P.

Dafs Forbes mit einem thermo-elektrischen Paare keine Wärme vom Mond auffangen konnte, war mir schon längst als ein ungenügender Beweis von dem Mangel der Wärme im Mondslicht erschienen, und ich hatte bereits, gestützt auf die Untersuchung von Melloni, geschlossen, dafs die Wärmestrahlen des Mondes in der Atmosphäre absorbirt werden würden, und deshalb nicht zur Erdoberfläche (d. h. zum thermo-elektrischen Paare) gelangen könnten; ihre Wirkung aber eben darum in der Atmosphäre vorhanden und durch das Thermometer nachweisbar seyn müsse; allein ich gestehe, dafs ich diese Voraussetzung nicht leicht auf die Probe gestellt haben würde, wenn nicht die Untersuchungen des Prof. N. v. d. R. bereits ziemlich unzweideutig den siderischen Einflufs des Mondes dargethan hätten. Die einzige mir denkbare Ursache, warum der Mond nach Vollmond, oder auch nach der Epoche seiner grössten Declination, weniger Wärme auf die Erde herabsenden könnte als zu anderen Zeiten, schien mir die, dafs seine Strahlen vielleicht nur auf die oberen Wölkchen der Atmosphäre wirkten und dieselben auflösten, so dafs dann die Erde mehr Wärme als sonst durch Ausstrahlung verlöre; allein es schien mir doch ungereimt, dafs die secundäre Wirkung gröfser seyn sollte als die primäre.

In der theoretischen Ansicht habe ich seitdem durch Sir J. Herschel eine grofse Stütze erhalten, da er in der Versammlung der britischen Naturforscher die Wärmewirkung des Mondes vertheidigt hat ¹⁾. Was aber die aus den Beobachtungen abgeleiteten Zahlen betrifft, so wünschte ich sehr von Andersher eine Bestätigung derselben zu sehen, nicht

1) Herschel sagt (*L'Inst.*, No. 620, 22 und 23), auf dem Monde werde der Theil, welcher Mittag habe, wenigstens eine Temperatur von 100° besitzen. Es wundert ihn also, wie Forbes die Wirkung dieser Wärme nicht habe auffinden können; aber er vermuthet, die Wärme werde zur Auflösung der höchsten Wolken verwendet, wie man denn auch beobachtet zu haben meint, dafs beim Aufgehen des Vollmondes diese Wolken verschwinden. — Man wird sich übrigens erinnern, dafs auch die oben genannten Gelehrten eine gröfsere Helligkeit nach dem Vollmonde angeben.

weil ich Zweifel in die von mir mitgetheilten setze, sondern weil ich bedaure, nicht dasselbe Resultat wie Mädler, Eisenlohr und Bouvard habe finden zu können.

Bemerkenswerth ist es, daß die Wirkung des Mondes größer ist im Winter als im Sommer, also gerade umgekehrt wie bei der Sonne. Im Winter hat der Vollmond die größte nördliche Declination, im Sommer der Neumond. Im Sommer hebt also sein ungünstiger Stand die intensivere Wirkung auf; im Winter verstärken sich beide, so daß im December und Januar die Wirkung des Vollmondes wohl auf beinahe $0^{\circ},5$ F. geschätzt werden dürfte. Jemanden, der die Sache genauer untersuchen wollte, wäre demnach zu rathen, gerade die Wintermonate zu beachten. Die Wirkung des Mondes auf die Windesrichtung kann wohl nicht anders als in diesen Monaten merklich werden, aber wie gesagt, man wird wenigstens 100jährige Beobachtungen anwenden müssen, weil sonst das Resultat kein Zutrauen einflößen kann.

Utrecht, 2. März 1846.

XVIII. *Ein Feuermeteor, beobachtet zu Frankfurt a. M. von Hermann von Meyer.*

Am 17. October (1846) Abends war hier ein Meteor zu sehen, welches zu den schönsten gehört, die ich noch beobachtet habe. Nachmittags bis gegen Abend war ungewöhnlich schwüle Luft, bei etwas dunstigem Wolkenhimmel. Die Vorfeier des 18. Octobers, welche im Läuten mit allen Glocken und Abfeuern von Kanonen am jenseitigen Mainufer von 5 bis 6 Uhr besteht, war beendet, und die Zuschauerwelt ergötzte sich noch an einem Feuerwerk, womit die Artillerie das Abfeuern ausnahmsweise beschloß, als eine fremdartige Lichterscheinung allgemeines Staunen erregte. Ungefähr 20 Minuten nach 6 Uhr trat in NW.,

wie durch künstliches Leuchtfeuer veranlaßt, eine Helle ein, die von einem Feuermeteor begleitet war, das in einer Region, die nicht viel höher als der dunstige Himmel zu seyn schien, einige Secunden lang langsam und stät von NW. nach SO. in schwach bogenförmiger, fast horizontaler Richtung dahin zog. Geräuschlos, wie die Erscheinung begann, endigte sie auch. Beim Erlöschen derselben schien es mir, als wenn sie sich etwas mehr gesenkt hätte. Durch das Feuerwerk gewohnt, gegen den Himmel zu sehen, erkannte ich deutlich einen längsovalen, mehr gelblich glänzenden Kern, der etwas kleiner als der Mond war, und dessen vorderer Theil in einer konischen Hülle von mehr gasförmiger Beschaffenheit steckte, die in bläulichweißem Licht erglänzte, und von der auch die dampfige Helle ausging, welche das Meteor auf seinem Weg begleitete. Die konische Form des Vordertheils läßt sich erklären aus dem Widerstand, den die an diesem Ende mehr als Gas oder Dampf sich darstellende Materie erfuhr, als sie durch die Lüfte zog. Der dagegen scharf begränzte und sicherlich aus festerer Masse bestehende hintere Theil ragte aus dem vorderen, wie das Ei aus einem Becher, heraus. Noch mehr aber überraschte mich zu sehen, dafs dicht dahinter eine Reihe getrennter, unregelmäßig gestalteter Theilchen folgte, welche rothglühend sich darstellten, und wenn sie allmählig erloschen, immer wieder durch neue ersetzt wurden, welche aus dem hinteren Theil des Meteors hervorzugehen schienen¹⁾. Wie die vordere konische Hülle die gasförmigere, so bestanden diese rothglühenden Theilchen am hinteren Ende sicherlich aus der festeren Substanz, und ich bezweifele nicht, dafs es die Körper oder Steine waren, welche dieses Meteor erzeugte. Uebrigens machte die Erscheinung den Eindruck, als gehöre sie ganz unserer Atmosphäre an, und habe mit einem kosmischen Ursprung nichts gemein. Sie wurde auch in der Wetterau, ferner in der Gegend von Darmstadt, Mainz und Coblenz beobachtet. — Diese Feuerkugeln sind auffallend verschieden von jenen, die in schrägerer Richtung, mehr nach Art der Sternschnuppen, schnell

1) Siehe die Skizze, Fig. 5, Taf. I.

ler ihren Weg zurücklegen und sich mit klarerem, reinerem Licht darstellen, das weniger Helle verbreitet.

XIX. *Ueber die Veränderung der Stärke durch Salpeter-Schwefelsäure, über Auffindung der Baumwolle in Leinwand, und über Schiefsbaumwolle; briefliche Mittheilung von Hrn. Apotheker Kindt.*

Bremen, 9. Nov. 1846.

— Erlauben Sie mir Ihnen zuvörderst eine Beobachtung mitzutheilen, die, wie mir scheint, dazu beitragen könnte, über die Natur der Stärke noch weiteren Aufschluss zu geben. Als ich bei Gelegenheit einiger Versuche über die merkwürdige Verbindung, welche durch Einwirkung der concentrirten Salpetersäure und Schwefelsäure auf Pflanzenfaser entsteht, auch aus Stärke dieses Product herstellte und dasselbe unter dem Mikroskop betrachtete, fand ich, daß die bekannten concentrischen Ringe nicht mehr darin zu sehen waren. Ich kam auf den Einfall zu versuchen, ob sie nicht bei Benutzung von polarisirtem Licht vielleicht sichtbar würden. Diefs war nicht der Fall, wie ich aber zum Vergleich gewöhnliche Kartoffelstärke bei Anwendung desselben betrachtete, sah ich zu meinem Erstaunen auf jedem Korn ein schwarzes Kreuz erscheinen, wenn die beiden Kalkspathprismen oder Turmalinplatten in der Richtung zu einander standen, daß das Licht verschwand. Dieses Kreuz (ohne Ringe, wie sie Zucker und so manche Krystalle zeigen) hat den Kreuzungspunkt der beiden Linien, die es bilden, auf demselben Punkt, um welchen die concentrischen Kreise befindlich sind. Es erscheint als regelmäßiges Kreuz, wenn das Stärkekörnchen so liegt, daß dieser Punkt die Mitte bildet, als verzerrtes, bei anderer Lage des Kornes. Solche Stärkesorten, die aus fast run-

den Körnern bestehen, zeigen das Kreuz fast in jedem Korn regelmäfsig.

Erst seit Kurzem hatte ich mir die Vorrichtung an meinem Mikroskop gemacht, dafs ich ein Kalkspathprisma unter dem Objecttisch, das andere vor dem Ocular anbringen kann, und mich an den schönen Farbenerscheinungen, die fast jedes durchsichtige Sandkorn, jede Fischschuppe, jeder Schmetterlingsflügelstaub u. dergl. zeigt, gefreut. Sie erscheinen mit besonderer Pracht bei Benutzung eines achromatischen Oculars, das Ihr trefflicher Schiek mir zu seinem Mikroskop nachlieferte.

Auch die viel besprochene *Schiefsbaumwolle* läfst sich bei Anwendung des polarisirten Lichts unter dem Mikroskop von der rohen unterscheiden. Betrachtet man diese in trockenem Zustande, so erscheinen alle Fäden, bei dunkelstem Licht, hell, mit den schönsten Farbenspielen, während jene sehr wenig hell werden, und keine oder nur sehr schwache Farben zeigen. Auch auf chemischem Wege läfst sie sich unterscheiden, wenn man beide mit Jod in Jodkali und Wasser gelöst befeuchtet, und nach einiger Zeit verdünnte Schwefelsäure (1 und 4 Wasser) hinzufügt. Die rohe Baumwolle (*Cellulose*) wird blau, die Schiefsbaumwolle gelb. Doch bemerkt man auch bei dem besten Präparat immer einige, wenn auch nur wenige blaugewordene Fäden. Sie scheinen der Einwirkung der Säuren entgangen zu seyn.

Nächstdem bin ich so frei, Ihnen eine Notiz über die *Auffindung der Baumwolle in Leinwand* zu übersenden, die, obwohl ich sie bereits in der *Weserzeitung* vom 7. dieses veröffentlichte, nicht sobald zu ihrer Kenntnifs gelangen dürfte. Sie lautet so:

»Baumwolle in Leinen ist ein oft besprochener Gegenstand, und vielleicht stände es um die vaterländische Leinenindustrie besser, wenn man vor Jahren schon ein Mittel gekannt hätte, *Baumwollenfäden in Leinwand aufzufinden*. Es sind viele Versuche deshalb angestellt, allerlei Verfahren empfohlen, aber bis jetzt hat keins genügt. Sehr merk-

würdig fand ich es daher, als ein durchreisender Fremder vor drei Wochen mir eine Probe Leinwand zeigte, *aus deren einen Hälfte alle Baumwollenfäden weggebeizt waren*. Er hatte sie in *Hamburg* erhalten, und fragte mich, ob ich ihm ein Verfahren zur Erreichung dieses Zweckes angeben könne.“

»Da nun seitdem über diesen Gegenstand, meines Wissens, nichts bekannt geworden, derselbe aber von so allgemeinem Interesse ist, so halte ich es für Pflicht, meine darüber gemachten Erfahrungen mitzutheilen. Bei meinen Versuchen über Schiefsbaumwolle, Flachs etc. hatte ich die Bemerkung gemacht, dafs diese beiden Substanzen sich gegen die concentrirten Säuren etwas verschieden verhalten, und obgleich es lange bekannt ist, dafs concentrirte Schwefelsäure *alle* Pflanzenfaser in Gummi und durch längere Einwirkung in Zucker verwandelt, so sah ich Baumwolle doch viel schneller von der Schwefelsäure verwandelt werden als Flachs. *Concentrirte Schwefelsäure* ist mithin das Mittel, durch welches man aus mit Baumwolle gemengter Leinwand jene entfernen kann, und folgendes *Verfahren* führt zur Erreichung dieses Zweckes.«

»Das zu prüfende Gewebe muß durch wiederholtes Auswaschen mit warmem Regen- oder Flußwasser, längere Zeit fortgesetztes Kochen und nachheriges Ausspülen in genanntem Wasser von aller Appretur möglichst vollständig befreit werden, und ich bemerke ausdrücklich, dafs eine gänzliche Entfernung derselben zum Gelingen des Versuchs durchaus nothwendig ist. — Nachdem es dann gut getrocknet worden, taucht man die Probe, etwa bis zur Hälfte, in gewöhnliches englisches Vitriolöl, und hält sie, nach der Stärke des Gewebes, etwa eine halbe bis zwei Minuten darin. Man sieht die Probe, so weit sie eingetaucht worden, durchscheinend werden. Sie wird darauf in Wasser gelegt, diess löst die aus der Baumwolle erzeugte gummiartige Masse auf. Durch vorsichtiges gelindes Reiben mit den Fingern kann man diese Auflösung noch befördern. Da aber selbst durch wiederholtes Waschen in frischem

Wasser nicht leicht alle Säure weggeschafft wird, so thut man gut, die Probe einige Augenblicke in Salmiakgeist zu legen (gereinigte Pottasche oder Soda in Wasser gelöst bewirken dasselbe) und dann nochmals mit Wasser auszuwaschen. Nachdem sie durch gelindes Pressen zwischen Druckpapier von dem größten Theil der Feuchtigkeit befreit worden, trocknet man sie. War Baumwolle vorhanden, so fehlen nun die Baumwollenfäden in dem Gewebe, so weit es in die Säure getaucht worden, und durch Zählen der Fäden beider Probetheile läßt sich der Gehalt schätzen.«

»Hat man die Probe zu lange in der Schwefelsäure liegen lassen, so werden auch die Leinenfäden mürbe oder gar zerfressen. Bleib sie nicht lange genug darin, so ist nur etwas von den Baumwollenfäden abgebeizt. Man muß, wenn man dieselbe Probe brauchbar machen will, sie abwaschen, trocknen und das Eintauchen in die Säure wiederholen. Ist der zu prüfende Stoff reine Leinwand, so wird der in die Säure getauchte Theil auch durchscheinen, aber langsamer und in allen Fäden gleichmäÙig, während bei der gemischten die Baumwollenfäden schon ganz durchsichtig sind, wenn die Flachsfäden noch weiß und undurchscheinend bleiben. Die Schwefelsäure greift zwar die Flachsfäden der reinen Leinwand an, sie werden dünner und die Probe behält, so weit die Säure darauf wirkte, nach dem Trocknen auch etwas Durchscheinendes, aber man kann alle Fäden in der Probe ihrem Laufe nach erkennen.«

»Baumwollengewebe ohne Flachsfäden löst sich schnell in der Säure gänzlich auf, oder lieÙs man es nur einen Augenblick darin, so ist dasselbe doch so mürbe und gummiartig geworden, daß man Baumwollengewebe, auf die angeführte Weise behandelt, nicht leicht verkennen wird.«

Da Schwefelsäure, wenn sie auch mit der Hälfte Wasser verdünnt worden, noch Baumwolle auflöst, so ist es in der That merkwürdig, daß die Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure dies nicht thut, während in schwefelsaurem Stickoxyd sie wieder sehr leicht auflöslich ist, und

der Einfall, den ich hatte, die Salpetersäure durch Schwefelsäure ohne Destillation zu entwässern (wozu Chlorcalcium nicht anzuwenden ist, da Chlor abgeschieden wird), der so nahe lag, dafs vielleicht Viele mit mir ihn gehabt haben, erleichtert nicht nur die Bereitung der Schiefsfaser aufserordentlich, da alle meine Bekannte, gleich mir, mit Salpetersäure allein kein brauchbares Resultat erhielten ¹⁾, sondern er scheint mir auch deshalb interessant, weil eine eigenthümliche Verbindung der beiden Säuren vermuthlich vor sich geht, die noch nicht gehörig studirt ist. So wird gewifs die Theorie über die Bildung der Schiefsbaumwolle der Praxis eben so nachhinken, wie diefs bei der Schwefelsäure der Fall ist, über die wir ja noch neuerlichst wieder mit einer neuen beschenkt worden sind.

XX. Zur Geschichte der Endosmose.

(Schreiben an den Herausgeber ²⁾).

— Ich danke Ihnen für die gütige Aufnahme meiner kurzen Bemerkungen über die Priorität, betreff der Entdeckung der Endosmose, und ermangle nicht auf die Anfrage (in der Note, Heft 12, 1845) zu antworten: Warum es mir nicht gefallen habe, schon in meinem Lehrbuche der Physik zu sagen, dafs die von mir schon im Jahre 1802 angestellten Versuche blofse Wiederholungen der von Nollet waren? — Das konnte ich nicht sagen, da es gegen die

1) Ich habe seit den ersten Tagen des Octobers zur Bereitung der Schiefsbaumwolle immer ein Gemisch von einem Maafstheil einer Salpetersäure von 1,426 spec. Gew. und zwei Maafstheilen rauchendem Vitriolöl angewandt. — (Es haben jedoch Einige ein brauchbares Präparat erhalten, indem sie die Baumwolle blofs den Dämpfen der concentrirten Salpetersäure aussetzten. P.)

2) Die Verspätung des Abdrucks dieses Schreibens möge der Hr. Verf. gütigst entschuldigen; sie lag nicht in Absicht. P.

Wahrheit ist. Denn nur der doppelte Versuch mit Weingeist und Wasser, durch eine nasse Blase getrennt, gehört Nollet an. Dieser Versuch blieb 30 Jahre lang unbe- nutzt, wie todt, bis ich, 1802, meine Versuche bekannt machte ¹⁾, wodurch ich dieses Phänomen als Basis unzähliger, damals unerklärter Phänomene in die Physiologie ein- zuführen trachtete. Diese Versuche und Bemühungen ge- hören mir an. Dafs ich Nollet in meinem *Grundrifs der theoretischen Physik* nicht nannte, ist blofser Zufall, wie mehrere Andere dieser Art. So habe ich z. B. Montgol- fier als Erfinder des Luftballons nicht genannt. — Doch genug davon; ein Mehreres wäre unter meiner Würde. Ich habe in der Physik genug entdeckt, um mich nicht mit fremden Federn schmücken zu müssen. Dagegen könnte ich mehr als einen berühmten Physiker nennen, der durch Plünderung meiner Schriften sich einen grofsen Namen ge- macht hat, ja sich die Ehre eines sehr gesuchten *fauteuil académique* erobert. — Handschriftliche Beweise könnte ich davon liefern. Doch — *nomina sunt odiosa*.

St. Petersburg, den ^{26. April}_{8. Mai} 1846.

Parrot.

XXI. Ueber die Relation der Dampfdichten zu den chemischen Aequivalenten; von Hrn. A. Bineau.

(Abgekürzt aus den *Compt. rend.*, T. XXIII, p. 414.)

Den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bildeten die über die Essigsäure. Sie wurden unternommen, um zu sehen, ob diese Säure in den Dichtigkeiten ihrer Dämpfe sich analog der übrigen wasserhaltigen Säuren verhalte. Es ergab sich, dafs es nicht der Fall sey. Meine Versuche lie-

1) In meiner Abhandlung: *Ueber den Einfluss der Physik und Chemie auf die Arzneikunde etc.*, welche in der Salzburg'schen medi- cisch-chirurgischen Zeitung, d. 4. Jan. 1805, N. 4, weit über meine Erwartung günstig recensirt wurde.

ferten für die Dichtigkeit der Dämpfe die Zahl 2,9 ¹⁾. Hr. Dumas hatte 2,7 bis 2,8 gefunden. Hr. Cahours zeigte, daß die Dichtigkeit (verglichen mit der der Luft von gleicher Temperatur) von der Temperatur abhängt, daß sie bei 250° C. auf 2,08 herabkomme, nahezu entsprechend der Formel $\frac{1}{4}(C_4H_8O_4)$.

Noch auffallender zeigt sich die Verschiedenheit der Dichte des Essigsäuredampfs (gegen Luft von gleicher Temperatur) bei niederen Temperaturen.

Das Maximum der Dampfdichte der Essigsäure ist etwa 7^{mm},7 bei 15° C., 14^{mm},5 bei 22° und 23 bei 32°. Und ferner ergaben die Beobachtungen:

	Bei 20° C.				Bei 30° C.	
Spannung (Millim.)	4,0	5,6	8,5	10,0	6,0	10,7
Dichte	3,74	3,77	3,88	3,96	3,60	3,73.

Ungeachtet der in Folge der Kleinheit des Drucks ungeheuren Verdünnung des Dampfes bewahrt die Essigsäure die anomale Dichtigkeit, welche von der den hohen Temperaturen entsprechenden so sehr abweicht. So ist bei 15° bis 20° ihre Dichte ungefähr 3,7 unter einem Druck von 2,5 Millim., während sie bei 250° C., unter dem Druck einer Atmosphäre, auf etwa 2,1 zurückkommt.

Der Ameisensäuredampf hat ein Maximum bei 13° C. von 19^{mm},0, bei 15° von 20^{mm},5, bei 22° C von 33^{mm},5, und bei 32° von 53^{mm},5. Unterhalb dieser Maxima ergaben die Beobachtungen:

	Bei 15° C.			Bei 20° C.			
Spannung	2,60	7,60	15,80	2,70	8,00	16,70	24,20
Dichte	2,87	2,93	3,06	2,80	2,85	2,94	3,15.

	Bei 25° C.				Bei 30° C.			
Spannung	2,90	8,40	17,50	26,20	3,10	8,80	18,30	27,80
Dichte	2,71	2,77	2,85	2,94	2,61	2,70	2,76	2,81.

Bei wenig erhöhten Temperaturen kann die Dichte des Ameisendampfs das Doppelte von dem, was sie bei 200° ist, erreichen und selbst übersteigen. Allein dann ist die Spannung des Dampfes nicht weit von ihrem Maximum.

1) Annalen, Bd. 63, S. 597.

Die Schwefelsäure zeigt in ihrer Dampfdichte nicht minder Anomalien, wie die Essigsäure und die Ameisensäure. Diefs erhellt aus folgender Tafel:

Temperaturen.	Rohe Dichtigkeiten.		Dichtigkeit, berichtigt wegen beigemischter Luft.	Atmosphärischer Druck.	Dampfspannung berechnet.
	Zufolge Wägung.	Zufolge Neutralisation.			
332° C.	2,62	2,56	2,50	0m,752	0m,690
345	2,28	2,26	2,24	0 ,745	0 ,708
365	2,18	2,15	2,12	0 ,745	0 ,745
416	1,77	1,73	1,69	0 ,746	0 ,736
498	1,80	1,74	1,68	0 ,748	0 ,725

In der Voraussetzung, daß Wasser und wasserfreie Säure sich ohne Verdichtung vereinigen, würde der Dampf der wasserhaltigen Säure eine Dichte = 1,64 haben, und diese Zahl stimmt mit dem Resultat der Versuche, die oberhalb 400° C. angestellt sind.

XXII. Gefrieren des Wassers durch eigene Verdunstung.

Wasser läßt sich für gewöhnlich nicht ohne Hülfe von concentrirter Schwefelsäure oder anderen austrocknenden Substanzen unter der Luftpumpe zum Gefrieren bringen, weil das Gefäß, worin es sich befindet, zu viel Wärme mittheilt. Hr. Lawrence Smith zeigt nun in *Silliman's Journ. of Science, Ser. II, Vol. I, p. 265*, daß diese Gefrierung sich auch ohne dergleichen Substanzen bewerkstelligen läßt, sobald nur das Gefäß mit einer Rußschicht überzogen wird. In einem berufsten Uhrglase kann man einige Tropfen Wasser innerhalb weniger Minuten unter der Luftpumpe zum Gefrieren bringen; aber das Glas muß über einer Oellampe gut berufst worden seyn, denn wenn das Wasser auch nur in dem kleinsten Punkt das Gefäß berührt, mißlingt der Versuch. Statt des Uhrglases kann man auch einen Pfropfen nehmen, den man an einem Ende etwas

ausgehöhlt, darauf verkohlt und beruſt hat; 20 Grm. Waſſer von 73° F. gefroren darin innerhalb 4 Minuten.

Um gröſſere Mengen Waſſer zum Gefrieren zu bringen, verfuhr er ſo: Er beruſte mittelſt einer Oellampe eine Porcellanſchale und lieſs ſie erkalten; dann goſs er etwas Terpenthinöl hinein, und nachdem es ſich gehörig ausgebreitet hatte, vertrieb er den Reſt durch Erwärmung. Hierauf wiederholte er das Beruſen, und die Behandlung mit Terpenthinöl noch zwei Mal, und in die alſo zubereitete Schale goſs er nun zwei Unzen Waſſer. Unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, brauchte nur eine Minute lang evacuirt zu werden, damit das Waſſer nach 6 Minuten an der Oberfläche gefroren war. Dem Gefrieren ging ein heftiges Sieden der Flüſſigkeit voraus.

XXIII. *Berichtigungen und Zuſätze zum Aufſatz von L. Frapolli.*

(Im Band LXIX.)

S. 482, Z. 3 v. u., *ſtatt*: ſo ſieht man, daſs die meiſten derſelben, beſonders unter den älteren Bildungen, einer ſolchen Runzelung unterworfen worden ſind etc., *lies*: »ſo ſieht man, daſs die meiſten derſelben, beſonders unter den älteren Bildungen, die aller erſten zertrümmerten und durch normalen Metamorphismus theilweiſe geſchmolzenen Sedimente und die jüngſten allein ausgenommen, einer ſolchen Runzelung unterworfen worden ſind.

Hierauf iſt folgende Note einzuschalten: »Die erſte ſehr dünne Sedimentarſchale der Erde muſſte vielfach und unregelmäſſig zerspaltet und zertrümmert werden, und was noch von ihr vorhanden ſeyn mag, kann ſich nur im Zuſtande des vollkommenſten Metamorphismus befinden und theilweiſe ſelbſt in Granit verwandelt ſeyn. Die viel gröſſere Mächtigkeit der Erdrinde und der Mangel an Beweglichkeit der Molecüle des jetzigen inneren Kerns, welcher

wahrscheinlich der Wärme ungeachtet, und des in jenen Untiefen herrschenden Druckes wegen, im festen Zustand dasteht, haben die Runzelung der neusten Bildungen nicht zugelassen.«

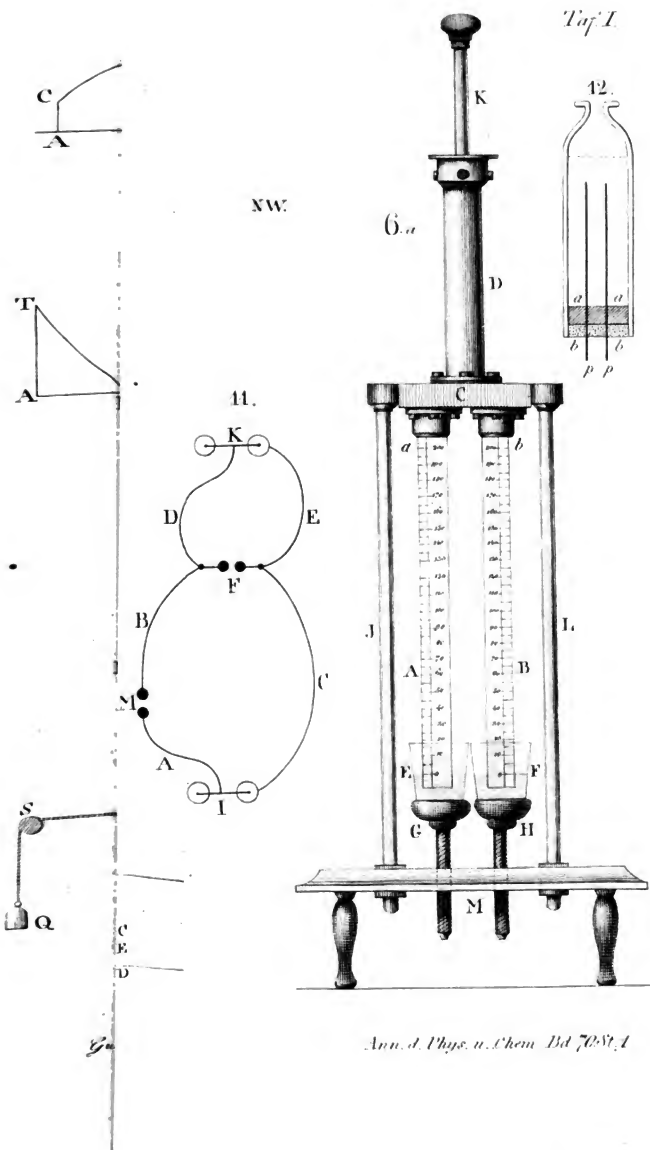
S. 498, Z. 3 v. u., *statt*: Die Hydratation des Gypses wäre später, und zwar von der Oberfläche aus durch die Wirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit geschehen, — *lies*: »Die Hydratation des Gypses wäre von der Oberfläche aus durch u. s. w.«

S. 499, Z. 17. Statt des Satzes: »Dem Umstand, daß die Entwicklung von schwefliger Säure aus den heutigen Vulkanen nicht mit Sicherheit nachzuweisen ist, u. s. w.« — ist die Note einzuschalten:

»Durch später eingezogene zuverlässige Nachrichten ist zur Kenntniß des Verf. gelangt, daß Hr. v. Waltershausen, welcher die genauesten und großartigsten Untersuchungen, die je auf einem Punkt gemacht worden sind, am Aetna anstellte, das Ausdunsten schwefliger Säure an verschiedenen Stellen des dortigen vulkanischen Bodens vollkommen nachgewiesen hat.«

S. 501 fehlt nach Z. 21 folgende Note: »Durch Entwicklung von bloßen Schwefeldämpfen, von Schwefelwasserstoffgas und von irgend einer anderen schwefelhaltigen Substanz aus dem Innern der Erde kann man auch, obwohl vielleicht nicht mit demselben Grad von Wahrscheinlichkeit, die metamorphische Bildung der Gypse erklären. Der Verf. hat seine Ansicht von der Art und Weise, nach welcher die Umwandlung hat stattfinden können, bloß als eine mehr oder minder wahrscheinliche Erklärung gegeben, welche zur Verdeutlichung der wirklich beobachteten Thatsachen dienen soll; er bittet, dieser seiner Ansicht nur einen solchen Werth beilegen zu wollen.«

Stockholm, 30. Nov. 1846.



Ann. d. Phys. u. Chem. Bd 70. St. 1

I. Ueber die galvanische Wasserzersetzung und
einige verwandte Gegenstände;
von J. C. Poggendorff.

(Gelesen in der K. Academie am 19. Nov. d. J. — Aus den Monatsberichten. November 1846.)

Wie bekannt zeigen nur wenige galvanische Combinationen eine solche Kräftigkeit, das eine einfache Kette von ihnen im Stande wäre, ein mit Säure gemischtes Wasser zwischen den Platinplatten eines Voltameters sichtbar und erheblich zu zersetzen. Unter den gebräuchlichen Combinationen ist es nur die Grove'sche oder die ihr ähnliche Bunsen'sche (aus Zink in Schwefelsäure, und Platin oder Kohle in Salpetersäure bestehend), welche das vermag, und auch diese nur in geringem Grade, wenn man sie, wie gewöhnlich, mit keiner concentrirteren Salpetersäure als von 40 Proc. Baumé oder 1,34 spec. Gew. construiert.

Es ist ferner bekannt, das eine einfache Kette, welche das Wasser nicht zwischen Platinplatten zu zersetzen vermag, diese Fähigkeit auch nicht durch Vergrößerung ihrer Platten oder sonstige Verringerung ihres Widerstands erlangt; während eine Batterie aus nur zwei solchen Ketten, selbst von geringen Quer-Dimensionen, meistens schon eine recht kräftige Wasserzersetzung im Voltameter bewirkt.

Der Grund dieser noch vor wenigen Jahren so paradox aussehenden Erscheinung ist gegenwärtig klar. Er liegt in der Polarisation oder elektromotorischen Gegenkraft, welche die Platinplatten des Voltameters durch die an ihnen ausgeschiedenen Gase des Wassers erlangen; eine Gegenkraft, welche eine solche Größe besitzt, das sie die elektromotorische Kraft der meisten galvanischen Ketten wenn auch nicht ganz, doch beinahe aufhebt.

Die nach dem Ohm'schen Princip gebildete Formel für die Stromstärke

$$\frac{k - p}{r + w}$$

(wo k und p die einander widerstrebenden Kräfte der Kette und des polarisirten Voltameters, r und w ihre Widerstände bezeichnen) drückt allgemein die Bedingungen aus, unter welchen eine Wasserzersetzung stattfinden kann.

Dieselbe einfache Formel würde auch, bei bekannten Werthen von k , r und w , ohne weiteres dazu dienen können, für jeden speciellen Fall den Betrag der Wasserzersetzung im Voraus zu berechnen, wenn p oder die Polarisation der Platinplatten eine constante Kraft wäre. Sie ist es aber nicht, ist vielmehr veränderlich, — abhängig von der Menge der in bestimmter Zeit an den Platten entwickelten Gase, also von der Stromstärke, und zwar nicht von der Gesamtstärke des Stroms, sondern von der Stärke desselben an den einzelnen Punkten der Platten oder von seiner wahren Intensität. Von dieser Intensität hängt die Polarisation in solcher Weise ab, daß sie anfangs rasch mit derselben steigt, darauf immer langsamer und langsamer, um sich asymptotisch einer Gränze zu nähern, über welche hinaus eine fernere Erhöhung der Intensität keine oder nur eine sehr unmerkliche Vergrößerung der Polarisation bewirkt.

Die Relation, welche sonach die Intensität mit der Polarisation verknüpft, ist abhängig von der Natur der Flüssigkeit, von ihrer Concentration und Temperatur, so wie von anderen Umständen, namentlich von sehr eigensinnigen und zur Zeit noch nicht gehörig ermittelten Zuständen der Oberfläche des Platins; weshalb es denn auch bis jetzt nicht möglich gewesen ist, sie in Allgemeinheit aufzustellen.

Gleiches gilt von dem Maximo der Polarisation, über dessen Werth die Angaben der Physiker nicht unbeträchtlich von einander abweichen, obgleich sie alle darin übereinkommen, ihm eine bedeutende Gröfse beizulegen. Ich habe bei vielfältigen Messungen dies Maximum für Platin-

platten in verdünnter Schwefelsäure (rund gerechnet) meistens etwa gleich dem 42 fachen meiner Krafterinheit gefunden (nicht selten beträchtlich darunter), und dieß stimmt mit Wheatstone, nach welchem dasselbe $2\frac{1}{3}$ Mal so groß als die Kraft einer Daniell'schen Kette ist, da die Kraft der letzteren Kette, in meiner Einheit ausgedrückt, in runder Zahl 18 beträgt. Andere Physiker haben es größer beobachtet ¹⁾, in einigen Fällen weit über das Dreifache der eben genannten Kraft hinausgehend. Indefs, wenn man für das Maximum der Polarisation auch nur den von mir und Wheatstone gefundenen Werth einräumt, so ist dasselbe doch bedeutend größer als die Kraft aller gebräuchlichen galvanischen Combinationen, denn die stärkste von ihnen, die Grove'sche oder Bunsen'sche, hat (mit Salpetersäure von der vorhin genannten Concentration gebildet) keine größere Kraft als 32 meiner Einheit ²⁾.

Wenn nun unter allen Umständen die Polarisation der Platinplatten eine Kraft von so hoher Größe wäre, so würde offenbar keine der gebräuchlichen galvanischen Combinationen, als *einfache* Kette angewandt, eine Wasserzersetzung zwischen solchen Platten hervorbringen können, Dieser Proceß bliebe beschränkt auf die in der Praxis nicht üblichen Ketten, welche entweder das Hyperoxyd eines negativen Metalls zur Kathode, oder Kaliumamalgam zur Anode haben, oder auch mit Zink in Kalilauge construirt sind, — Ketten, deren Kraft, wie bei mehren ähnlichen, über welche ich meine Messungen in einiger Zeit der K. Academie

1) Daniell, Ann., Bd. 60, S. 387. — Lenz, Ann., Bd. 59, S. 231.

2) Als Einheit der elektromotorischen Kräfte betrachte ich diejenige Kraft, welche bei einem Widerstande, der gleich ist dem eines Par. Zoll des in meiner früheren Abhandlung näher bezeichneten Neusilberdrahts, einen Strom hervorzubringen vermag, der 14,222 C. C. Knallgas (reducirt auf 0^m,760 Barometerstand, 0° Temperatur und völlige Trockenheit) in einer Minute aus dem Wasser entwickelt. — Hiernach würde also das Maximum der Polarisation einer Stromstärke von $42 \times 14,222$, d. h. von 597,324 C. C. Knallgas in der Minute entsprechen, während die Kraft der Grove'schen Kette, bei gewöhnlicher Construction, nur eine Stromstärke von 455,104 C. C. desselben Gases erzeugen kann.

vorzulegen gedenke, zum Theil noch beträchtlich über 42 hinausgeht ¹⁾).

Allein die Polarisation besitzt, wie gesagt, keine constante Kraft; sie accomodirt sich nach der Stärke des sie hervorrufenden Stroms; und daher kann schon eine Kette, deren Kraft nur bis 30 oder 31 geht, bei gehörig vermindertem Widerstand, eine sichtbare Wasserzersetzung bewirken, d. h. die Platinplatten befähigen, einen Theil der an ihnen ausgeschiedenen und sie in unsichtbarer Schicht bekleidenden Gase in Bläschenform zu entlassen. Das Entweichen dieser Bläschen, welche übrigens nichts zur Polarisation beitragen, sie im Gegentheil durch die von ihnen hervorgebrachte Bewegung der Flüssigkeit stören, beginnt schon bei einer verhältnißmäßig sehr geringen Stromstärke, die sich schwerlich mit Genauigkeit festsetzen läßt, und

- 1) Aehnliches gilt von der Wasserzersetzung innerhalb der einfachen Kette selbst. Eine Kette aus *amalgamirtem Zink* und *Platin* in verdünnter Schwefelsäure wird in jedem Falle Wasserstoffgas an ihrer negativen Platte entwickeln können, weil ihre ursprüngliche (noch nicht durch die Polarisation geschwächte) Kraft, obschon sie nach dem Oberflächenzustand des Platins von 30 bis 25 schwanken kann, doch immer beträchtlich größer bleibt als das Polarisationsmaximum einer mit Wasserstoff bekleideten Platinplatte, d. h. größer als die Hälfte des Polarisationsmaximums eines Platinpaars, oder als 21. Allein eine Kette aus *Eisen* und *Platin*, deren ursprüngliche Kraft um etwa 10 Einheiten geringer ist als die der eben genannten, würde nur unter besonders günstigen Umständen eine sichtbare Wasserstoffentwicklung in ihrem Innern zeigen können; und doch unterläßt sie es nie. In noch schwächeren Ketten, z. B. in einer von *Kupfer* und *Platin*, deren ursprüngliche Kraft nicht viel über 11 hinausgeht, kann dagegen in keinem Falle eine sichtbare Wasserstoffgas-Entwicklung stattfinden.

Eine vielleicht noch nicht ausgesprochene Bemerkung, welche sich hieran knüpft, ist die, daß wenn eine (polarisirbare) einfache Kette in ihrem Innern das Wasser nicht sichtbar zu zersetzen vermag, wie eben die Kupfer-Platin-Kette, auch keine aus solchen Ketten gebildete Batterie diese Zersetzung in einem Voltameter zu bewirken im Stande seyn wird, wie viele Ketten man auch an einander reihen möge, und gleichviel, ob die Platten des Voltameters (sobald sie nur nicht kleiner als die der Batterie sind) aus Platin oder Kupfer u. s. w. bestehen. Dieser Satz, (der auch umgekehrt seine Richtigkeit behält, ist eine Folge davon, daß die Stromstärke einer Batterie niemals größer seyn kann als die einer ihrer einfachen Ketten.

auch wohl keinen festen Werth besitzt, vielmehr von der Gestalt und Gröfse der Platten des Voltameters abhängt. Bei einer gewissen Stromstärke kann man diese Platten Minuten lang beobachten, ohne dafs sich mit aller Aufmerksamkeit auch nur die geringste Spur von Wasserzersetzung wahrnehmen läfst, bis dann plötzlich an einem Rande oder an einer Ecke ein fast mikroskopisches Kuöpfchen entsteht, welches sich langsam vergröfsert, dann ablöst und nun als feines Bläschen in die Höhe steigt. Die sichtbare Wasserzersetzung hebt also bei keiner genau bestimmbar Gränze an; aber dieser erste Anfang ist es auch nicht, welcher hier, wie in der Regel, gemeint wird, wenn von diesem Procefs die Rede ist. Man versteht darunter vielmehr eine schon merkliche Gröfse desselben, und um diese Gröfse etwas näher zu bestimmen, will ich sie auf ein Quantum von 2 bis 3 Hunderteln eines Kubikcentimeters Knallgas in der Minute festsetzen. Eine solche sichtbare Wasserzersetzung ist es, welche eine einfache Grove'sche Kette von der gewöhnlichen Construction zwischen Platinplatten im Voltameter hervorzubringen vermag ¹⁾.

- 1) Um zu erfahren, welcher Grad von Stromschwäche noch eine sichtbare Wasserzersetzung hervorbringen würde, schaltete ich einst in den Kreis einer einfachen Grove'schen Kette, deren Kraft ich, da sie mit schon mehrmals gebrauchter Salpetersäure construiert worden, auf 30 meiner Einheit schätze, folgende Gegenstände ein: 1) Ein Voltameter; 2) einen Silberfällungsapparat, bestehend aus zwei kleinen Platinplatten, die in einer gesättigten Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hingen; 3) ein Galvanometer, und 4) eine Drahtmasse, deren Widerstand nach approximativer Bestimmung gleich war acht Tausend Fuß oder 96 Tausend Zoll meines neusilbernen Mefsdrahts. Die Stromstärke betrug demnach höchstens etwa $\frac{30}{56000} = \frac{1}{32000}$ meiner Einheit, was in meiner Sinusbussole einer Ablenkung von 6",5 und im Voltameter 0,000444 Kub. Centm. Knallgas in der Minute entsprechen würde. Bei diesem schwachen Strom konnte ich, obwohl ich ihn 4 bis 5 Stunden wirken liefs, nicht die mindeste Spur von sichtbarer Wasserzersetzung im Voltameter wahrnehmen; aber im Silberfällungsapparat liefsen sich unzweideutige Anzeigen des chemischen Processes erkennen. Auf beiden Seiten der negativen Platinplatte hatten sich einzelne, ganz zerstreute Kryställchen von Silber abgelagert, in Summe wohl ein Paar Dutzend. Die Silberfällung ist daher weit empfindlicher in ihren Angaben als die Wasserzersetzung. Beim

Diese Bemerkungen glaubte ich vorausschicken zu müssen, um einige Beobachtungen zu erläutern, die ich vor mehren Wochen bei fortgesetzter Untersuchung der Grove'schen Gasbatterie zu machen Gelegenheit hatte, und mir Interesse genug zu haben scheinen, um sie von meinen anderweitigen Arbeiten über die elektromotorischen Kräfte getrennt veröffentlichen zu dürfen.

Was ich vorhin vom Platin gesagt habe, gilt vom Platin mit *blanker metallischer* Oberfläche, in welcher Gestalt es übrigens noch eine Menge Verschiedenheiten darbietet, die zur Zeit zu den obskuren Facultäten gerechnet werden müssen. In dieser Gestalt wird es aber nicht in der Grove'schen Gasbatterie benutzt. Es wird daselbst *platinirt* angewandt, d. h. überzogen mit dem schwarzen, äußerst fein vertheilten Platinpulver, welches man aus einer verdünnten Lösung von Platinchlorid elektrolytisch darauf niederschlagen kann. Zwei solche Platten, von denen die obere Hälfte der einen von Sauerstoffgas, die der anderen von Wasserstoffgas umgeben ist, während die unteren Hälften beider in verdünnte Schwefelsäure hinabreichen, bilden das Element der von Hrn. Grove erfundenen Gasbatterie, die übrigens, wie ich schon früher bemerkt habe, was den Ursprung ihrer Kraft betrifft, von der secundären oder Ladungssäule im Wesentlichen nicht verschieden ist ¹⁾.

Die zu dieser Säule erforderlichen Gase pflegt man entweder auf rein chemischem Wege darzustellen, oder in einem dazu eingerichteten Voltameter abgesondert elektrolytisch zu entwickeln, und dann mit den erwähnten Platinplatten in Berührung zu setzen.

Zu einem gewissen Zweck, welcher nur eine geringe Gasmenge erforderte, wollte ich noch kürzer verfahren, näm-

lich Anblick der so vereinzelt abgelagerten Silberkryställchen muß sich übrigens nothwendig die Frage aufdrängen, welcher Vorgang an den der Oberfläche nach so sehr überwiegenden Theilen der Platinplatte stattfinden mochte, welche ihren Glanz behielten und keine Ablagerung zeigten. Ging dort der Strom gar nicht durch, oder ging er auf dem Wege der bloßen Leitung durch?

1) Annalen, Bd. 61, S. 599.

lich die Gase unmittelbar an den Platten selbst entwickeln. Ich verband daher diese Platten als Elektroden mit einer einfachen Grove'schen Kette, hoffend im Laufe einer Stunde wenigstens so viel Gas zu erhalten, als ich gerade gebrauchte. Wie groß war aber mein Erstaunen, als ich statt der schwachen Wasserzersetzung, die ich erwartet hatte, eine verhältnißmäßig recht starke erhielt, so daß ich schon nach wenig Minuten meinen Zweck erfüllt sah.

Dieses interessante Ergebniss forderte natürlich zu weiteren Versuchen auf. Ich construirte mir demnach mit platinirten Platinplatten ein Voltameter, um die Wirkung desselben zu vergleichen mit der meines gewöhnlichen Voltameters, welches blanken Platten besitzt ¹⁾.

Gleich der erste Versuch ergab ein außerordentliches Uebergewicht zu Gunsten der platinirten Platten. Dieselbe Grove'sche Kette nämlich, die mittelst des *blanken* Volta-

1) Da man zuweilen in den Fall kommen kann, sich ein solches Instrument zu temporären Zwecken construiren zu müssen, so dürfte die Angabe des Verfahrens, welches mir gute Dienste leistete, wohl nicht unwillkommen seyn. Ich nehme eine gut cylindrische oder wenigstens sich nach oben nicht erweiternde Glasglocke, oder eine am Boden abgeschnittene Glasflasche (Taf I, Fig. 12), wähle einen sie unten verschließenden Kork (*aa*), überziehe diesen auf seiner kleineren Grundfläche mit Siegelack, zerschneide ihn darauf in drei Segmente von zweckmäßiger Größe, lege zwischen diese Segmente die Platinplatten *pp*, und schiebe ihn nun, mit sammt den Platten, in die Glasglocke hinein, und zwar so tief, daß der Rand um einige Linien über den Kork hervorragt. Die Schale, die somit von dem hervorragenden Glockenrand und der Außenfläche des Pfropfens gebildet wird, gieße ich nun, nach Umkehrung der Glocke und gelinder Erwärmung derselben über einer Weingeistflamme, mit geschmolzenem Harzkitt *bb* aus, bestehend aus 4 Th. Harz und 1 Th. Wachs, dem ich noch, um seine Leichtflüssigkeit und Zähigkeit zu erhöhen, etwas Bernsteinfirnis zusetze. Nach dem Erkalten hat man einen Verschluss, welcher einer schwachen Säure (wie z. B. einem Gemisch von 1 Th. concentrirter Schwefelsäure und 9 Th. Wasser) wochenlang widersteht, ohne daß der Kork sonderlich erweicht oder Flüssigkeit durchsickert. An die aus dem Kitt hervorragenden Enden der Platinplatten werden beim Gebrauch natürlich Klemmen angesetzt. — Bei einem Voltameter, das zu längeren Gebrauche dienen soll, ist es jedoch räthlich, Kork und Kitt, so wie auch jede Löthung zu vermeiden, und nur Glas und Platin anzuwenden.

meters in 30 Minuten nur 0,892 C. C. Knallgas (reducirt auf 0^m,750, auf 0° und volle Trockenheit) gegeben hatte, lieferte, verbunden mit dem *platinirten* Instrument, in einer gleichen Zeit 77,68 C. C. des Gases (eben so reducirt), also fast 87 Mal so viel als im ersten Fall. Diefs Resultat mußte um so mehr überraschen, als die platinirten Platten zwar nahe denselben Abstand von einander hatten, und in Schwefelsäure von gleichem Grade der Verdünnung standen wie die blanken Platten, ihre Gröfse aber kaum die Hälfte der letzteren erreichte.

Natürlich war diefs Resultat nur die Folge einer gröfseren Stärke, welche der Strom mit den platinirten Platten besafs. Als die beiden Voltmeter zugleich und hinter einander mit einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten verbunden wurden, die Stromstärke in beiden also gleich seyn mußte, gab auch jedes von ihnen gleich viel Gas, nämlich 17,94 C. C. Knallgas (wie vorhin reducirt) in 30 Minuten, also das platinirte Instrument *weniger*, und das blanke *mehr*, wie im Fall, da es für sich mit *einer* Grove'schen Kette verknüpft war.

Um die Sache näher zu untersuchen, schritt ich nun dazu, die Polarisation der Platten beider Voltmeter quantitativ zu bestimmen. Ich verband die beiden Instrumente successive mit einer frisch geladenen Batterie aus zwei Grove'schen Ketten, in deren Kreis zugleich die Sinusbusssole mit ihrem Rheochord (Widerstandsmesser) eingeschaltet war; und nachdem die Stromstärke keine Abnahme mehr zeigte, die Polarisation also ihr Maximum erreicht hatte, maafs ich den Betrag jener Stärke bei verschiedenen Längen des Meßdrahtes. Eben so verfuhr ich mit der Batterie allein. Daraus ergeben sich dann auf bekannte Weise, mittelst der Ohm'schen Formel, die elektromotorischen Kräfte und die wesentlichen Widerstände der beiden Systeme und der Batterie; und wenn man die für die Batterie gefundenen Elemente von denen für die Systeme erhaltenen abzieht, bekommt man die gesuchten Elemente für die Voltmeter. Ich muß indess bemerken, dafs ich bei den aus Voltame-

ter und Batterie gebildeten Systemen nur die beiden zuerst gemessenen, größten Stromstärken auf diese Weise berechnet habe, indem es nur bei diesen erlaubt ist, die Polarisation als eine constante Kraft zu betrachten ¹⁾. Man erhält dadurch den wesentlichen Widerstand des Systems und einen ersten Werth seiner elektromotorischen Kraft, aus welchen beiden Elementen sich dann die übrigen, den kleineren Stromstärken entsprechenden Kräfte ergeben, wenn man diese Stromstärken respective multiplicirt mit den zugehörigen gesammten Widerständen.

Die umstehend folgende Tafel giebt eine Uebersicht der angestellten Messungen und ihrer Resultate:

- 1) Durch anderweitige Messungen, die ich, nebst den daraus zu ziehenden Schlüssen künftig zu veröffentlichen gedenke, habe ich mich überzeugt, dafs man, für die Polarisation und für den Widerstand zwischen den Platten, in der Flüssigkeit, nach dem Ohm'schen Verfahren, wenn nur der Strom die gehörige Stärke dabei behält, dieselben Werthe bekommt, wie nach der Methode von Wheatstone und Lenz, bei welcher die Stromstärke constant gehalten und der Abstand der Platten verändert wird. Auch habe ich gefunden, dafs die letztere Methode für den genannten Widerstand eine gleiche Gröfse ergibt, die Platten mögen aus Platin oder aus einem leicht oxydirbaren Metall, z. B. Zink, bestehen.

wie in der angewandten Batterie, mit Schwefelsäure von 1,105 und Salpetersäure von 1,34 spec. Gew. construiert wird.

2) Dafs die Polarisation bei den *platinirten* Platten weniger mit den Aenderungen der Stromstärke variirt als bei den *blanken*.

3) Dafs sie auch bei den *ersten* Platten schneller zu ihrem Maximum gelangt, als es in der Regel bei den letzteren der Fall ist, wenigstens wenn sie nicht einen hohen Grad von Reinheit besitzen.

Die Ergebnisse dieser Messungen genügen in so weit, als sie zeigen, dafs unter gleichen Umständen die platinirten Platten eine bedeutend schwächere und beständigere Polarisation annehmen als die blanken. Allein zur Erklärung der bei der einfachen Kette beobachteten Erscheinung reichen sie noch nicht aus. Denn die 77,68 C.C. Gas, welche, wie S. 184 erwähnt, in 30 Minuten mit einer Grove'schen Kette erhalten wurden, entsprechen an der Sinusbussole einer Ablenkung von nahe $10^{\circ} 30'$, und die vorstehende Tafel zeigt, dafs die bei dieser Stromstärke gefundene Polarisation der platinirten Platten noch merklich gröfser ist als in der Regel die elektromotorische Kraft einer solchen Kette, welche also hienach gar nicht im Stande seyn würde eine Wasserzersetzung zu bewirken.

Dieser Widerspruch hat meiner Meinung nach darin seinen Grund, dafs die obigen Messungen etwas zu rasch hinter einander vorgenommen wurden. Wenn man nämlich von einer Stromstärke zu einer andern übergeht, so gebraucht die Polarisation einige Zeit, um sich der neuen Stromstärke anzupassen, und diese Zeit ist um so gröfser, je kleiner die Stromesunterschiede sind. Ich befolgte freilich nach jedesmaliger Vergrößerung des aufserwesentlichen Widerstands die Vorsicht, nicht eher eine Ablesung zu machen als bis die Nadel einen festen Stand erlangt hatte; allein es scheint doch als habe sich die Polarisation bei den kleineren Stromstärken noch nicht ganz ausgeglichen gehabt; und wenn dem so war, mußte sie für diese Stromstärken zu groß gefunden werden.

Um hierüber in's Reine zu kommen, schaltete ich in ein ähnliches System wie vorhin (bestehend aus zwei Grove'schen Ketten, dem platinirten Voltameter, der Sinusbussole und dem Rheochord) sogleich einen grossen Widerstand ein, so dass der Strom von vornherein nur schwach war; maass blofs bei diesem einen Widerstand die Stromstärke, und bestimmte darauf die Elemente der Batterie. So erhielt ich:

Zeit.	System		Zeit.	Batterie	
	aufserwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.		aufserwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.
10 ^b 19'	System geschlossen		11 ^b 6'	Batterie geschlossen	
— 29	187,03	$\sin 9^\circ 3'$	— 11	97,03	$\sin 36^\circ 42'$
— 34	dito	- 8 59	— 16	67,03	- 57 48
— 39	dito	- 8 55			
— 44	dito	- 8 53			
— 49	dito	- 8 51			
— 54	dito	- 8 50			
	Mittel $\sin 8^\circ 55'$			$k=61,04$	$r=5,10$

Am Tage zuvor hatte ich bei einem ähnlichen System, welches dasselbe Voltameter einschlofs, folgende Messungen gemacht:

Zeit.	Aufserwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.	Wesentlicher Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.
	l	i			
10 ^b 14'	System geschlossen		$r+w$	$k-p$	p
11 17	19,03	$\sin 85^\circ 9'$	} 9,64	28,58	33,39
20	23,03	- 60 59			

Batterie für sich.

11 ^b 29'	Batterie geschlossen	r	k
34	77,03	$\sin 47^\circ 32'$	} 6,98
40	57,03	- 75 30	

Aus der letzten Reihe ergibt sich der Widerstand des Voltameters oder $w=9,64-6,98=2,66$. Wenn man diesen Werth für die erste Reihe benutzt, so hat man:

$$w+r+l=2,66+5,10+187,03=194,79$$

$$194,79 \sin 8^{\circ} 55' = k-p=30,20$$

und:

$$p=k-30,20=61,04-30,20=30,84.$$

Dieser Werth von p , obwohl noch etwas gröfser als die Hälfte des k der angewandten Batterie bleibt doch unterhalb der elektromotorischen Kraft, die eine einfache Grove'sche Kette von guter Construction besitzen kann ¹⁾, und darnach begreift sich also, wie diese im Stande ist, Wasser im Voltmeter zu zersetzen.

Eine Bestätigung dafür, dafs die Polarisation der platinirten Platten bei geringeren Stromstärken in der That keinen höheren Werth als den angegebenen besitzt, giebt mir ferner ein Versuch, den ich zur Zeit der ersten Reihe von Messungen, S. 186, mit einer einfachen Grove'schen Kette anstellte. Diese Kette, mit dem platinirten Voltmeter und einem aufserwesentlichen Widerstand $l=13,03$ verbunden, lieferte nämlich eine Stromstärke $i=\sin 2^{\circ} 31'$. Für die Kette allein war $k=31,47$ und $r=4,14$. Die Reihe S. 186 giebt $w=2,12$; also war $i(r+w+l)=k-p=0,85$ und

$$p=k-0,85=31,47-0,85=30,62,$$

was sehr nahe mit dem zuvor gefundenen Werth übereinstimmt.

Nach allem diesem glaube ich darf an dem Resultat der Messungen nicht gezweifelt werden, so dafs es überflüssig ist, noch etwas zur Erläuterung hinzuzufügen. Es lassen sich auch andere Erscheinungen mit Gewifsheit voraussehen. So wird namentlich das Verhältnifs der in gleicher Zeit von dem platinirten und dem blanken Voltmeter gelieferten Gasmengen, um so stärker zu Gunsten des ersteren Instruments ausfallen, je kleiner innerhalb gewisser Gränzen die Kraft k der polarisirenden Kette ist; denn je kleiner k ist, desto kleiner ist auch $k-p$, und desto mehr Einflufs auf

1) Beim vorletzten Versuch war in die Schwefelsäure, welche das amalgamirte Zink der Batterie aufnahm, zufällig ein gewisser Antheil Salpetersäure gerathen. Diefs schadet zwar der Constanz des Stromes nicht, schwächt aber die elektromotorische Kraft, die bei einer guten Grove'schen Kette stets 31 bis 32 beträgt.

diese letztere Größe hat eine kleine Aenderung von p , so gut wie von k . Daher wird dies Verhältniß bei einer einfachen Kette mehr zu Gunsten des platinirten Instruments ausschlagen, als bei einer Batterie; auch wird das Uebergewicht dieses Instruments bei der Batterie erst nach einiger Zeit hervortreten, da die blanken Platten, wenn sie nicht etwa besonders gereinigt worden sind, nur sehr langsam zu ihrem Polarisationsmaximum gelangen. Von der Richtigkeit dieser Folgerungen habe ich mich durch Erfahrung überzeugt.

Uebrigens will ich nicht behaupten, daß man bei Wiederholung der obigen Messungen genau die angegebenen Zahlenwerthe wieder finden werde.

Denn für's Erste scheinen die platinirten Platten mit der Zeit eine kleine Aenderung zu erleiden. Der zuletzt angegebene Werth von $p = 33,39$, welcher etwas größer ist als der durch die ersten Messungen gefundene $= 32,98$, wurde zwei Monate nach diesem erhalten, nachdem das Voltmeter zu mannichfachen Wasserzersetzen gedient hatte, und seine Platten, weil ich zuweilen die Flüssigkeit ausgoß, mehrmals mit der Luft in Berührung gekommen waren. Auch gab mir dies Instrument in der letzten Zeit nie ganz die Gasmenge, welche es anfänglich mit der einfachen Kette gegeben hatte.

Für's Andere aber habe ich gefunden, und weiterhin wird man die Belege dafür finden, daß unter den platinirten Platinplatten beträchtliche Verschiedenheiten vorkommen, daß es z. B. einige unter ihnen giebt, die, obwohl anderen im Ansehen völlig gleich, dennoch einen bedeutend höheren Grad von Polarisation annehmen, sey es, daß sie nicht lang genug dem Platinirungsproceß ausgesetzt wurden, oder daß sich dem lockeren schwarzen Platinpulver, mit welchem sie sich dabei überziehen, ein compacteres graues beigemischt hatte, was leicht geschieht, wenn die Platinlösung nicht hinreichend verdünnt, oder der Strom nicht stark genug war.

So weit wäre denn die anfangs beobachtete Thatsache mit Bestimmtheit auf ihre nächste Ursache zurückgeführt; allein sie ist damit noch nicht vollständig erforscht. Sie bietet noch eine andere Seite dar, die eben so interessant als beachtenswerth ist, und zwar zeigt sich dieselbe beim Schliesen und Oeffnen der Kette.

Vollzieht man das Schliesen auch nur mit einiger Aufmerksamkeit, so gewahrt man, dafs die Gasentwicklung nicht gleichzeitig an den beiden platinirten Platten beginnt, sondern an der, welche den Sauerstoff ausgiebt, früher als an der anderen, die den Wasserstoff liefert. Besonders auffallend ist dies, wenn man den Strom der polarisirenden Kette durch Einschaltung eines grossen Widerstandes beträchtlich geschwächt hat.

Als ich z. B. 120 Zoll meines neusilbernen Messdrahts mit der einfachen Grove'schen Kette verband, und nun die Schliesung mit dem platinirten Voltameter vollzog, zeigte sich innerhalb der ersten Minute an *beiden* Platten durchaus keine Spur von sichtbarer Wasserzersetzung. Nach Verlauf dieser ersten Minute kam der Sauerstoff zum Vorschein, und erst volle sechs Minuten später, also sieben Minuten nach der Schliesung, begann die andere Platte Wasserstoff auszugeben. Währenddies nahm die Stromstärke, wie die zugleich eingeschaltete Sinusbussole ergab, fortwährend ab. Die Ablenkung der Nadel betrug, als der Sauerstoff erschien, etwas über 3° , zur Zeit der Sichtbarwerdung des Wasserstoffs nur noch $1^{\circ} 30'$. Wenn der Strom stärker ist, liegt zwischen den Anfängen der beiden Gasentwicklungen keine so beträchtliche Zeit, und man ist daher gehindert das Phänomen mit Muße zu beobachten.

Umgekehrt sind die Vorgänge beim Oeffnen der Kette. Zunächst gewahrt man, dafs beide Platten, trotz der Unterbrechung des Stroms, noch eine Zeit lang fortfahren Gas auszugeben. Es ist vielleicht dieselbe Erscheinung, welche man schon vor langer Zeit an den Poldrähten einer vielplattigen Volta'schen Säule wahrgenommen hat ¹⁾; hier sieht

1) Pfaff in Schweigg. Journ., Bd. 53, S. 77. — Berzelius in Gilb.

man sie an der *einfachen Kette* und in ungleich größerem Maafsstabe. Allein man sieht noch mehr; man findet, daß die Gasentwicklung nach sehr ungleicher Zeit an den beiden Platten aufhört. An der Platte, welche den Wasserstoff ausgiebt, geht sie schon nach einer oder anderthalb Minuten zu Ende, während die andere Platte noch lange Sauerstoffgas reichlich entläßt, und selbst noch nach einer Stunde dasselbe in mikroskopischen Bläschen aussendet. Um dieses zu beobachten, muß man übrigens aus der Kette allen unnöthigen Widerstand entfernt haben, damit sie möglichst stark auf das Voltameter wirken konnte.

Offenbar sind diese Erscheinungen Folge einer Absorption, welche das zarte Platinpulver, mit dem die Platten bekleidet sind, auf die an ihm ausgeschiedenen Gase ausübt. Offenbar ist auch diese Absorption für beide Gase stärker so lange der Strom besteht, und zwar ungleich stärker für den Wasserstoff als für den Sauerstoff.

Es fragt sich nun, ob diese Absorption von Einfluß sey auf die Polarisation. Bei den blanken Platinplatten kann kaum von einer Absorption die Rede seyn, und dennoch werden sie, wie wir gesehen, stärker polarisirt als die platinirten. Darnach scheint die Absorption wenigstens keinen fördernden Einfluß auf die Polarisation auszuüben.

Andererseits habe ich schon vor sehr geraumer Zeit mit Hülfe einer eigends dazu construirten Wippe gefunden, daß zwei blanke Platinplatten von recht homogener Beschaffenheit eine bei beiden gleiche, obwohl im Charakter entgegengesetzte Veränderung durch die Polarisation erleiden, so daß die *eine* gegen eine *neutrale* Platte eben so *positiv*, wie die *andere negativ* wird.

Es fragt sich also weiter, ob diese Gleichheit auch noch bei den platinirten Platten bestehe. Das so verschiedene Absorptionsvermögen derselben für die beiden Gase der Wasserzersetzung macht dies nicht eben wahrscheinlich.

Um

Ann., Bd. 27, S. 269. Bei letzteren Versuchen wenigstens scheinen indess noch andere Umstände mit im Spiele gewesen zu seyn.

Um diese Frage wo möglich entschieden beantwortet zu erhalten, schlug ich folgenden Weg ein. Mit einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten verband ich *successive* vier in verdünnte Schwefelsäure gestellte Platinpaare, nämlich 1) zwei platinirte Platten, — 2) eine platinirte und eine blanke Platte, so geordnet, dafs sich der Wasserstoff an der platinirten zu entwickeln hatte, — 3) wiederum eine platinirte und eine blanke Platte, aber so gestellt, dafs sich der Wasserstoff an der blanken entbinden mußte, — 4) zwei blanke Platten. Ueberdies waren Bussole und Rheochord immer mit in dem Kreise, und so konnte in diesen vier Fällen, und in dem fünften, wo ich die Batterie zum Ueberflufs noch für sich wirken liefs, die Stromstärke für verschieden gewählte Gröfsen des aufserwesentlichen Widerstands gemessen werden.

Wenn man nun hieraus die elektromotorische Kraft der vier Systeme, oder auch nur drei derselben auf frühere Weise berechnet hat, so besitzt man die Data, um zu beurtheilen, welche der beiden Platten des platinirten Paares am meisten zur Schwäche der bei diesem Paare beobachteten Polarisation beigetragen habe.

Bezeichnet man nämlich die Werthe, welche die platinirten Platten in der elektromotorischen Reihe erhalten, wenn sie respective durch Wasserstoff und Sauerstoff polarisirt sind, mit p'_h und p'_o , die der blanken Platten mit p_h und p_o , so hat man für die elektromotorischen Kräfte der vier Systeme die Ausdrücke:

$$k - (p'_h - p'_o) = a$$

$$k - (p'_h - p_o) = b$$

$$k - (p_h - p'_o) = c$$

$$k - (p_h - p_o) = d$$

und daraus:

$$p'_o = p_o + (c - d) = p_o + (a - b)$$

$$p'_h = p_h + (d - b) = p_h + (c - a),$$

wobei zu erwägen ist, dafs p_o einen negativen, p_h einen positiven Zahlenwerth hat, da die elektromotorische Reihe als von einem Nullpunkt (auf welchem man sich das neu-

trale Platin liegend denken mag) nach beiden Seiten hin zählend angenommen ist.

Ich habe zwei Reihen solcher Bestimmungen gemacht, und zwar, um die Batterie nicht übermäßig lang anzustrengen, jedesmal nur an drei der vier Systeme, da die Messung an dem vierten, so wie die an der Batterie allein (zur Bestimmung von k) nur zur Controle oder zur Verknüpfung mehrer Reihen dient. Die Platinplatten standen immer in derselben verdünnten Schwefelsäure, mit welcher das Voltmeter gefüllt war, ihr Abstand und ihr eingetauchter Theil waren in allen Fällen nahe, in einigen strengere gleich. Um näher die Vertauschung der Platten zu bezeichnen, habe ich die Nummern angegeben, mit welchen sie zur Unterscheidung gestempelt sind.

Erste Reihe.

Zeit.	Außerwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.	Wesentl. Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.
-------	-------------------------------	--------------	----------------------	--------------------------	---------------

(H an schwarzer Platte No. 5 — O an blanker Platte No. 2.)

10 ^h 2'	Geschlossen		$r + w$	$k - (p'_k - p_0)$	$p'_k - p_0$
11 26	19,03	$\sin 65^\circ 43'$	} 9,17	25,70	37,22
29	23,03	- 52 58			
33	27,03	- 45 19			
37	37,03	- 33 52			
42	57,03	- 23 7			
				25,75	37,17
				25,99	36,93

(Batterie für sich.)

45'	Geschlossen		r	k
50	57,03	$\sin 82^\circ 34'$	} 6,42	62,92
55	77,03	- 48 56		

(H an blanker Platte No. 2 — O an schwarzer No. 5.)

12 ^h 0'	Geschlossen		$r + w$	$k - (p_k - p'_0)$	$p_k - p'_0$
43	19,03	$\sin 52^\circ 47'$	} 11,05	23,95	38,97
46	23,03	- 44 40			
50	27,03	- 38 55			
53	37,03	- 30 29			
58	57,03	- 21 29			
				24,39	38,53
				24,93	37,99

Zeit.	Aufser- wesentlicher Widerstand	Stromstärke.	Wesentl. Wider- stand.	Elektromoto- rische Kraft.	Polari- sation.
-------	---------------------------------------	--------------	------------------------------	-------------------------------	--------------------

(H an blanker Platte No. 2 — O an blanker No. 1.)

1 ^b 0'	Geschlossen		$r+w$	$k-(p_k-p_0)$	p_k-p_0
30	19,03	$\sin 50^\circ 4'$	} 9,09	21,56	41,36
33	23,03	- 42 10			
37	27,03	- 36 40			
40	37,03	- 28 2			
43	57,03	- 19 6			

Zweite Reihe.

(H an schwarzer Platte No. 5 — O an schwarzer No. 8.)

9 ^b 55'	Geschlossen		$r+w$	$k-(p'_k-p'_0)$	$p'_k-p'_0$
10 58	19,03	$\sin 70^\circ 14'$	} 8,49	25,90	35,76
2	23,03	- 55 15			
5	27,03	- 46 57			
8	37,03	- 34 58			
12	57,03	- 23 47			

(Batterie für sich.)

11 ^b 22'	Geschlossen		r	k
27	57,03	- 80° 2'	} 5,58	61,66
31	77,03	- 48 17		

(H an blanker Platte No. 2 — O an schwarzer No. 8.)

11 ^b 46'	Geschlossen		r	$k-(p_k-p'_0)$	$p_k-p'_0$
12 45	37,03	$\sin 29^\circ 55'$	} 10,84	23,93	37,63
48	27,03	- 38 40			
51	23,03	- 44 3			
55	19,03	- 52 1			

(Batterie für sich.)

12 ^b 56'	Geschlossen		r	k
1 0	77,03	$\sin 48^\circ 11'$	} 5,56	61,56
4	57,03	- 79 33		

(H an blanker Platte No. 2 — O an blanker No. 1.)

1 ^b 5'	Geschlossen		$r+w$	$k-(p_k-p_0)$	p_k-p_0
33	37,03	$\sin 27^\circ 54'$	} 10,07	22,04	39,52
37	27,03	- 36 20			
41	23,03	- 41 34			
45	19,03	- 49 0			

13 *

Aus der ersten Reihe ergibt sich für die

größeren Stromstärken:

$$p'_o = p_o + 2,39$$

$$p'_h = p_h - 4,14$$

kleineren Stromstärken:

$$p'_o = p_o + 3,11$$

$$p'_h = p_h - 4,17$$

aus der zweiten

$$p'_o = p_o + 1,89$$

$$p'_h = p_h - 1,97$$

$$p'_o = p_o + 1,59$$

$$p'_h = p_h - 2,87.$$

Diese Resultate bestätigen zwar die relative Schwäche der Polarisation bei platinirten Platinplatten, aber in Bezug auf die in Rede stehende Frage lassen sie allerdings viel zu wünschen übrig. Ich würde sie deshalb auch nicht vorgelegt haben, wenn ich bald an eine Wiederholung der Messungen denken könnte, und dabei hoffen dürfte die Schwierigkeiten besser zu bewältigen als in den eben mitgetheilten, die jedenfalls als Beispiel der Methode nicht ohne Interesse seyn werden.

Die Schwierigkeiten, die sich hier darbieten, liegen einerseits in der Bedingung, daß alle Platten eine normale Oberflächenbeschaffenheit besitzen, und andererseits in der, daß sie unter gleichen Umständen eine gleiche Polarisation erhalten. Beide Bedingungen sind ungemein schwer zu erfüllen. Die platinirten Platten (und eben so die blanken), die zu vorstehenden Messungen dienten, sind andere als sich in den früher angewandten Voltametern befinden, und, obwohl sie ihnen im Ansehen völlig gleich zu seyn scheinen, haben sie doch einen merklich höheren Grad von Polarisation angenommen wie diese. Auch sind sie wohl unter sich verschieden, wenigstens macht die Ungleichheit der entsprechenden Werthe von p'_o in beiden Reihen, von denen die ersteren mit Platte No. 8, die anderen mit Platte No. 5 erhalten wurden, dieß sehr wahrscheinlich, wenn anders vorausgesetzt werden kann, daß in beiden Reihen (die an zwei verschiedenen Tagen unternommen wurden) der einer jeden der beiden blanken Platten, No. 1 und No. 2, sich gleich blieb. Eine solche Ungleichheit muß nothwendig die Regelmäßigkeit der Resultate stören, und ihr Einfluß kann

nicht anders als durch mehrfache Combination der Platten entfernt werden, wobei aber die Schwierigkeit, unter gleichen Umständen eine gleiche Polarisation zu erhalten, nur desto stärker hervortritt.

Im Ganzen halte ich die zweite Reihe für zweckmäßiger angestellt als die erste, bei welcher das gemischte Plattenpaar blofs gegen die Stromesrichtung umgekehrt ward ¹⁾). Ich möchte daher glauben, ohne gerade sonderliches Gewicht auf die Zahlenwerthe zu legen, dafs die Resultate dieser Reihe der Wahrheit näher kommen als die der ersten. Wenn dem so ist, würde also für gröfsere Stromestärken die Polarisation bei beiden platinirten Platten in ziemlich gleichem Grade schwächer seyn als bei den blanken; für kleinere Stromestärken aber diejenige platinirte Platte, welche den Wasserstoff ausgiebt, gegen die blanke schwächer polarisirt seyn als die andere, den Sauerstoff liefernde platinirte Platte, verglichen mit der entsprechenden blanken. Auch nach der ersten Reihe würde die Platinirung hauptsächlich auf die Polarisation der das Wasserstoffgas entwickelnden Platte schwächend einwirken; da nun dieser Procefs, wie früher erwähnt, eine viel stärkere Absorption des Wasserstoffgases als des Sauerstoffgases veranlafst, so scheint es, als sey überhaupt die durch die Porosität der Oberfläche bedingte Absorption der Gase die nächste Ursache der Schwäche der Polarisation.

Bestätigt wird diefs einigermaßen dadurch, dafs weder die nach De la Rive's Methode dargestellten *grauen* Platinplatten ²⁾, noch die nach Faraday's Vorschrift mit Aetz-

1) Ein sonderbarer Umstand bei diesem Plattenpaar ist es, dafs der Widerstand gröfser ausfiel, wenn der Sauerstoff an der platinirten Platte entwickelt wurde, als im umgekehrten Fall. Ich habe diefs zu drei verschiedenen Malen beobachtet, will aber vor der Hand kein Gewicht darauf legen.

2) Annalen, Bd. 45, S. 416. — Zum Behufe der gegenwärtigen Untersuchung bereitete ich sie mir mittelst des durch den Inversor (Annalen, Bd. 45, S. 385) oscillirend gemachten Strom einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten. Möglich übrigens, dafs die angewandten Platten noch nicht dick genug mit dem grauen Pulver überzogen waren; denn

kali und concentrirter Schwefelsäure behandelten *blanken* Platten ¹⁾, obwohl sie, was *Reinheit der Oberfläche* betrifft, mit den schwarzen platinirten übereinkommen, und deshalb, wie letztere, bei der Wasserzersetzung beide Gase, namentlich das Wasserstoffgas, in feinen nicht adhäreuden Bläschen entweichen lassen, — doch nicht die Eigenschaft zeigen, die Gegenstand dieser Mittheilung ausmachten, jene blanken Platten vielmehr gerade eine recht starke Polarisation annehmen.

Das Verhalten des platinirten Platins bei der Polarisation, wirft einiges Licht auf den merkwürdigen Umstand bei der Grove'schen Gaskette, dafs das Sauerstoffgas, welches die eine Platte umgiebt, so gut wie gar keinen elektromotorischen Einflufs auf dieselbe ausübt. Ich gedenke auf diese, schon von Schoenbein und Grove beobachtete, so wie auch von mir bereits vor einigen Jahren numerisch festgestellte Thatsache nächstens zurückzukommen; für heute will ich sie übergehen, um noch von einer anderen mir im Laufe dieser Untersuchung vorgekommenen Erscheinung zu reden.

Wie schon erwähnt und auch allgemein bekannt, zeigen blanke Platinplatten bei der Polarisation unter gewöhnlichen Umständen nichts, was auf eine Absorption oder ein ungleiches Festhalten der an ihnen entbundenen Gase hindeuten könnte. Es schien mir nicht unwahrscheinlich, dafs sich in höherer Temperatur etwas dem Aehnliches zeigen möchte.

Demgemäß stellte ich folgenden Versuch an. Zwei, nach Faraday's Vorschrift wohl gereinigte blanke Platinplatten spannte ich in einen meiner Plattenhalter ²⁾, und hing sie mittelst desselben in ein über die Hälfte mit verdün-

bei Flächen von einiger Gröfse ist eine sehr lange Zeit erforderlich, um eine etwas dicke Schicht desselben zu bilden.

1) Annalen, Bd. 33, S. 163. — Man darf dabei die Erhitzung mit Aetzkali nicht zu weit treiben, weil sonst das Platin stark oxydirt wird.

2) Annalen, Bd. 52, S. 509.

er Schwefelsäure gefülltes Becherglas, so jedoch, daß sie noch beinahe einen Zoll vom Boden desselben entfernt blieben. Darauf verband ich die Platten mit einer galvanischen Kette, und erhitzte die Flüssigkeit, durch eine darunter gestellte Weingeistlampe, langsam bis zum aufangenden Sieden.

Wenn die Kette eine einfache Daniell'sche ist, zeigt sich nichts Bemerkenswerthes, es sey denn der Umstand, daß diese Kette, die bekanntlich bei gewöhnlicher Temperatur keine sichtbare Wasserzersetzung zwischen Platinplatten zu bewirken vermag, dieselbe auch nicht bei Siedhitze zu Stande bringen kann.

Anders verhält sich eine einfache Grove'sche Kette. Die schwache Wasserzersetzung, die sie bei gewöhnlicher Temperatur hervorbringt, nimmt bei etwa 70° bis 80° C. merklich an Stärke zu, und wenn die Kette fortwährend in Schließung bleibt, kommt endlich die Flüssigkeit an *beiden* Platten zum lebhaften Sieden, lange ehe Dampfblasen vom Boden des Gefäßes aus sich erheben. Man könnte diese Erscheinung mit der längst vom Platin bekannten Einwirkung auf das Sieden identificiren; allein sie fällt doch nicht mit dieser zusammen. Denn, wenn man die Kette öffnet, hört das Sieden auf, zum Beweise, daß es die schwache Gasentwicklung an den Platten ist, welche hier die Dampfbildung begünstigt.

Noch mehr zeigt sich dieß, wenn man die Kette einige Zeit geöffnet läßt und die Flüssigkeit nahe am Siedpunkt erhält. Schließt man nun auf wenige Augenblicke, so findet eine stürmische Dampfentwicklung statt, so daß leicht ein Theil der Flüssigkeit überwallt, und diese Entwicklung verschwindet sogleich, so wie man wieder öffnet.

Aber die merkwürdigste Seite der Erscheinung tritt erst bei oftmaligem pausenweisen Schließen der Kette hervor. Anfangs zeigt sich bei diesem Verfahren, wie vorhin bei unterhaltener Schließung, die Dampfbildung in gleicher Stärke an *beiden* Platten; je öfter man aber das pausenweise Schließen wiederholt, je mehr zieht sich diese Bildung nach der

einen Platte hin, und endlich gelangt man zu einem Punkt, wo der Dampf so gut wie alleinig an dieser einen Platte entweicht, und es zweifelhaft wird, ob überhaupt an der andern Platte eine Entwicklung von Gas oder Dampf stattfindet.

Kehrt man nun die Richtung des Stromes um, so geht auch die Dampfbildung zu der anderen Platte über, und sie ist dann besonders beim ersten momentanen Schließens überaus heftig. Bei jeder Umkehrung des Stroms findet derselbe Wechsel statt; unterhält man etwa die Schließung längere Zeit, so fängt auch die andere Platte an Dampf zu entwickeln, und bald kommt ein Moment, wo der spezifische Unterschied beider Platten vollständig verwischt ist.

In der Regel ist die dampfbildende Platte diejenige, welche mit dem Platin der Kette in Verbindung steht, also Sauerstoff entbindet. In einigen Fällen habe ich freilich das Umgekehrte beobachtet; wenn ich aber eine Zeit lang so verfuhr, wie oben angegeben worden, kam immer die Dampfbildung auf die den Sauerstoff liefernde Platte zurück, und wenn einmal der Dampf solchergestalt mit dem Sauerstoff gepaart worden, folgte er ihm von der einen Platte zur andern, je nach der Richtung des Stroms.

Eine Batterie aus zwei Grove'schen Ketten zeigt im Wesentlichen dieselbe Erscheinung, nur wird sie durch die starke Wasserzersetzung versteckt; schwächt man aber den Strom durch Einschaltung einer hinreichenden Drahtlänge, so ist der Vorgang derselbe wie bei der einfachen Kette.

Platinirte Platten verhalten sich wie blanke; auch macht die Concentration der Säure keinen Unterschied; ich habe Säure angewandt, die wenig über 100° C. kochte, und andere, deren Siedpunkt bei 112° C. lag. In beiden Fällen war die Erscheinung dieselbe, die ich für jetzt übrigens nur als Thatsache hier niederlegen will.

Z u s a t z.

Vor etwa acht Tagen empfang ich von Hrn. Jacobi, in St. Petersburg, einen Brief, in welchem er mir eine von ihm entdeckte Thatsache mittheilt, die ich glaube, theils ihres Interesses, theils ihres Zusammenhanges mit meinen Beobachtungen wegen, hier nicht unberührt lassen zu dürfen.

Hr. J., schon längere Zeit im Besitz einer prächtigen, von Stöhrer, in Leipzig, construirten magneto-elektrischen Maschine, hatte vor Kurzem das dazu gehörige Voltmeter erhalten, bestehend aus einer heberförmigen Röhre, in dessen einen, aufrechtstehenden Schenkel unten Platinplatten angeschmolzen sind. Sein erster Versuch war, die Maschine auf Wasserzersetzung zu prüfen. Er erhielt etwa 19 C. C. Knallgas in der Minute. Diese Gasmenge, die offenbar noch lange nicht bis zu den Platten hinabreichte, zeigte nun die Merkwürdigkeit, dafs sie nach einer (nicht näher angegebenen) Zeit so gut wie gänzlich verschwand, indem nur eine Luftblase von kaum 0,01 C. C. übrig blieb ¹⁾.

Diese Resorption ist offenbar, wie es auch die Petersburger Physiker annehmen, Folge der bekannten katalytischen Wirkung des Platins auf ein Gemisch von Sauer- und Wasserstoff; aber diese Wirkung war bisher nur auf die gasförmigen Körper bekannt, nicht oder nicht in dieser Weise auf die von einer Flüssigkeit gelösten, und sie ist hier um so auffallender, als einerseits Schwefelsäure von 1,3 spec. Gewicht angewandt ward, welche nach Faraday nur sehr wenig Knallgas lösen soll, und andererseits das über der Flüssigkeit befindliche Gas, besonders im Fortgang der Resorption einen beträchtlichen Abstand von den Platinplatten hatte; denn der senkrechte Schenkel des Voltmeters war etwa 3 Decimeter oder 11 Par. Zoll hoch.

Natürlich mußte die Erscheinung mein besonderes Interesse erregen; ich beschlofs also sogleich sie zu wiederholen. Ich hatte mir, zur Zeit als ich die vorhin beschriebenen Eigenschaften des platinirten Platins kennen lernte,

1) *Annalen*, S. 105 des vorigen Hefts.

mehre Platten platinirt, unter andern auch die eines röhrenförmigen Voltameters, — hatte aber dasselbe bis dahin noch nicht in seiner neuen Form benutzt.

Offenbar mußte es sich in dieser Form als das geeignetste Instrument zur Wiederholung des von Hrn. Jacobi angestellten Versuches darbieten, und dieß fand sich auch bestätigt; denn als ich rasch 56 C. C. Knallgas darin entwickelt hatte, d. h. so viel, daß die Platten noch einen Zoll hoch von der Flüssigkeit bedeckt blieben, begann die Resorption sogleich mit ungemeiner Schnelligkeit, so daß im Umschen einige Kubikcentimeter verschwunden waren. So wie die Flüssigkeit höher stieg, verlangsamte sich der Gang der Resorption, aber sie hörte nicht eher auf, bis alles Gas, bis auf etwa 1 C. C., welches vielleicht gemeine Luft seyn mochte, in der mehr als einen Par. Fufs hohen Röhre verschluckt war; dieß geschah nach einigen Stunden.

Man kann wohl billig fragen, wie es komme, daß eine so in die Augen fallende Erscheinung nicht schon längst beobachtet worden, da man doch hundert und aber hundert Mal Wasser zersetzt hat, da man die Wasserzerersetzung durch die sorgfältigsten Messungen sowohl mit der Metallfällung als mit der magnetischen Stromstärke vergleichen, und immer beiden Wirkungen genau proportional gefunden hat.

Die Antwort darauf ist einfach die, daß die Erscheinung nicht unter allen Umständen auftritt, sondern nur bei Anwesenheit eines selten vorhandenen Zustandes der Oberfläche des Platins. Reinheit der Oberfläche ist wohl ein wesentliches Erforderniß, und diese besitzt das platinirte Platin in hohem Grade. Sie kann dem Platin theilweis auch durch Glühen gegeben werden, und vielleicht ist der Umstand, daß bei dem Stöhrer'schen Voltameter die Platten eingeschmolzen, also mindestens stark erhitzt wurden, die Ursache, daß dieselben in beschriebener Weise wirkten.

Ich habe mich übrigens durch directe Versuche überzeugt, daß das flaschenförmige Voltameter mit blanken Platinplatten, welches ich zu allen genaueren Messungen an-

wende, die in Rede stehende Absorption entweder gar nicht oder in höchst unbedeutendem Grade zeigt. Die damit gemachten Bestimmungen, wie es auch deren Uebereinstimmung mit den Angaben der Sinusbussole und den Resultaten der Silberfällung erweist, sind also von dieser Fehlerquelle frei.

Dagegen findet sie sich allerdings bei dem ähnlich eingerichteten Voltameter mit platinirten Platten, dessen ich mich zu den in diesem Aufsatz beschriebenen Versuchen bedient habe. Trotz dem aber glaube ich, dafs man mit diesem Instrument auch sichere Bestimmungen machen kann. Denn einmal scheint es nicht glaublich, dafs, so lange der Strom wirkt, und besonders so lange er hinreichend stark ist, um eine beträchtliche Menge Gas zu entbinden, irgend eine erhebliche Resorption stattfinden könne. Und wenn dies nicht der Fall ist, hat man auch keinen Fehler zu besorgen, denn die entwickelten Gase werden bei diesem Voltameter, wie bei dem eben erwähnten blanken, sogleich in die Mefsrohre abgeleitet, wo sie ganz von den Platinplatten gesondert sind ¹⁾.

Als ich mich dieser Tage von dem Resorptionsvermögen dieses Voltameters überzeugen wollte, und demgemäfs, nach Unterbrechung des Stroms, die Ableitungsröhre mit ihrem unteren Ende in der Sperrflüssigkeit stehen liefs, was ich sonst, als überflüssig, nie zu thun pflege, hatte ich Gelegenheit eine recht interessante Erscheinung wahrzunehmen. — Ich sah nämlich, *dafs die Resorption schon begann, während die positive Platte noch fortfuhr Sauerstoff*

1) Ein Versuch, den ich seitdem angestellt habe, scheint diese Ansicht zu bestätigen. Als ich nämlich das platinirte und das blanke Voltameter hinter einander in eine Batterie von drei Grove'schen Ketten eingeschaltet hatte und die Gase auffing, gab, unter gleichen Umständen des Drucks und der Temperatur in den

ersten 16' das blanke 336 C. C., das schwarze 332 C. C.

in späteren 16' das blanke 326 C. C., das schwarze 325 C. C.

Freilich blieben die platinirten Platten etwas zurück gegen die blanken, aber im letzteren Falle doch so wenig, dafs man den Unterschied lieber auf Rechnung eines Zufalls als auf die einer Resorption setzen möchte.

zu entlassen. Es waren also im Voltameter zwei Prozesse zugleich in Thätigkeit, eine Bildung von Gas und eine Vereinigung von Gasen, von welchen der letztere den ersten überwog.

II. *Irisirendes Silber.*

Bekanntlich hat Sir D. Brewster i. J. 1829 die interessante Entdeckung gemacht, dafs das Farbenspiel, welches die Perlmutter in Folge ihrer äufserst zart gefurchten Oberfläche darbietet, auf andere Körper, wie Blei, Zinn, leichtflüssiges Metallgemisch, schwarzes Siegellack u. s. w., übertragen werden kann, wenn man die Perlmutter darin abdrückt. Das somit auf leichtflüssigem Metallgemisch hervorgerufene Farbenspiel ist anfangs sehr lebhaft, verliert sich aber bald durch Oxydation der Oberfläche. Um es in dauerhafter Weise herzustellen, empfiehlt Hr. Brockelsby, zu Hartford in Connecticut, dasselbe mittelst des Galvanismus auf Silber zu übertragen. Zu dem Ende verfährt er so. Erstlich schleift und polirt er die Muschel auf der Rückseite, so dafs die vielen concentrischen Schichten, aus denen sie besteht, blofsgelegt werden. Dann schmilzt er leichtflüssiges Metallgemisch, giefst es in Oelpapier aus, und wenn keine Luftblasen mehr zum Vorschein kommen, schiebt er mit einem Kartenblatt die Oxydhaut davon zurück, worauf er, sobald es einen vollkommenen Spiegel darstellt, die Perlmutter rasch darin abdrückt.

Nach dem Erkalten nimmt er die Muschel ab und wendet das Metall, noch ehe es an der Luft angelauten ist, in Cyansilberlösung als negativen Pol einer kleinen Batterie an, wo es sich mit einer Silberschicht überzieht, die nach einigen Stunden hinreichende Dicke besitzt, um mittelst eines Federmessers abgelöst zu werden. Die Oberfläche des Silbers stellt nun eine genaue und unveränderliche Copie der Perlmutter dar. (*Americ. J. of Sc. Ser. II, Vol. I, p. 112.*)

III. *Untersuchung über die strahlende Wärme;* *von H. Knoblauch.*

Erste Abhandlung.

Beschreibung der Instrumente.

Zu meinen Untersuchungen habe ich mich eines *Thermomultipliers* bedient, eines Instruments, das durch Becquerel ¹⁾, Nobili ²⁾ und Melloni ³⁾ eine so bewundernswürdige Vollendung erreicht hat, dafs ihm für Strahlungsversuche ein unbedingter Vorzug vor allen übrigen Thermoskopen eingeräumt werden mufs ⁴⁾.

Die Sicherheit dieses Apparats, welche ihm, neben seiner grossen Empfindlichkeit, seinen eigentlichen Werth verleiht, beruht darauf:

- 1) dafs er, vermöge des Rufsüberzuges der Säule, für jede Art von Wärmestrahlen in gleichem Grade empfänglich ist,
- 2) dafs seine Angaben, nach Reduction der galvanometrischen Ablenkungen auf elektrische Kräfte ⁵⁾, als

1) Diese *Annal.*, Bd. 9, S. 345; Bd. 17, S. 535; Bd. 39, S. 7. — Um die Litteratur für den Zweck dieser *Annalen* nicht zu weit auszudehnen, ist die Angabe der Original-Arbeiten in allen Fällen unterlassen worden, in denen hinreichende Belege in diesen und den Gilbert'schen *Annalen* enthalten sind. In anderen Fällen ist nur die wichtigste Schrift angeführt worden.

2) Diese *Ann.*, Bd. 8, S. 338; Bd. 20, S. 213, 245; Bd. 36, S. 525, 539.

3) Diese *Ann.*, Bd. 27, S. 439; Bd. 35, S. 118, 411, 549, 562; Bd. 38, S. 9; Bd. 39, S. 2 seqq.; Bd. 43, S. 264; Bd. 56, S. 370.

4) Ueber den Vergleich des *Thermomultipliers* mit anderen Thermoskopen s. insbesondere: diese *Annal.*, Bd. 20, S. 247; Bd. 27, S. 443, 444, 455 seqq.; Bd. 35, S. 122, 548; Bd. 38, S. 17, 19; Bd. 39, S. 9; Bd. 52, S. 423, 427, 573, 584.

5) Becquerel: diese *Ann.*, Bd. 9, S. 345; Bd. 56, S. 325. — Nobili: Bd. 20, S. 226 seqq., 232 seqq.; Bd. 56, S. 325. — Melloni:

Maafs der eingestrahnten Wärme betrachtet werden können, weil die Intensität des durch Temperaturdifferenz in der Säule erregten elektrischen Stromes, innerhalb der Gränzen dieser Versuche, jener Temperaturdifferenz proportional ist.

Die Richtigkeit des ersten Satzes ist von Melloni ¹⁾, die des zweiten durch Becquerel's ²⁾ und Melloni's ³⁾ Untersuchungen aufser Zweifel gestellt worden.

Die Thermosäule,

welche zu meinen Versuchen diente, besteht aus 25 Paaren von Wismuth- und Antimonstäben, deren jeder 35^{mm},5 lang, 2^{mm},3 breit und 1^{mm},5 dick ist. Sie sind, bis auf die Löthstellen sorgfältig von einander isolirt, in einen Messingring eingekittet, aus dem sie 5^{mm},5 weit hervorragen, indem sie fünf Reihen, jede zu fünf Paaren, bilden. Ihre Enden sind abgeschrägt, so dafs die Vorderfläche jedes Paares ein Rechteck von 2^{mm},1 und 1^{mm},0 Seite darstellt. Die Oberflächen der beiden Seiten der Säule sind einander völlig gleich und mit Rufs von gleichmäfsiger Dicke überzogen.

Die der Wärmequelle zugekehrte Seite ist mit einem polirten Metallcylinder von 30^{mm} Durchmesser und 60^{mm},9 Länge, die entgegengesetzte mit einem Cylinder von gleichem Durchmesser, aber nur 19^{mm} Länge versehen. Sowohl durch diese, als durch zweckmäfsig aufgestellte Schirme ist die Säule gegen jede Nebenstrahlung geschützt, so dafs sie aufser der Temperatur der umgebenden Luft, welche

Bd. 35, S. 128 bis 134, 395 seqq.; Bd. 38, S. 11 seqq., 14, 23; Bd. 39, S. 7, 8; Bd. 56, S. 326. — Petrina: Bd. 56, S. 328. — Poggen-dorff: Bd. 56, S. 324, 329 seqq.

1) Diese Ann., Bd. 35, S. 577; Bd. 39, S. 560, 564 bis 566; Bd. 44 S. 360; Bd. 48, S. 331; Bd. 49, S. 583; Bd. 52, S. 421 bis 443, 573 bis 577, 582, 584; Bd. 53, S. 54.

2) Diese Ann., Bd. 9, S. 345; Bd. 17, S. 543.

3) Diese Ann., Bd. 38, S. 11, 16, 19, 23; Bd. 39, S. 8, 565; Bd. 52, S. 574, 575.

von allen Seiten gleichmäfsig auf sie einwirkt, nur dem Einflufs der Wärmequelle ausgesetzt ist.

Die Leitungsdrähte, welche sie mit dem Multiplicator verbinden, werden mittelst Klemmschrauben an Kupferhülsen befestigt, in welche die Pole der Säule auslaufen.

Der Multiplicator

ist nach dem Nobili'schen Princip construirt, welches dem vorliegenden Zwecke mehr als andere neuerdings vorgeschlagene Einrichtungen zu entsprechen schien und sich in der mitzutheilenden Versuchsreihe vollkommen bewährt hat.

Ein Vorzug meines Instruments besteht darin, dafs sein Draht aus *galvanisch niedergeschlagenem* Kupfer gezogen ist, wodurch der störende Einflufs des in gewöhnlichen Leitungsdrähten enthaltenen Eisens ¹⁾ vermieden wurde. Das Ziehen selbst geschah zwar durch Stahl — statt dessen man einen Rubin hätte anwenden können —, indess ist nicht zu befürchten, dafs der Draht dadurch eisenhaltig geworden wäre, weil sich das Loch, durch welches er hindurchging, ganz mit Kupfer bedeckte und er überdies vor dem Bespinnen mit Seide sorgfältig in verdünnter Säure abgewaschen wurde. Wie weit der beabsichtigte Zweck auf diese Weise erreicht wurde, geht unter Anderem daraus hervor, dafs die Doppelnadel in dem gereinigten Kupferdraht nur $1^{\circ},5$ — auf der einen oder anderen Seite — vom Nullpunkt der Scale entfernt blieb, während sie ihm in den Windungen eines gewöhnlichen Leitungsdrahts nicht weiter als auf 20° genähert werden konnte. Die geringe Abweichung von $1^{\circ},5$, welche von dem Magnetismus des Kupfers ²⁾ herrührte, wäre zwar durch Zuwickeln des Spalts zwischen den Windungen ³⁾ zu vermeiden gewesen, indess liefsen dies andere Umstände nicht als wünschenswerth er-

1) Moser: *Dove's Repert.*, Bd. 1, S. 261.

2) H. Schröder: *diese Ann.*, Bd. 54, S. 59. — Poggendorff: Bd. 56, S. 339.

3) Pécelet: *Annal. de chim. et de phys.*, Ser. III, T. II, p. 103.

scheinen. Die Länge des Kupferdrahts, welcher die eine Nadel des astatischen Spiels in 160 Windungen umgiebt, beträgt $31^m,5$, seine Dicke $1^{mm},1$. Die mittlere Länge der Drahtwindungen ist $9^{cm} 2^{mm},5$, ihre Breite $4^{cm} 6^{mm},5$, ihre mittlere Entfernung von einander $15^{mm},0$. Die beiden gleichen Theile, aus denen der Galvanometerdraht besteht, und welche in einander geflochten die Windungen bilden, können entweder so mit einander verbunden werden, daß der Strom einen nach dem andern, also einfach die ganze Länge des Drahts durchläuft, oder so, daß er in beiden Theilen gleichzeitig ein- und austritt, mithin doppelt durch die halbe Länge hindurchgeht.

Die combinirten Magnetnadeln haben eine Länge von $7^{cm},0$, in der Mitte $1^{mm},1$ Durchmesser und sind $17^{mm},0$ weit von einander entfernt. Das Elfenbeinstäbchen, welches sie trägt, hängt an einem möglichst fein gespaltenen Coconfaden von 30^{cm} Länge. So bilden sie ein System, welches in 16 Secunden eine einfache Schwingung vollführt, und allmähig eine, durch die Torsion des Fadens und die Gesamtwirkung des Magnetismus der Nadeln ¹⁾ bedingte, fast constante Stellung von etwa 45° gegen den magnetischen Meridian annimmt. Die obere Nadel schwingt über einer, bei 90° durchschnittenen, galvanisch niedergeschlagenen Kupferscheibe von $8^{cm} 5^{mm},0$ Durchmesser, auf deren versilbertem Rande sich die Kreistheilung in Graden befindet.

Das Ganze umgiebt eine cylindrische Glasbüchse von 6^{cm} Höhe und 14^{cm} Durchmesser, deren obere Platte nur 1^{cm} von der Kupferscheibe entfernt ist, so daß sie ein sicheres Ablesen auf halbe Grade gestattet. In ihrer Mitte ist ein Glasrohr von $32^{cm},5$ Höhe und $22^{mm},4$ Durchmesser aufgesetzt, welches den Coconfaden umgiebt, der im oberen Theile desselben an einem 14^{cm} langen, in verticaler Richtung verschiebbaren und zugleich zur Arretirung der Nadeln dienenden Metallstabe befestigt ist.

Um

1) Moser: Dove's Repert., Bd. I, S. 260.

Um das Instrument gegen alle Erschütterungen zu sichern, wurde es auf eine Console gestellt, welche durch Messinghaken an der Wand des Zimmers angebracht war. Die Drähte, welche es mit der Thermosäule verbinden, werden nicht unmittelbar an das Galvanometer, sondern an besondere feste Kupferhülsen angeschraubt, die mit den Enden der Windungen in beständiger Verbindung stehen.

Thermosäule und Multiplicator sind von Hrn. Kleiner, einem der geschicktesten Mechaniker Berlins, angefertigt.

Der Versuch überzeugte mich, dafs es bei Anwendung einer Säule von 25 Paaren vortheilhafter sey, den Strom einfach durch die ganze Länge des Galvanometerdrahts hindurchgehen zu lassen, als ihn doppelt durch die halbe Länge zu leiten. Denn dieselbe Wärmequelle, welche im ersten Falle eine Abweichung der Magnetonadel von 28° hervorbrachte, lenkte sie bei der zweiten Verbindung der Drähte nur um $26^{\circ},5$ ab; oder im ersten Falle um 37° , im zweiten um 35° ; oder im ersten um 51° , im zweiten um 48° .

Die erstere Art der Schließung ist daher während der ganzen Versuchsreihe beibehalten worden ¹⁾.

Ich übergehe die mannigfachen Schwierigkeiten, welche sich meinen Beobachtungen entgegenstellten, und eine lange Reihe vergeblicher Versuche nach sich zogen, durch die es mir endlich gelungen ist, den ganzen Umfang störender Einflüsse zu ermitteln, und, wie ich glaube, zu überwinden. Denn die Einwirkung localer Verhältnisse hat Jeder,

1) Dafs bei einem einfachen Paare, in dem der Leitungswiderstand der elektromotorischen Elemente gegen den des Schließungsdrahtes verhältnismäfsig gering war, gerade das Gegentheil stattfand, war eine einfache Folge des Ohm'schen Gesetzes. (Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet von Dr. G. S. Ohm. Berlin 1827.)

Die Beobachtung ergab in diesem Falle für eine gewisse Stärke thermoelektrischer Erregung eine Ablenkung der Nadel von 26° , wenn der Strom einfach die ganze Länge des Multiplicatordrahts durchlief; dagegen von 37° , wenn er gleichzeitig durch die beiden Theile der Windungen hindurchging; und bei einem andern Versuch im ersten Falle 36° , im zweiten 50° .

der sich mit diesen Untersuchungen beschäftigt, doch aus eigener Erfahrung kennen zu lernen, und zur Mittheilung der Nebenumstände, deren Berücksichtigung für die Beurtheilung der Resultate erforderlich ist, wird sich später Gelegenheit finden.

I. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper, mit besonderer Rücksicht auf die Temperatur der Wärmequellen.

Die Resultate, zu denen die bisherigen Untersuchungen über den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme durch gewisse Körper geführt haben, lassen sich ¹⁾ kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

- 1) Die Wärme durchstrahlt gewisse (diathermane) ²⁾ Substanzen ³⁾, und zwar in unmeßbarer Zeit ⁴⁾.
- 2) Für einen und denselben Körper ist die hindurchgelassene Wärmemenge desto größer, je glatter seine Oberfläche ist ⁵⁾.
- 3) Der Verlust, welchen die Wärme bei der Durchstrahlung einer Substanz erleidet, ist in dem Maafse

- 1) Abgesehen von Diffusion, Reflexion, Brechung und Polarisation.
- 2) Die von Melloni eingeführte *Terminologie der strahlenden Wärme* findet sich: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 373; Bd. 35, S. 295, 403, 536, 552, 566, 567; Bd. 43, S. 261; Bd. 48, S. 327; Bd. 49, S. 577, 578; Bd. 51, S. 85; Bd. 54, S. 601.
- 3) P. Prévost: *Journal de phys. par Delametherie. Ann. 1811.* — Delaroche: ebendas. *Ann. 1812, T. LXXXV, p. 201*, Untersuchungen nach dem Verfahren von J. D. Maycock: *Nicholson's Journ., Vol. XXVI, May, June 1810.* — Melloni: diese *Annal.*, Bd. 35, S. 124, 387, 565; Bd. 37, S. 209.
- 4) Melloni: diese *Annal.*, Bd. 27, S. 444; Bd. 35, S. 387, 565; Bd. 38, S. 15.
- 5) Herschel: *Gilb. Annal.*, Bd. 12, S. 535, 540. — Melloni: diese *Annl.*, Bd. 35, S. 277; Bd. 38, S. 44, 45.

geringer, als sie bereits gröfsere Schichten dieser Substanz durchdrungen hat ¹⁾).

- 4) Die strahlende Wärme geht in ungleichem Verhältnifs durch verschiedene Körper hindurch ²⁾. Dabei steht das Vermögen der Körper, sie hindurchzulassen, in keiner Beziehung zu ihrer Durchsichtigkeit ³⁾.
- 5) Strahlen einer und derselben Wärmequelle, welche nach einander verschiedene diathermane Substanzen durchdringen, erleiden dabei Verluste, welche nach der Natur dieser Körper verschieden und stets gröfser als die sind, welche sie beim Durchgange durch gleichartige Körper erfahren ⁴⁾.
- 6) Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direct gleiche Temperaturerhöhungen hervorbringen, durchdringen eine und dieselbe Substanz in ungleichem Verhältnifs ⁵⁾.

1) Delaroche: *Gilb. Annal.*, Bd. 46, S. 378. — Melloni: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 372; Bd. 35, S. 278 bis 286, 389 bis 392, 529 bis 532, 551. — Melloni und Biot: diese *Annal.*, Bd. 38, S. 32 bis 50; Bd. 39, S. 250 bis 283, 436 bis 460, 544 bis 551. — Ausnahme beim Steinsalz, Melloni: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 376; Bd. 35, S. 300, 301, 401.

2) Herschel: *Gilb. Annal.*, Bd. 12, S. 526 bis 540. — Maycock: *Nicholson's Journ.*, Vol. XXVI, p. 75, May, June 1810. — Prévost: *Journ. de phys. par Delametherie. Ann.* 1811. — Nobili und Melloni: diese *Annal.*, Bd. 27, S. 444; Bd. 36, S. 529. — Melloni: diese *Ann.*, Bd. 24, S. 640 seqq.; Bd. 28, S. 374, 638 seqq.

3) J. H. Lambert: *Pyrometrie*. Berl. 1779. S. 209, 210, 268. — Scheele: *Chemische Abhandlung von Luft und Feuer* (deutsch v. Leonhardi). Leipzig 1782. S. 59, 60. — Gahn: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 375. — Pictet: *Essai sur le feu*. §. 52. — Herschel: *Gilb. Annal.*, Bd. 7, S. 151 bis 154; Bd. 12, S. 532 bis 539. — Delaroche: *Journ. de phys.* 1812. LXXV, p. 201. — Melloni: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 373, 643; Bd. 35, S. 287, 288, 294 bis 296, 302, 385, 404, 407, 533, 537, 550, 565, 566; Bd. 37, S. 493, 496; Bd. 38, S. 28; Bd. 39, S. 15, 21, 30; Bd. 43, S. 284; Bd. 49, S. 578, 584, 586; Bd. 57, S. 303.

4) Melloni: diese *Annal.*, Bd. 28, S. 642; Bd. 35, 535 bis 543, 552, 566; Bd. 38, S. 40 seqq. — Forbes: diese *Ann.*, Bd. 51, S. 89 seqq.

5) Mariotte: *Traité (de la nature) des couleurs*. Paris 1686. *Se-*

Die Versuche, welche in dieser Beziehung von Delaröche und Melloni zum directen Vergleich des Durchgangs der Wärme verschiedener Quellen durch diathermane Körper angestellt wurden, schienen zu ergeben:

dafs die Fähigkeit der Wärme, diese Körper zu durchstrahlen, mit der Temperatur ihrer Quelle zunähme ¹⁾.

So fand Delaröche, dafs eine constante Anzahl von zehn Wärmestrahlen, welche einen Glasschirm durchdringt,

bei einer Quelle von 357° unter 263 Strahlen

- - - - - 650 - 139 -

- - - - - 800 - 75 -

- - - - - 1760 - 34 -

bei einer frei brennenden Argand'schen Lampe 29 -

und bei einer mit einem Glasschornstein versehenen . . 18 -

enthalten sey; und Melloni beobachtete — um unter den vielen, von ihm aufgestellten Beispielen nur eins hervorzuheben — dafs

von 100 Wärmestrahlen, welche Kupfer bei 100° aussendet, 33

von 100 Wärmestrahlen erhitzten Kupfers bei 390° 42

von 100 Wärmestrahlen glühenden Platins . . . 69

von 100 Wärmestrahlen einer Locatelli'schen Lampe 78

durch eine Flufsspathplatte von 2^{mm},6 Dicke hindurchgehen.

Nur zwei Beobachtungen machen von dem angeführten Satze eine Ausnahme. Reines Steinsalz wird nämlich, nach

conde partie, premier discours (à la fin). — Herschel: *Gilb. Annal.*, Bd. 12, S. 529 bis 531, 535. — Delaröche: *Gilb. Annal.* Bd. 46, S. 378. — Baden Powell: *diese Annal.*, Bd. 21, S. 316. — Ritchie: *diese Annal.*, Bd. 28, S. 240. — Melloni: *diese Annal.*, Bd. 28, S. 239, 240, 641, 645; Bd. 35, S. 385 bis 394, 537 bis 541, 563, 567; Bd. 38, S. 4, 7, 26; Bd. 39, S. 262 bis 283, 436 bis 460, 544 bis 553; Bd. 48, S. 329; Bd. 49, S. 578 bis 580.

1) Delaröche: *Observations sur le calorique rayonnant. Journ. de phys. par Delametherie.* 1812. *LXXV*, p. 201. — Melloni: *diese Annal.*, Bd. 28, S. 240; Bd. 35, S. 390, 392, 393, 398, 400, 401, 551; Bd. 38, S. 21; Bd. 43, S. 21; Bd. 48, S. 327; Bd. 49, S. 577.

Melloni's Untersuchungen ¹⁾, von Wärmestrahlen jeder Quelle in gleicher Weise durchdrungen, und berufstes Steinsalz wird, nach Melloni ²⁾ und nach Forbes ³⁾, von der Wärme in desto höherem Grade durchstrahlt, je niedriger die Temperatur ihrer Quelle ist.

Melloni ⁴⁾ nimmt selbst eine frühere Bemerkung zurück, nach welcher die Wärme des glühenden Platins besser als die der Argand'schen Lampe durch schwarzes Glas hindurchgehen sollte ⁵⁾, und zeigt ⁶⁾, daß die Fälle, in denen Forbes ⁷⁾, aufser dem angeführten Beispiel, einen besseren Durchgang der Wärme niederer Temperatur beobachtet haben will, nicht reine Resultate der Durchstrahlung ergeben hätten, in dieser Beziehung also nicht in Betracht kämen.

Die beiden bezeichneten Fälle stehen demnach vereinzelt einem scheinbar allgemeinen Gesetz gegenüber. Nur einer widerspricht ihm direct, und betrifft eine Substanz, welche sich in mannigfacher Beziehung von den übrigen diathermanen Körpern unterscheidet. Somit schien mir die Annahme eines Einflusses der Temperatur auf den Durchgang der Wärme durch diathermane Medien durch sie nicht hinreichend widerlegt zu seyn, und ich habe mich daher bemüht, auf experimentellem Wege die Frage zu entscheiden: *ob die Fähigkeit der Wärmestrahlen, gewisse Körper zu durchdringen, in wahrnehmbarer Beziehung zu der Temperatur ihrer Quelle stehe.*

1) Diese Annal., Bd. 35, S. 298, 299, 307, 401 bis 403, 412, 536, 550, 552, 561, 567, 578; Bd. 37, S. 491; Bd. 38, S. 28, 30; Bd. 39, S. 557; Bd. 43, S. 21, 284; Bd. 48, S. 327, 328; Bd. 49, S. 577.

2) Diese Annal., Bd. 48, S. 329, 330; Bd. 49, S. 578 bis 580; Bd. 53 S. 52.

3) Diese Annal., Bd. 51, S. 100, 101, 403.

4) Diese Annal., Bd. 35, S. 404, 405.

5) Diese Annal., Bd. 28, S. 645.

6) Diese Annal., Bd. 53, S. 59, 60.

7) Diese Annal., Bd. 51, S. 89 seqq., 98 bis 100, 104, 403.

Nach den ausgedehnten Untersuchungen, welche Melloni mit so großer Umsicht an den verschiedensten Körpern angestellt hat, konnte ich nicht erwarten, für die von ihm angewandten Wärmequellen neue Substanzen aufzufinden, welche sich in Betreff des Wärmedurchlasses dem berühmten Steinsalz anschließen würden. Daher zog ich es vor, statt der diathermanen Medien die Wärmequellen zu wechseln.

1. Ich bediente mich bei der ersten Versuchsreihe glühenden Platins, einer Alkoholflamme, einer Argand'schen Lampe und einer Wasserstoffflamme. Das erstere wurde ohne Flamme (der Davy'schen Entdeckung gemäß) ¹⁾ dadurch im Glühen erhalten, daß es den Docht einer Spirituslampe berührte, den es spiralförmig umgab. Die Alkoholflamme hatte einen gleichmäßig beschnittenen, nie verkohlenden Docht, der in die Flüssigkeit eintauchte, welche in einem Glasgefäße enthalten war. Die Argand'sche Lampe mit constantem Niveau, doppeltem Luftzug und cylindrischem Docht wurde ohne Schornstein angewandt. — Die Wasserstoffflamme brannte aus dem Rohre eines eigens dazu construirten Gasometers, der das Gas unter constantem Druck ausströmen ließ.

Die Unveränderlichkeit dieser Wärmequellen während des Versuchs wurde auf's Sorgfältigste geprüft. Man ließ sie natürlich nur so weit auf das Thermoskop einwirken, als sie dem Vergleich unterworfen werden sollten, indem man die Strahlen der zufällig mit erwärmten Theile durch polirte Metallschirme zurückhielt.

So unsicher auch directe Temperaturbestimmungen in dieser Beziehung seyn mögen, so werden doch alle Physiker darin übereinstimmen, daß der Wärmegrad einer rothglühenden Platinspirale geringer als der einer Alkoholflamme ist, welche denselben Draht zum Gelbglühen zu erregen vermag, und geringer als der einer Argand'schen Lampe, in der Kohle bis zum Weißglühen erhitzt wird. Ebenso

1) Mitgetheilt der *Lond. Roy. Society*. Jan. 23. 1817.

werden alle der Meinung seyn, daß die Wasserstoffflamme ¹⁾ unter den genannten Wärmequellen die höchste Temperatur hat.

Es fragte sich jetzt, ob, dem von Delaroché ausgesprochenen Satze gemäß, die Wärme der Alkoholflamme und der Argand'schen Lampe verhältnißmäßig besser als die des glühenden Platins, und die Wärme der Wasserstoffflamme besser als die der drei übrigen Quellen durch diathermane Körper hindurchgehen würde.

Die Erfahrung hat darüber in folgender Weise entschieden: Hatte das glühende Platin dergestalt auf die oben beschriebene Thermosäule eingestrahlt, daß die Nadel des mit ihr verbundenen Multipliers auf 20° abgelenkt wurde, so ging diese auf 12° zurück, wenn man eine Platte farblosen Glases von $1^{\text{mm}},3$ Dicke zwischen der genannten Wärmequelle und der Thermosäule einschaltete. Diese 12° entsprachen der durch das Glas hindurchgehenden Wärme. Hatte aber die Alkoholflamme durch unmittelbare Einwirkung auf das Thermoskop eine gleiche Ablenkung von 20° hervorgebracht, so wich die Nadel auf 11° zurück, wenn dieselbe Glasplatte an derselben Stelle eingeschoben wurde. Die Wärme der Alkoholflamme durchstrahlte mithin die Glasplatte in geringerem Grade als die des glühenden Platins. Die Wärme der Argand'schen Lampe, welche direct die Nadel ebenfalls auf 20° abgelenkt hatte, brachte dagegen, nach Zwischenstellung des Glases, eine Abweichung von 15° hervor. Strahlte endlich die Wasserstoffflamme dergestalt auf die Thermosäule ein, daß sie die Galvanometernadel auf 20° ablenkte, so ging dieselbe beim Einschalten des Glasschirms auf 12° zurück.

Somit ergibt sich, daß die Wärme der Wasserstoffflamme und des glühenden Platins, ungeachtet der großen *Verschiedenheit ihrer Temperatur*, in *gleichem* Grade fähig sind, eine Glasplatte von $1^{\text{mm}},3$ Dicke zu durchdringen, daß aber die Wärme der Alkoholflamme diese Fähigkeit in

1) Mitscherlich's Lehrbuch der Chemie, 3. Auflage, Th. 1, S. 289 bis 290.

geringerem Grade als die des glühenden Platins besitzt, obgleich sie eine *höhere* Temperatur als das letztere hat, und die Wärme der Argand'schen Lampe in viel *höherem* Grade als die der Wasserstoffflamme, ungeachtet ihre Temperatur entschieden *niedriger* ist.

Vertauschte man, bei derselben directen Einwirkung der Wärmequellen, den Glasschirm mit einer Alaunplatte von 1^{mm},4 Dicke, so beobachtete man beim glühenden Platin einen Rückgang der Magnetnadel auf 8°,25; bei der Alkoholflamme auf 7°,5; bei der Argand'schen Lampe auf 10°,5 und bei der Wasserstoffflamme auf 7°,75.

Die Wärme der Wasserstoff- und Alkoholflamme geht also, bei *großem Temperaturunterschiede*, auf *gleiche* Weise durch die Alaunplatte hindurch, und die der Argand'schen Lampe, ja selbst die des glühenden Platins durchstrahlt dieselbe *reichlicher* als die Wärme der Wasserstoffflamme, ungeachtet sie einen bei weitem *geringeren* Wärmegrad haben.

Aehnliche Verhältnisse zeigte die Strahlung durch Gyps. Durch Kali- und Magnesia-Glimmer geht sogar die Wärme der Wasserstoffflamme schlechter als die der drei übrigen Quellen hindurch, eine Beobachtung, auf die ich besonders aufmerksam mache, weil sie den Erwartungen widerspricht, welche man sich nach einem von Melloni mit Glimmer angestellten Versuch ¹⁾ bilden mußte.

Die folgende Tafel enthält die Beobachtungen, welche sich beim Durchgange der Wärme durch die genannten und einige andere diathermane Körper für verschiedene directe Ablenkungen ergeben haben.

1) Diese Annal., Bd. 38, S. 21.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahl.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahl.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
			Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.	Wasserstoffflamme.		Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.	Wasserstoffflamme.
1,5	Roths Glas	20°	11,25	10,75	14,25	12,00	22°	12,50	12,00	15,75	13,25
1,4	Blaues Glas		10,75	10,75	11,75	11,00		12,25	12,00	13,50	12,00
1,4	Alaun Weisser Glimmer	20°	8,25	7,50	10,50	7,75		8,25	8,00	10,50	8,00
0,2	Grüner Glimmer	20°	17,50	18,25	19,00	15,25	21°	18,25	18,75	19,25	16,50
0,1	Weisses Glas		17,75	18,25	17,75	16,25		18,75	19,50	19,00	17,50
1,3	Steinsalz	20°	12,00	11,00	15,00	12,00		12,75	11,00	15,50	13,00
4,4	Kalkspath	20°	16,50	15,50	17,00	15,75	21°	16,75	15,25	17,75	16,00
3,7	Gyps		8,25	8,00	12,50	8,50		9,00	8,50	14,00	9,50
1,4	Glaspapier	20°	7,75	6,25	10,25	6,25		8,25	6,75	11,25	6,50
0,2		20°	11,75	11,50	14,25	11,50	20°	11,50	11,75	14,25	11,50

1,5	Roths Glas	29°	15,75	14,75	19,75	15,50	35°	19,25	18,50	24,75	20,50
1,4	Blaues Glas		13,75	13,50	15,25	13,50		18,75	18,50	21,25	18,50
1,4	Alaun Weisser Glimmer	25°	9,75	8,75	12,25	8,50		13,75	13,25	17,00	13,50
0,2	Grüner Glimmer	25°	20,00	21,00	22,50	18,25	32°	26,25	28,75	29,75	25,75
0,1	Weisses Glas		20,50	21,75	20,75	19,00		27,75	29,50	28,00	26,50
1,3	Steinsalz	24°	14,25	13,50	17,75	14,25		19,00	16,25	22,00	19,00
4,4	Kalkspath	24°	20,75	18,75	21,75	20,50	29°	24,25	21,50	25,25	23,50
3,7	Gyps		10,75	8,75	16,00	10,50		12,00	11,50	20,25	12,50
1,4	Glaspapier	24°	9,75	7,50	11,50	7,50		10,00	8,50	12,75	8,50
0,2		24°	12,50	12,50	16,00	12,25	28°	14,25	14,25	18,50	14,00

1) Vielleicht mag es auffallend erscheinen, weshalb ich nicht, der größeren Uebereinstimmung wegen, für alle diathermanen Substanzen dieselben directen Ablenkungen am Thermoskop hervorgebracht habe. Der Grund davon ist der, daß ich mit dem Wasserstoffgas, welches die eine Flamme bildete, so sparsam als möglich seyn mußte, weil jede erneuerte Darstellung desselben die eigentliche Versuchsreihe eine geraume Zeit unterbrach und die Vergleichbarkeit ihrer Resultate störte. — Ich bin daher immer von der Ablenkung ausgegangen, welche die Strahlung der Wasserstoffflamme ohne langes Reguliren hervorbrachte, indem ich nach

Es geht daraus hervor, daß die Durchstrahlung der Wärme durch diathermane Körper in keinem einzigen der hier vorkommenden Fälle mit der Temperatur der Wärmequelle in Verhältniß steht.

2. Um den Versuch so rein als möglich anzustellen, beobachtete ich auch den Durchgang der Wärme, welche bei verschiedener Temperatur von *einem und demselben* Körper ausgestrahlt wird.

1) Ich bediente mich dazu für *niedere Wärmegrade* eines Leslie'schen Würfels ¹⁾ von 8^{cm} Seite, in dem ich Wasser bis zum Sieden erhitzte, und den ich darauf allmählig erkalten liefs. Die Abkühlung geschah dabei so langsam, daß die Temperatur des Würfels während der kurzen Zeit der Einschaltung einer diathermanen Substanz als constant betrachtet werden konnte.

Es ergab sich folgende Erscheinung: Brachte man durch Nähern des erkaltenden Würfels vor jeder Einschaltung dieselbe Ablenkung von 35° hervor, so ging die Nadel jedesmal z. B. auf 11° zurück, wenn man das farblose Glas von 1^{mm},3 Dicke zwischen der Wärmequelle und Thermosäule einstellte, wie auch die Temperatur der ersteren zwischen 30° R. und 80° R. seyn mochte. Die Wärme war also in gleichem Grade fähig, die Glasplatte zu durchdringen, welchen Wärmegrad der ausstrahlende Körper auch innerhalb der Gränzen haben mochte, auf welche sich diese Untersuchung erstreckte. Dabei war es gleichgültig, ob die ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels aus Metall

ihre der übrigen Wärmequellen einrichtete. Zwar hätte ich die verschiedenen Beobachtungen durch Rechnung auf eine gemeinsame zurückführen können, indess habe ich dies zeitraubende Geschäft unterlassen, weil außer der eleganteren Form für das Resultat nicht das Mindeste dadurch gewonnen wäre.

Die obige Tabelle zeigt, daß das von mir angewandte Steinsalz nicht die Strahlen aller Wärmequellen auf gleiche Weise hindurch liefs, wie dies von Melloni an dem seinigen beobachtet worden ist.

1) J. Leslie: *An experimental inquiry into the nature and propagation of heat.* Lond. 1804. p. 6.

oder Glas bestand, ob sie mit Rufs, Wolle oder anderen Substanzen überzogen war.

Dasselbe zeigte sich bei allen übrigen diathermanen Körpern. So wich die Nadel jedesmal auf 18° zurück, wenn man, bei gleicher directer Ablenkung von 35° , weissen Glimmer von $0^{\text{mm}},2$ Dicke zwischen dem Leslie'schen Würfel und dem Thermoskop einschaltete, und jedesmal auf 20° , wenn man ihn mit grünem Glimmer von $0^{\text{mm}},1$ Dicke vertauschte. — Die folgende Tabelle wird diefs noch deutlicher darthun.

Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.		Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	
	Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.		rothem Glase 1mm,5.	blauem Glase 1mm,4.	Alaun 1mm,4.		Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.	
1) Rufs. Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.	8,5	30°	9,50	8,50	3,50	Rufs. Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.	7,0	28°
	10,0	36	9,50	8,75	3,50		8,5	34
	12,0	42	9,50	8,50	3,75		13,5	50
	13,5	52	9,75	8,50	3,50		15,0	67
	16,0	80	9,50	8,50	3,50		16,5	80
2) Weifses Glas. Directe Ablenkung 35°.	5,50	22°	9,50	8,50	3,50	Weifses Glas. Directe Ablenkung 35°.	8,0	30°
	7,00	32	9,50	8,50	3,50		10,5	42
	9,00	40	9,50	8,50	3,50		12,0	49
	12,00	56	9,75	8,75	3,50		14,5	59
	13,75	80	9,50	8,50	3,50		16,5	80
3) Schwarzes Papier. Directe Ablenkung 35°.	7,0	28°	9,50	8,25	3,50	Rothe Wolle. Directe Ablenkung 35°.	5,5	27°
	9,5	39	9,75	8,50	3,50		10,0	42
	10,5	55	9,50	8,50	3,50		11,5	50
	11,5	61	9,50	8,50	3,50		13,5	57
	15,5	80	9,50	8,50	3,50		15,5	80

Somit ist es erwiesen, daß die Temperatur einer und derselben Wärmequelle innerhalb der Gränzen dieser Versuche, d. h. zwischen 25° R. und 80° R., auf den Durchgang der von ihr ausgestrahlten Wärme durch diathermane Substanzen nicht den mindesten Einfluß hat.

Ich muß hierbei noch einmal des schon oben (S. 216) erwähnten Versuchs von Melloni ¹⁾ gedenken, welcher zu zeigen schien, daß die Fähigkeit der Wärme, Glimmer zu durchstrahlen, selbst zwischen 50° C. und 100° C. mit der Temperatur der Wärmequelle zunähme. Da meine so eben angeführten Beobachtungen hiemit nicht übereinstimmten, habe ich sie so unzählig oft angestellt, daß mir über ihre Richtigkeit kein Zweifel geblieben ist. — So weit ich Melloni's Versuche wiederholt habe, ist dies übrigens der einzige Fall, welcher von den Resultaten dieses aus-

1) Diese Annal., Bd. 38, S. 21.

Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosiule in rhein. Zoll.	Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von:			
weißem Glimmer 0mm, 2.	grünem Glimmer 0mm, 1.	weißem Glase 1mm, 3.				Steinsalz 4mm, 4.	Kalkspath 3mm, 7.	Gyps 1mm, 4.	Glaspapier 0mm, 2.
18,00	20,25	11,00	Rufs.	9,5	36°	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	10,75	Ablenkung	10,5	40	19,75	7,50	8,50	14,25
18,00	20,00	10,75	durch directe	12,0	46	20,00	7,25	8,75	14,00
18,00	20,50	10,75	Einstrahlung	14,0	57	20,00	7,50	8,75	14,00
18,00	20,25	11,00	35°.	16,0	80	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	11,00	Weißes	6,50	28°	19,75	7,25	8,75	14,25
18,00	20,00	11,00	Glas.	9,50	39	19,75	7,25	8,50	14,25
18,00	20,00	11,00	Directe	10,00	45	20,00	7,50	8,75	14,25
17,75	20,25	11,00	Ablenkung	11,00	55	20,00	7,50	8,50	14,25
18,00	20,25	11,00	35°.	13,75	80	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	10,75	Schwarze	6,5	27°	20,00	7,50	9,00	14,25
18,00	20,50	10,50	Seide.	8,0	32	20,00	7,50	9,00	14,00
18,00	20,25	10,75	Directe	10,0	40	20,00	7,75	9,00	14,00
18,00	20,25	10,75	Ablenkung	12,0	48	19,75	7,75	9,00	14,25
17,75	20,25	10,75	35°.	18,0	80	20,00	7,50	8,75	14,25

gezeichneten Physikers abweicht, den ich mit der größten Bewunderung verehere.

2) Es fragte sich, wie sich die von einem und demselben Körper ausgestrahlte Wärme bei *Temperaturen über 80° R.* hinsichtlich ihres Durchgangs durch diathermane Körper verhalten würde.

Um dies zu untersuchen, steckte ich einen Cylinder von schwarzem Eisenblech, Kupfer oder Messing, 17^{cm} hoch und 3^{cm} im Durchmesser über die Flamme einer Argand'schen Lampe, durch welche ich ihn zu verschiedenen, hinreichend constanten Wärmegraden erhitzen konnte. Zwar besaß ich kein Mittel, diese während der Versuche in üblichen Thermometergraden zu bestimmen, indess gab die Säule selbst Temperaturerhöhungen und Erniedrigungen mit der größten Sicherheit an, was zur Entscheidung der Frage, um welche es sich hier handelte, vollkommen ausreichte.

Bei der Durchstrahlung zeigte sich, daß die bei gesteigerter Temperatur vom Metallcylinder ausgesandte Wärme durch einige Substanzen relativ besser, durch andere in demselben Verhältniß wie die bei geringerer Erhitzung ausgestrahlte hindurchging.

So wich die durch unmittelbare Einstrahlung auf die Säule zu 35° abgelenkte Galvanometernadel beim Einschalten des farblosen Glases auf 11° zurück, wenn der Cylinder 9 Zoll vom Thermoskop entfernt war, aber nur auf 13°, wenn er eine so hohe Temperatur hatte, daß man ihn zur

Ausstrahlender Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahlender Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.
			rothem Glase 1mm,5.	blauem Glase 1mm,4.	Alaun. 1mm,4.			
Eisencylinder.	7,0	unt. 90°	9,50	8,75	3,50	Eisencylinder.	8,0	unt. 90°
Ablenkung	12,5	—	9,75	8,75	3,75	Ablenkung	10,0	—
Durch directe	14,5	—	9,50	8,50	3,50	durch directe	14,5	—
Einstrahlung	24,0	üb. 90°	10,25	9,25	3,50	Einstrahlung	24,0	üb. 90°
35°.	33,5	—	10,25	9,25	3,50	35°.	38,5	—
Kupfercylinder.	10,0	unt. 90°	9,50	8,50	3,50	Messingcylinder.	9,0	unt. 90°
der.	15,0	—	9,25	8,50	3,50	der.	11,0	—
Directe	20,0	—	9,50	8,50	3,75	Directe	15,0	—
Ablenkung	30,0	üb. 90°	10,00	9,25	3,50	Ablenkung	24,0	üb. 90°
35°.	38,0	—	10,50	9,50	3,50	35°.	36,0	—
Eisencyl. Dir.	10,0	unt. 90°	15,00	14,50	12,50	Eisencyl. Dir.	10,0	unt. 90°
Ablenk. 40°.	30,0	üb. 90°	15,75	15,25	12,25	Ablenk. 40°.	31,0	üb. 90°

Die darin angegebenen Entfernungen des erhitzten Cylinders vom Thermoskop lassen die bedeutende Steigerung der Erwärmung deutlich erkennen. In dem Moment, in welchem die an einigen diathermanen Körpern beobachtete Aenderung des Wärmedurchgangs eintrat, mochte seine Temperatur etwa 90° R. betragen. Auch bei seiner größten Erhitzung war selbst im Dunklen keine Spur von Glühen bemerkbar.

3) Es blieb noch übrig den Durchgang der Wärme zu

Hervorbringung einer gleichen Ablenkung von 35° auf 36 Zoll entfernen mußte.

Beim grünen Glimmer erhielt man im ersten Fall einen Rückgang der Nadel auf 20°,25, im letzteren auf 26°. — Dagegen ging die Nadel unter allen Umständen auf 3°,5 zurück, wenn die 1^{mm},4 dicke Alaunplatte, und auf 8°,5, wenn Gyps von gleicher Dicke zwischen der Wärmequelle und Thermosäule eingeschaltet wurde.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die Details der Beobachtungen.

Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahler der Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von:			
weißem Glimmer 0 ^{mm} ,2.	grünem Glimmer 0 ^{mm} ,1.	weißem Glase 1 ^{mm} ,3.				Steinsalz 4 ^{mm} ,4.	Kalkspath 3 ^{mm} ,7.	Gyps 1 ^{mm} ,4.	Glaspapier 0 ^{mm} ,2.
18,00	20,25	11,00	Eisencylinder.	9,5	unt. 90°	20,25	7,50	8,75	14,25
18,00	20,50	11,00	Ablenkung	16,0	—	20,25	7,50	8,75	14,25
18,75	21,50	11,00	durch directe	24,0	—	22,25	7,50	9,00	14,25
21,00	24,00	11,50	Einstrahlung	26,0	üb. 90°	22,25	7,50	8,75	14,25
24,00	26,50	12,50	35°.	34,0	—	23,75	8,00	8,75	14,25
18,00	20,25	11,00	Kupfercylinder.	14,5	unt. 90°	20,00	7,50	8,75	14,25
18,00	20,25	11,00	der.	16,0	—	20,25	7,50	8,75	14,25
20,25	22,50	11,50	Directe	20,0	—	20,25	7,50	8,50	14,25
20,75	23,50	11,50	Ablenkung	31,5	üb. 90°	21,75	7,75	8,50	14,25
23,50	26,00	13,00	35°.	39,5	—	22,75	7,75	8,50	14,25
22,50	25,00	13,00	Eisencyl. Dir.	9,0	unt. 90°	28,75	9,50	11,25	19,50
28,00	31,50	15,00	Ablenk. 40°.	35,5	üb. 90°	32,50	9,50	11,00	19,25

untersuchen, welche von einem und demselben Körper in verschiedenen Stadien des Glühens ausstrahlt. Zu dem Ende erhitze ich eine Platinspirale über dem Schornstein einer Berzelius'schen Lampe zum Roth-, Gelb- und Weißglühen. Der sichtbare Theil der Alkoholflamme erhob sich dabei nie über den Metallcylinder der Lampe, vor dessen Strahlen die Thermosäule durch polirte Schirme von verzinnem Eisen geschützt war.

Die Beobachtung zeigte, dafs, wenn die directe Ein

strahlung jeder der genannten Wärmequellen auf die Thermosäule die Multiplicatornadel um 35° abgelenkt hatte, die durch farbloses Glas hindurchgehende Wärme beim dunklen erhitzten Platin eine Ablenkung von $10^{\circ},5$; beim rothglühenden von $17^{\circ},25$; beim gelbglühenden von $17^{\circ},25$ und beim zum Theil weifsglühenden von $21^{\circ},12$ hervorbrachte.

Die Strahlen des roth- und gelbglühenden Platins durchdringen also bei grossem Temperaturunterschiede farbloses Glas in völlig gleichem Verhältnifs. Vertauschte man dasselbe mit der bereits mehrerwähnten Alaunplatte, so erhielt man für das dunkle Platin eine Abweichung der Nadel von $10^{\circ},2$; für das rothglühende von $11^{\circ},4$; für das gelbglühende von $9^{\circ},1$ und für das zum Theil weifsglühende von $12^{\circ},4$. Die Wärme des gelbglühenden Platins durchstrahlt also die Alaunplatte in geringerem Grade als die des rothglühenden, ja selbst als die des dunklen erhitzten Platins, ungeachtet seiner bei weitem höheren Temperatur.

Dasselbe ist beim Gyps der Fall. Durch Glimmer geht die Wärme des dunklen Platins am schlechtesten, verhältnifsmässig besser die des rothglühenden, noch besser die des gelbglühenden, am besten die des weifsglühenden Platins. — Mithin kommen, unabhängig von der Temperatur der Wärmequelle, alle möglichen Fälle vor. Die nachstehende Tafel enthält die Beobachtungen darüber:

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
			dunkles erhitztes Platin.	rothglühendes Platin.	gelbglühendes Platin.	zum Theil weißglühendes Platin.
1,5	Roths Glas	20°	7,75	9,50	9,00	11,00
1,4	Blaues Glas		7,37	8,70	7,87	9,50
1,4	Alaun		6,37	6,50	4,50	7,50
0,2	Weißer Glimmer	20°	12,75	16,50	17,25	17,75
0,1	Grüner Glimmer		13,75	16,87	17,50	17,75
1,3	Weißes Glas		6,12	10,37	10,37	12,50
4,4	Steinsalz	20°	13,50	16,62	15,50	16,88
3,7	Kalkspath		5,75	8,50	7,00	10,37
1,4	Gyps		6,20	6,50	3,12	7,00
0,2	Glaspapier	20°	9,62	10,50	11,00	12,00
<hr/>						
1,5	Roths Glas	35°	12,50	18,40	17,31	21,31
1,4	Blaues Glas		11,75	16,44	15,20	18,40
1,4	Alaun		10,20	11,40	9,10	12,40
0,2	Weißer Glimmer	35°	20,25	27,44	29,50	30,60
0,1	Grüner Glimmer		23,10	28,50	29,94	30,81
1,3	Weißes Glas		10,50	17,25	17,25	21,12
4,4	Steinsalz	35°	24,26	29,60	28,95	30,25
3,7	Kalkspath		9,07	14,15	12,55	17,00
1,4	Gyps		9,81	11,80	9,50	12,70
0,2	Glaspapier	35°	15,12	17,25	18,12	19,12
<hr/>						
1,5	Roths Glas	40°	13,00	19,00	18,00	23,12
1,4	Blaues Glas		12,25	17,12	16,50	19,62
1,4	Alaun		11,25	11,50	10,00	12,50
0,2	Weißer Glimmer	40°	24,50	32,50	34,75	35,62
0,1	Grüner Glimmer		27,50	33,62	35,00	35,75
1,3	Weißes Glas		12,25	20,75	20,88	24,88
4,4	Steinsalz	40°	30,00	35,25	34,25	35,75
3,7	Kalkspath		10,50	15,75	15,00	20,00
1,4	Gyps		12,00	12,87	11,75	15,12
0,2	Glaspapier	40°	18,25	20,62	21,75	23,25

Die Zahlen, welche der directen Ablenkung von 20° angehören, sind arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen, die Angaben für 35° aus je vier, die für 40° wieder aus je zwei Untersuchungen. Die Resultate der einzelnen auf diese Weise vereinigten Reihen stimmten so vollkommen mit einander überein, daß die mitgetheilten Zahlen bis auf halbe Grade als sicher betrachtet werden können.

Sonach ist es durch die Beobachtung über alle Zweifel erhoben, *dafs der Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper nicht, wie es nach früheren Versuchen schien, in directem Zusammenhange mit der Temperatur ihrer Quelle steht, sondern nur von der Beschaffenheit der diathermanen Substanz abhängt, welche von gewissen Wärmestrahlen in höherem Grade als von anderen durchdrungen wird, diese mögen bei niederer oder höherer Temperatur entstanden seyn* ¹⁾.

Dafs man es in den mitgetheilten Fällen in der That mit frei *durchstrahlender Wärme* zu thun hatte, wird aus folgenden Bemerkungen mit Sicherheit hervorgehen:

1) Hat die Nadel des Multiplicators nach dem Einschalten eines der genannten Körper zwischen Wärmequelle und Thermosäule eine bestimmte Ablenkung erreicht, und entfernt man darauf die Wärmequelle, während die eingeschaltete Substanz eine unveränderte Stellung zur Säule

1) Die Durchstrahlung durch *berufstes Steinsalz* gab mir bei Anwendung eines Leslie'schen Würfels von 80° R., rothglühenden Platins, einer Alkoholflamme und einer Argand'schen Lampe folgende Resultate:

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanz.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
			Wärmequelle von 80° R.	Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.		Wärmequelle von 80° R.	Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.
2,9	Berufstes Steinsalz	20°	13,00	11,75	11,75	10,00	25°	14,25	13,75	13,50	12,00
2,9	Berufstes Steinsalz	30°	16,75	16,50	16,25	13,75	35°	20,25	19,50	19,25	16,50

Die Wärme des glühenden Platins und der Alkoholflamme, deren Temperaturen unzweifelhaft verschieden sind, durchstrahlen also das berufste Steinsalz in gleicher Weise, während die Wärme der Quelle von 80° R. — der Melloni'schen Entdeckung gemäß — besser als die der Argand'schen Lampe durch dasselbe hindurchgeht.

behält, so kehrt die Nadel in derselben Zeit auf denselben Punkt zurück, wie hoch auch ihre Ablenkung gewesen seyn mag. Diese rührt also nicht von der eigenen Erwärmung des zwischengestellten Körpers her.

2) Rückt man die Thermosäule aus dem Bereiche der geradlinigen Strahlung der Wärmequelle, während sie eine constante Entfernung von der eingeschalteten Substanz behält, die den Wärmestrahlen ausgesetzt bleibt, so kehrt die Nadel sogleich auf denselben Punkt zurück, den sie beim Entfernen der Wärmequelle einnimmt; ein neuer Beweis, dass die beobachtete Ablenkung nicht der von jener Substanz absorbirten Wärme zuzuschreiben ist.

3) Fast bei allen zur Untersuchung angewandten Körpern vermindert sich die Angabe des Thermoskops, wenn man dieselben auf beiden Seiten mit Rufs überzieht, also ihre Absorptions- und Ausstrahlungsfähigkeit auf Kosten der Durchstrahlung steigert.

4) Schaltet man sie in ihrem gewöhnlichen Zustande vor der Thermosäule ein, so geht die Nadel auf einen Punkt zurück, den sie innerhalb der Beobachtung nicht verlässt, während jedesmal eine Steigerung dieser Ablenkung wahrgenommen wird, wenn jene Substanzen beruht sind, und sich in Folge dessen durch Absorption in immer höherem Grade erwärmen.

Ueberdies stimmen meine Angaben, so weit sie vergleichbar sind, vollkommen mit Melloni's überein, welcher sich bei seinen Beobachtungen zum Theil auf dieselbe Weise ¹⁾ davon überzeugt hatte, dass die von den eingeschalteten Substanzen ausgestrahlte Wärme gegen die von ihnen hindurchgelassene verschwindet.

Eine *diffuse* Durchstrahlung kann in den besprochenen Fällen nicht stattgefunden haben, da die diathermanen Körper sämmtlich so glatt als möglich polirt waren.

Auf ihre Dicke kam es natürlich nicht an, da sie nicht

1) Diese Anz., Bd. 28, S. 644, 646; Bd. 35, S. 119 bis 127, 387, 388, 565; Bd. 37, S. 207, 208, 495, 496; Bd. 38, S. 24 bis 26; Bd. 43, S. 33, 34.

unter sich verglichen werden sollten, sondern nur zur Untersuchung der Wärmequellen dienten.

Dafs die *verschiedene Form und Gröfse der verglichenen Wärmequellen* an sich keine Verschiedenheiten bei der Durchstrahlung herbeiführten, haben directe Versuche erwiesen. Denn es hat sich gezeigt, dafs die durch directe Einstrahlung auf die Säule zu 50° abgelenkte Multiplicatornadel jedesmal bei der Zwischenstellung des rothen Glases auf $21^\circ,25$ bis 21° zurückging, man mochte einen Leslie'schen Würfel von 4cm , 8cm oder 15cm 7mm Seite, oder einen Cy-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
			einen Leslie'schen Würfel von			einen Cylinder von 17cm Höhe und 3cm Durchmesser.
			4cm Seite.	8cm Seite.	15cm 7mm Seite.	
1,5	Rothes Glas	50°	21,00	21,25	21,00	21,00
1,4	Blaues Glas		20,50	20,25	20,25	20,50
1,4	Alaun		14,00	14,25	14,00	14,25

Die durch directe Einstrahlung hervorgebrachte Ablenkung der Galvanometernadel, auf deren Constanz die Sicherheit aller angeführten Vergleiche beruhte, wurde vor jeder neuen Einschaltung einer diathermanen Substanz controlirt.

Nur je drei der letzteren wurden nach einander zur Untersuchung der verschiedenen Wärmequellen angewandt, so dafs die zusammengehörigen Beobachtungen, deren jede 1,5 bis 2 Minuten erforderte, nie eine Zeit überschritten, in der nicht alle Umstände des Experiments als hinreichend constant hätten betrachtet werden können ¹⁾.

1) Daher dürfen aber die angeführten Zahlen in diesen wie in allen spä-

linder von 17^{cm} Höhe und 3^{cm} Durchmesser als Wärmequelle von 80° R. anwenden. Ebenso erhielt man, bei gleicher directer Ablenkung von 50°, für dasselbe Glas immer einen Rückgang der Nadel auf 31°,5, man mochte sich einer kleinen gläsernen Alkohollampe oder einer grossen Berzelius'schen bedienen, und dieselbe Ablenkung von 37°,5 sowohl für die kleine Flamme eines Wachslichts als für die grosse einer Argand'schen Lampe.

Die folgende Uebersicht, welche arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen enthält, beweist, dafs dies auch bei andern diathermanen Körpern der Fall war.

Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
	eine kleine Alkoholf Flamme.	die grosse Flamme einer Berzelius'schen Lampe.	die kleine Flamme eines Wachslichts.	die grosse Flamme einer Argand'schen Lampe.		eine kleine Alkoholf Flamme.	die grosse Flamme einer Berzelius'schen Lampe.	die kleine Flamme eines Wachslichts.	die grosse Flamme einer Argand'schen Lampe.
50°	31,50	31,50	37,50	37,50	60°	39,42	39,70	45,20	45,30
	30,00	30,00	33,00	33,00		37,80	37,70	41,00	41,00
	15,25	15,50	24,00	24,00		23,92	23,42	32,92	33,00

Um diese Gleichmässigkeit so viel als möglich zu erhalten, behielt die Thermosäule eine unveränderte Stellung, während man ihr die Wärmequelle mehr oder weniger näherte, bis die zum Vergleich dienende constante Ablenkung durch directe Einstrahlung hervorgebracht war.

Die diathermanen Körper aber wurden stets an derselben Stelle hinter einem Diaphragma in constanter Entfernung vom Thermoskop eingeschaltet.

teren Fällen auch nur so weit verglichen werden, als ich sie selbst in Beziehung zu einander gebracht habe.

II. Ueber die Erwärmung der Körper durch strahlende Wärme.

Es ist eine, seit längerer Zeit bekannte, durch eine ausgedehnte Reihe von Beobachtungen erwiesene Thatsache:

1) dafs sich verschiedene Substanzen unter den Strahlen einer und derselben Wärmequelle in ungleichem Grade erhitzen ¹⁾,

2) dafs die Höhe dieser Erwärmung bei jeder einzelnen von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche abhängt ²⁾.

- 1) R. Boyle. 1663. Works. *By Birch*. London 1772. T. I, p. 725. — Hooke: *Birch, History of the Roy. Soc.*, IV, p. 175. — Watson: *Philos. Trans. abridg. T. VIII*, p. 371. — Franklin 1761. *Letters on philos. subjects*, p. 56. — P. van Musschenbroek: *Introductio ad philos. natur. Lugduni Batavor.* 1762. T. II (*de Igne*), p. 641, 651 bis 653. — Rozier. 1764. *Journ. de phys.*, T. III, p. 183. — Scheele. 1777. Chemische Abhandlung von Luft und Feuer, S. 60, 77. — Dalencé: Lambert's Pyrometrie, S. 152. — Pistori: ebendas. S. 153. — J. H. Lambert. 1772. Ebendas. S. 153 bis 155, 162, 205, 210. — Pictet: *Essai sur le feu*, §. 54, 57, 58, 60, 62, 83, 85. — Cavallo: *Philos. Transact. f.* 1792. — Sir Humphry Davy: *Gilb. Ann.*, Bd. 12, S. 578. — J. A. Schmidtmüller. 1801. *Gilb. Annal.*, Bd. 14, S. 306 seqq. — H. C. Englefield Bart.: *Gilb. Annal.*, Bd. 12, S. 402, 404. — Rumsford Count.: *Mémoires sur la chaleur. Par.* 1804. Deutsche Uebersetzung. Weimar 1805. S. 72, 111 seqq., 199 seqq. *Gilb. Annal.*, Bd. 17, S. 41. — J. Leslie: *An experim. inquiry into the nat. and propag. of heat.* Lond. 1804. p. 35, 36. — C. W. Boeckmann: *Gilb. Annal.*, Bd. 10, S. 359 seqq.; Bd. 17, S. 122 bis 125. — Alex. v. Humboldt: *Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799 bis 1804.* Stuttg. und Tüb. 1815 bis 1826. Th. 4, S. 25. — L. W. Gilbert. 1817. *Gilb. Annal.*, Bd. 55, S. 50. — E. Home: *Philos. Transact. f.* 1821, Part. I. — Baden Powell: *Annal. of Philos.* 1824. T. VII, p. 324, 401; T. VIII, p. 81, 287. — R. W. Fox: *Philos. Magaz. or Annals of Chemistry etc.* 1832. Vol. XI, p. 347. — J. Starek: *Philos. Transact. f.* 1833. P. II, p. 285. — Prüfung von A. D. Bache: *Journal of the Franklin Institute.* Novemb. 1835. — Nobili und Melloni: diese *Annal.*, Bd. 27, S. 451 bis 455. — Melloni: diese *Annal.*, Bd. 35, S. 573, Bd. 39, S. 562. — Edwin C. Leedom. 1846. *Silliman's American Journ. second. ser.*, Vol. I, p. 28, 29.

- 2) Sir H. Davy: *Elements of chemical philos.*, Lond. 1812. T. I. —

Neuere Versuche von Baden Powell ¹⁾ und Melloni ²⁾ haben ergeben:

3) dafs ein und derselbe Körper von Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direct gleiche Wirkung auf ein berufstes Thermoskop (s. ob. S. 205) ausüben, ungleichmäfsig erwärmt wird.

Unter den Beobachtungen, welche ich selbst in dieser Beziehung angestellt habe, will ich nur zwei besonders charakteristische hervorheben.

Ueberzog ich eine Metallscheibe auf einer Seite mit Carmin, auf der andern mit Rufs, und setzte sie unmittelbar vor der Thermosäule dergestalt den Strahlen einer Argand'schen Lampe aus, dafs die Carminfläche der Wärmequelle, die berufste der Säule zugekehrt war, so brachte die eigene Erwärmung derselben eine Ablenkung von $9^{\circ},5$ am Multiplicator hervor, wenn die Argand'sche Lampe direct die Nadel auf 35° abgelenkt hatte. Unter denselben Umständen erhielt ich aber eine Abweichung von $10^{\circ},87$, wenn ich, statt der Flamme, einen dunkeln erhitzten Metallcylinder, welcher direct eine gleiche Ablenkung von 35° bewirkte, gegen die Carminfläche ausstrahlen liefs.

War die Metallscheibe, anstatt des Carmins, mit schwarzem Papier überzogen; so wurde die Magnethadel durch die Erwärmung der vor der Thermosäule aufgestellten Platte im ersten Falle auf $10^{\circ},75$, im zweiten auf $10^{\circ},12$ abgelenkt.

Die Carminfläche wird also durch die Strahlen der Argand'schen Lampe verhältnifsmäfsig weniger als durch die

Leslie: *An experim. inq. etc.*, p. 83. — Melloni: diese Annalen, Bd. 53, S. 268 bis 275.

1) Diese Annal., Bd. 21, S. 316.

2) Diese Annal., Bd. 35, S. 545, 546, 575, 577; Bd. 39, S. 31, 560, 563; Bd. 44, S. 357 bis 359, 361 bis 363; Bd. 51, S. 82; Bd. 52, S. 422. — Ausnahme 1) bei den *Metallen*, nach Rumford: *Mémoires sur la chaleur*. Deutsche Uebersetzung, S. 72. — Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 575, 576; Bd. 52, S. 421 bis 427, 573, 580 bis 583. 2) Beim *Rufs*, nach Melloni: s. ob. S. 206, Note 1.

eines auf 80° R. erhitzten Cylinders erwärmt, während beim schwarzen Papier gerade das Gegentheil stattfindet.

Die folgenden, einer größern directen Ablenkung angehörigen Zahlen (arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen) werden dieß noch entschiedener darthun.

Eingeschaltete sich erwärmende Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:	
		die Ar- gand'sche Lampe.	den er- hitzten Cylinder.		die Ar- gand'sche Lampe.	den er- hitzten Cylinder.
Carmin	35°	9,50	10,87	50°	13,75	15,62
Schwarzes Papier	35°	10,75	10,12	50°	15,25	14,00

Während, früheren Beobachtungen ¹⁾ zufolge, fast immer die Wärmestrahlen aus Quellen niederer Temperatur fähiger zu seyn schienen, die Körper zu erwärmen, als die bei höherer Temperatur ausgesandten, ist es also durch die mitgetheilten Versuche sicher erwiesen, *dafs diese Erwärmung bei gleicher Intensität der eingestrahnten Wärme, völlig unabhängig von der Temperatur ihrer Quelle, allein durch die Natur jener absorbirenden Substanzen bedingt wird, welche für gewisse Strahlen mehr als für andere empfänglich sind.*

Der Einfluß der *Dicke* der den Wärmestrahlen ausgesetzten Körper auf ihre Erwärmung ist bisher kaum untersucht worden. Leslie bemerkt, dafs sich Metalle von verschiedener Dicke in gleichem Grade ²⁾, Holzschirme, welche er vor einem erhitzten Würfel aufstellte, aber desto weniger erwärmten, je dicker sie waren. So zeigte sein Thermoskop

20° hinter einer $\frac{1}{8}$ " dicken Platte von Tannenholz;

15 - - - $\frac{3}{8}$ - - - - -

9 - - - 1 - - - - - ³⁾ -

1) Melloni: diese *Annal.*, Bd. 35, S. 575; Bd. 52, S. 422.

2) *An experim. inq. etc.*, p. 112.

3) Ebendasselbst, p. 38 bis 41.

Ebenso fand Melloni ¹⁾ mittelst des Thermomultipliers, dafs sich dickes Papier weniger als dünnes erwärmte.

Diese Versuche schienen mir jedoch nicht die Frage zu erledigen:

in welcher Beziehung die Erwärmung der Körper zu ihrer Dicke stehe,

und sie ist daher Gegenstand der folgenden Untersuchung gewesen.

Während ich bei den Beobachtungen des vorigen Abschnitts den Einfluß der Erwärmung der zwischen der Wärmequelle und Thermosäule aufgestellten Medien für die letztere zu eliminiren suchte, war ich in diesem Fall darauf bedacht, sie so wahrnehmbar als möglich zu machen und ausschliesslich auf das Thermoskop wirken zu lassen. Ich stellte daher die zu erwärmenden Körper unmittelbar vor demselben auf und versah sie, der Säule zu, mit einer für directe Strahlen undurchdringlichen Rückseite.

Die Substanzen, deren ich mich zu diesen Versuchen bediente, waren farblos durchsichtiger Firnis, schwarzer undurchsichtiger, aber diathermaner Lack und Bleiweifs, welches in der Regel als adiatherman betrachtet wird. Diese trug ich in *Schichten von verschiedener Dicke* auf dünne, in jeder Beziehung gleiche Metallscheiben auf. — Um die Ausstrahlung der letzteren nach der Erwärmung zu verbessern, überzog ich sie auf Seiten der Säule mit Papier ²⁾. Zwar würde Rufs in dieser Beziehung noch wirksamer gewesen seyn ³⁾; indess ist es kaum erreichbar, ihn auf mehrere Platten in völlig gleicher Weise aufzutragen, was unumgänglich gewesen wäre, weil sich, wie Melloni ⁴⁾ gezeigt hat, die Ausstrahlung mit der Dicke der Rufsschichten ändert. Ich zog daher den erwähnten Ueberzug vor, um nicht

3) Diese Annal., Bd. 43, S. 26.

2) Leslie, *An experim. inq. etc.*, p. 18.

3) Ebendasselbst.

4) Diese Annal., Bd. 65, S. 109, 110

die Empfindlichkeit des Apparats auf Kosten der Sicherheit des Vergleichs zu steigern.

Der Vollständigkeit wegen untersuchte ich die Erwärmung der genannten Substanzen von ungleicher Dicke bei verschiedenen Wärmequellen, indem ich dazu diejenigen anwandte, welche stets die größten Verschiedenheiten gezeigt hatten: eine Argand'sche Lampe und einen auf etwa 80° R. erhitzten Metallcylinder.

Da aufser Rufs (s. S. 205, 206) nur Metalle (s. S. 231) jede Art von Wärmestrahlen in gleicher Weise absorbiren, so konnten die gedachten Körper für den vorliegenden Zweck nur auf Metall aufgetragen werden, wenn man die Wirkung ihrer Erwärmung durch verschiedenartige Wärmequellen ohne den Nebeneinfluss der untergelegten Flächen beobachten wollte, welche sich in jedem andern Falle an sich schon ungleichmäfsig erhitzt haben würden.

Der Versuch ergab folgende Resultate: Hatte man durch directe Einstrahlung der Argand'schen Lampe auf die Thermosäule eine Abweichung der Multiplicatornadel auf 60° hervorgebracht, und stellte darauf unmittelbar vor dem Thermoskop eine Metallplatte ein, welche der Wärmequelle ihre glänzende Oberfläche zukehrte, während sie, der Säule zu, mit Papier überzogen war, so erhielt man nach einiger Zeit eine constante Ablenkung von $10^{\circ},5$, welche von der Erwärmung der Metallscheibe herrührte. Schaltete man statt dieser eine Metallplatte ein, welche auf der Seite der Wärmequelle mit einer Firnissschicht bedeckt war, so wich die Nadel durch die Erhitzung der Scheibe auf $14^{\circ},5$, und, wenn sie mit acht gleichen Schichten bekleidet war, auf $15^{\circ},75$ ab.

Die Erwärmung der überzogenen Platte stieg also, wenn man die Anzahl der sie bedeckenden Firnissschichten vermehrte.

Wurde die Flamme mit dem dunkeln erhitzten Cylinder vertauscht, welcher direct dieselbe Ablenkung von 60° hervorbrachte, und der nicht überzogene Metallschirm wieder an der bezeichneten Stelle eingeschoben, so stellte sich

die Nadel wie vorher auf $10^{\circ},5$ ein. Sie wich aber auf $17^{\circ},5$ ab, wenn man die mit einer Firnißschicht und auf $20^{\circ},75$, wenn man die mit acht Schichten bedeckte Metallscheibe den Strahlen des erhitzten Cylinders aussetzte.

Die Erwärmung war also im letzteren Falle für jede einzelne Platte größer als im ersten, und nahm von der mit einer Firnißschicht bekleideten bis zu der mit acht Lagen bedeckten in höherem Grade zu als beim Versuch mit der Argand'schen Lampe.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich beim schwarzen Lack und beim Bleiweiß. — So bewirkte, bei übrigens gleichen Umständen, die Erwärmung einer mit einer dünnen Lackschicht überzogenen Metallscheibe unter den Strahlen der Argand'schen Lampe eine Ablenkung von $14^{\circ},5$, die Erwärmung einer mit einer dickeren Lage bedeckten von $18^{\circ},12$ und unter den Strahlen des dunkeln erhitzten Cylinders die erstere eine Abweichung von $18^{\circ},62$, die letztere von $22^{\circ},12$, wobei man berücksichtigen muß, daß die Kraft, welche die Galvanometernadel um eine gewisse Anzahl *höherer* Grade ablenkt, *größer* als die ist, welche sie um eine gleiche Anzahl *niederer* Grade abweichen läßt (siehe S. 205, 206, Note 5).

Die für den Bleiweißüberzug gefundenen Zahlen sind in der beigefügten Tabelle angeführt, welche auch Werthe für andere Dicken der genannten Körper und eine andere directe Ablenkung als die erwähnte (sämmtlich arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen) enthält.

Ablenkung nach dem Einschalten einer Metallplatte											
nicht über- zogen.	überzogen mit Firnisf.				überzogen mit schwar- zem Lack.				überzog. mit Bleiweiß.		
	1 Schicht.	2 Schichten.	4 Schichten.	8 Schichten.	dünne Schicht.	dickere Schicht.	noch dickere Schicht.	dickste Schicht.	dünne Schicht.	dicke Schicht.	
	Argand'sche Lampe. Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.										
	6,50	8,25	8,25	8,25	8,25	7,12	8,25	8,62	9,50	7,25	8,00
	Dunkler erhitzter Metallcylinder.										
	6,50	9,00	9,25	9,50	9,50	9,12	9,87	11,62	12,00	8,75	9,62
	Argand'sche Lampe. Ablenkung durch directe Einstrahlung 60°.										
	10,50	14,50	15,12	15,62	15,75	14,50	16,25	17,37	18,12	16,12	18,50
	Dunkler erhitzter Metallcylinder.										
	10,50	17,50	18,12	20,12	20,75	18,62	20,25	21,37	22,12	17,00	19,50

Die sich auf solche Weise darstellenden Verschiedenheiten können nur von der Wärme herrühren, welche von den aufgetragenen Substanzen absorbiert und so den Metallplatten mitgetheilt wird. Es stellt sich also heraus: *dass sich die angewandten Körper, innerhalb der Gränzen dieser Versuche, in desto höherem Grade erwärmen, je dicker sie sind.*

Diese Beobachtung läuft direct den von Leslie und Melloni an andern Substanzen gemachten Erfahrungen entgegen. Dennoch sind beide Facta richtig. Der Grund dieser Verschiedenheit aber ist der, dass bei meinen Versuchen die Gränze noch nicht erreicht ist, welche jene früheren bereits überschritten haben. — Denn der Zusammenhang der Erscheinung ist dieser. Setzt man einen Körper den Strahlen einer Wärmequelle aus, so dringen die, welche nicht an seiner Oberfläche reflectirt werden, in ihn ein und erwärmen eine Schicht nach der andern, sofern sie nicht ungehindert durch ihn hindurchgehen. Jede dieser Schichten theilt dann ihre Wärme durch Leitung und Strahlung den benachbarten mit. — Die Summe der einem Körper auf diese Weise zugeführten Wärme wächst also in dem Maasse, als die Anzahl der absorbirenden Schichten

zunimmt; aber sie erreicht ihr Maximum, sobald diese eine Dicke erlangen, jenseit welcher die Wärme weder durch Strahlung noch durch Leitung weiter vordringen kann.

In der mitgetheilten Versuchsreihe war die Dicke nie so groß, daß nicht jede aufgetragene Schicht noch hätte erwärmt und nicht die Wärme aller auf die Metallfläche hätte wirken können, welche mittelst des Papierüberzuges gegen die Thermosäule strahlte. Bei den Beobachtungen von Leslie und Melloni aber waren die eingeschalteten (nur in den dünnsten Blättchen diathermanen) Schirme so dick, daß nur ein geringer Theil der Wärme ihrer vorderen Flächen die dem Thermoskop zugekehrte Seite erreichte, und daher mußte sich ihre Wirkung auf dasselbe in dem Grade vermindern, als man diesen Antheil durch Vermehrung der Dicke schwächte.

Die Gränze, bei der die Erwärmung eines Körper aufhört, mit zunehmender Dicke zu steigen, wird sich für eine und dieselbe Wärmequelle nach der Substanz, und für eine und dieselbe Substanz nach der Natur der Wärmequelle richten. Einer späteren Untersuchung ist es vorbehalten, sie in gewissen Fällen näher zu bestimmen.

Melloni ¹⁾ hat es für unmöglich gehalten, die Temperaturerhöhung wahrzunehmen, welche dünne, diathermane Blättchen durch strahlende Wärme erfahren, und daher indirect auf ihre Erwärmung geschlossen. Den mitgetheilten Versuchen ist es gelungen, sie auf directem Wege nachzuweisen und Melloni's Vermuthungen auf eine evidente Weise durch die Erfahrung zu bestätigen, *daß sich die Temperatur eines Körpers bei zunehmender Dicke desto mehr erhöht, je weniger er für die ihm zugesandten Strahlen diatherman ist.*

So ergeben, wie bereits erwähnt, die in der Tabelle S. 236 enthaltenen Beobachtungen für dieselben Körper stets beim dunkeln erhitzten Cylinder eine größere Steigerung der Erwärmung mit der Dicke als bei der Argand'schen Lampe, während die directe Durchstrahlung gezeigt hat, daß

1) Diese Annal., Bd. 43, S. 26 bis 27.

die Wärme des ersteren in geringerem Grade als die der letzteren von farblosem Firniß und schwarzem Lack hindurchgelassen wird.

Dafs diathermane Körper, wie man bisher nur geahnt, durch diejenigen Strahlen, welche sie am wenigsten durchdringen, in der That am meisten erwärmt werden, läßt sich durch die Beobachtung auch am farblosen Glase darthun, das bekanntlich ebenfalls von der Wärme des Metallcylinders schlechter als von der der Argand'schen Lampe durchstrahlt wird. Denn ein 1^{mm},5 dicker Glasspiegel, dessen rauhe metallische Fläche der Thermosäule zugekehrt war, brachte unter den Strahlen des ersteren eine Abweichung der Galvanometernadel auf 12°,25; unter denen der Lampe auf 11° hervor, wenn die directe Einstrahlung jeder dieser Wärmequellen die Nadel um 45° abgelenkt hatte.

Es bedarf wohl kaum nochmals der Erwähnung, dafs dieser Nachweis der Erwärmung diathermaner Körper durch strahlende Wärme die Ergebnisse des ersten Abschnitts nicht erschüttert, da die Beobachtung zeigt (S. 226 und 227), dafs sie unter den Umständen, bei welchen die Durchstrahlungsversuche angestellt wurden, keinen merklichen Antheil an jenen Resultaten gehabt hat.

IV. *Ueber den elektrischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten;* *von E. N. Horsford aus Albany in Nordamerika.*

Der Leitungswiderstand der flüssigen Leiter in der galvanischen Kette ist schon oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Eine allgemeine Brauchbarkeit der gewonnenen Resultate scheiterte gewöhnlich daran, dafs man den Einfluß der Polarisation an den Uebergangflächen nicht so wie es seyn muß berücksichtigt hat. In der That ist mir nur eine einzige Arbeit bekannt, in welcher der Lei-

tungswiderstand einer Flüssigkeit, nämlich der Kupfervitriol-lösung, von jenem veränderlichen Einflusse befreit, gemessen worden ist (Lenz in diesen Annalen, Bd. 44, S. 349). Ich wünschte auch noch von mehreren anderen Flüssigkeiten das Leitungsvermögen kennen zu lernen; ich benutzte daher die Gelegenheit, die mir geboten wurde, eine dahin einschlagende Untersuchung im physikalischen Kabinette zu Gießen unternehmen zu können. Leider ist es mir unmöglich gewesen diese Arbeit vor dem bereits festgesetzten Zeitpunkte meiner Rückreise nach Amerika in dem Umfange zu vollenden, als es der anfängliche Plan war, und als ich es später noch zu thun mir vorgenommen habe. Wohlwollende Freunde haben mir gleichwohl gerathen den wesentlichsten Inhalt meiner Untersuchungen jetzt schon der Oeffentlichkeit zu übergeben, weil mehrere der von mir erhaltenen Resultate vielleicht eine practische Brauchbarkeit haben dürften.

Zur Aufnahme der Flüssigkeiten, deren Verhalten gegen den elektrischen Strom ich prüfte, diente ein viereckiger Trog von festem und dichtem Holze, 0,3 Meter lang, 0,075 Meter breit und eben so tief; er war im Innern mit Schellackfirnis dick überzogen, um das Eindringen der Flüssigkeiten zu verhindern oder doch möglichst zu verzögern. Auf diesem Troge liegen zwei Brettstücke, von welchen das eine fest sitzt, das andere verschiebbar ist. Sie dienen, um die in die Flüssigkeit eintauchenden Platten zu halten und nach Befinden deren Abstand zu verändern. Die Platten, von gleicher Größe wie der Querschnitt des Kastens, werden an Kupferstreifen festgeklemmt, welche ihrerseits wieder an den Brettstücken angeschraubt sind, und mit den Endpunkten des Elektromotors in Verbindung stehen. Als solcher wurde die constante Kohlen-Zinkkette benutzt, je nach Bedürfnis 1 Paar oder auch mehrere Paare hinter einander. Die Stromstärke wurde mit einer sehr genau ausgeführten Weber'schen Tangentenbussole gemessen, und um bestimmte Stromstärken unverändert erhalten zu können, diente ein Wheatstone'scher Stromregulator. Der

Draht des letzteren ist aus Neusilber verfertigt, dessen Leitungswiderstand Hr. Prof. Buff auf das 12,4014fache von dem des chemisch reinen Silbers bestimmt hat. Der Durchmesser dieses Drahts beträgt 1,5042 Millimeter, die Länge einer Windung des Regulators 751 Millimeter. Die Temperatur der geprüften Flüssigkeiten betrug durchschnittlich 18 bis 20° C.

Der Gang des Versuchs fand in der Weise statt, daß man zwei Platten in dem mit Flüssigkeit ganz oder theilweise angefüllten Troge einander genau parallel, zuerst gewöhnlich auf 2,5 Centimeter Entfernung gegenüberstellte, dann die Kette schloß und mit Hülfe des Regulators die Nadel der Tangentenbussole auf einen bestimmten Grad richtete. Hierauf vergrößerte man den Abstand beider Platten durch Verrücken der einen, und sah zu wie viel Neusilberdraht aus der Kette herausgenommen werden mußte, um den anfänglichen Ausschlag der Nadel wieder zu erhalten. Es ist einleuchtend, daß alsdann die Vergrößerung der Flüssigkeitsschicht einen genau eben so großen Widerstand bewirkte wie der abgewickelte Neusilberdraht, und zwar ganz unabhängig von dem Einflusse der Polarisation. Die in den folgenden mitgetheilten Zahlen sind die Mittelwerthe von wenigstens drei, gewöhnlich aber von einer größeren Anzahl nahe übereinstimmender Beobachtungen.

Zuerst schien es mir von Wichtigkeit einen etwaigen Einfluß der Stromstärke auf den Leitungswiderstand kennen zu lernen. Zu dem Ende wurde der Trog mit verdünnter Schwefelsäure von 1,10 spec. Gewicht bis zu 0,0275 Meter Höhe angefüllt. Man erhielt bei nachfolgenden

Ablenkungen der Nadel	den Widerstand in Windungen Neusilberdraht	
	für die ersten 2,5 Centim.	für die folgend. 2,5 Decim.
10°	32,44	20,67
20	20,30	21,25
30	10,74	20,00

Der Widerstand der ersten 2,5 Cent. Flüssigkeit, der den Einfluß der Polarisation einschließt, zeigt sich veränder-

derlich mit der Stromstärke, während, sobald dieser Einfluß eliminirt worden, ein für verschiedene Stromstärken augenscheinlich gleich großer Widerstand erhalten wurde. Aehnliche Versuche mit anderen Flüssigkeiten, wie Kochsalzlösung, Kupfervitriollösung u. s. w., ausgeführt, gaben ganz dasselbe Resultat. Es schien mir daher genügend den Widerstand der meisten übrigen Flüssigkeiten nur für eine einzige Stromstärke mit möglichster Genauigkeit zu untersuchen; diese wurde dann, um der Veränderlichkeit der Polarisation zu begegnen, im Laufe einer Versuchsreihe mit aller Sorgfalt eingehalten. Bei allen folgenden Angaben über die Dicke einer flüssigen Schicht, sind die ersten 2,5 Centim., welche den Widerstand der Polarisation einschließen, bereits abgezogen.

Man nimmt an, daß der Widerstand der Flüssigkeiten, gleich dem der festen Leiter, der Länge direct und dem Querschnitte umgekehrt proportional sey. Meine Versuche bestätigen diese Annahme. Ich begnüge mich als Beleg nur eine einzige Versuchsreihe, welche mit derselben verdünnten Schwefelsäure wie vorher ausgeführt ist, hier mitzutheilen.

Länge d. flüssig. Schicht. Centimeter.	Widerstand in Windungen Neusilberdraht.	
	Beobachtet.	Berechn. auf 5 Cent. Länge.
25	20,67	4,134
12,5	10,75	4,300
7,5	6,98	4,654
5,0	4,25	4,250
2,5	2,11	4,220
		Mittelwerth 4,311.

Der Trog war mit der Säure bis zu 0,0275 Meter Höhe angefüllt. Als hierauf die flüssige Schicht bis zu 0,048 Meter erhöht wurde, erhielt man für 5 Cent. Länge einen Widerstand gleich dem von 2,56 Windungen. Es ist aber $0,0275 : 0,048$ nahe genau wie $2,56 : 4,311$.

Man erhält demnach eine ganz klare Vorstellung von dem Leitungswiderstande einer Flüssigkeit von bestimmter chemischer Beschaffenheit, und kann denselben in Rech-

nung nehmen, wenn er nur für eine einzige Länge und einen einzigen Querschnitt genau gemessen worden ist. Die von mir bei verschiedenen Flüssigkeiten, die ich untersuchte, gewonnenen Resultate sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Der Sinn der in den verschiedenen Spalten enthaltenen Zahlen bedarf keiner weiteren Erörterung. Ich habe daher nur noch hinzuzufügen, daß gewöhnlich Platinplatten in die Flüssigkeiten eingetaucht waren. Nur bei der Kupferlösung wählte man Kupferplatten, und bei den Zinklösungen Zinkplatten, um dadurch die Polarisation zu vermindern. Die gewählten Auflösungen waren chemisch rein.

Namen und Beschaffenheit der Flüssigkeit.	Anfüllungshöhe des Trogs.	Leitungswiderstand	
		in Regulator- Windungen	Neusilber = 1.
		für 5 Centm. Länge der flüssigen Schicht	
Schwefelsäure von 1,10 spc. Gw.	0,0275 Met.	4,311	75673
- - - 1,15 - -	0,0275	3,680	67770
- - - 1,20 - -	0,0275	3,202	56180
- - - 1,24 - -	0,0275	3,200	56180
- - - 1,30 - -	0,0275	3,200	56180
- - - 1,40 - -	0,0275	4,700	82520
Zinkvitriollösung, wovon 100 CC. enthielten:			
7,287 Grm. ZnO, SO ₃ HO	0,0275	108,00	1896000 ¹⁾
4,175 - - - -	0,0275	151,70	2663400 ¹⁾
Kupfervitriollösung, wovon 100 CC. enthielten:			
15,093 Grm. CuO, SO ₃	0,0275	55,38	972320
7,547 - - - -	0,0275	80,32	1410200
		für 2,5 Cent. Länge der flüssigen Schicht	
Kochsalzlösung			
27,6 Grm. in 500 CC. Wasser	0,023	19,65	577100
21,3 - - - 500 - -	0,023	26,20	769460
Zweifache Verdünnung	0,046	25,336	1488200
Vierfache Verdünnung	0,046	44,72	2750560

1) Diese Angaben über den Widerstand der Zinkvitriollösung kann ich nur als Annäherungen gelten lassen; denn weil das aus der Flüssigkeit niedergeschlagene Zink sich an der negativen Polplatte theilweise in senkrecht anschließenden Nadeln absetzte, zeigte sich im Laufe eines jeden Versuchs eine allmähliche Abnahme des Widerstands der vordersten Schicht.

Namen und Beschaffenheit der Flüssigkeit.	Anfüllungs- höhe des Trog.	Leitungswiderstand in Regulator- Windungen	Neusilber =1.
		tür 2,5 Cent. Länge der flüssigen Schicht	
Chlorkaliumlösung 27,6 Grm. in 500 CC. Wasser	0,023 Meter	19,68	578000
Zweifache Verdünnung	0,046	18,79	1103700
Vierfache Verdünnung	0,046	34,16	2006500
Chlorbariumlösung 38,46 Grm. ClB in 500 CC. Wasser	0,023	37,50	1101300
Zweifache Verdünnung	0,046	37,07	
Chlorstrontiumlösung 29,30 Grm. ClSt in 500 CC. Wasser	0,023	26,56	780100
Zweifache Verdünnung	0,046	27,50	
Chlorcalciumlösung von 1,04 spc. Gew.	0,023	22,90	672560
Chlormagnesiumlösung	0,023	22,89	672560
Chlorzinklösung	0,023	37,20	1092500

V. *Untersuchung über das elektrische Leitungsvermögen starrer und flüssiger Körper;*
von E. Becquerel.

(Freier Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. Ser. III, T. XVII, p. 242 — 291.*)

Das Verfahren, dessen sich der Verf. zu dieser Untersuchung bedient, ist der Hauptsache nach das von seinem Vater verbesserte Davy'sche, nach welchem man den Strom einer galvanischen Kette in zwei Arme zerspaltet, diese in entgegengesetzter Richtung auf ein Galvanometer wirken läßt und zur Gleichheit bringt, erstlich für sich, und dann nachdem in den einen Arm der auf sein Leitungsvermögen zu prüfende Körper eingeschaltet worden ist ¹⁾).

Als Galvanometer gebraucht er eins mit zwei zusammengedrehten Drähten, und zur Aequilibrirung der Wir-

1) Annalen, Bd. 8. S. 354.

kung auf dasselbe bedient er sich desjenigen Wheatstone'schen Rheostats, bei welchem ein Messingdraht von einem Holzcyylinder auf einen von Metall auf- und abgewickelt wird ¹⁾; es weicht von demselben nur dadurch ab, daß die beiden Cylinder an ihren Enden mit gezahnten Rädern versehen sind, und durch ein in dasselbe eingreifendes Getriebe bewegt werden. Dieser Rheostat, welcher eine Längenmessung bis auf 0^{mm},2 gestattet, ist in den einen Arm des Stroms eingeschaltet, der auf sein Leitvermögen zu prüfende Körper in den andern.

I. Leitvermögen der Metalle bei gewöhnlicher Temperatur.

Um das Leitvermögen eines Metalls bei gewöhnlicher Temperatur zu bestimmen, spannt Hr. B. einen Draht von demselben zwischen zwei Zwingen aus, die, von senkrecht auf einem Tisch errichteten Holzstützen getragen, 1,5 Meter aus einander stehen. Unter diesem Draht und parallel mit ihm liegt ein wohlbefestigtes getheiltes Messinglineal, längs welchem eine dritte, den Draht sanft klemmende Zwinne verschiebbar ist. Mittelt dieser dritten Zwinne und einer der ersteren wird ein Theil des Drahts in einen der Arme des Stromes gebracht, und seine Länge um gemessene Stücke verändert, deren Widerstand sich dann ergiebt, wenn man ihre Wirkung auf die Nadel durch den Rheostat annullirt.

Die zu untersuchenden Drähte erfuhren keine stärkere Spannung als nöthig war, um sie gerade zu richten und in Parallelismus mit dem Lineal zu bringen; bogen sie sich wegen ihres Gewichts oder ihrer Natur, so wurden Holzstützen darunter gestellt. Sie wurden überdies sowohl im gehärteten Zustand, wie sie aus dem Drahtzug kommen, als auch im ausgeglühten angewandt. Quecksilber wurde in kalibrierte Glasröhren eingeschlossen.

Die Durchmesser der Drähte wurden mit Hülfe eines von Hrn. Lebaillif angegebenen Instruments unter dem

1) Annalen, Bd. 62, S. 509.

Mikroskop gemessen ¹⁾, und da die Drähte niemals genau kreisrund sind, die durch ein selbes Loch gezogenen Drähte von verschiedenem Material auch nicht gleichen Durchmesser haben (Eisendrähte z. B. dicker sind als Golddrähte, und diese wiederum dicker als Bleidrähte), so wurde immer aus mehreren Messungen das Mittel genommen.

Nachstehendes waren die Resultate der Messungen, bei welchen die Temperatur beständig zwischen 12° und 13° C. lag, und im Mittel auf 12°,75 C. gesetzt werden kann.

	Durchmesser der Drähte.	Leitungsvermögen bei gleichem Durchmesser im gehärteten ausgeglühten Zustand.		Verhältnis beider.
	mm			
Silber ²⁾	0,3203	93,448	100,000	1,0701
Kupfer ³⁾	0,3218	89,084	91,439	1,0264
Gold, reines	0,2970	64,385	65,458	1,0166
Kadmium	0,2875	24,574		
Zink	{0,3019}	24,164		
	{0,7390}			
Zinn	0,6985	13,656		
Palladium	0,225	13,977		
Eisen	{0,3037}	12,124	12,246	1,0101
	{0,737}			
Blei	{0,687}	8,245		
	{0,858}			
Platin	0,3126	8,042	8,147	1,0130
Quecksilber ⁴⁾	0,734	1,8017		

1) Hr. B. beschreibt dies Instrument also: Es besteht aus zwei auf einander gleitenden Glasplatten, deren eine ein Mikrometer, getheilt in 0,005 Millimeter, und die andere Striche parallel mit diesen Abtheilungen enthält. Das erste Glas ruht auf einer Holzplatte, die auf den Objectträger des Mikroskops gebracht wird, und das zweite auf einer anderen Platte, die auf der ersteren liegt. An dieser zweiten Platte sitzt ein Kupferdraht, der gegen die Spitze einer kupfernen Schraube endet, so daß man, wenn man die Schraube dreht, bis einer der Striche des oberen Glases mit dem Nullpunkt des Mikrometers zusammenfällt, und nun den auf seinen Durchmesser zu prüfenden Draht zwischen dem festen Draht und die Schraube einschaltet, unmittelbar mittelst des Mikroskops abliest, wie viel der Strich vorgerückt ist und wie viel also der Durchmesser des Drahts beträgt. Die Bestimmung geschieht bis auf ein Viertel von $\frac{1}{256}$ oder bis auf $\frac{1}{512}$ Millimeter.

2) Aus Chlorsilber reducirt.

3) Elektrochemisch gefällt und dann geschmolzen.

4) Bei 14° C.

Bei den Metallen, die in Drähten von zweierlei Durchmesser angewandt wurden, sind die Angaben der dritten Spalte das Mittel aus beiden Messungen, die übrigens wenig von einander abwichen.

II. Leitvermögen der Metalle in verschiedenen Temperaturen.

Das Verfahren zur Ermittlung des Leitvermögens bei höheren Temperaturen war folgendes. Eine an beiden Enden offene Glasröhre von 5 bis 6 Centimet. Länge und 1 Centimet. Durchmesser wurde schraubenförmig mit dem zu untersuchenden Draht bewickelt, so, daß sich die Windungen nicht berührten. War derselbe nicht länger als 1 Meter, so bildeten die Windungen nur eine Lage; überstieg er aber diese Länge, so umgab man die erste Lage mit Seide, wickelte eine zweite Lage darüber und befestigte sie wohl durch Seidenfäden. Die Enden des so vorgeordneten Drahts verknüpfte man durch Umwicklung mit zwei Kupferstäbchen, von denen der eine in die Röhre hineinreichte, der andere am äußeren Umfang derselben endete. Die beiden Kupferstäbchen führten durch einen Kork, der zugleich ein Thermometer mit langem cylindrischen, der Röhre parallel gestellten Behälter durchlief. Dieser Kork diente zum Verschluss eines mit Oel gefüllten Glaszylinders, welcher die mit Draht bewickelte Röhre und das Thermometer in senkrechter Stellung aufnahm. Der Glaszylinder mit seinem Inhalt wurde dann in ein Marienbad getaucht, in welchem er bis nahe zum Siedpunkt des Wassers erhitzt werden konnte.

Zuvörderst suchte Hr. B. zu ermitteln, wie sich das Leitvermögen bei einem und demselben Metalle mit der Temperatur ändere. Zu dem Ende brachte er in den Glaszylinder einen etwa 1 Meter langen Eisendraht, erwärmte ihn angegebenermaßen darin, bis das Thermometer einen festen Stand angenommen hatte, schaltete ihn darauf durch die Kupferstäbchen in den einen Arm des Stroms einer Kette ein, und ließ nun den Cylinder langsam erkalten, während

er zugleich durch den in dem andern Arm des Stroms befindlichen Rheostat die Nadel fortwährend auf Null hielt. So bekam er folgende Zahlen:

Rheostat- grade ¹⁾ .	Temperaturen		Unter- schied.	Rheostat- grade.	Temperaturen		Unter- schied.
	beobacht.	berechn.			beob.	berechn.	
398,0	97°,8 C	97°,80 C.		207,6	59°,00 C.	55°,80 C.	-3,20
360,0	89,50	89,40	-0,10	204,4	58,00	55,00	-3,00
341,0	86,50	85,20	-1,30	189,5	54,50	51,64	-2,86
339,0	86,00	84,75	-1,25	170,0	50,00	47,40	-2,60
335,3	85,00	83,87	-1,13	113,0	36,60	34,75	-1,85
293,0	78,50	74,58	-3,92	62,7	24,00	23,63	-0,37
273,5	74,00	70,30	-3,70	58,5	23,00	22,70	-0,30
253,6	70,00	65,90	-4,10	39,7	18,10	18,54	-0,44
230,6	65,00	60,80	-4,20	23,7	15,00	15,00	

Die Zahlen der dritten und siebenten Spalte sind in der Annahme berechnet, daß die mittlere Zunahme des Widerstands für einen Grad Temperatur gleich sey

$$\frac{398,0 - 23,7}{97°,8 - 15°} = 4,5205$$

Rheostatgrade. Die vierte und achte Spalte zeigen, daß die also berechneten Temperaturen beträchtlich von den beobachteten abweichen; Hr. B. meint indess, daß die Unterschiede in der durch die Veränderung der Temperatur nicht richtigen Angabe des Thermometers ihren Grund haben, und nimmt an, nicht allein für das Eisen, sondern auch für die übrigen Metalle, daß die Abnahme des Leitungsvermögens der Zunahme der Temperatur proportional gehe.

In dieser Voraussetzung bestimmt er nun die Veränderung des Leitvermögens so, wie es folgendes Beispiel an einem 0^{mm},3203 dicken, ausgeglühten Silberdraht verdeutlichen mag. Ein Meter dieses Drahts zeigte bei gewöhnlicher Temperatur (12°,75 C.) in dem sub I beschriebenen Apparat einen Widerstand = 101,25 Rheostatgraden, 1^m,1675 oder, nach Abzug der um die Kupferstäbchen gewickelten Enden, 1^m,1475 desselben Drahts, die in den zweiten Apparat gebracht wurden, mußten demnach bei derselben Temperatur einen Widerstand = 116,184 leisten. Eine Nacht

1) Von denen 108 einem ganzen Umgang der Cylinder entsprachen.

hindurch in diesem Apparat gelassen, zeigte das Thermometer $11^{\circ},3$, und der Rheostat mußte auf den Punkt 7,1 gedreht werden, um die Wirkung auf die Nadel zu annulliren. Nun wurde der Apparat zwei Stunden lang erhitzt, bis eine constante Temperatur erlangt war. Dieselbe betrug $96^{\circ},8$, und der Rheostat mußte zur Aequilibrirung auf 45,1 gedreht werden. Die Zunahme des Widerstands betrug also $45,1 - 7,1 = 38,0$ für $96^{\circ},8 - 11^{\circ},3 = 85^{\circ},5$ C., mithin für 1° C. $= 0,4444$. Bei $12^{\circ},75$ C. war der Widerstand des Drahts $= 116,184$, also wäre er bei 0° C. $= 116,184 - 0,4444 \times 12^{\circ},75 = 110,518$, und das Verhältniß jener Zunahme zu diesem Widerstand oder

$$\frac{0,4444}{110,518} = 0,004021.$$

Die letztere Zahl nennt Hr. B. Coëfficient der Zunahme des Widerstandes, und bestimmt sie nun auf ähnliche Weise für andere Metalle, aus welchen Bestimmungen hier nur die Mittelwerthe beigebracht seyn mögen.

	Coëff. der Zunahme d. Widerstands für 1° von 0° aus.		Coëff. der Zunahme d. Widerstands für 1° von 0° aus.
Silber	0,004022	Zink	0,003675
Blei	0,004349	Kadmium	0,004040
Gold	0,003397	Zinn, ziemlich rein . . .	0,006188
Eisen	0,004726	- vielleicht bleihaltig	0,005042
Kupfer	0,004097	Quecksilber	0,00104
Platin	0,001861		

Darnach berechnet nun Hr. B. folgende Tafel:

	Leitungsvermögen		
	bei 0° .	bei 100° C., gegen das vom Silber bei 0° .	bei 100° C., gegen das vom Silber bei 100° .
Silber, ausgeglüht . .	100	71,316	100
Kupfer dito . .	91,517	64,919	91,030
Gold dito . .	64,960	48,489	67,992
Kadmium	24,579	17,506	24,547
Zink	24,063	17,596	24,673
Zinn	14,014	8,657	12,139
Eisen, ausgeglüht . .	12,350	8,387	11,760
Blei	8,277	5,761	8,078
Platin, ausgeglüht . .	7,933	6,688	9,378
Quecksilber, destillirt	1,7387	1,5749	2,2083

Zusatz. Von älteren Bestimmungen des elektrischen Leitvermögens der Metalle führt Hr. B. nur die von seinem Vater und von Hrn. Pouillet an, nämlich:

	Becquerel sen		Pouillet.
Kupfer . .	100,00	Palladium	5791
Gold . . .	93,60	Silber von 0,963 Feingehalt	5152
Silber . . .	73,60	- - 0,900 -	4753
Zink . . .	28,50	- - 0,857 -	4221
Platin . . .	16,40	- - 0,747 -	3882
Eisen . . .	15,80	Gold, rein	3975
Zinn . . .	15,50	- von 0,951 Feingehalt	1338
Blei	8,30	- - 0,751 -	714
Quecksilber	3,45	Kupfer, rein	3838
Kalium . .	1,33	- ausgeglüht	3842
		Platin	855
		Messing }	200
			900
		Gufsstahl }	800
			500
		Eisen }	700
			600
		Quecksilber, destillirt . .	100

von welchen Angaben die letzteren zwar auch mittelst eines Differential-Galvanometers erhalten wurden, allein mit der Verschiedenheit von der Becquerel'schen Methode, daß die beiden Drähte desselben nicht die Zweige eines Stroms, sondern die Ströme zweier Thermoketten aufnahmen, von welchen die eine einen Meßdraht von Platin, und die andere den zu untersuchenden Draht eingeschaltet enthielt (*Pouillet's Traité, Ed. III, T. I, p. 584*).

Dagegen scheinen dem Verfasser die genaueren Bestimmungen von Riefs mittelst der Maschinen-Elektricität (*Ann. Bd. 45, S. 20*), und die von Lenz mittelst magneto-elektrischer Ströme (*Ann. Bd. 34, S. 418; Bd. 44, S. 345, und Bd. 45, S. 105*) gänzlich unbekannt geblieben zu seyn. Es dürfte daher wohl nicht überflüssig seyn, sie des Vergleiches halber hier folgen zu lassen:

	Riefs	Lenz		
	bei gewöhnlicher Temperatur.	bei 0° R.	bei 100° R.	bei 200° R.
Silber	148,74	136,25	94,45	68,72
Kupfer	100	100,00	73,00	54,82
Gold	88,87	79,79	65,20	54,49
Kadmium . . .	38,35			
Messing	27,70	29,33	24,78	21,45
Palladium . . .	18,18			
Eisen	17,66	17,74	10,87	7,00
Platina	15,52	14,16	10,93	9,02
Zinn	14,70	30,84	20,44	14,78
Nickel	13,15			
Blei	10,32	14,62	9,61	6,76
Neusilber . . .	8,86			
Antimon		bei 15° R.		
Quecksilber . .		8,87		
Wismuth		4,66		
		2,58		

Wiewohl diese Bestimmungen, ungeachtet der Vorzüge, welche die Anwendung des Differentialgalvanometers mit sich führt, wahrscheinlich einen höheren Grad von Genauigkeit besitzen als die Becquerel'schen, so würde doch eine abermalige Untersuchung der Elektricitätsleitung, wobei namentlich die chemische Reinheit der Metalle sorgfältige Berücksichtigung fände, sicher nicht ohne Nutzen seyn. Es würde dabei unter andern auch die Frage gelöst werden, ob wirklich dem Palladium der hohe Grad von Leitungsfähigkeit zukomme, den Pouillet beobachtet hat, oder ob dieser blofs dem mit Silber legirten Palladium angehöre. Schliesslich ist auch daran zu erinnern, dass Lenz die Veränderungen der Leitungsfähigkeit keineswegs den Temperaturveränderungen proportional gefunden hat.

Poggendorff.

III. Leitvermögen von Flüssigkeiten.

Um dies Leitvermögen unabhängig von der Polarisation (oder, wie sich Hr. B. ausdrückt, unabhängig vom Uebergangswiderstand) zu bestimmen, ward in der Haupt-

sache das bei den Metallen benutzte Verfahren angewandt, d. h. es wurde in jeden der beiden Arme eines gespaltenen Stroms, die in entgegengesetzten Richtungen auf die Nadel des Differentialgalvanometers wirken konnten, eine Säule von einer und derselben Flüssigkeit eingeschaltet und das Gleichgewicht hergestellt, erst für sich, und dann, nachdem in den einen Arm ein Draht von bekanntem Widerstand eingefügt worden war. Das Stück, um welches hiezu die in demselben Arme befindliche Säule verkürzt werden mußte, lehrte nun den Widerstand der Flüssigkeit kennen¹⁾.

Die Flüssigkeiten befanden sich in zwei Glaszylindern, von denen jeder eine oben durch Kork senkrecht gehaltene, ganz offene und den Boden nicht berührende Glasröhre concentrisch einschloß. In jeder dieser Glasröhren war eine deren Querschnitt genau ausfüllende, horizontale Metallplatte verschiebbar, und zwar mittelst eines daran gelötheten Drahts, der, um vor der Flüssigkeit geschützt zu seyn, von einer

1) Ich habe bereits in den Monatsberichten der hiesigen Academie (1844/ August, S. 305) darauf aufmerksam gemacht, daß man sich eines solchen Verfahrens bedienen könne, da, wenn k' die elektromotorische Kraft in dem ungetheilten Strom, k'' und k''' die in seinen beiden Zweigen, ferner r' den Widerstand im ersten, r'' und r''' den in den beiden letzteren bezeichnen, und endlich R die Größe $r'r'' + r'r''' + r''r'''$ bedeutet, die entsprechenden Intensitäten J' , J'' , J''' zum Ausdruck erhalten:

$$J' = \frac{(k' - k'')r''' + (k' - k''')r''}{R}$$

$$J'' = \frac{(k'' - k')r''' + (k'' - k''')r'}{R}$$

$$J''' = \frac{(k''' - k')r'' + (k''' - k'')r'}{R}$$

und diese Ausdrücke, wenn $k'' = k'''$ gleich wird, auf

$$J'' r''' = J''' r''$$

zurückkommen, d. h. auf die Relation, die zwischen den Stromstärken und Widerständen zweier bloß starre Leiter enthaltenden Zweige existirt.

Allein ich habe auch bemerkt, daß eine strenge Gleichheit von k'' und k''' erfordert werde, und diese ist selbst bei gleichen Flüssigkeiten und gleichen Platten nicht so leicht zu erreichen, wie man wohl glauben möchte.

P.

engen Glasröhre umgeben war. Unterhalb der weiten Röhre befand sich eine zweite horizontale Platte, deren ähnlich vorgerichteter Stiel in dem Raum zwischen der Röhre und dem Cylinder in die Höhe ging. Die beiden unteren Platten blieben unverrückt, von den oberen dagegen war die eine, durch ihren Stiel, mit einer aufrechten Metallskele verbunden, welche mittelst eines Getriebes eine Hebung oder Senkung derselben, und somit eine Verlängerung oder Verkürzung der von dem einen Arm des Stroms durchlaufenen Flüssigkeitssäule erlaubte. Dabei wurde angenommen, daß der außerhalb der Röhre befindliche Theil der Flüssigkeit nicht vom Strom afficirt werde. Zwei Quecksilbernäpfe, wovon der eine mit der erwähnten Metallskele, der andere mit der galvanischen Kette in Verbindung stand, nahmen den Mefsdraht auf, und waren anfangs, wenn dieser ausgeschlossen blieb, durch einen dicken Kupferbügel verbunden. Die Platten in der Röhre bestanden bei Kupferlösungen beide aus Kupfer; war dagegen die Flüssigkeit von der Natur, daß eine Wasserzersetzung eintrat, so wurde die untere Platte zur negativen Elektrode gemacht, und von einem leicht oxydirbaren Metall genommen, um den Sauerstoff zu absorbiren und somit dessen Aufsteigen zu verhindern; das Entweichen des Wasserstoffs an der oberen Platte wurde durch eine geringe Neigung derselben begünstigt. In einigen Fällen wandte Hr. B. Platinplatten an, immer aber gebrauchte er nur einen schwachen Strom, damit die Zersetzung der Flüssigkeit unbeträchtlich bliebe.

Der die Quecksilbernäpfe verbindende Draht war von Platin; derselbe wurde mit dem messingenen Rheostatdraht verglichen, und dieser wiederum mit einem ausgeglühten Silberdraht, welcher nun, reducirt auf den Durchmesser der Flüssigkeitssäulen (der 21^{mm},54 betrug) als Maafs des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten diente.

Auf diese Weise wurden folgende Resultate gewonnen:

	Dichtigkeit.	Temperat.	Leitvermögen.
Silber, rein, ausgeglüht		0°,00	100 000 000
Wasser, gesättigt mit schwefels. Kupfer	1,1707	9,25	5,42
Wasser, gesättigt mit Chlorna- trium bei 9°,5 C.		13,40	31,52
Wasser, gesättigt mit salpeters. Kupfer	1,6008	13,00	8,995
Wasser, gesättigt mit schwefels. Zink	1,4410	14,40	5,77
250 Grm. Wasser und 30 Grm. Jodkalium		12,50	11,20
220 Cubiccentm. Wasser und 20 Cubctm. Schwefelsäure mit 1 At. Wasser		19,00	88,68
Käufliche Salpetersäure v. 36° B. 20 Grm. Antimonchlorür, 120 Cubctm. Wasser u. 100 Cubctm. Salzsäure		13,10	93,77
		15,00	112,01

Einige dieser Flüssigkeiten wandte Hr. B. in verschiedenen Graden der Verdünnung an, und dabei kam er zu dem Gesetz, daß, wenn q die Gewichtsmenge des in einem bestimmten Volume gelösten Salzes bezeichnet, das Leitvermögen C oder der Widerstand R der Lösungen zum Ausdruck bekomme:

$$\frac{1}{C} = R = A + \frac{B}{q},$$

worin A und B zwei von Natur des Salzes abhängige Constanten sind.

Er selbst findet aber, daß es bei der Lösung des salpetersauren Kupferoxyds nur von einem gewissen Grade der Verdünnung an gilt (und zwar mit negativem Vorzeichen von B), daß es mithin kein allgemeines ist ¹⁾. Nachstehende Details werden dies erläutern:

- 1) Dasselbe bestätigen die Versuche von Horsford im vorhergehenden Aufsatze. P.

	Salzgehalt in gleichem Volum.	Leitvermögen.
<i>Schwefelsaures Kupferoxyd</i>		
Gesättigte Lösung	1	5,42
- - - verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	3,47
- - - - 4fach. -	$\frac{1}{4}$	2,08
<i>Chlornatrium</i>		
Gesättigte Lösung	1	31,52
- - - verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	23,08
- - - - 3fach. -	$\frac{1}{3}$	17,48
- - - - 4fach. -	$\frac{1}{4}$	13,58
<i>Salpetersaures Kupferoxyd</i>		
Gesättigte Lösung (Dichte = 1,6008)	1	8,995
- - - verdünnt zum $\frac{3}{2}$ fach. Volum	$\frac{2}{3}$	16,208
- - - - 2fach. -	$\frac{1}{2}$	17,073
- - - - 4fach. -	$\frac{1}{4}$	13,442
<i>Salpetersaures Kupferoxyd</i>		
Verdünnte Lösung (Dichte = 1,0850)	1	8,979
- - - verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	5,349
- - - - 4fach. -	$\frac{1}{4}$	2,942
- - - - 8fach. -	$\frac{1}{8}$	1,539

IV. Leitvermögen der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

Es diente hierzu der vorige Apparat, in welchem die untersuchten Flüssigkeiten (nur drei an der Zahl) auf zweierlei Temperaturen erwärmt wurden.

	Temperatur.	Leitvermögen.	Zunahme desselben für 1° C.
Schwefels. Kupfer, concentr. Lösung	14°,4 C.	3,88	} 0,0286
dito dito	56,0	8,5	
Schwefels. Zink, conc. Lösung verdünnt mit 4fachem Volum Wasser	20,0	3,5	} 0,0223
dito dito	54,4	6,18	
Käufliche Salpetersäure von 36° B.	13,1	5,52	} 0,0263
	40,5	9,5	

Der Coëfficient in der letzten Spalte beruht auf der Voraussetzung einer dem Temperaturanwuchs proportionalen Zunahme des Leitungsvermögens ¹⁾.

1) Die Versuche von Hankel (Ann., Bd. 69, S. 255) erschienen erst nach der Veröffentlichung der Abhandlung des Hrn. Becquerel.

VI. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer.

(Schluß von Seite 115.)

Wir gehen nunmehr zu dem Nebenstrom über, der sich in Strömung befindet. Hierzu blieb der Schließungsdraht der Batterie genau wie in Fig. 3, Taf. I, und der zweite gespannte Draht wurde mit einem 11 Zoll langen, 1,6 Linien im Durchmesser haltenden kupfernen Bügel geschlossen. Als bei einem Abstände der beiden Drähte von 1 *d* der Funkenmesser bei *H* mit 16' K. eingeschaltet wurde, gaben die Beobachtungen:

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	21,58	18,56
46,50	21,46	18,45
46,50	21,40	18,39
Mittel		18,47

Demnach aus $16 : 25,1 + x = 18,47 + 2,61 : 40,00$ die compensirte Länge des gespannten Drahtes = 5,26. Als ferner bei gleichen Umständen 12' K. im Funkenmesser waren, folgte:

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	17,92	15,41
46,50	17,92	15,41
46,50	17,86	15,35
Mittel		15,39

dies gibt aus $12 : 21,1 + x = 15,39 + 2,61 : 40,00$ den Werth $x = 5,57$. Im Mittel beider Beobachtungen ist demnach $x = 5,415$. — Hierdurch wurde der Funkenmesser bei unverändertem Schließungsdrahte zwischen *D* und *G* eingeschaltet. Die Beobachtungen gaben gleichfalls bei $d = 1$:

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	14,28	12,29
46,50	14,34	12,34
50,00	15,58	12,46
50,00	15,45	12,36
53,50	16,68	12,47
53,50	16,55	12,37
Mittel		12,38

Rechnet man auch hier ohne 2,61, so ist aus $x=9,1+x=12,38 : 40,00$ der Werth von $x=4,04$, dagegen $x=5,4542$, wenn man 2,61 hinzunimmt. Wie man sieht, paßt nur der letztere Werth, und demnach ist die Spannungsveränderung, welche der in Thätigkeit gesetzte Nebenstrom auf dem Hauptdraht erzeugt, ganz anderer Art, als diejenige, welche vom Hauptstrome auf Drähten, durch die er selbst geht, hervorgebracht wird. So wenig wir auch im Stande sind, jetzt schon anzugeben, welche Veränderungen in den Drähten vorgehen, um zwei so verschiedene Spannungsarten auf sich zu haben, so muß das Factum doch uns bemerkenswerth seyn, weil es auch in den Angaben des Luftthermometers hervortritt. Die erstere Spannungsveränderung nämlich ist auf den Gesamtwiderstand des Schließungsbogens und auf die Zeitdauer der Batterieentladung ganz ohne Einfluß, die andere dagegen ändert diese Verhältnisse so ab, daß die Summe der im Hauptdrahte und im Nebendrahte frei werdenden Wärme bei constanter Ladung der Batterie constant bleibt, daß also mit dem Nebenstrom der Hauptstrom jedesmal eine Verzögerung erleidet. — Es blieb hierauf der Funkenmesser zwischen D und G , nur wurde der Abstand des mit dem kupfernen Bügel geschlossenen Nebendrahtes noch auf $2d$, $3d$ und $4d$ geändert. Diefs gab folgende Zahlen:

Distanz der gespannten Drähte
= $2d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	13,24	13,41
39,50	13,24	13,41
43,00	14,47	13,46
43,00	14,47	13,46
46,50	15,65	13,46
46,50	15,58	13,40
Mittel		13,43

hieraus $x=6,0920$.

Distanz der gespannten Drähte
= $3d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
30,50	13,76	13,94
39,50	13,82	14,00
43,00	15,06	14,01
43,00	15,12	14,07
46,50	16,36	14,07
46,50	16,36	14,07
Mittel		14,03

hieraus $x=6,4822$.

Distanz der gespannten Drähte = $4d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	14,09	14,27
39,50	14,41	14,59
43,00	15,58	14,49
43,00	15,39	14,32
46,50	16,63	14,30
46,50	16,57	14,25
Mittel		14,37

hieraus $x=6,7123$.

In Bezug auf die Berechnung dieser Data haben die früheren Beobachtungen mit dem Luftthermometer ergeben, daß die Gröfse des Nebenstroms im Verhältniß zum Hauptstrom durch die Formel ab^{V^d} ausgedrückt wird, worin b constant und $a=Me$ ist, nämlich e ebenfalls constant und M von dem Verhältniß der compensirten Längen des gespannten Nebendrahts und des ihn schließenden Bügels abhängig; setzt man also den nur vom Abstände d abhängigen Theil $eb^{V^d}=n$, so ist die Intensität des Nebenstroms $=Mn$; nimmt man dann weiter an, daß der Nebenstrom eben so auf den Hauptstrom wirke, wie dieser auf sich selbst, übt er also als Einheit genommen eine Kraft $=n$ aus, so ist die Wirkung des Nebenstroms auf den Hauptdraht $=Mn^2$ und wir müssen die beobachteten Werthe von $x=8,05(1-Mn^2)$ setzen. Diefs giebt:

für $d=1$, Mn^2 beob. = 0,3225, ber. = 0,3195- $d=2$, Mn^2 - = 0,2432, - = 0,2433- $d=3$, Mn^2 - = 0,1948, - = 0,1974- $d=4$, Mn^2 - = 0,1662, - = 0,1655.

Da $Mn^2 = M(eb^{V^d})^2$ ist, und M zu $\frac{1}{3}$ angenommen werden kann, in sofern die auf den gebräuchlichen Kupferdraht compensirte Länge des Bügels etwa 0,7 betragen mag, so bekommt man als die passendsten Werthe für e und b $\log b = 0,85720 - 1$ und $\log e = 0,91237 - 1$, zwei Werthe, die mit den früheren Untersuchungen in vollkommener Uebereinstimmung stehen, und somit die Gültigkeit der obigen Annahmen erweisen. — Zur weiteren Bestätigung des vor-

stehenden Factums wurde der auf $1d$ eingestellte Nebendraht statt mit dem kupfernen Bügel mit anderen Drähten geschlossen, wodurch M allein sich änderte. Diese Schließungsdrähte waren 1) S' K., in welchem Falle $M = \frac{1}{2}$ ist, 2) $4'$ Platindraht von $0,081$ Lin. Durchmesser, wo $M = \frac{8}{13,7}$, da nach meinen früheren Untersuchungen $4'$ Pl. $= 5,7$ K. zu setzen sind. 3) $12'$ K., wo $M = \frac{2}{3}$ ist. Die Beobachtungen gaben:

1)

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	16,68	14,35
50,00	17,82	14,25
53,50	19,02	14,22
Mittel		14,27

hieraus $x = 6,644$, also $M(eb)^2 = 0,1747$ und $(eb)^2 = 0,3494$;

2)

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	15,98	13,75
50,00	17,40	13,92
53,50	18,57	13,89
Mittel		13,85

hieraus $x = 6,363$, also $M(eb)^2 = 0,2096$ und $(eb)^2 = 0,3589$.

3)

L. d. B.	S VV.	red. S VV.
46,50	17,01	14,63
46,50	17,20	14,80
46,50	17,14	14,74
Mittel		14,72

hieraus $x = 6,956$, also $M(eb)^2 = 0,1359$ und $(eb)^2 = 0,3397$
im Mittel $(eb)^2 = 0,3493$.

Die vier oben berechneten Versuche liefern $(eb)^2 = 0,3461$, oder nach der unmittelbaren Beobachtung bei $d = 1$ $(eb)^2 = 0,3493$, zwei, wie man sieht, mit der vorstehenden übereinstimmende Zahlen.

Jetzt wurde der Funkenmesser in den Nebendraht selbst gebracht, indem er D' und G' verband; der Schließungsbogen der Batterie blieb wie in Fig. 3, Taf. I. Indem die Abstände der gespannten Drähte von $1d$ bis $4d$ verändert wurden, entstanden folgende Angaben:

a) Abstand = 1 d.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	8,73	7,51
46,50	8,73	7,51
50,00	9,39	7,51
50,00	9,31	7,45
53,50	10,18	7,61
53,50	10,11	7,56
	Mittel	7,53

b) Abstand = 2 d.

L. d. B.	SW.	red. SW.
53,50	8,52	6,37
53,50	8,81	6,59
57,00	9,10	6,39
57,00	9,10	6,39
60,50	10,11	6,68
60,50	9,82	6,49
	Mittel	6,49

c) Abstand = 3 d.

L. d. B.	SW.	red. SW.
57,00	8,37	5,88
57,00	8,37	5,88
60,50	8,81	5,88
60,50	8,67	5,73
64,00	9,61	6,01
64,00	9,32	5,82
	Mittel	5,87

d) Abstand = 4 d.

L. d. B.	SW.	red. SW.
67,50	9,10	5,39
67,50	9,17	5,43
71,00	9,74	5,48
71,00	9,53	5,37
74,50	10,26	5,51
74,50	10,11	5,43
	Mittel	5,43

Um die Bedeutung dieser Zahlen zu bekommen, muß man beachten, daß der Funkenmesser die SW. anzeigt, bei welcher der Funke auf der Gränze steht, sowohl zu erscheinen als auszubleiben; im ersteren Falle stellt sich dann der Nebenstrom her, im anderen kommt er nicht zur Strömung. Nehmen wir nun hinzu, daß wie der Funke die Luft zwischen den Kugeln durchbrochen hat, sich der Strömung weiter kein Hinderniß entgegenstellt, so kann der erste Durchbruch nur von der Spannung bedingt seyn, die auch besteht, wenn schon kein Funke erscheint und keine Strömung erfolgt, also hier allein von der Spannung, die jener ruhenden Kette zukommt, die wir weiter oben nachgewiesen haben. Unter diesen Umständen sind die Zahlen des Funkenmessers ohne Hinzufügung von 2,61 in Rechnung zu nehmen. Stellen wir sie unter die Form $ab^{1/d}$, so finden wir $a = 10,382$ und $\log b = 0,85800 - 1$. Der letztere Werth paßt zunächst wieder vollkommen, die Bedeutung des ersteren müssen wir dagegen noch aufsuchen. Zum Belege für die Gültigkeit der Rechnung haben wir übrigens:

d	red. SW. beob.	red. SVV. ber.
1	7,53	7,49
2	6,49	6,54
3	5,87	5,89
4	5,43	5,40

Um Aufschluss über a zu erhalten, wurden 4' K. zuerst vor, dann hinter dem gespannten Drahte in den Schließungsbogen der Batterie eingeschaltet. Als hierbei der Nebendraht um $1d$ vom Hauptdrahte abstand, gab der Funkenmesser:

im erstern Fall			im andern Fall		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
60,50	9,10	6,02	60,50	9,10	6,02
60,50	9,31	6,16	60,50	9,31	6,16
60,50	9,24	6,11	60,50	9,24	6,11
	Mittel	6,10		Mittel	6,10

also in beiden Fällen 6,10 statt der früheren Zahl 7,53. Diese Versuche lehren, dass mit der verkleinerten Spannungsdifferenz auf dem gespannten Hauptdrahte die Spannungsdifferenz auf dem Nebendrahte abnimmt. Nun hat aber bei unverändertem Schließungsdrahte der gespannte Theil nach $8,05 : 17,15 = x : 40,00$ eine Spannungsdifferenz $= 18,78$, und bei einem um 4' verlängerten aus $8,05 : 21,15 = x : 40,00$ eine Spannungsdifferenz $= 15,22$; ferner verhalten sich $18,78 : 15,22$ genau wie $7,53 : 6,10$, demnach ist a proportional zur Spannungsdifferenz auf dem inducirenden Drahte. Nimmt man 18,78 zur Einheit, so findet man $\log a = 0,74259 - 1$, einen Werth, der kleiner ist als der gewöhnliche für $\log e$, der aber an den früheren erinnert, wo auf dem Hauptdrahte die Spannungsdifferenz durch Induction sich steigerte. Die folgenden Beobachtungen erläutern den Hergang. Es wurde nämlich bei unverändertem Schließungsbogen der Batterie der Nebendraht auf $1d$ eingestellt und mit dem Funkenmesser geschlossen; darauf wurde, um einen kleinen Fehler bei der Einstellung der Distanz $1d$ unschädlich zu machen, die SW. erstens beobachtet, wenn der Nebendraht sonst frei blieb, zweitens wenn er noch außerdem mit 20' K. ge-

geschlossen, drittens wenn er noch mit 12' K., und viertens mit 8' K. geschlossen wurde. In den drei letzten Fällen kam natürlich der Nebenstrom durch den schliessenden Draht zur Strömung, und zwar im zweiten Falle mit einer Intensität $=\frac{2}{7}$, im dritten mit einer Intensität $=\frac{3}{5}$, im vierten mit einer Intensität $=\frac{1}{2}$; die Beobachtungen am Funkenmesser konnten nur angeben, ob auch in diesen Fällen an den Enden des Nebendrahts eine Spannungsdifferenz zurückblieb. Ich erhielt hier:

Erster Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	8,88	7,64
46,50	8,95	7,70
46,50	8,88	7,64
	Mittel	7,66

Zweiter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
53,50	8,09	6,05
53,50	8,02	5,99
53,50	8,02	5,99
	Mittel	6,01

Dritter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
60,50	7,73	5,11
60,50	7,73	5,11
60,50	7,66	5,07
	Mittel	5,10

Vierter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
74,50	8,23	4,42
74,50	8,02	4,31
74,50	8,16	4,38
	Mittel	4,37

Die Betrachtung dieser Beobachtungen lehrt sogleich, dass die Spannung der Kette im Nebendraht um desto stärker absorbiert wird, je grösser die Intensität ist, welche der wirklich strömende Nebenstrom erlangt, denn die Kette behält gerade noch so viele Spannung zurück, als dem Theile entspricht, der nicht durch die Strömung vertilgt wird. Man hat nämlich:

für den ersten Fall	7,66
- - zweiten Fall	$6,01 = \frac{8,41 \times 5}{7}$
- - dritten Fall	$5,10 = \frac{8,50 \times 3}{5}$
- - vierten Fall	$4,37 = \frac{8,74 \times 1}{2}$

Da die Zahlen 7,66, 8,41, 8,50, 8,74 nach und nach wachsen, so muss offenbar die erregte Spannung, je grösser sie

ist, sich desto mehr zurückstemmen, wie dieß auch kaum anders erwartet werden kann. Wir wollen daher diese Zahlen zunächst auf den erregenden Hauptstrom als Einheit zurückführen, da die Spannungsdifferenz des inducierenden Drahtes wegen des stattfindenden Nebenstroms sich nicht gleich bleibt. Nach den früheren Angaben ist aber die Spannungsdifferenz für den ersten Fall 18,78, für den zweiten 17,72, für den dritten 17,28, für den vierten 16,87, hiemit bekommen wir für die vier Fälle die Verhältniszahlen 0,4079, 0,4746, 0,4919, 0,5181. Stellen wir diese Zahlen unter die Formeln $x=0,4079(1+p)$, $x=0,4746(1+\frac{2}{3}p)$, $x=0,4919(1+\frac{9}{25}p)$, $x=0,5181(1+\frac{1}{4}p)$, indem x die Spannungsdifferenz des Nebenstroms angiebt, die hervortreten müßte, wenn nicht ein zum Quadrate der vorhandenen Spannung stehendes Zurückstemmen stattfände, so bekommen wir $x=0,5655$ und $p=0,3864$, so daß die beobachteten Spannungsdifferenzen sich der Reihe nach zu 7,66, 5,98, 5,14, 4,35 berechnen. Der hier gefundene Werth von x stimmt wieder vollkommen mit dem Werthe von n'' überein, den oben die Spannung der Kette auf dem Hauptdrahte selbst bei conträrer Strömung in den beiden gespannten Drähten geliefert hatte. Man sieht also hieraus, daß der gleiche Grund eines Aufstimmens dort auch den Werth von n' verringert.

Ueberblicken wir jetzt die gefundenen Resultate, so können wir über die Entstehung des elektrischen Nebenstroms sicher Folgendes angeben. Sobald dem Entladungsstrom der Batterie ein Draht genähert wird, erregt er vermöge seiner freien Spannung in ihm eine Kette, an deren Enden elektrische Spannung hervortritt; er formirt diesen Draht gewissermaßen zu einer Batterie um, die an dem vorderen Ende des Drahtes positive, am anderen negative Electricität hat. Bleibt der Nebendraht ungeschlossen, so bleibt diese Kette gespannt, ohne Einwirkung auf den Hauptdraht zu zeigen; wird er dagegen durch einen anderen Draht geschlossen, so findet eine Entladung in dem Maße statt, als es das schon früher angegebene Verhältniß der com-

pensirten Längen beider Theile des Nebendrahtes gestattet; aber mit jeder neuen Entladung bringt auch der Hauptstrom eine neue Ladung zuwege, so daß die Kette immer in dem Verhältniß geladen bleibt, als die erregende Kraft nicht zur Strömung absorbiert wird. Der Nebenstrom begleitet deshalb den Hauptstrom continuirlich, er währt mit ihm gleiche Zeit und unterscheidet sich eben dadurch wesentlich von dem galvanischen Nebenstrom, der nur beim Beginn und Aufhören des inducirenden Stromes hervortritt. Die nebenstromerregende Kraft des Hauptstromes steht ferner unter denselben Gesetzen, nach welchen von freier Elektrizität die ihr entgegengesetzte gebunden wird; bei der Entfernung d (nach 3 Par. Lin. als Einheit gemessen) des inducirenden und inducirten Drahtes von einander ist die erregende Kraft $= eb^{1/d}$, worin $\log e$ ungefähr $= 0,90000 - 1$ und $\log b = 0,85000 - 1$ ist. Merkwürdig ist es, daß die Versuche mit dem Funkenmesser wieder genau denselben Werth für $\log b$ geben, wie die Beobachtungen mit der Coulomb'schen Drehwage, wogegen die Messungen mit dem Luftthermometer etwas kleinere Zahlen geliefert hatten. Ich glaube, daß die Differenz in der Bestimmung der compensirten Drahtlängen liegt, deren Verhältniß gegen einander, weil bei Beobachtungen mit dem Luftthermometer immer feine Drähte mit stärkeren combinirt werden, nicht für verschiedene Abstände d ganz unverändert bleiben mag.

Obschon die früheren Versuche über Spannungsverhältnisse eine Mifslichkeit bei Anwendung feinerer Drähte darin nachgewiesen hatten, daß bei einer Batterie aus wenigen Flaschen und bei geringen Ladungen sich kleinere SW. am Funkenmesser herausstellen, als verlangt werden, so mochte ich doch den Gebrauch feinerer Drähte nicht gern ganz übergehen, weil die mit dem Luftthermometer angestellten Beobachtungen einige besondere Gesetze für dieselben ergeben hatten. In der That zeigte sich der berührte Uebelstand, zum Theil in noch stärkerem Maafse,

indefs ist der Werth der Beobachtungen, wie ich glaube, doch von einigem Belange, so dafs ich sie hier zum Schlusse mitzuthellen mir erlaube. Der Schliefsungsbogen der Batterie blieb wie in Fig. 3, Taf. I, und als Nebendraht wurde ein feiner Stahldraht von 8',05 Länge und 0,102 Linien Durchmesser ausgespannt. Als der Funkenmesser denselben schlofs, gab er folgende Zahlen.

Abstand der Drähte = 1d.

Zahl d. Flaschen in der Batterie.	Ladung der Batterie.	Schlagweite.	reducirte Schlagweite.
2	43,00	7,81	7,27
2	43,00	7,95	7,39
2	43,00	7,95	7,39
			Mittel 7,35
2	46,50	8,95	7,70
2	46,50	8,95	7,70
2	46,50	8,81	7,58
			Mittel 7,66
2	53,50	10,74	8,03
2	53,50	10,81	8,08
2	53,50	10,81	8,08
			Mittel 8,06
3	43,00	8,37	7,79
3	43,00	8,37	7,79
3	43,00	8,37	7,79
			Mittel 7,79
3	53,50	11,10	8,30
3	53,50	11,24	8,40
3	53,50	11,17	8,35
			Mittel 8,35

Abstand der Drähte = 2d.

2	50,00	7,58	6,06
2	50,00	7,65	6,12
2	50,00	7,65	6,12
			Mittel 6,10
2	53,50	8,44	6,31
2	53,50	8,66	6,47
2	53,50	8,37	6,26
			Mittel 6,35

Zahl d. Flaschen in der Batterie.	Ladung der Batterie.	Schlagweite.	reducirte Schlagweite.
2	60,50	9,60	6,35
2	60,50	9,60	6,35
2	60,50	9,81	6,49
			Mittel 6,40

Abstand der Drähte = 3d

2	60,50	8,16	5,40
2	60,50	8,23	5,44
2	60,50	8,44	5,58
			Mittel 5,47
2	67,50	9,68	5,74
2	67,50	9,68	5,74
2	67,50	9,75	5,78
			Mittel 5,75

Abstand der Drähte = 4d.

2	67,50	8,30	4,92
2	67,50	8,30	4,92
2	67,50	8,37	4,96
			Mittel 4,93
2	74,50	9,25	4,97
2	74,50	9,18	4,93
2	74,50	9,39	5,04
			Mittel 4,98

Wie man sieht, sind die SW. vom Funkenmesser ziemlich veränderlich. Nimmt man diejenigen Werthe zusammen, wo die nicht red. SW. bei einer Batterie von zwei Flaschen nahe gleich groß ist, so bekommt man:

d.	red. SVV. beob.	red. SVV. ber.
1	7,35	7,33
2	6,20	6,22
3	5,47	5,48
4	4,93	4,92

Nach der Formel red. SW. = $ab^{1/d}$ nämlich berechnet, ist $\log b = 0,82680 - 1$ und $a = 10,9265$. Hiernach scheint $\log b$ etwas kleiner zu werden, wie dies auch die Beobachtungen am Luftthermometer gegeben hatten. — Als ferner der Nebendraht mit dem kupfernen Bügel geschlossen

wurde, gab der in den Hauptdraht zwischen *D* und *G* eingeschaltete Funkenmesser bei einer hier zureichenden Batterie von zwei Flaschen.

Abstand der Drähte = 1 d.			Abstand der Drähte = 4 d.		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	13,31	13,47	39,50	14,54	14,72
39,50	13,37	13,53	39,50	14,73	14,91
39,50	13,31	13,47	39,50	14,66	14,84
46,50	15,71	13,51	46,50	17,14	14,75
46,50	15,71	13,51	46,50	17,20	14,80
46,50	15,84	13,62	46,50	17,20	14,80
Mittel 13,52			Mittel 14,80		

Die erste Beobachtung bestimmt die compensirte Länge x des gespannten Drahtes = 6,1492 und daraus $M'(eb)^2 = 0,2361$, die andere $x = 7,0133$ und daraus $M'(eb^2)^2 = 0,1288$. Vergleicht man diese Zahlen mit den obigen für $M(eb)^2$ und $M(eb^2)^2$ bei stärkeren Drähten, nämlich mit 0,3225 und 0,1662, so ist ihr Verhältniß wie 1 : 1,366 und 1 : 1,291, im Mittel wie 1 : 1,328; es hat sich also die Stärke des Nebenstroms verkleinert und damit seine Rückwirkung auf den Hauptdraht. Nach den Beobachtungen mit dem Luftthermometer fanden wir aber auch, daß e bei feinen Nebendrähten in dem Maasse kleiner wird, als ihre compensirte Länge größer ausfällt, daß sie dagegen in der Hauptleitung als inducirend angewandt auf stärkere Drähte mit unverändertem e einwirken. Wenn jetzt die directe Beobachtung mit dem Funkenmesser bei einer Batterie aus drei Flaschen, als derselbe den Stahldraht schloß und in den Schließungsbogen noch 9,7 Fufs K. eingingen, folgende Zahlen gab:

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	21,33	18,35
46,50	21,46	18,46
Mittel 18,40		

und daraus die compensirte Länge des Stahldrahts = 10,73 folgt, so müssen wir $M'(eb)^2$ in $M' \cdot \frac{8,05}{10,73} (eb)^3$ und eben

so $M'(eb^2)^2$ in $M' \frac{8,05}{10,73} (eb^2)^2$ umschreiben, und finden dann die Verhältniszahl gegen $M(eb)^2$ und $M(eb^2)^2$, da $M = \frac{8,05}{8,72}$ angenommen sich für M' der Werth $\frac{10,73}{11,40}$ ergibt, wie 1 : 1,307, was mit den Beobachtungen hinreichend übereinstimmt, und demnach die Gültigkeit des mit dem Luftthermometer gefundenen Gesetzes verbürgt.

Damit indess die eben ermittelten Facta nicht auf Rechnung des vergrößerten Leitungswiderstandes gesetzt werden mögen, wurde als Nebendraht noch ein feiner Kupferdraht von 8,05 Länge und 0,104 Linien Durchmesser genommen. Der Hauptdraht blieb unverändert und der Funkenmesser befand sich bei einer Batterie von zwei Flaschen im Nebendrahte. Es ergab sich:

Abstand der Drähte = 1d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	8,01	8,11
39,50	8,15	8,25
39,50	8,08	8,18
	Mittel	8,18
46,50	9,89	8,51
46,50	9,89	8,51
46,50	9,89	8,51
	Mittel	8,51
53,50	11,54	8,63
53,50	11,61	8,68
53,50	11,47	8,57
	Mittel	8,63

Abstand der Drähte = 4d.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
67,50	9,38	5,57
67,50	9,38	5,57
67,50	9,24	5,48
	Mittel	5,54
74,50	10,59	5,68
74,50	10,59	5,68
74,50	10,45	5,61
	Mittel	5,66

Setzt man red. SW. bei 1d = 8,56 und bei 4d = 5,66, welche Werthe ungefähr zu gleicher beobachteten SVV. gehören mögen, so ist $\log b = 0,82035 - 1$, also wieder kleiner als gewöhnlich. — Als Rückwirkung auf den Hauptdraht gab der mit dem Bügel geschlossene Nebendraht.

Abstand = $1d$.			Abstand = $4d$		
L. d. B.	SVV.	red. SVV.	L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	12,85	13,01	39,50	14,54	14,72
39,50	12,85	13,01	39,50	14,54	14,72
39,50	12,91	13,07	39,50	14,48	14,66
	Mittel	13,03		Mittel	14,70

Auch hier ist, da $x=5,8433$ und bei $4d=6,9423$ ist, die rückwirkende Kraft nur 0,2741 und 0,1376, also gegen früher im Verhältniß von 1 : 1,1766 und 1 : 1,2080, im Mittel wie 1 : 1,192 verringert. Die Beobachtungen geben aber die compensirte Länge des feinen Kupferdrahtes = 9,57, weshalb der Nebenstrom im Verhältniß von 1 : 1,174 vermindert seyn muß. Also auch hier die Bestätigung des nach den Beobachtungen mit dem Luftthermometer zuerst aufgestellten Gesetzes.

Meiningen, Juni 1846.

VII. *Ein neuer Ausdruck des Hauptsatzes der Dioptrik; von Ferd. Minding,*

Professor zu Dorpat ¹⁾.

Das allgemein bekannte Gesetz der einfachen Brechung der Lichtstrahlen läßt sich auf einen Ausdruck bringen, welcher für die Anwendung oft bequemer ist als der gewöhnliche, weil er die beiden für den gebrochenen Strahl nöthigen Bestimmungen in einer einzigen Gleichung zusammenfaßt. Dieser Ausdruck ist folgender:

Der Cosinus der Neigung des verlängerten einfallenden Strahles gegen irgend ein beliebig auf der Gränzfläche des brechenden Mittels vom Einfallspunkte aus gezogenes Linearelement steht zu dem Cosinus der Neigung des gebrochenen Strahles gegen dasselbe Linearelement in einem beständigen Verhältnisse, nämlich dem bekannten Brechungsverhältnisse.

1) *Bullet. phys.-math. de l'acad. de St. Petersb., T. V, p. 113.*

Der Beweis ist sehr einfach. Um den Einfallspunkt O beschreibe man eine Kugelfläche, welche von dem über O hinaus verlängerten einfallenden Strahle in A , von dem gebrochenen Strahle in B , von dem Einfallslothe in N getroffen werde (Fig. 1, Taf. II ¹⁾), so liegen die Punkte N , A , B in einem größten Kreise, so daß $\sin BN = n \cdot \sin AN$, wenn n das Brechungsverhältniß ist. Man verlängere den Bogen NB bis C , so daß NC ein Quadrant sey. Ein auf der Gränzfläche des brechenden Mittels von O aus gezogenes Linearelement treffe, in gerader Richtung verlängert, die Kugelfläche in D , so ist ND ein Quadrant, oder N der Pol des Kreises DC . Da nun $\cos BC = n \cdot \cos AC$ und $\cos BD = \cos BC \cdot \cos CD$, $\cos AD = \cos AC \cdot \cos CD$, so ist auch:

$$\cos BD = n \cdot \cos AD, \text{ w. z. b. w.}$$

Die Verbindung des gebrochenen Strahles mit dem einfallenden wird daher durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\cos \alpha' dx + \cos \beta' dy + \cos \gamma' dz = n [\cos \alpha dx + \cos \beta dy + \cos \gamma dz] . \quad (1)$$

in welcher α , β , γ die Neigungen des einfallenden α' , β' , γ' , die des gebrochenen Strahles gegen die drei Axen, x , y , z die Coordinaten des Einfallspunktes O sind. Führt man in diese Gleichung noch den Differentialausdruck der Gränzfläche ein, nämlich $dz = p dx + p' dy$, so zerfällt sie in zwei andere, indem jeder der Coëfficienten von dx und von dy für sich verschwinden muß. Welche von den beiden Auflösungen dieser Gleichungen gewählt werden müsse, ist leicht zu entscheiden.

In 14. Bande der *Annales von Gergonne* findet sich eine Abhandlung vom Herausgeber: *Propriétés générales des faisceaux lumineux*, worin hauptsächlich ein von Malus und Dupin gefundener Satz bewiesen wird, nach welchem Strahlen, die eine senkrechte Schneidungsfläche haben, auch nach beliebigen Brechungen diese Eigenschaft behalten, welchem Satze Hr. Gergonne noch den hinzufügt, daß wenn die einfallenden Strahlen auf einer Fläche senkrecht stehen, die Wirkung beliebig vieler Brechungen immer durch

1) Wird dem nächsten Heft beigegeben.

eine einzige Brechung, und zwar auf unendlich viele Arten, ersetzt werden kann.

Die Beweise dieser Sätze erfordern in jener Abhandlung einen nicht geringen Rechnungsaufwand, bis endlich am Schlusse eine Gleichung hervorgeht (bezeichnet mit (φ) , S. 182), welche gerade den oben aufgestellten Ausdruck des Brechungsgesetzes enthält, deren einfache geometrische Bedeutung aber nicht bemerkt worden, und eben deshalb auch für die folgenden Bearbeiter der Dioptrik verloren gegangen ist. Wird dieser Ausdruck an die Spitze gestellt, so folgt der Satz von Dupin sogleich.

Es seyen u, v, w die Coordinaten eines Punktes des einfallenden, u', v', w' die eines Punktes des gebrochenen Strahles, x, y, z wie bisher die Coordinaten des Einfallpunktes, q und q' Abschnitte der beiden Strahlen, nämlich:

$$\begin{aligned} q^2 &= (x-u)^2 + (y-v)^2 + (z-w)^2, \\ q'^2 &= (x-u')^2 + (y-v')^2 + (z-w')^2, \end{aligned}$$

so ist $q \cos \alpha = x-u$, u. s. f., daher verwandelt sich die Gleichung 1 in folgende:

$$\begin{aligned} &\left. \frac{1}{q'} \left[(x-u')dx + (y-v')dy + (z-w')dz \right] \right\} \dots (2) \\ &= \frac{n}{q} \left[(x-u)dx + (y-v)dy + (z-w)dz \right] \end{aligned}$$

Haben nun die einfallenden Strahlen eine senkrechte Schneidungsfläche, und bezieht man u, v, w auf die Punkte derselben, so ist:

$$(x-u)du + (y-v)dv + (z-w)dw = 0,$$

daher:

$$\begin{aligned} &(x-u)dx + (y-v)dy + (z-w)dz \\ &= (x-u)(dx-du) + (y-v)(dy-dv) + (z-w)(dz-dw) = qdq, \end{aligned}$$

und:

$$\frac{1}{q'} \left[(x-u')dx + (y-v')dy + (z-w')dz \right] = ndq \dots (3)$$

In diesen Gleichungen sind z, u, v, w als gegebene Functionen von x und y anzusehen. Man setze:

$$dz = p dx + p' dy,$$

und bestimme u', v', w' durch die Gleichungen:

$$\frac{x - u' + p(z - w')}{q'} = n \frac{x - u + p(z - w)}{q},$$

$$\frac{y - v' + p'(z - w')}{q'} = n \frac{y - v + p'(z - w)}{q},$$

$$q' = nq + \text{Const.},$$

so ist (u', v', w') ein Punkt des gebrochenen Strahles, und man hat $dq' = n dq$, oder:

$$\frac{1}{q'} \left[(x - u')(dx - du') + (y - v')(dy - dv') \right. \\ \left. + (z - w')(dz - dw') \right] = n dq,$$

folglich durch Vergleichung mit (3):

$$(x - u') du' + (y - v') dv' + (z - w') dw' = 0,$$

d. h. die so bestimmten Werthe von u', v', w' gehören einer senkrechten Schneidungsfläche der gebrochenen Strahlen, w. z. b. w.

Was den zweiten von Hrn. Gergonne hinzugefügten Satz betrifft, so bedient sich der Verfasser zum Beweise desselben eben jener von ihm durch analytische Verwandlungen erhaltenen Gleichung (φ), indem er nachweist, daß dieselbe integrabel ist, wenn den einfallenden, und mithin auch den gebrochenen Strahlen eine senkrechte Schneidungsfläche zukommt. Das Integral dieser Gleichung ist kein anderes als die vorige Gleichung:

$$q' = nq + \text{Const.},$$

und der Satz selbst ergibt sich unmittelbar aus dem Vorhergehenden wie folgt:

Sind $f(uvw) = 0$ und $\varphi(u'v'w') = 0$ die Gleichungen zweier Flächen, welche als senkrechte Schneidungsflächen zweier Strahlensysteme angesehen werden, und eliminirt man die sechs Größen u, v, w, u', v', w' aus den folgenden sieben Gleichungen:

$$f(uvw) = 0, \quad \frac{x - u}{\frac{df}{du}} = \frac{y - v}{\frac{df}{dv}} = \frac{z - w}{\frac{df}{dw}};$$

$$\varphi(u'v'w') = 0, \quad \frac{x - u'}{\frac{d\varphi}{du'}} = \frac{y - v'}{\frac{d\varphi}{dv'}} = \frac{z - w'}{\frac{d\varphi}{dw'}};$$

$$\sqrt{(x - u')^2 + (y - v')^2 + (z - w')^2} \\ = n \sqrt{(x - u)^2 + (y - v)^2 + (z - w)^2} + \text{Const.},$$

so drückt die hierdurch entstehende Gleichung zwischen x, y, z , in welcher die Constante ganz beliebig bleibt, die Gränzfläche des brechenden Mittels aus, welche geeignet ist, das erste Strahlensystem durch Brechung in das zweite zu verwandeln. Sollen z. B. Strahlen aus einem Punkte (abc) wieder in einen Punkt $(a'b'c')$ vereinigt werden, so erhält man für die dazu erforderliche Gränzfläche des brechenden Mittels sogleich:

$$q' = nq + \text{Const.},$$

oder:

$$\begin{aligned} & \sqrt{(x-a')^2 + (y-b')^2 + (z-c')^2} \\ & = n\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2} + \text{Const.} \end{aligned}$$

wie bekannt.

Die Einfachheit dieser Herleitungen läßt nicht bezweifeln, daß der obige Ausdruck des Brechungsgesetzes mit Nutzen in die Darstellungen der analytischen Dioptrik eingeführt werden würde.

VIII. *Ueber die Gleichungen für das unter der Wirkung des Magnetismus stehende Licht;*
von G. B. Airy.

(*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p. 469.*)

Durch die Güte des Hrn. Faraday bin ich im Stande gewesen, die Drehung der Polarisationsebene des Lichts, welches durch Borsäure-Glas oder ein anderes Mittel geht, während es unter der Wirkung magnetischer, nahezu seine Richtung besitzender Ströme steht, in der genügendsten Weise zu beobachten. Besonders habe ich mich von der sehr merkwürdigen Thatsache überzeugt, daß wenn dem Licht entgegengesetzte Richtung gegeben wird, während die magnetische Vorrichtung dieselbe bleibt, die Polarisationsebene, in Bezug auf den Raum, dieselbe Aenderung in der Lage erleidet, oder, in Bezug auf die Ausdrücke »Drehung zur

zur Rechten, Drehung zur Linken«, gegen das Auge des Beobachters entgegengesetzte Aenderungen in der Lage erfährt.

Erwägt man die wichtige Thatsache, daß diese Aenderung sonst nicht von einem durchsichtigen Körper hervorgebracht wird, so scheint es unmöglich der Ansicht zu widerstehen, daß die Wirkung auf das Licht mittelbar, durch den Einfluß der magnetischen Kräfte auf den durchsichtigen Körper, erzeugt wird. Der Gegenstand dieser Mittheilung ist, anzugeben, wie meiner Meinung nach die Form der mathematischen Gleichungen für die Bewegungen der Theilchen des Glases u. s. w. oder des darin enthaltenen Aethers beschaffen seyn muß, um die Erscheinungen nach mechanischen Gesetzen zu erklären.

Um meine sehr unvollkommene Muthmaßung zu rechtfertigen, halte ich für gut, meine Meinung über den gegenwärtigen Zustand der optischen Theorie und über verschiedene Bestrebungen auszusprechen, die, ungeachtet sie zu nichts Conclusiven führten, doch zu den wirklich intellectuellen Fortschritten der Wissenschaft beigetragen haben.

An der Richtigkeit der Undulationstheorie, als geometrischen Darstellung des Lichts durch Undulationen mit transversalen Vibrationen, deren Zerfällung in gegen einander winkelrechten Vibrationen die Polarisation ausmacht, hege ich nicht den leisesten Zweifel. Diese Vibrationen, auf welche Weise sie auch anfänglich erzeugt seyn mögen, werden meines Dafürhaltens fortgepflanzt nach mechanischen Gesetzen durch die Anziehungs- oder Abstofsungskräfte der Theilchen des Mediums, oder der des angenommenen Aethers, oder der beider vereint. Allein ich kenne keine mechanische Theorie, der ich große Wichtigkeit oder unbedenklichen Glauben beimäße. Dersungeachtet glaube ich, daß die Ausarbeitung und Veröffentlichung dieser mechanischen Theorien vortheilhaft für die Wissenschaft gewesen ist, indem dadurch gezeigt ward, daß mechanische Gesetze *im Stande seyn können* Effecte zu erklären, die nie zuvor mechanischen Gesetzen zugeschrieben wurden. Für

die Fortschritte des Verständnisses ist es sehr wichtig gewesen zu zeigen, dafs eine Veränderung von Geschwindigkeiten, als abhängig von der Periode der Oscillationen, mechanisch möglich sey; und eben so wichtig ist es gewesen, die mechanische Möglichkeit transversaler Vibrationen und die der Trennung verschieden polarisirter Strahlen in Krystallen nachzuweisen. Ich glaube nicht, dafs eine der mechanischen Erklärungen vollkommen sey, wohl aber dafs apriorische Schwierigkeiten entfernt worden sind, und jetzt viele Aussicht vorhanden ist, das Ganze auf eine mechanische Erklärung zurückzuführen.

In einigen Fällen hat die mechanische Theorie beim ersten Schritt gestockt, wie z. B. bei den sehr merkwürdigen Gleichungen, die vom Prof. Mac Cullagh als Repräsentationen der charakteristischen Erscheinungen des Quarzes aufgestellt worden sind. Es war hier wichtig zu zeigen, dafs dadurch selbst die Möglichkeit einer Zurückführung dieser anomalen Thatsachen auf mechanische Gesetze eröffnet worden sey. Die Hypothese, welche Gegenstand dieses Aufsatzes ausmacht, ist von gleicher Art wie die des Prof. Mac Cullagh.

Um die Drehung der Polarisationsebene auf Gesetze zurückzuführen, werde ich dem Beispiele Fresnel's folgen, nämlich annehmen, dafs linear-polarisirtes Licht betrachtet werden könne als zusammengesetzt aus zwei circular-polarisirten Bündeln, einem rechts und einem links circulirenden, und dafs die Drehung der Ebene durch einen Unterschied in den Geschwindigkeiten dieser beiden Bündel hervorgebracht werde. Und diefs ist, wie ich bei dieser Gelegenheit bemerken will, der einfachste Weg die Veränderung zu begreifen, wenigstens in Fällen wie dem des Quarzes u. s. w., und dem in Rede stehenden, wo bei jeglicher Lage der Polarisationsebene die nämliche Aenderung bewirkt wird (eine Thatsache, die Hr. Faraday auf mein Ersuchen sorgfältig festgestellt hat). Obgleich eine ebene Schwingung sich leichter auffassen läfst, wenn die Schwingungsebene unmittelbar auf die Reflexionsebene bezogen

wird, so ist doch die Vorstellung zweier circularer Schwingungen leichter, wenn die Ebene der zusammengesetzten Schwingung keinen Bezug hat zu irgend einer Ebene in dem Apparat, wirklich vollkommen willkürlich ist.

Sey nun x_1 in der Richtung gemessen, in welcher das Licht beim ersten Versuch sich fortpflanzen möge, x_2 in der entgegengesetzten oder in der Richtung, in welcher das Licht sich bewegt, wenn, bei ungeänderter magnetischer Vorrichtung, die relativen Lagen des Polarisators und Analysirers vertauscht werden. Mögen diese horizontal liegen. Sey y_1 horizontal gemessen gegen die Rechte in Bezug auf die Bahn des Lichts beim ersten Versuch, y_2 ebenfalls gegen die Rechte aber in Bezug auf die Bahn des Lichts beim zweiten Versuch oder entgegengesetzt zu y_1 , endlich z vertical in einer bei beiden Versuchen gemeinschaftlichen Richtung.

Um dann für den ersten Versuch die Verschiebung der Theilchen desjenigen circular polarisirten Strahls vorzustellen, worin dieselben, von der Lichtquelle aus gesehen, in umgekehrter Richtung wie ein Uhrzeiger circuliren, und alle, welche ursprünglich in gerader Linie lagen, eine rechtsgewundene Schraubenlinie bilden (welchen Strahl ich den No. I nennen will) hat man, wenn τ die Schwingungsdauer, v_1 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, Y_1 und Z_1 die Verschiebung in Richtung von y_1 und z bedeuten, die Ausdrücke:

$$Y_1 = a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_1}{v_1} \right)$$

$$Z_1 = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_1}{v_1} \right).$$

In ähnlicher Weise wird für den ersten Versuch die Verschiebung der Theilchen in demjenigen Strahl, welcher entgegengesetzt circular polarisirt ist, oder in welchen sie, von der Lichtquelle aus gesehen, nach Art eines Uhrzeigers circuliren (welcher Strahl der No. II heißen mag), ausgedrückt durch:

$$Y''_1 = b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_1}{v''_1} \right)$$

$$Z''_1 = -b \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_1}{v''_1} \right).$$

Beim zweiten Versuch müssen wir, um den Strahl No. I vorzustellen, combiniren:

$$Y'_2 = a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_2}{v'_2} \right)$$

$$Z'_2 = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_2}{v'_2} \right)$$

und um den Strahl No. II vorzustellen:

$$Y''_2 = b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_2}{v''_2} \right)$$

$$Z''_2 = -b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x_2}{v''_2} \right).$$

Und was sehr wichtig zu bemerken ist: es müssen auf alle diese Verschiebungen dieselben mechanischen Gleichungen *bezogen auf dieselben Richtungen im absoluten Raum* angewendet werden.

Für gewöhnliche Krystalle oder Flüssigkeiten, welche die Eigenschaft besitzen, die Polarisationssebene, in Bezug auf das Auge des Beobachters, in derselben Richtung zu drehen, der Strahl mag auf der einen oder andern Seite eintreten, sind mechanische Gleichungen aufzusuchen, welche das Resultat ergeben, dafs in beiden Fällen die Geschwindigkeit des Strahles No. I gröfser ist als die des Strahles No. II (oder *umgekehrt*), so dafs wenn v'_1 , gröfser als v''_1 , ist, auch v'_2 gröfser als v''_2 seyn muß. Allein in dem vom Magnetismus afficirten Glase muß, wenn beim ersten Versuch die Geschwindigkeit des Strahles No. I gröfser ist als die des Strahles No. II, beim zweiten Versuch die Geschwindigkeit des Strahles No. I kleiner seyn als die des Strahles No. II, oder wenn v'_1 , gröfser ist als v''_1 , muß v'_2 kleiner als v''_2 seyn.

Nun ist die Gleichung, welche aus jeder die Fortpflanzung der Wellen erklärenden mechanischen Voraussetzung hergeleitet wird, von der Form:

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Y}{dx^2}$$

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Z}{dx^2}$$

Und wahrscheinlich ist, daß diese Gleichungen, bei Zusatz eines kleinen Gliedes zu jeder, den Geschwindigkeitsunterschied der Strahlen No. I und No. II erklären wird.

Prof. Mac Cullagh hat dargethan ¹⁾, daß die Gleichungen:

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Y}{dx^2} + B \frac{d^3 Y}{dx^3}$$

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Z}{dx^2} - B \frac{d^3 Z}{dx^3}$$

diesen Unterschied erklären würden. Ich muß hier bemerken, daß in dem letzten Gliede auf der zweiten Seite der Gleichung jeder Differentialquotient von ungerader Ordnung hingereicht haben würde, die allgemeine Thatsache des Geschwindigkeitsunterschiedes zu erklären. Allein Prof. Mac Cullagh wählte die dritte Ordnung, um den Ausdruck für den Geschwindigkeitsunterschied bei verschieden farbigen Strahlen mit der durch Versuche festgestellten Thatsache zu vereinbaren.

Es ist jedoch nöthig zu untersuchen, ob, wenn diese Annahme v'_1 größer als v''_1 macht, sie auch v'_2 größer als v''_2 mache. Zu dem Ende müssen wir die verschiedenen Ausdrücke verwandeln in solche, die für dieselben Coordinaten gelten. Sey

$$x_1 = x, \quad x_2 = -x; \quad y_1 = y, \quad y_2 = -y,$$

ferner beim ersten Versuch:

$$Y'_1 = Y', \quad Y''_1 = Y''; \quad Z'_1 = Z', \quad Z''_1 = Z''$$

und beim zweiten:

$$Y'_2 = -Y', \quad Y''_2 = -Y''; \quad Z'_2 = Z', \quad Z''_2 = Z'',$$

so ist beim ersten Versuch für den Strahl No. I:

1) In einer Abhandlung in den *Transact. of the Roy. Irish Acad.*, Vol. XVII, p. 461, die in einem der nächsten Ergänzungshefte mitgetheilt werden wird. P.

$$Y' = a \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

$$Z' = a \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

und Prof. Mac Cullaghs Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) = -A \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^2 a \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_2} \right) \\ + B \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^3 a \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} a \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) = -A \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^2 a \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) \\ + B \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^3 a \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_1)^2 = \frac{A}{1 + B \frac{2\pi}{\tau} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^3}$$

Eben so hat man für den Strahl No. II:

$$Y'' = b \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

$$Z'' = -b \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} b \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) = -A \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^2 b \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) \\ - B \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^3 b \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2} b \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) = +A \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^2 b \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) \\ + B \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^3 b \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v''_1)^2 = \frac{A}{1 - B \frac{2\pi}{\tau} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^3}$$

Folglich ist v'_1 kleiner als v''_1 .

Beim zweiten Versuch hat man für den Strahl No. I:

$$Y' = -a \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right)$$

$$Z' = a \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right)$$

und die Gleichungen werden:

$$\begin{aligned}
 + \frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) &= + A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^2 a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) \\
 &\quad - B \cdot \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^3 a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) \\
 - \frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) &= - A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^2 a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) \\
 &\quad + \frac{8\pi^3}{\tau^3} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^3 a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right),
 \end{aligned}$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_2)^2 = \frac{A}{1 + B \frac{2\pi}{\tau} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^3}$$

und ähnlich für Strahl No. II:

$$(v''_2)^2 = \frac{A}{1 - B \frac{2\pi}{\tau} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^3}$$

Folglich ist v'_2 kleiner als v''_2 .

Sonach geht in beiden Versuchen (d. h. das Licht mag von der einen oder der andern Seite eintreten) der Strahl No. II schneller als der Strahl No. I. Und wenn daher bei jedem Versuch ein linear polarisirter Strahl, bestehend aus den Strahlen No. I und No. II, vorhanden ist, so wird der linear polarisirte Strahl, welcher nach dem Austreten derselben aus deren Vereinigung gebildet wird, bei beiden Versuchen seine Polarisationsebene, von der ursprünglichen Polarisationsebene aus, in Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers gedreht haben, oder, bei beiden Versuchen, in der entgegengesetzten Richtung, wenn man sie auf das Auge einer Person bezieht, die in der Richtung des Lichtes sieht.

Dieses Resultat stimmt mit den Erscheinungen beim Quarz, Terpenthin u. s. w., und deshalb liefern Prof. Mac Culagh's Gleichungen eine Erklärung der Drehung der Polarisationsebene in Krystallen. Allein sie passen nicht auf die Erscheinungen bei Glas etc. unter Mitwirkung des Magnetismus, und für diesen Fall müssen neue Gleichungen aufgesucht werden.

Die Gleichungen, die ich für geeignet zur Darstellung dieses Falles halte, sind:

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Y}{dx^2} + C \cdot \frac{dZ}{dt}$$

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} = A \cdot \frac{d^2 Z}{dx^2} - C \cdot \frac{dY}{dt},$$

welche in derselben Weise zu verificiren sind als die für die Erscheinungen beim Quarz etc. geltenden.

So hat man beim ersten Versuch für den Strahl No. I:

$$Y' = a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

$$Z' = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) = -A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^2 a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) + C \cdot \frac{2\pi}{\tau} a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right)$$

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) = -A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_1} \right)^2 a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right) + C \cdot \frac{2\pi}{\tau} a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v'_1} \right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_1)^2 = \frac{A}{1 + \frac{\tau}{2\pi} C}$$

Für den Strahl No. II hat man:

$$Y'' = b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

$$Z'' = -b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) = -A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^2 b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) - C \cdot \frac{2\pi}{\tau} b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right)$$

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2} b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) = +A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v''_1} \right)^2 b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right) + C \cdot \frac{2\pi}{\tau} b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t - \frac{x}{v''_1} \right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v''_1)^2 = \frac{A}{1 - \frac{\tau}{2\pi} C}$$

Folglich ist v'_1 kleiner als v''_1 .

Beim zweiten Versuch hat man für den Strahl No. I:

$$Y'' = -a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right)$$

$$Z'' = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right)$$

und die Gleichungen werden:

$$+ \frac{4\tau^2}{\tau^2} a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) = + A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^2 a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) \\ + C \cdot \frac{2\pi}{\tau} a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right)$$

$$- \frac{4\pi^2}{\tau^2} a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) = - A \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \left(\frac{1}{v'_2} \right)^2 a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right) \\ - C \cdot \frac{2\pi}{\tau} a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \left(t + \frac{x}{v'_2} \right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_2)^2 = \frac{A}{1 - \frac{\tau}{2\pi} C}$$

Aehnlich ergibt sich:

$$(v''_2)^2 = \frac{A}{1 + \frac{\tau}{2\pi} C}$$

Folglich ist v'_2 gröfser als v''_2 .

Wenn demnach bei einem Versuch der Strahl No. II schneller geht als der No. I, geht er bei dem anderen Versuch langsamer als dieser. Und wenn demnach bei jedem Versuch ein aus der Combination der Strahlen No. I und II entstandener linear polarisirter Strahl einfällt, so wird der linear-polarisirte Strahl, der aus jenen Strahlen bei deren Austreten gebildet wird, seine Polarisationsebene, von der ursprünglichen Ebene aus, bei dem einen Versuch in Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers, und bei dem andern Versuch in der entgegengesetzten Richtung gedreht

haben, wenn man die Drehung bezieht auf das Auge einer Person, die in Richtung des Lichtes fortsieht.

Dieses Resultat stimmt mit den Erscheinungen beim Bor- glase etc. unter der Wirkung magnetischer Kräfte.

Statt das zweite Glied auf der Rechten der Gleichung von $\frac{dZ}{dt}$ abhängig zu machen, hätten wir mit gleichem Erfolg

$\frac{d^3 Z}{dt^3}$, $\frac{d^3 Z}{dx^2 \cdot dt}$ oder irgend einen anderen Differentialquotienten von ungerader Ordnung und ungerader Anzahl von Differentiationen in Bezug auf t anwenden können. Auch wären verschiedene Potenzen von τ und ν einzuführen. Um zu ermitteln, welche sich zur Darstellung der Phänomene am besten eignen, muß nothwendig die Ablenkung der Polarisationsebene für verschieden farbiges Licht bestimmt werden.

Wenn $\frac{dZ}{dt}$ angenommen wird, so besagen die von mir aufgestellten Gleichungen: »die Kraft auf irgend ein Theilchen in Richtung der einen Ordinate hängt zum Theil ab von dessen Geschwindigkeit in Richtung der anderen Ordinate«. Es hat keine unübersteigliche Schwierigkeit dieses als richtig anzusehen, aber wir haben bis jetzt *a priori* keinen mechanischen Grund zu glauben, daß es richtig sey.

Um möglichen Mißverständnissen vorzubeugen, wiederhole ich, daß ich diese Gleichheit in gleicher Absicht aufstellte, in welcher Prof. Mac Cullagh die seinigen gab, nicht als mechanische Erklärung der Erscheinungen, sondern um zu zeigen, daß die Erscheinungen durch Gleichungen ausgedrückt werden können, die sich möglicherweise aus einer plausiblen mechanischen Voraussetzung ableiten lassen, obgleich bisher eine solche Voraussetzung noch nicht gemacht worden ist.

Greenwich, Königl. Sternwarte 1846, Mai 7.

IX. *Ueber das Verhalten des Lichts zum Magnetismus und den Unterschied zwischen ferromagnetischen und diamagnetischen Zuständen der Materie; von M. Faraday.*

(*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXIX, p. 153 et 249.*)

Wenn ein polarisirter Lichtstrahl und Magnetkraftlinien gleichzeitig und einander parallel durch ein durchsichtiges, nicht doppeltbrechendes, starres oder flüssiges Mittel gehen, so wird der Strahl gedreht, nach einem einfachen Gesetz, welches ich im letzten Theil der *Philosophical Transactions* angegeben habe ¹⁾. Wenn ein solcher Strahl durch gewisse Quarzkrystalle, durch Terpenthinöl u. s. w. geht, wird er auch, ohne alle Mithülfe von Magnetkraft, nach einem wohlbekanntem Naturgesetz gedreht. Zwischen diesen beiden Drehungen ist, obwohl sie auf dem ersten Blick einerlei zu seyn scheinen, ein auffallender Unterschied vorhanden; denn die erstere ist, ihrer Richtung nach, abhängig von den Magnetkraftlinien und nicht von der Stellung des Beobachters oder dem Lauf des Lichtstrahls, wogegen die letztere von der Stellung des Beobachters oder dem Lauf des Strahls abhängt.

Beim Nachdenken schien es, dafs die Eigenthümlichkeit der magnetischen Drehung benutzt werden könne, um den Endeffect der Magnetkraft zu verstärken, und auch um manche wichtige Punkte entschiedener zu beweisen als es bisher möglich gewesen. Diefs hat sich durch den Versuch als richtig erwiesen, und das Folgende enthält einige Resultate davon.

Ein Parallelepiped von schwerem Glase, 0,7 Zoll im Quadrat und 2,5 Zoll lang, ward an beiden Enden polirt und versilbert. Darauf wurde die Versilberung auf einem Raum von etwa 0,1 Zoll Breite längs einer der Kanten

1) *Phil. Tr. f. 1846, pt. 1, p. 4.* (*Annal., Bd. 68, S. 109.*)

von einem Ende abgenommen, eben so an dem andern Ende, jedoch an der entgegengesetzten Seite des Parallelepipedes, so daß jedes Ende mit einem guten ebenen Reflector versehen war, von denen aber der eine über den andern hervorragte. (Taf. I, Fig. 8). In Folge dieser Einrichtung konnte ein Lichtstrahl, nachdem er zu einem Ende eingetreten war, zwei oder mehre Male in dem Glase reflectirt und dann hinausgelassen werden.

Ein ähnliches Stück schweren Glases wurde an beiden Enden und an der einen Seite versilbert, und dann an den Enden auf einen Raum von 0,1 Zoll Breite längs den Kanten, die am weitesten von der versilberten Seite abstanden, die Versilberung entfernt. (Taf. I, Fig. 7.) Ein in den unversilberten Theil des einen Endes unter einer gewissen Schiefe eintretender Strahl konnte am andern Ende, dann an der Seite, und nun am ersten Ende reflectirt werden, somit also drei Mal im Glase entlang und zuletzt am anderen Ende hinausgeführt werden. Bei andern Neigungen konnte der Strahl fünf, sieben, neun, elf und mehre Male im Glase hin- und hergehen, ehe er durch die Luft in's Auge des Beobachters gelangte.

Jedes dieser Glasstücke vermochte das gewünschte Resultat der wiederholten inneren Reflexionen zu liefern; allein das erstere zeigte sich am bequemsten für den Gebrauch. Bei Anwendung eines starken Lichtes hielt es nicht schwer, die Reihe der durch successive Reflexion entstandenen Bilder bis zum neunten oder zehnten zu verfolgen, also bis 17- oder 19maligem Durchgang des Strahls durch das Glas. Eine kleine Aenderung in der Lage des versilberten Glases zwischen den beiden als Polarisirer und Analysirer angewandten Nichol'schen Prismen reichte hin irgend eins dieser Bilder zur Ansicht zu bringen, sobald das Glas zugleich unter dem vollen Einfluß des Elektromagneten oder des zur Erzeugung der Magnetkraftlinien angewandten Schraubenstroms stand. Einen ferneren Vortheil erlangt man, wenn die Enden des Glasstücks nicht ganz zu einander parallel sind, sondern die Seiten an den Rändern,

wo der Strahl ein- und austritt, etwas verschiedene Längen haben. Diese Einrichtung bringt die Reihe der reflectirten Bilder, von einem Ende gesehen, mehr aus einander, von dem andern, mehr zusammen, und dadurch wird die Beobachtung eines besonderen Bildes oder der gleichzeitige Vergleich zweier oder mehrer Bilder begünstigt.

Beim Nachdenken über die Wirkung dieser Vorrichtung leuchtet ein, daß wenn $ABCD$, Taf. I, Fig. 8, einen Trog mit Zuckertlösung oder irgend einer andern mit Drehkraft für einen polarisirten Lichtstrahl begabten Flüssigkeit vorstellt, der in D eintretende und bei A austretende Strahl eine gewisse Drehung erfahren würde, daß er aber, wenn er, statt bei A auszutreten; von der Fläche AF nach E reflectirt würde, daselbst keine Drehung zeigte, denn die Wirkung auf dem Gange von D nach A würde genau compensirt durch die Rückkehr von A nach E . Oder wenn die Reflexionen öfter, bei E , F und C wiederholt würden, so daß der Strahl die Flüssigkeit fünf Mal durchliefe, würde der Endbetrag der Drehung nur dem gleich seyn, welcher nach einem einmaligen Durchgange zu Stande käme.

Dies würde aber nicht der Fall seyn, wenn $ABCD$ ein Diamagneticum wäre, welches den Strahl mittelst magnetischer Kraft drehte; denn, wie oft auch der Strahl hindurchginge, würde er doch, in Bezug auf die Magnetkraftlinien, in derselben Richtung gedreht werden. So würde er, wenn man ihn nach dem Austritt bei A beobachtete, einen Betrag von (wir wollen sagen rechter) Drehung zeigen, der gleich wäre dem, welchen ein einmaliger Durchgang durch das Diamagneticum erzeugen könnte. Beobachtete man ihn bei E würde er eine linke Drehung zeigen im Betrage doppelt so groß als die erste oder einheitliche Menge. Beobachtete man ihn bei F , würde er das Dreifache der ersten rechten Drehung besitzen, bei C die vierfache linke Drehung, und bei B das Fünffache der anfänglichen rechten Drehung.

Dies bestätigte sich beim Versuch. Es wurde der große, in den *Philosoph. Transactions* beschriebene Magnet ange-

wandt ¹⁾, und das Glasparallellepiped, Fig. 8, Taf. I, seinen Kräften unterworfen. Der directe oder das erste Bild vom leuchtenden Gegenstand erzeugende Strahl erlangte eine Drehung nach der Rechten von 12° . Als das Glas ein wenig geneigt ward, erschien das zweite Bild oder dasjenige, welches von dem drei Mal durch das Glas gegangenen Strahl erzeugt wurde; seine Drehung betrug 36° . Darauf wurde das dritte Bild beobachtet, und die Drehung des dasselbe hervorbringenden Strahls betrug 60° , so nahe als mein roher Apparat Winkelgrößen messen liefs. Dasselbe allgemeine Resultat wurde mit dem zweiten der beschriebenen Glasstücke erhalten.

Der Versuch beweist auf sehr schlagende Weise, daß welchen Weg das Licht durch das Diamagneticum auch nehmen möge, die Richtung der Drehung doch wesentlich und alleinig von der Richtung der Magnetkraftlinien abhängt.

Er beweist auch in nicht mißzuverstehender Weise den Unterschied in dieser Hinsicht zwischen der Drehung des Strahls durch Magnetismus und der durch Quarz, Zucker, Terpenthinöl und ähnliche Körper.

Sowohl durch isolirte als durch combinirte Beobachtung der verschiedenen Bilder zeigt er, daß die Wirkung proportional ist der der Magnetkraft unterworfenen Länge des Strahls ²⁾; denn es lassen sich, während die Intensität der Magnetkraft und die übrigen Umstände unverändert bleiben, die Längeneinheit und deren Multipla auf einmal beobachten.

Er erlaubt in der Messung des Betrags der Drehung eines gegebenen Strahls oder der verschiedenfarbigen Strahlen einen weit höheren Grad von Genauigkeit zu erreichen.

Vermöge der obigen Einrichtung ist ein kurzes Stück von einem Diamagneticum, z. B. einem Krystalle, hinreichend zu einem Versuche, zu dem es, wenn der Strahl nur einmal hindurchginge, unzulänglich wäre.

1) *Phil. Tr. f.* 1846, p. 22, §. 2247. (*Ann.*, Bd. 69, S. 291)

2) *Experimental-Untersuchungen*, §. 2163. (*Ann.*, Bd. 68, S. 111.)

Er erlaubt auch, bei Anwendung eines Magnets, die Magnetkraft durch Annäherung an die Pole zu concentriren und somit den Effect zu erhöhen; oder einen schwachen Magnet statt eines starken zu nehmen, so dafs selbst gute Stahlmagnete brauchbar seyn können. Auch ist jetzt, wenn man einen schraubenförmigen Strom anwendet, ein viel kürzerer und schwächerer als zuvor erforderlich.

Nach Ermittlung der großen Vorzüge dieses Apparats zur Untersuchung vieler Substanzen, die bei dem früher beschriebenen Verfahren keine merklichen Resultate gegeben hatten, schritt ich zur Anwendung desselben auf Luft und einige doppeltbrechende Krystalle ¹⁾.

Zu dem Ende machte ich die Seiten der Magnetpole zu Reflectoren, indem ich an jeden eine polirte Stahlplatte anlegte; und da die Pole beweglich waren, konnte ich deren reflectirende Flächen in jeden Abstand und jede erforderliche Lage bringen, bei welcher sie die zu untersuchende Substanz zwischen sich faßten.

Luft. — Wenn Luft zwischen den Magnetpolen befindlich war, konnte ich keine Anzeige von Wirkung auf den Strahl erblicken, selbst beim vierten, fünften und sechsten Bilde.

Quarzkry stall. — Es wurden die früher beschriebenen Würfel aus dieser Substanz in Untersuchung genommen ²⁾; allein ich konnte keine Spur von Wirkung auf den Lichtstrahl entdecken, obwohl die Würfel 0,75 Zoll in Seite hielten, und der Strahl nach sieben- und selbst neunmaligem Durchgang beobachtet wurde. Ich untersuchte die Würfel in allen Richtungen.

Kalkspath. — Ein Würfel aus dieser Substanz ³⁾, eben so untersucht, gab auch keine Wirkung.

Schweres Glas dagegen gab die erwarteten Erscheinungen leicht und gut.

1) Experimental-Untersuchungen, §. 2237 (Ann., Bd. 68, S. 134).

2) Ibid. §. 2178 (Ann., Bd. 68, S. 115).

3) Ibid. §. 2179 (Ann., Bd. 68, S. 115).

Da diese Versuche sowohl mit Luft als mit doppeltbrechenden Krystallen kein positives Resultat gegeben hatten, so versilberte ich die letzteren in ähnlicher Weise wie das schwere Glas, damit die Magnetpole ihnen möglichst nahe gebracht werden könnten; allein auch jetzt war keine Anzeige von magnetischer Wirkung auf den Strahl zu erhalten.

Die natürliche sechsseitige Säule eines Quarzkrystals, 2,3 Zoll lang, wurde an den Enden polirt und versilbert; es war aber auch damit keine Wirkung auf das Licht zu beobachten, weder beim ersten noch beim zweiten und dritten Bilde.

Hr. E. Becquerel glaubt bei doppeltbrechenden Krystallen eine Wirkung beobachtet zu haben; vermuthlich ist sein Apparat zur Wahrnehmung optischer Veränderungen empfindlicher als der meine. Ist dieß der Fall, so würde er, combinirt mit dem Verfahren der wiederholten Durchgänge des Strahls, vielleicht sehr deutliche Resultate geben; aber dieß Verfahren allein hat bis jetzt keine Anzeige von der gesuchten Wirkung gegeben.

Gewisse Fingerzeige veranlafsten mich nachzusehen, ob das Kreuzen der in der Vorrichtung, Fig. 7, Taf. I, reflectirten Strahlen irgend einen Effect hervorbrächte; allein ich konnte keinen Unterschied in der Wirkung dieser Vorrichtung und der andern, Fig. 8, wo keine solche Kreuzung stattfindet, wahrnehmen.

Gegen Ende des letzten Jahres (1845) übersandte ich der K. Gesellschaft zwei Aufsätze: „*Ueber den magnetischen Zustand aller Materien*“¹⁾, in welchen ich das Daseyn einer für uns neuen magnetischen Wirkung festgestellt zu haben glaube, — einer in ihrer Natur antithetischen zu dem Magnetismus des Eisens in irgend einer seiner Formen und Zustände, starken oder schwachen, oder zu dem Magnetismus, welchen das Eisen in irgend einer Quantität oder unter

1) *Phil. Tr. f.* 1846, p. 21 (Ann., Bd. 69, S. 289).

ter irgend welchen Umständen erzeugen kann. Ferner habe ich gezeigt, daß alle nicht wie Eisen magnetische Körper nach dieser neuen Wirkungsweise magnetisch sind, und daß, so wie eine *Anziehung* durch einen Magnet den magnetischen Zustand des Eisens, auch der kleinsten Menge, nachweist, eben so eine *Abstoßung* das unterscheidende Kennzeichen aller derjenigen Körper ausmacht, die von Natur geeignet sind den neuen Zustand anzunehmen und diese neue Kraftform zu entwickeln.

In einer der Pariser Academie überreichten Note erinnert Hr. Becquerel ¹⁾ an gewisse, vom gewöhnlichen Magnetismus hervorgebrachte Resultate, die er lange vor mir gefunden und bei welchen die Substanz sich *quer* gegen die Magnetaxe stellte. Ich brauche nicht das Ganze anzuführen, sondern will nur folgende Worte vom Schlusse auswählen: — »Aus diesen Thatsachen geht hervor, daß die magnetischen Effecte, welche im Stahl und weichen Eisen durch den Einfluß eines Magneten hervorgebracht werden, darin von den bei allen Körpern vorkommenden abweichen, daß in ersteren die Vertheilung des Magnetismus immer der Länge nach geschieht, während sie im Eisenoxyd, Holz, Gummilack u. s. w. gewöhnlich der Quere nach erfolgt, besonders wenn diese Substanzen zu Nadeln geformt sind. Dieser Unterschied rührt davon her, daß, weil der Magnetismus in diesen Körpern schwach ist, die Reaction der Körpertheilchen auf einander vernachlässigt werden kann.« — Diese Worte und die Zeit ihrer Veröffentlichung (Januar 1846) zeigen hinreichend, daß Hr. Becquerel die neue Form oder Beschaffenheit von magnetischer Action, welche ich nachgewiesen zu haben glaube, nicht zugiebt.

In einer der Academie gemachten Mittheilung vom Juni 1846 berührt Hr. E. Becquerel ²⁾, nachdem er die von mir entdeckte Wirkung auf das Licht bestätigt hat, die Frage von der magnetischen Wirkung aller Körper, und ist

1) *Compt. rend.* (1846), T. XXII, p. 146.

2) *Ibid.* p. 952.

selbst zu dieser Zeit noch der Meinung seines Vaters. Ich brauche nur einige Zeilen hie und da aus dieser Mittheilung hervorzuheben, um seine Meinung zu bezeichnen. Nachdem er von Coulomb's Resultaten und von denen seines Vaters i. J. 1827 gesprochen, sagt er: »Diese Versuche sind vor beinahe zwanzig Jahren angestellt, und dessen ungeachtet hat Hr. Faraday die Erscheinung der transversalen Stellung auf's Neue beschrieben, hat aus den Körpern, welche diese Stellung annehmen, eine neue Klasse von Substanzen gemacht und sie diamagnetische Substanzen genannt, . . . «. Ich frage mich, wie kann man unter diesen Umständen den Geist der Classification so weit treiben, sobald man einer und derselben Substanz alle verschiedenen Lagen, longitudinale, transversale und schiefe geben kann. In der That stelle man die beiden Enden zweier starken Magnete in 0,08 oder 0,12 Zoll Abstand einander gegenüber, und hänge 0,04 Zoll von ihrer Oberfläche entfernt mittelst eines Coconfadens eine kleine Nadel von Holz oder Kupfer auf, etwa 0",04 im Durchmesser und 1",9 bis 2",3 in Länge, so wird sie sich transversal stellen. Schneidet man die Nadel in zwei Stücke, theilt diese wiederum u. s. w., so haben wir zuletzt ein Fragment, welches sich in die Linie der Pole stellt. Es ist einfach ein Phänomen der resultirenden Kräfte, denn man kann einer und derselben Substanz diese verschiedenen Lagen geben, je nach ihrer Form und indem man den Abstand von den Polen modificirt«. — Dann spricht er von der kleinen Menge Eisen, die er in gewissen Substanzen gefunden, und von seiner früheren Behauptung, dafs diese Substanzen sich als Mischungen von träger Materie und magnetischen Theilchen, oder als eisenhaltige Mischungen verhalten, und setzt hinzu: Alle diese Schlüsse bestehen noch heute in ihrer ganzen Allgemeinheit«.

Diese Schlüsse zweier gründlichen, für alle den Magnetismus betreffenden Fragen in jeder Hinsicht so urtheilsfähigen Physiker (?! — P.) machten mich zweierlei wegen besorgt. Fürs erste hielt ich es für möglich, dafs ich rück-

sichtlich des allgemeinen magnetischen Princip, welches ich entdeckt zu haben vermeine, wirklich in Irrthum gewesen sey; und zweitens, dafs, wenn ich in dieser Hinsicht auch Recht gehabt hätte, ich doch meine Resultate höchst ungenügend beschrieben haben müfste, da so competente Männer hiedurch keine bessere Ueberzeugung von derselben erlangten. Ich ging daher, meiner selbst wegen, an eine nähere Untersuchung des Gegenstandes; denn wiewohl mir das Schicksal einer von mir aufgestellten Speculation oder hypothetischen Ansicht ziemlich gleichgültig ist, so ist diess doch keinesweges der Fall in Betreff der Richtigkeit einer Angabe, die ich über ein Gesetz oder eine neue Thatsache liefere. Ich habe demnach einige Fälle der von gewissen magnetischen Körpern, wie Eisen, angenommenen transversalen Stellungen sorgfältig untersucht, und will hier das allgemeine Resultat davon angeben.

Eine dünne Glasröhre von 0,25 Zoll Durchmesser und 1,4 Zoll Länge wurde mit gutem gleichförmigen Eisenoxyd (einer der von Hrn. Becquerel untersuchten Substanzen) sorgfältig gefüllt, an einem langen Coconfaden aufgehängt und in jegliche Lage gegen den einen Pol eines starken Elektromagnets gebracht, welchem Pol durch Aufsetzung von Eisenstücken verschiedene Formen gegeben werden konnten. Da das Eisenoxyd zuweilen einen schwachen Grad von Magnetismus annimmt und behält, so ist es nöthig, dafs der Experimentator auf diese Möglichkeit achte, und sich gegen die daraus entspringenden unregelmässigen Resultate schütze.

Anfangs war der Pol des Magnets ein Kegel von 1,5 Zoll Durchmesser in der Grundfläche und mit horizontal-liegender Axe. Der Cylinder von Eisenoxyd wurde dem Kegel genähert, so dafs sein Drehpunkt in einer Linie mit der Axe dieses lag. Als er, innerhalb des Einflusses des Magnets, quer gegen die axiale Linie lag, behielt er diese Lage; aber diese Lage war die eines instabilen Gleichgewichts, denn kam der Cylinder nach der einen oder andern Seite schief gegen die axiale Linie zu liegen, so wurde das dem

Kegel nächste Ende angezogen. Mochte er übrigens quer gegen die axiale Linie gerichtet und somit in einer instabilen Lage befindlich seyn oder irgend eine andere Lage haben, so wurde der Schwerpunkt des Ganzen immer *angezogen*, eine Erscheinung, die sich bei einem Elektromagnet durch Unterbrechen und Herstellen des erregenden Stroms leicht darthun läßt.

Als Contrast der diamagnetischen Körper will ich bemerken, daß wenn ein ähnlicher Cylinder von Phosphor, Wismuth oder schwerem Glase genau unter ähnliche Umstände versetzt wird, die transversale Lage eine Lage des *stabilen* Gleichgewichts ist, er also, wenn er aus derselben abgelenkt wird, durch Schwingungen dahin zurückkehrt. Auch wird während der ganzen Zeit der Schwerpunkt der Masse *abgestoßen*.

Nun wurde dem Magnetpol ein quadratisches Ende gegeben, dessen dem Eisenoxydcylinder zugekehrte Fläche 1,75 Zoll in Breite und Höhe enthielt. Die axiale Linie ging horizontal von der Mitte dieser Vorderfläche zu dem Schwerpunkt des Cylinders, welcher zugleich den Drehpunkt desselben bildete. Befand sich der Cylinder in einem geringeren Abstand als 0,3 Zoll von der Vorderfläche des Pols, so lag er dieser Fläche parallel, mithin transversal gegen die axiale Linie. Lenkte man ihn aus dieser Lage ab, so kehrte er in sie zurück; diese Lage war also die eines stabilen Gleichgewichts. Bei einem etwas größeren Abstände wurde diese Lage instabil, und dafür zeigten sich zwei Lagen eines stabilen Gleichgewichts unter gleichem Winkel zu beiden Seiten der transversalen Lage, und in dem Maße schiefer werdend als die Entfernung zunahm. Sowohl die transversalen als die schiefen Lagen ließen sich zurückführen auf die Concentration von Magnetkraftlinien an den Rändern der quadratischen Vorderfläche des Magnets. Erscheinungen, aus derselben Ursache herrührend, sind bereits in den Experimental-Untersuchungen §. 2298, 2299 und 2384 ¹⁾ beschrieben worden.

1) *Phil. Transact.* 1846, p. 32 und 48. (*Annal.*, Bd. 69, S. 305.)

Bei jeder Lage vor diesem Magnetpol wurde der Eisenoxycylinder, als Masse, *angezogen*.

Durch Anwendung eines andern eisernen Ansatzes wurde der dem Eisenoxyd gegenüberstehende Pol in seinen horizontalen Dimensionen auf 2,5 Zoll vergrößert. Es wiederholten sich alle früheren Erscheinungen; allein der Abstand zwischen der Vorderfläche des Pols und dem Eisenoxycylinder konnte bis zu einem Zoll und mehr vergrößert werden, ehe der Cylinder die schiefen Lagen anzunehmen anfang.

Ein dritter Ansatz bot eine Fläche von 3,5 Zoll in ihren horizontalen Dimensionen dar. Die Erscheinungen hiebei waren genau dieselben; allein der Abstand konnte bis auf 1,75 Zoll vergrößert werden, ehe der Cylinder aufhörte der Fläche parallel zu seyn und anfang eine schiefe Lage anzunehmen.

Zum völligen Verständniß dieser und anderer Erscheinungen, die von der Gestalt der Polfläche und von der Concentration der durch die Luft gehenden Magnetkraftlinien an den Rändern herrühren, will ich die Lagen beschreiben, welche der Eisenoxycylinder annimmt, wenn sein Drehpunkt einen constanten Abstand von der Polfläche behält, aber von einer Seite der axialen Linie zur andern in verschiedene Lagen geführt wird. Diese sind in Fig. 9, Taf. I, abgebildet. Man wird daraus ersehen, daß so wie der Cylinder von der einen Seite der axialen Linien zur andern fortgeführt ward, er gegen diese Linie neigte in einer Weise und in einem Grade, wie es bei Erwägung der Concentration der magnetischen Kraft an den Rändern der Fläche leicht begreiflich wird. Dasselbe war der Fall mit der früheren Fläche von 2,5 Zoll. Sowohl das eine als das andere Ende des Eisenoxycylinders konnte das nächste an der Polfläche seyn; allein der Schwerpunkt des Cylinders ward allemal *angezogen* vom Magnet.

Es wurden andere Eisenoxycylinder von verschiedener Dicke und Länge angewandt, und wenn sie an Länge kleiner waren als die gegenüberstehenden Polflächen, waren die Resultate genau dieselben.

Ein durch Eisengehalt magnetisches Papier gab beim Gebrauch dieselben Resultate.

Da ich veranlaßt wurde zu glauben, daß die Zertheilung des Eisenoxyds einen bedeutenden Einfluß auf diese Erscheinungen habe, indem dadurch die Uebertragung der magnetischen Induction von Theilchen zu Theilchen verzögert und gehemmt werde, und dieß von größerem Einfluß sey als die bloße Schwäche der Magnetkraft, so nahm ich andere Substanzen, selbst schwächer magnetische als das Eisenoxyd, und bildete daraus Cylinder. Diese Substanzen waren: Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, von Kobaltchlorid und Nickelchlorid, mit welchen dünne Glasröhren von 0,25 Zoll im Durchmesser und 1,4 Zoll in Länge gefüllt wurden. Als diese vor den Polen aufgehängt wurden, mit ihren Drehpunkten in der axialen Linie, wirkten sie nicht wie das Eisenoxyd und das Papier. Sie konnten zwar in einer der Polfläche parallelen Lage gehalten werden, aber dieß war eine Lage instabilen Gleichgewichts; und wenn sie im Geringsten aus dieser Lage abgelenkt wurden, begaun das dem Magnet zugewandte Ende sich demselben zu nähern, bis es denselben berührte, und dann blieb das Ganze unverändert. Die Wirkung war genau dieselbe wie die eines Stück Eisens, nur von weit geringerer Stärke.

Eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, verdünnt mit dem Fünffachen ihres Volums an Wasser, zeigte genau dieselben Erscheinungen als eine stärkere Lösung; und doch war ihre Magnetkraft sehr viel schwächer als die des Eisenoxyds, wie sich deutlich aus dem Abstand ergab, bis zu welchem der Schwerpunkt beider Substanzen angezogen wurde. Beim Eisenoxyd ward der Aufhängefaden zwei bis drei Mal weiter aus der lothrechten Linie abgelenkt als bei der Lösung.

Nimmt man statt des Eisenoxyds oder der magnetischen Lösungen ein Stück Eisen, so bleibt dasselbe nicht der Polfläche parallel oder schief, und ohne Berührung mit ihr; denn das eine Ende wird immer zur Polfläche gehen; oder wenn es sehr kurz ist und dann durch Belastung oder sonstwie

an der Berührung mit dem Pol gehindert wird, richtet sich immer das eine Ende gegen den ihm nächsten Theil der Polfläche. In dieser Beziehung verhält es sich wie die magnetische Lösung und nicht wie das Eisenoxyd. Wie schwach aber auch der Magnetpol seyn mag, wenn er überhaupt nur auf das Eisen wirkt, thut er es in *derselben* Weise. Wenn ferner der Eisendraht durch Erhitzen bis zur Rothgluth vollkommen vom Magnetismus befreit wird, kann jedes der Enden zum nächsten an der Polfläche gemacht werden.

Ein Stück Hämatit, welches nicht mit einem eisernen Werkzeug, sondern mit einem Agat oder sonst wie sorgfältig abgeschnitten ist, stellt sich nach Art des Eisens, obwohl natürlich nicht mit derselben Kraft, d. h. es nimmt weder parallel noch geneigt zur Polfläche eine stabile Lage an, berührt sie aber auch nicht; denn das eine oder das andere Ende geht immer auf das Metall des Poles zu und bleibt in Berührung mit demselben. Gepülvert und in eine kleine Röhre gebrachter Hämatit wirkt wie ganzer.

Ein Stück Bouteillenglas, welches wegen darin enthaltenen Eisens magnetisch war, wirkte als Hämatit, es mochte ganz oder gepülvert und in eine Flintglasröhre eingeschlossen seyn. Es verhielt sich demnach ganz unähnlich dem Eisenoxyd.

Reines Manganhyperoxyd schien seine Stelle zwischen diesen Körpern und dem Eisenoxyd einzunehmen. Allgemein gesprochen ging das der Polfläche nächste Ende auf dieselbe zu und blieb daselbst; allein wenn das eine Ende dem Rande der Fläche und das andere nahezu der Mitte gegenüberstand, während der Magnet in Thätigkeit gesetzt wurde, so wich das letztere Ende, ungeachtet es näher war als das erstere, zurück, und dieses kam heran und blieb im Contact. War das letztere Ende das nähere, so näherte er sich vom Anfange an, und es gab für die Röhre keine stabile Lage, in welcher sie der Polfläche ganz oder nahe parallel war, und keins der Enden die Fläche berührte.

Ein Stück dicken Platindrahts wirkte als Hämatit und grünes Glas, und nicht wie Eisenoxyd in Becquerel's Versuch. Platinschwamm, in eine Röhre gestampft, wirkte als Manganhyperoxyd, indem es gleich diesem in gewissen Lagen die Anfänge einer Wirkung, ähnlich der des Eisenoxyds, zeigte.

Bei allen diesen Körpern wurde der Schwerpunkt vom Magnet angezogen, neben welchen Theil seiner Polfläche sie auch gebracht wurden. Niemals zeigte sich etwas einer Abstofsung Aehnliches.

Nun kann ich nicht einsehen, wie es eine Schwierigkeit haben kann, alle diese verschiedenen Lagen der gewöhnlichen Wirkung von Magneten auf gewöhnlich, d. h. wie Eisen, magnetisirte Substanzen zuzuschreiben. Alles hängt ab von der Gestalt und Gröfse der Pole, von der Ganzheit, oder mehr oder weniger vollständigen Zertheilung der magnetischen Substanz; denn eine Substanz, welche viel schwächer magnetisch ist als Eisenoxyd, wie z. B. Nickelösung, Eisenlösung oder Platinmetall, wirkt nicht als Eisenoxyd, sondern als metallisches Eisen. Doch bestehen die Erscheinungen immer in *Anziehungen*; denn nicht nur der Schwerpunkt der ganzen Masse wird angezogen, sondern es werden auch die Theile des Eisenoxydcylinders und anderer magnetischer Substanzen in die Lagen gebracht, welche ihnen die Resultanten der Anziehungskräfte nothwendig geben würden. Diefs ist genau das Umgekehrte was bei diamagnetischen Körpern geschieht, denn bei diesen wird der Schwerpunkt der ganzen Masse *abgestofsen*; und was für eine Gestalt die Masse auch haben möge, nehmen doch ihre Theile diejenigen Lagen an, welche der Richtung und Stärke der Abstofsungskraft am besten entsprechen.

Alle Ungewifsheit und Zweifelhaftigkeit kann in Fällen wie die obigen entfernt werden, wenn man sich eines einzigen Pols, sey er kegelförmig, keilförmig oder rund, bedient. Freilich, wenn man einen Eisendraht von zwei bis drei Zoll Länge mit seiner Mitte nahe an den Scheitel eines kegel- oder keilförmigen Pols bringt, stellt er sich recht-

winklich gegen die Axe des Kegels oder Keils und schwankt daselbst wie ein Wagebalken; und ein Cylinder von Wismuth, Phosphor oder schwerem Glase nimmt unter gleichen Umständen eine ähnliche Lage an. Allein kein Physiker (*Magnetician*) wird diese Erscheinungen auch nur einen Augenblick mit jenen verwechseln, denn er wird sogleich sehen, dafs das Eisen als Masse angezogen und das Diamagneticum als Masse abgestofsen wird. Und nimmt er zur Beobachtung Kugeln von Eisen, Eisenoxyd oder Eisenlösung einerseits, und von Wismuth, Phosphor, Kupfer, oder Holz andererseits, so hat er die Erscheinungen in der einfachsten und fundamentalen Form vor sich; denn die magnetischen Körper werden angezogen und die diamagnetischen abgestofsen.

Ich kann keinen Fall von transversaler Lage finden, der sich nicht der einen oder andern der obigen beiden Arten anreihen liefse, d. h. der nicht entweder ein magnetisches oder diamagnetisches Resultat wäre. Selbst in Betreff der Wirkungen des gewöhnlichen Magnetismus in Eisenoxyd und ähnlichen Körpern sehe ich keinen Grund, der Angabe des Hrn. Becquerel beizutreten, dafs die Vertheilung des Magnetismus in transversaler Richtung zu erfolgen strebe. Mir scheint, dafs in diesen Fällen die Discontinuität der Masse, verbunden mit dem (schwachen) Grade von Magnetkraft in diesen Substanzen, die Uebertragung der Kraft, mittelst Vertheilung (*induction*) oder Leitung von Theilchen zu Theilchen, in demselben Maafse verhindere, als wenn Continuität vorhanden ist, und dafs so consecutive Pole in kurzen Abständen und verschiedenen Richtungen erzeugt werden. Das ist der Grund, weshalb Eisen- oder Nickellösung oder Platin sich nicht wie Eisenoxyd verhält, sondern, obwohl schwächer an Magnetkraft als dieses, wie metallisches Eisen wirkt.

Kennte man nicht das merkwürdige Verhalten des Vacuums und der gasigen Körper, bei welchem ich eben deshalb in den Experimental-Untersuchungen (2432) ¹⁾ länger

1) Annalen, S. 49 dieses Bandes.

verweilt habe, so könnte es zweifelhaft seyn, ob nicht diejenigen Körper, welche ich diamagnetische genannt habe, genau dieselbe Einwirkung erlitten wie die magnetischen, und das Resultat, sey es eine Anziehung oder Abstofsung, blofs hervorgehe aus einem graduellen Unterschied zwischen dem beobachteten Körper und dem umgebenden Medio (2438 etc.). Allein ich kann das Vacuum nicht anders als für einen Nullpunkt in den Anziehungs- und Abstofsungs-Erscheinungen halten; und da magnetische Körper angezogen und diamagnetische abgestofsen werden durch einen Magnet (2406, 2436), wenn sie vom Vacuum umgeben sind (*when surrounded by and in relation to it*), so glaube ich, dafs diese Zustände zwei antithetische Formen der Magnetkraft darstellen. Das ist die in meinen Abhandlungen ausgesprochene Ansicht, die ich, trotz meiner grofsen Achtung vor dem Urtheil der HH. Becquerel, durch die Thatsachen ermuthigt noch gegenwärtig aufrecht halte ¹⁾:

Wenn schweres Glas der Einwirkung eines kräftigen Elektromagnets unterworfen wird, so erlangt der Strahl das Maximum seiner Drehung nicht auf einmal, sondern erst

- 1) Ich erlaube mir hier einen ähnlichen Punkt der statischen Elektricität zur Sprache zu bringen. Ich bin oft nach Beweisen für das Daseyn eines absoluten natürlichen Nullpunkts zwischen positiver und negativer Elektricität befragt worden, und in Bezug auf Hrn. Peltier's Ansicht, dafs die Erde negativ sey gegen den sie umgebenden Himmelsraum, der andererseits positiv sey, hat man gegen mich bemerkt, dafs wenn alle Theile eines Stücks ihrer Oberfläche (*its plane surface*) gleich stark negativ wären, wir auf dieser Oberfläche nicht sagen könnten, dafs sie sich nicht im Nullzustand befände. Diefs ist aber nicht der Fall. Eine wirklich negative Fläche kann zwar, in Vergleich zu einer stärker negativen, positiv erscheinen, und eben so kann sie als im Nullzustand befindlich erscheinen gegen zwei andere Flächen, von denen die eine stärker negativ und die andere schwächer negativ und selbst positiv ist. Allein in Bezug auf einen Normalzustand zeigt sich ihr Zustand sogleich, und diesen Normalzustand liefert ein jedes Metallgefäfs durch seine Innenseite, wenn durch die Gestalt und Tiefe des Gefäßes der äufsere Einflufs ausgeschlossen ist. Ein solches Gefäfs zeigt innen stets denselben Normal-

nach einer merklichen Zeit (*Experimental-Untersuchung*, §. 2170 — Ann., Bd. 68, S. 113); ich habe dieß einer allmähigen Zunahme der Kraft des Magnets und einer entsprechenden Verstärkung der Wirkung dieser Kraft auf das Glas zugeschrieben. Hr. E. Becquerel stimmt in dieser Erklärung nicht mit mir überein, sondern meint, die Erscheinung rühre davon her, daß die Theilchen des Diamagneticums Zeit gebrauchten, ihren neuen Zustand anzunehmen. Auch ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß sie Zeit dazu gebrauchen; ich kenne keinen Zustand, dessen Erlangung nicht Zeit erforderte. Allein diese Zeit ist höchst wahrscheinlich bei diamagnetischen Körpern außerordentlich gering, und daß die von mir erwähnten Erscheinungen nicht aus solcher Ursache entspringen, läßt sich, glaube ich, durch zwei Betrachtungen zeigen. Fürs Erste ist durch andere Erscheinungen, z. B. durch die Induction von Strömen u. s. w., hinlänglich bekannt, daß die Elektromagnete Zeit gebrauchen, um unter der Wirkung eines gegebenen elektrischen Stroms das Maximum ihrer Kraft zu entwickeln. Ich habe gezeigt, daß die Drehung des Strahles wachsen muß, so lange der Magnet an Kraft zunimmt; und ich habe gefunden, daß das Vermögen, Ströme zu induciren, gleichzeitig mit dem Wachsen der Drehung vorhanden ist. Dann kommt in Betracht, daß wenn man das Diamagneticum nicht der Wirkung eines Elektromagneten, sondern der eines schraubenförmigen Stroms unterwirft, die Drehung des Strahls nicht mehr allmähig zunimmt, sondern augenblicklich ihr Maximum zeigt (*Experimental-Untersuchungen*, §. 2195 — Ann., Bd. 68, S. 119). Das sind meine Gründe, weshalb ich bei der in meiner Abhandlung gegebenen Erklärung beharre.

Allein bei so neuen Gegenständen, wie diese, muß un-

zustand, welche eine Ladung seine Außenfläche auch haben mag. Und wenn man den Zustand der Erdoberfläche mit der Innenseite eines solchen Gefäßes vergleicht, was mittelst Probescheibchen, wie sie Coulomb anwandte, leicht gethan ist, so kann Jeder ermitteln, ob die Erdoberfläche im negativen Zustand oder im Nullzustand befindlich sey.

vermeidlich über manche Punkte eine Meinungsverschiedenheit entspringen, und das ist sogar gut, da dießs veranlaßt die Thatsachen genauer zu erforschen. Ich lasse daher auch für jetzt manche streitige Punkte zwischen mir und Andern bei Seite, in dem Glauben, daß die Untersuchungen sich rasch häufen, und durch sie in wenigen Jahren die Thatsachen sowohl als die Ansichten festgestellt werden.

X. *Untersuchung über die latente Wärme;*
von Hrn. C. C. Person.

(*Compt. rend., T. XXIII, p. 162.*)

In einem früheren Aufsatz habe ich das merkwürdige Gesetz angegeben, welches die latente Verdampfungswärme befolgt ¹⁾. Seitdem habe ich mich mit der latenten Schmelzwärme beschäftigt, und ein Gesetz aufgefunden, nach welchem sie im Voraus bestimmt werden kann. Mittelst dieses Gesetzes gelangt man überdießs zu mehren merkwürdigen Folgerungen, unter andern zur Messung der gesammten Wärme der Körper und zur Bestimmung des absoluten Nullpunkts, wie ich dießs in einer der Academie nächstens zu überreichenden Abhandlung auseinanderzusetzen hoffe. Durch gegenwärtige Note wünsche ich mir blofs die Resultate meiner Versuche zu sichern (*prendre date*). Was die von mir angewandten Verfahrungsarten betrifft, so muß ich sagen, daß Hr. Regnault die Güte hatte, mir die noch nicht beschriebenen Apparate, die er zu Messung der specifischen Wärme bei hohen Temperaturen erdacht hat, zu meiner Verfügung zu stellen.

1) Annalen, Bd. 65, S. 426.

Latente Schmelzwärme.

Substanzen.	Schmelzpunkt.	Latente Wärme für d. Gewichtseinheit.
Zinn	235 C.	14,3
Wismuth	270	12,4
Blei	332	5,15
Zink	423	27,46
d'Arcet's Legirung $Pb_2Sn_2Bi_3$	96	5,96
Leichtflüssige Legirung $PbSn_2Bi$	145	7,63
Phosphor	44,2	4,71
Schwefel	115	9,175
Salpetersaures Natron	310,5	62,98
Salpetersaures Kali	339	46,18
Phosphorsaures Natron $P_2O_5 \cdot 2NaO \cdot 24H_2O$	36,4	54,65
Chlorcalcium $Cl_2Ca \cdot 6H_2O$	28,5	45,79
Bienenwachs (gelbes)	62,0	43,51

Specifische Wärme.

Substanzen.	Temperaturen zwischen denen die spec. Wärme bestimmt wurde.		Specifische Wärme.
Zinn	340° und	240° C.	0,061
Wismuth	370 -	280	0,035
Blei	440 -	340	0,039
d'Arcet's Legirung $Pb_2Sn_2Bi_3$	300 -	136	0,036
dito dito	136 -	107	0,047
dito dito	80 -	14	0,060
dito dito	50 -	12	0,049
Leichtflüssige Legirung $PbSn_2Bi$	330 -	143	0,046
Phosphor	100 -	50	0,212
Schwefel	147 -	120	0,235
Salpetersaures Natron	430 -	330	0,413
Salpetersaures Kali	435 -	350	0,344
Phosphorsaur. Natron $P_2O_5 \cdot 2NaO \cdot 24H_2O$	79 -	44	0,758
dito dito	2 -	— 20	0,454
Chlorcalcium $Cl_2Ca \cdot 6H_2O$	127 -	100	0,519
dito dito	100 -	60	0,628
dito dito	60 -	31	0,358
dito dito	28 -	4	0,647
dito dito	2 -	— 20	0,406
Bienenwachs (gelbes)	102 -	66	0,54
dito dito	58 -	42	0,72
dito dito	42 -	26	0,79
dito dito	26 -	6	0,52
dito dito	2 -	— 20	0,39
Eis	0 -	— 30	0,505

XI. *Gesetz der latenten Schmelzwärme; Bestimmung des absoluten Nullpunkts und der gesammten Wärme der Körper;*

von *Hrn. C. C. Person.*

(*Compt. rend., T. XXIII, p. 337.*)

Kürzlich habe ich die Ehre gehabt der Academie eine Tafel zu überreichen (die unter No. X dieses Hefts), welche die Schmelzpunkte, Schmelzwärmen und Wärmecapacitäten von dreizehn sehr verschiedenartigen Körpern enthält. Gegenwärtig will ich einige über diese Arbeit zu machende Bemerkungen und einige daraus zu ziehende Folgerungen mittheilen.

Was die Schmelzpunkte in dieser Tafel betrifft, so glaube ich sind die der Salze zum ersten Male bestimmt; die des Phosphors und Schwefels weichen von den insgemein angenommenen ab. Ich habe gefunden, daß der Gestarrungspunkt des Schwefels nur bis 110° herabsinkt, wenn man zu stark erhitzt hatte; er liegt bei 115° C., wenn man mit hinreichender Vorsicht erhitzt, so daß der Schwefel leicht krystallisirt und sogleich seine gewöhnliche Farbe wieder annimmt.

Hinsichtlich der Schmelzpunkte der Metalle herrscht eine große Verschiedenheit in den Angaben. So findet man angegeben für das Zinn 210° , 213° , 230° C.; für das Wismuth 256° und 283° C., für das Blei 260° , 322° und 334° C., für das Zink 360° und 370° C.; für das Zink ist die Abweichung am größten, aber die höchste Zahl liegt noch mehr als 50 Grade unter der wahren. Was die Zahl 260 betrifft, die man für das Blei in vielen Tafeln antrifft, so gilt sie offenbar für Réaumur'sche Grade, und man hat vergessen sie in Centigrade umzuwandeln; wenigstens beträgt der Fehler nur etwa zehn Grade, wenn man die von dieser Umwandlung geforderten 65 Grade hinzufügt.

Die Ziffern, welche ich in der Tafel angegeben, gelten für das Luftthermometer. Die Bestimmungen wurden anfangs mit dem Quecksilberthermometer gemacht, und darauf mittelst Hrn. Regnault's Tafel, die ich durch Interpolation um ein Hundert von Grade erweitert hatte, umgeformt. Ich operirte mit einem Thermometer mit festem Nullpunkt und bis 460° C. gehend; ich werde darüber bei einer anderen Gelegenheit reden.

Die Schmelzwärme ist nur für das Eis recht ordentlich bekannt; zwei oder drei andere Angaben, die man in den meisten Lehrbüchern findet, sind ganz falsch. Hr. Gay-Lussac giebt in seinen Vorlesungen als Annäherungen Zahlen, die der Wahrheit weit näher kommen, aber bisher nicht gedruckt wurden. Sie sind, wenn man die Schmelzwärme des Wassers als Einheit annimmt, für Zinn 0,205, für Wismuth 0,22, für Blei 0,08 und für Schwefel 0,10.

Durch ein Verfahren, welches Hr. Despretz für unrichtig hält, hat Rudberg gefunden: für Zinn 13,3 Wärmeeinheiten (*calories*) und für Blei 5,8.

Im J. 1840 hat Hr. Despretz in der Academie eine Abhandlung über die beim Schmelzen der Körper absorbirte Wärme gelesen, zwar ohne Zahlenangaben, aber doch mit schätzbaren Nachweisungen über die Art des Verfahrens.

Die Messung der latenten Schmelzwärme implicirt die der specifischen Wärme im starren und im flüssigen Zustand. Diese Größen waren zugleich für keine Substanz bekannt, als ich diese Arbeit anfang; sie sind es nun für dreizehn Substanzen. Die in der Tafel angegebenen specifischen Wärmen belaufen sich auf 25; sie wurden zwischen Temperaturen bestimmt, die von -30° bis $+440^{\circ}$ C. gehen.

Wirft man einen Blick auf die Tafel der latenten Wärmen, so sieht man, daß sie nicht die Ordnung der Temperaturen befolgen, und daß sie sich auch nicht umgekehrt wie die Atomgewichte verhalten, wie man vorausgesetzt hat. Ich habe gefunden, daß sie mit den Schmelzpunkten und den specifischen Wärmen verknüpft sind durch die Relation:

$$(160 + t) \delta = l,$$

worin t den Schmelzpunkt, l die latente Wärme und δ den Unterschied der specifischen Wärmen im starren und flüssigen Zustand bezeichnen. Diese Relation sagt also, *dafs, um die latente Wärme zu erhalten, der Unterschied der beiden specifischen Wärmen so oft genommen werden mufs, als Grade zwischen -160° C. und dem Schmelzpunkt liegen.* Berechnet man, mit den Angaben der Tafel und den von Hrn. Regnault bestimmten specifischen Wärmen, die latente Wärme, so findet man, *dafs die Formel für sehr verschiedenartige Substanzen, deren specifischen Wärmen von 4,7 bis 79,2, und deren Schmelzpunkte von 0° bis 340° C. gehen, sich ziemlich genau bewährt.*

	Latente Wärme	
	berechnet.	beobachtet.
Wasser	79,20	79,25
Chlorcalcium	43,60	45,79
Phosphorsaures Natron	59,70	54,65
Phosphor	4,76	4,71
Schwefel	9,08	9,18
Salpetersaures Natron .	63,52	62,98
Salpetersaures Kali . . .	52,39	46,18

Beim Wachs stiefs ich auf eine Schwierigkeit, die mich anfangs in Verlegenheit setzte. Ich fand dessen specifische Wärme im starren Zustand gröfser als im flüssigen, so dafs, da δ negativ wurde, die Formel ein ungereimtes Resultat gab. Allein die Schwierigkeit verschwand, als ich den Gang der specifischen Wärme verfolgte und ihn mit dem Erweichen verknüpft fand. Die specifische Wärme des Wachses ist zwischen 58° und 12° C. wenigstens eben so groß als die des Wassers; zwischen 26° und 6° ist sie nur noch 0,52, und zwischen 2° und -20° C. gar nur 0,39. Eine graphische Construction zeigt übrigens, dafs sie constant zu werden trachtet. Zieht man nun von der zwischen 2° und 60° gefundenen specifischen Wärme alles was 0,39 übersteigt als latente Wärme ab, so findet man die Formel anwendbar. Es leuchtet aber ein, dafs die mit dem Erweichen ver-

knüpfte ungeheure Anwuchs der specifischen Wärme mit in die latente Wärme begriffen werden muß. Beim Phosphor findet ein ähnlicher, aber weniger hervortretender Vorgang statt; theoretisch kann man sogar sagen, der allgemeine Fall sey der: dafs sich die latente Schmelzwärme auf eine grofse Strecke der Temperaturscale vertheile und diese Strecke sich bei vielen Körpern beinahe auf einen Punkt reducire. Der Gang des Thermometers beim Erkalten deutet auf diese Unterschiede. So giebt es für gewisse zusammengesetzte Körper keinen wahrhaft festen Punkt bei der Gestarrung, sondern nur eine Verlangsamung in dem Gang des Thermometers.

Ich komme nun zu den Metallen. Ich bemerke zuvörderst, dafs die zu ihrem Schmelzen erforderliche Wärme beinahe proportional zu seyn scheint der Kraft, welche nöthig ist, um ihre Theilchen von einander zu entfernen oder zu trennen. Diefs ist leicht ersichtlich, wenn man die Schmelzwärmen vergleicht mit den Elasticitätscoëfficienten oder mit den Zähigkeitsmessungen. Diefs würde erklären, weshalb das Blei eine so geringe latente Wärme hat.

Die Tafel der specifischen Wärmen zeigt, dafs sie bei Metallen fast gleich ist im starren und im flüssigen Zustand. Die Unterschiede sind von der Ordnung derjenigen, die durch Temperaturänderungen ohne Aenderung des Aggregatzustandes entstehen.

Diese Gleichheit würde mein Gesetz für die latente Wärme gänzlich vernichten; denn wenn δ gleich Null wird, gäbe sie ein falsches Resultat. Man kommt hier nicht aus der Schwierigkeit heraus wie beim Wachs; denn bei den Metallen ist die specifische Wärme im starren Zustande sehr weit vom Schmelzpunkt genommen, und die Veränderung mit der Temperatur ist überdiefs unbedeutend. Da die zu messenden specifischen Wärmen nicht über einige Hundertel hinausgehen, so glaubte ich anfangs, es könnte hier wohl nur eine scheinbare Ausnahme stattfinden, herrührend von sehr voraussetzbaren Fehlern in den Temperaturen, die bis 440° C. gingen. Allein, abgerechnet, dafs

dieselbe Ausnahme auch bei den leichtflüssigen Legirungen vorkommt, hat eine Erörterung über die Fehlergrößen der Verfahrensarten mir gezeigt, daß es unmöglich sey, Fehler von solcher Größe anzunehmen, daß sie die Resultate des Versuchs mit denen der Rechnung in Einklang brächten. Ich bin also überzeugt geblieben, daß die spezifische Wärme der Metalle im starren Zustande nahe gleich ist der im flüssigen. Man hätte dies voraussehen können, wenn man erwägte, daß das Quecksilber, ungeachtet seiner Liquidität, eine spezifische Wärme besitzt, welche die der andern Metalle im starren Zustand kaum übertrifft.

Man würde hienach glauben, es sey unmöglich die Metalle unter das Gesetz zu bringen; allein die Unmöglichkeit verschwindet, wenn man, statt die Formel empirisch zu nehmen, ihren physischen Sinn in's Auge faßt.

Hinsichtlich dieser Auslegung bemerke ich zuvörderst, daß wenn man darüber übereinkommt, unter Grad die von einer gleichen Wärmemenge erzeugte Temperaturveränderung zu verstehen, eine und dieselbe Temperatur für verschiedene Körper durch verschiedene Zahlen ausgedrückt wird, deren Unterschied aber im Allgemeinen nur sehr gering ist. Nach den Versuchen von Dulong und Petit z. B. übersteigt der Unterschied nicht 4 Grad auf ein Intervall von 300 Graden, bei sehr verschiedenartigen Substanzen, starren, flüssigen, metallischen und nichtmetallischen, wie Glas, Kupfer, Quecksilber, Platin u. s. w. Vernachlässigen wir also diesen kleinen Unterschied.

Seyen nun c und C die spezifischen Wärmen im starren und flüssigen Zustand; dann bezeichnet $(160+t)c$ die Wärmemenge, welche zwischen -160° und t° in der Gewichtseinheit des starren Körpers enthalten ist, und fügen wir die latente Wärme l hinzu, so haben wir die in der Flüssigkeit zwischen denselben Grenzen enthaltene Wärme. Da nun aber $C - c = \delta$, so folgt, daß man als Resultat der Erfahrung haben werde:

$$(160+t)c + l = (160+t)C,$$

d. h. die Wärme, welche man einer flüssigen Masse entsie-

hen müßte, um sie bis -160° zu erkalten, kann, ohne die Aenderung des Aggregatzustandes zu berücksichtigen, berechnet werden, wie wenn diese Masse flüssig bliebe.

Erwägt man neben diesem Resultat das Phänomen der Ueberschmelzung (*surfusion*), so wird es natürlich zu glauben, daß der flüssige Zustand in Wahrheit mit den niedrigsten Temperaturen verträglich und die Erstarrung nur etwas Zufälliges ist. Wasser bleibt bis 10° unter seinem Schmelzpunkt flüssig, Phosphor bis 20° , Schwefel noch mehr; ich habe Schwefeltropfen auf Thermometern flüssig bleiben sehen, die auf die gewöhnliche Temperatur herabgekommen waren; die Berührung mit einer Federfahne reichte hin, sie plötzlich zum Erstarren zu bringen. Im Allgemeinen beharrt der flüssige Zustand bei einer desto niedrigeren Temperatur, als man sorgfältig den Einfluß von Molecular-Attraction vermeidet, und es ist natürlich daraus den Schluß zu ziehen, daß wenn diese Attractionen annullirt wären, z. B. durch Isolirung der letzten Molecular-Gruppen, der flüssige Zustand sich unbegrenzt lange erhielte. Ein Kilogramm Wasser würde, bei dieser Isolirung der Molecüle, fortwährend bei jeder Senkung um einen Grad eine Wärmeinheit (*calorie*) verlieren, und nicht eine halbe Wärmeinheit wie dies beim Eise geschieht. Man würde dann ohne Mühe das Resultat der Erfahrung begreifen, daß die Wärme, welche von der Schmelzung bis zu 160° unter Null verloren geht, gleich ist der dem flüssigen Zustand zukommenden specifischen Wärme, so oft genommen als Grade der Temperatursenkung vorhanden sind.

Wir haben gesehen, daß die Formel $(160 + t)\delta = l$ sich nicht bei den Metallen bewährt; es ist jetzt leicht zu sehen warum. Wir setzten darin für die specifische Wärme des flüssigen Zustandes den oberhalb des Schmelzpunktes gefundenen Werth, während wir in Wahrheit den Werth nehmen müßten, wie er unterhalb dieses Punktes wäre. Bei vielen Körpern, namentlich denen, die leicht der Ueberschmelzung ausgesetzt sind, fallen diese beiden Werthe zusammen; allein bei den Metallen, wo diese Ueberschmel-

zung, wahrscheinlich wegen der ungeheuren Molecular-Attractionen, kaum merklich ist; ist dem nicht also. Provisorisch läßt sich nicht sagen, daß die Metalle von dem Gesetz

$$(160+t)(C-c)=l$$

eine Ausnahme machen, weil diese Ausnahme sich nur zeigt, wenn man für C einen anderen Werth setzt, als wirklich durch diesen Buchstaben ausgedrückt wird. Um diese Erklärung zu bestätigen, müßte man zeigen, wenigstens durch ein indirectes Verfahren, daß die spezifische Wärme der Metalle im flüssigen Zustand unter ihrem Schmelzpunkt merklich größer sey als im starren Zustand; und wirklich zeigen die leichtflüssigen Legirungen Erscheinungen, die zu Gunsten dieser Voraussetzung sprechen.

Als Folgerung aus dieser Formel ergibt sich eine sehr natürliche Bestimmung des absoluten Nullpunkts. Offenbar ist die latente Schmelzwärme der Unterschied der gesammten Wärme im starren und flüssigen Körper bei der Temperatur des Schmelzens. Nun sagt uns die Formel, dies sey auch der Unterschied der von -160° C. an darin enthaltenen Wärmen. Dies Resultat ist ganz einfach, wenn der absolute Nullpunkt 160 Grad C. unter dem gewöhnlichen Nullpunkt liegt, während man, wenn man behauptet, er liege niedriger, ohne Grund gezwungen ist anzunehmen, daß bei 160° C. unter Null die spezifische Wärme des flüssigen Zustandes genau gleich sey der des starren Zustandes. Wenn man überdies sieht, daß die in der Flüssigkeit enthaltene Wärme sich schon bis 160° unter Null durch die Formel $(160^{\circ}+t)C$ ausdrücken läßt, so kann man wohl nicht Anstand nehmen, diese Formel weiter auszudehnen. Setzt man darin statt 160° den Abstand x des gewöhnlichen Nullpunkts vom absoluten Nullpunkt, so hat man $(x+t)C$ für die gesammte Wärmemenge der Flüssigkeit. Eben so hat man $(x+t)c$ für die des starren Körpers, und folglich $(x+t)\delta=l$, weil die latente Wärme l der Unterschied beider gesammten Wärmen ist. Diese Gleichung nun, verglichen mit dem durch $(160^{\circ}+t)\delta=l$ ausgedrückten Resultat der Erfahrung, giebt $x=160^{\circ}$ C.

Man glaubt allgemein, daß die latente Schmelzwärme eine constante Größe sey, aber es ist unendlich wahrscheinlich, daß sie wie die latente Verdampfungswärme variire nach der Temperatur, bei welcher die Aenderung des Aggregatzustandes geschieht. Betrachten wir 1 Kilogramm Eis bei -20° C. Um es auf 0° zu bringen, muß man ihm beinahe 10 Wärmeeinheiten geben, darauf, um es zu schmelzen, 79,2, also im Ganzen 89,2. Welchen Weg man auch einschlägt, so muß man ihm immer, um es auf seinen ursprünglichen Zustand zurückzuführen, all die Wärme nehmen, welche man ihm gegeben hat. Wendet man nun die Ueberschmelzung an: das Wasser, indem es bis -20° erkaltet, verliert 20 Einheiten; es kann also beim Gefrieren nicht mehr als 69,2 verlieren. Das wird also die latente Wärme des Wassers bei -20° C. seyn, und das giebt auch offenbar die Formel $(160^{\circ} + t)\delta = l$, wenn man darin $t = -20^{\circ}$ setzt.

Sollte die latente Wärme constant bleiben, so müßte das Wasser, ohne zu gestarren, mit einem Male auf die Hälfte seiner Wärmecapacität herabgesetzt werden, was ganz unwahrscheinlich ist. Ueberdies liefert das Studium der leichtflüssigen Legirungen eine neue Probe dieser Veränderlichkeit der latenten Wärme.

Hienach betrachte ich die latente Wärme als den Unterschied der Wärmen, die bei der Erstarrungstemperatur, wie sie auch seyn möge, im starren und im flüssigen Körper enthalten sind. Diefs drückt die Formel $(x + t)\delta = l$ aus, wo x den Abstand des absoluten Nullpunkts vom gewöhnlichen bezeichnet. Da nun die Erfahrung $(160 + t)\delta = l$ giebt, und l in beiden Fällen dasselbe ist, so ist die Gleichheit $x = 160^{\circ}$ eine strenge Folgerung.

Da dieser Abstand des absoluten Nullpunkts vom Schmelzpunkt des Eises in Graden gleicher Wärmecapacität gegeben ist, und da die gewöhnlichen Grade auf einer großen Strecke der Scale auch fast von gleicher Wärmecapacität sind, so folgt, daß man in der sehr einfachen Formel $(160^{\circ} + t)c$, worin t die Temperatur des Körpers und c die spezifische Wärme desselben bezeichnet, ein

Maafs der gesammten Wärme eines starren oder flüssigen Körpers besitzt; bei den Metallen im flüssigen Zustande hat man die latente Wärme l hinzuzufügen. Diese Formel wird, glaube ich, eine Anwendung finden bei den Untersuchungen über die durch chemische Actionen erzeugte Wärme. Die wirklich erzeugte Wärme läßt sich nicht messen, wenn man nicht die gesammten Wärmemengen kennt, ausgenommen in dem sehr besonderen Falle, wo die Capacität einer Verbindung das Mittel aus den Capacitäten der Bestandtheile wäre.

Die Gesamtwärme der Dämpfe beim Siedpunkt läßt sich durch dieselbe Formel berechnen, wenn man die latente Wärme L hinzufügt. Diese latente Verdampfungswärme kann ebenfalls betrachtet werden als der Unterschied der gesammten Wärmen der Flüssigkeit und des Dampfes bei der Temperatur, bei welcher die Verdampfung geschieht. Bezeichnet also A den mittleren Unterschied der specifischen Wärmen der Flüssigkeit und des Dampfes, so hat man $(160^\circ + T)A = L$. Folgende Tafel giebt die Resultate der Rechnung für Körper, deren specifische Wärme im flüssigen Zustand bekannt, und deren Verdampfungswärme bei der Temperatur t des Siedens unter $0^{\text{m}},76$ wenigstens angenähert bestimmt ist. Es handelt sich hier um Atomgewichte.

	T .	L .	Latente Wärme.	A .
Aether	35°,7 C.	426	898	2,17
Schwefelkohlenstoff	46,6	502	719	2,42
Holzgeist	66,5	582	866	2,56
Alkohol	78,8	597	1024	2,50
Wasser	100,0	602	892	2,31
Terpenthinöl	156,8	653	1764	2,06
Schwefel	316,0	724	1392	1,52
Schwefelsäure	326,0	748	1791	1,53
Quecksilber	350,0	775	988	1,52

Wie man sieht, ändert A sich wenig und zwar regelmässig; und die Gesamtwärme ist sehr nahe dieselbe für mehrere Dämpfe, die in Zusammensetzung und Temperatur stark von einander abweichen, aber darin übereinkommen, daß sie eine gleiche Spannkraft besitzen.

XII. *Ueber das Verhalten des metallischen Zinks gegen Quecksilberauflösungen;*
von Heinrich Rose.

Das Verhalten des metallischen Zinks gegen die Quecksilberoxyd- und Quecksilberchloridauflösungen ist bemerkenswerth. Das Zink fällt vollständig das Quecksilber aus den Auflösungen des salpetersauren und des schwefelsauren Quecksilberoxyds, nachdem in diesen durch Salpetersäure und durch Schwefelsäure die Fällung der basischen Salze verhindert worden ist. Das Zink verbindet sich dabei nicht mit dem Quecksilber, sondern letzteres scheidet sich als graue Kügelchen aus, die sich auf dem Boden des Gefäßes ansammeln. Das fallende Metall behält dabei sein Ansehen, oder wird nur etwas grauer als vor dem Versuche.

Gegen eine Quecksilberchloridauflösung verhält sich Zink zwar eben so wie gegen die Auflösungen des salpetersauren und schwefelsauren Oxyds; das Quecksilber wird unter denselben Umständen als ein Niederschlag von grauen Kügelchen, und zwar ebenfalls vollständig gefällt, während das Zink sein Ansehn nicht verändert. Hat man hingegen zu der Quecksilberchloridauflösung Chlorwasserstoffsäure gesetzt, so wird die in die Auflösung gelegte Zinkstange sehr bald stark blank und glänzend. Es findet dabei keine Gasentwicklung statt; nur einige Gasblasen adhären beständig an der blanken Oberfläche des amalgamirten Metalls. Das Quecksilber wird nur unvollständig aus der Auflösung gefällt, denn selbst nach mehreren Tagen kann in der Auflösung durch Reagentien die Gegenwart des Quecksilbers nachgewiesen werden. Wenn man freilich noch länger das Zink in Berührung mit der Flüssigkeit läßt, so wird endlich auch das Quecksilber vollständig ausgeschieden, aber nicht als ein Niederschlag von grauen Kügelchen, sondern es verbindet sich vollständig mit dem Zink und amalgamirt dasselbe. In jedem Falle wird bei Gegenwart von

freier Chlorwasserstoffsäure das Quecksilber aus der Chloridauflösung bei weitem langsamer und später ausgeschieden und unter ganz andern Erscheinungen, als aus der reinen Chloridauflösung.

Der Erfolg erscheint noch sonderbarer, wenn man den Versuch etwas modificirt. Legt man nämlich eine Zinkstange in Chlorwasserstoffsäure, und gießt, wenn die Wasserstoffgasentwicklung sehr stark im Gange ist, eine Auflösung von Quecksilberchlorid hinzu, so hört plötzlich die Gasentwicklung auf, das Zink wird glänzend und blank, indem es sich amalgamirt, und das Quecksilber ist nach mehreren Tagen nur unvollständig aus der Auflösung ausgeschieden. — Setzt man alsdann Platinchloridauflösung hinzu, so fängt eine Wasserstoffentwicklung wieder an.

Hat man aus einer Quecksilberchloridauflösung durch Zink das Quecksilber vollständig als einen Niederschlag von grauen Kügelchen gefällt, und setzt dann Chlorwasserstoffsäure hinzu, so wird nach kurzer Zeit das Zink blank und amalgamirt, ohne dafs jedoch das einmal als Kügelchen gefällte Quecksilber sich vollständig mit dem Zinke verbindet.

Das Verhalten des amalgamirten Zinks ist in der That auffallend. Schon Döbereiner ¹⁾ hat erwähnt, dafs bei Berührung eines Zinkamalgams mit Säuren keine Gasentwicklung stattfindet, und vor kürzerer Zeit hat Millon darauf aufmerksam gemacht, dafs gewisse Metallaufösungen die Wasserstoffgasentwicklung mittelst Zink und verdünnter Schwefelsäure sehr beschleunigen, von welcher Erscheinung Barreswill eine genügende Erklärung gegeben hat, dafs hingegen Quecksilberchloridauflösung dieselbe außerordentlich verzögern kann ²⁾.

Bekanntlich amalgamirt sich das Zink auf die Weise am leichtesten, dafs man es in Chlorwasserstoffsäure taucht und dann erst mit Quecksilber bestreicht. Ein solches amal-

1) Schweigger, Bd. Bd. 17, S. 238.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. 66, S. 449.

gamirtes Zink bleibt vollkommen glänzend, wenn man es in Chlorwasserstoffsäure legt, in welcher es bekanntlich sich fast gar nicht, oder außerordentlich wenig auflöst, so dafs nur einzelne Gasblasen auf der glänzenden Oberfläche adhären.

Man weiß, dafs das amalgamirte Zink sich in elektrischer Hinsicht wie fast ein eigenes Metall verhält, und ungeachtet es von Säuren wenig angegriffen wird, es doch positiver wirkt als Zink allein. — Setzt man daher zu dem amalgamirten Zink, das mit einer verdünnten Säure in Berührung liegt, ein anderes Metall, so fängt sogleich an diesen eine starke Gasentwicklung an, wenn es das amalgamirte Zink berührt.

Es ist indessen nothwendig, dafs wenn das amalgamirte Zink sein merkwürdiges Verhalten, namentlich gegen Quecksilberchloridauflösung behalten soll, immer freie Säure zugegen seyn muß, ohne welche es wie gewöhnliches Zink wirkt. Bringt man eine amalgamirte Zinkstange in Quecksilberchloridauflösung, so wird durch dieselbe das Quecksilber gerade so wie durch reines Zink als eine Fällung von grauen Kügelchen niedergeschlagen, und das amalgamirte Zink verliert das glänzende Aeußere. — Eben so reducirt das amalgamirte Zink die Auflösungen des schwefelsauren Kupferoxyds, des salpetersauren Silberoxyds und des essigsäuren Bleioxyds, wie das gewöhnliche Zink. Nur besteht ein Unterschied zwischen dem Fälln der Metalle dieser Auflösungen und dem des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch amalgamirtes Zink in sofern, als bei jenen ein Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und von Salpetersäure die Reduction der Metalle nicht verhindert oder erschwert, wie bei der Quecksilberchloridauflösung.

Setzt man zu einer Quecksilberchloridauflösung nur wenige Tropfen von Chlorwasserstoffsäure, so wird zwar das Zink amalgamirt, aber durch langes Stehen scheidet sich etwas Quecksilber als graue Kügelchen aus, was nicht der Fall ist, wenn man eine gröfsere Menge von Chlorwasserstoffsäure angewandt hat.

Aehnlich wie Chlorwasserstoffsäure die Fällung des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch Zink verhindert oder erschwert, wirkt auch verdünnte Schwefelsäure. Es scheidet sich in diesem Falle häufig ein fein krystallinisches Salz ab, das aber nur Quecksilberchlorid ist, welches in verdünnter Schwefelsäure schwerer löslich ist, als im Wasser. Später bildet sich ein fein schuppiges krystallinisches Mehl, welches das Zink bedeckt, und auch häufig auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmend erhalten wird. Es ist dieß Quecksilberchlorür, das durch Zink nicht weiter verändert wird. Es ist auffallend, daß das Chlorür sich nur durch Zink aus der Chloridauflösung abscheidet, wenn Schwefelsäure hinzugefügt worden ist; nicht durch Zink aus einer reinen Chloridauflösung oder bei einem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure. — Wird übrigens zu Zink, welches mit verdünnter Schwefelsäure übergossen worden ist, eine Quecksilberchloridauflösung gesetzt, so hört die Gasentwicklung plötzlich auf eine ähnliche Weise auf, wie bei einem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure. Das Zink amalgamirt sich ebenfalls und einzelne Gasblasen adhären lange an denselben.

Auch die Salpetersäure hindert die Fällung des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch Zink auf eine ganz ähnliche Weise wie die Chlorwasserstoffsäure und die Schwefelsäure. Auch hierbei bildet sich Quecksilberchlorür.

Hat man durch Uebergießung von Zink mit Salpetersäure eine heftige Entwicklung von Stickstoffoxydgas bewirkt, so wird diese durch Hinzufügung von Quecksilberchloridauflösung sogleich gehemmt; das Zink amalgamirt sich.

Es ist bekannt, daß weder Schwefelsäure noch Salpetersäure im verdünnten und concentrirten Zustande das Quecksilberchlorid zersetzen können.

Das Eisen fällt das Quecksilber aus den Auflösungen seiner Oxydsalze vollständig wie das Zink. Auch aus der Quecksilberchloridauflösung wird das Metall vollständig durch Eisen ausgeschieden, und ein Zusatz von Chlorwasserstoffsäure hemmt weder die Gasentwicklung, noch die

Ausscheidung des Quecksilbers. Da das Eisen sich nicht amalgamirt, so erfolgt die Ausscheidung des Quecksilbers als ein Niederschlag von Kügelchen.

Während das Zink aus einer salpetersauren Quecksilberoxydauflösung das Quecksilber vollständig ausscheidet, ist es nicht im Stande das Quecksilberchlorür, selbst im frisch gefällten Zustande bei Gegenwart von Wasser zu zerlegen. Die Unlöslichkeit des Salzes kann in sofern wohl nicht die Ursache dieser Erscheinung seyn, da bekanntlich das Chlorsilber äußerst leicht und schnell durch Zink bei Gegenwart von Wasser zersetzt wird. Auch selbst bei Zusatz von Chlorwasserstoffsäure wird das Quecksilberchlorür durch Zink nicht zersetzt, oder nur in einem höchst unbedeutendem Grade, wenn dasselbe auch viele Tage in Berührung mit dem Zink und der Säure gelassen wird. Es findet dabei fast keine sichtliche Gasentwicklung statt, doch enthält die Flüssigkeit nach einiger Zeit Zinkoxyd aufgelöst.

Auch das unlösliche schwefelsaure Quecksilberoxydul wird bei Berührung mit Wasser durch Zink nicht reducirt. Nach vielen Tagen hatte sich indessen etwas Zinkoxyd aufgelöst, und das Zink war ein wenig amalgamirt worden. Bei einem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure wird das schwefelsaure Quecksilberoxydul durch Zink mehr, obgleich immer im geringen Grade reducirt. Es findet dabei vom Zinke keine Gasentwicklung statt, das Zink wird aber amalgamirt.

XIII. Ueber das Schmelzen des Phosphors; von E. Desains.

(*Compt. rend.*, T. XXIII, p. 149.)

Der Zweck dieser Arbeit ist, den Schmelzpunkt des Phosphors, die specifische und die latente Wärme desselben im flüssigen Zustand zu bestimmen.

Die meisten Angaben sagen, der Phosphor schmelze bei 43° C. Um diese Temperatur mit Genauigkeit zu messen, muß man den Phosphor in einer Röhre unter einer dünnen Wasserschicht schmelzen, mitten ein Thermometer hineinstecken und erkalten lassen, unter Umrühren, so wie die Temperatur auf 42° oder 43° C. gelangt; dann gesteht er und die Temperatur steigt immer auf denselben Punkt, welcher der des Schmelzens oder Erstarrens ist. Befolgt man die Vorsicht des Umrührens nicht, so könnte der Phosphor 15° bis 20° unter diesen Punkt sinken, ohne zu Gestehen, und die latente Wärme, welche er dann beim Erstarren entwickelte, würde nicht hinreichen, ihn auf denselben zu erheben. Der Grad, bei welchem das Thermometer stehen bliebe, hänge ab von dem, bis zu welchem der Phosphor vor dem Gestehen erkaltet wäre, so wie auch von den Wärmeverlusten in dem umgebenden Mittel, denn je mehr dieses von der entwickelten latenten Wärme aufnimmt, desto weniger bleibt für die Erwärmung des starren Phosphors übrig.

Ich habe für den Schmelz- und Erstarrungspunkt des destillirten Phosphors $44^{\circ},2$ C. gefunden.

Ich habe gesucht die specifischen Wärmen des Phosphors im starren und im flüssigen Zustand mit einander zu vergleichen. Wenn ich flüssigen Phosphor ohne Umrühren erkalten liefs, sahe ich ihn oft, ehe er gestand, auf 28° , 26° und selbst auf 22° C. hinabsinken; dann erstarrte er von selbst und erwärmte sich, aber niemals bis 44° C. Nach dem Erstarren erkaltete er abermals, und durchlief dieselben Grade, welche er im flüssigen Zustand durchlaufen hatte. Durch Vergleich der Zeiten einer selben Erkaltung in den beiden Zuständen liefs sich das gesuchte Verhältniß mit desto größerer Genauigkeit ableiten als alle äußeren Umstände strenger gleich waren. Ich fand, daß der Phosphor, flüssig oder starr, zwischen 30° und 22° mit gleicher Geschwindigkeit erkaltet, und schlofs daraus, daß er in beiden Zuständen eine gleiche specifische Wärme besitze.

Obgleich der Phosphor beim Erstarren sich bis 39° und 40° erwärmt, so beobachtet man doch die vorhergehende Gleichheit nicht mehr. Man findet gleich nach dem Maximum eine sehr langsame Erkaltung, die sich beschleunigt in dem Maasse als die Temperatur sinkt. Diese Anomalie zeigt an, daß der Phosphor nicht auf einmal geseht, vielmehr einige Theile erst innerhalb zwei bis drei Minuten erstarren. Die Temperatur steigt so lange als die Menge, welche während einer gewissen Zeit erstarrt, mehr Wärme entwickelt, als die Umgebung aufnimmt; wenn dagegen das umgebende Mittel mehr Wärme entzieht als die Gestarrung in derselben Zeit liefert, erfolgt eine Erkaltung, die sich beschleunigt in dem Maasse als weniger latente Wärme entwickelt wird. Wenn aller Phosphor erstarrt ist, erkaltet er nach den gewöhnlichen Gesetzen.

Ich habe auch versucht, das Verhältniß zwischen der specifischen Wärme des flüssigen Phosphors und der des Wassers bei gleicher Temperatur zu bestimmen. Ich wandte die Erkaltungsmethode an, ohne jedoch die Körper in ein Vacuum zu bringen. Ich brachte Wasser in einen kleinen Messingcylinder, mitten darin ein Thermometer, und verfolgte die Erkaltung. Darauf nahm ich statt des Wassers flüssigen Phosphor, bedeckt mit einer Schicht Wasser, und beobachtete die Erkaltung in der Luft bei denselben Graden. Ich nahm an, daß die Erkaltungsgeschwindigkeiten der beiden Körper für einen gleichen Ueberschufs ihrer Temperatur über die des umgebenden Mittels sich umgekehrt verhalten wie die Producte aus den Massen in die specifischen Gewichte:

$$\frac{v}{v'} = \frac{m'x + p'}{m + p},$$

m' ist das Gewicht des Phosphors, x seine specifische Wärme und p' das Gewicht des übrigen Apparats, ausgedrückt in Wasser; m ist das Gewicht des Wassers, falls man die Erkaltung desselben beobachtet, und p das des übrigen Apparats, ausgedrückt in Wasser.

So erhält man die specifische Wärme des flüssigen Phos-

phors, bezogen auf die des Wassers bei gleicher Temperatur. Um es auf Wasser von 10° C. zurückzuführen, stützte ich mich auf das von Regnault gefundene Resultat, daß die specifische Wärme des Wassers gegen 55° C. $\approx 1,008$ ist, die des Wassers bei 10° zur Einheit genommen; mittelst einfacher Proportionen findet man den mit der Temperatur variablen Factor, mit welchem man die erhaltene specifische Wärme multipliciren muß, um sie auf die des Wassers von 10° zu beziehen.

Als Mittel zweier Reihen Versuche bekam ich 0,2 für die specifische Wärme des flüssigen Phosphors zwischen 26° und 50° C., und dies Resultat wird dadurch bestätigt, daß Hr. Regnault in seiner ersten Abhandlung über die specifischen Wärmen ¹⁾ gefunden hat, die Zahl 0,1895 könne nicht viel unter dem wahren Werth der specifischen Wärme des starren Phosphors liegen.

Um die latente Wärme des Phosphors zu erhalten, scheint es mir zu genügen, die specifische Wärme desselben zu multipliciren mit der Zahl von Graden, um welche er beim Gestehen steigt. Allein es giebt dabei mehre wichtige Berichtigungen: 1) Vom Augenblick, da die Temperatur vermöge der Erstarrung steigt, bis zu dem, da sie ihr Maximum erreicht, findet in dem umgebenden Mittel ein Wärmeverlust statt, welcher dieses Maximum verringert. 2) Selbst nach diesem Augenblick giebt es noch einen Rest von Phosphor, der gesteht, und, zu Anfang der Erkaltung, die schon bezeichnete Anomalie hervorbringt. 3) Die entwickelte Wärme erwärmt nicht bloß den Phosphor, sondern auch die ihn bedeckende Wasserschicht, das Gefäß und das Thermometer. Alle diese Fehlerquellen in Rechnung nehmend, finde ich im Mittel aus acht Versuchen die Zahl 5,4 für die latente Wärme des Phosphors.

Diese Resultate wurden durch die Mengungsmethode controlirt; allein statt geschmolzenen Phosphor in kaltes Wasser zu schütten, tauchte ich kalten Phosphor in heißes Wasser. Dieses Wasser befand sich in einer Atmos-

1) Annalen, Bd. 51, S. 231.

phäre von warmer Luft, in welcher es eine constante Temperatur höher als die der Schmelzung des Phosphors bewahren konnte. Der Phosphor erkaltete es, indem er sich erwärmte und schmolz, aber zuletzt blieb er flüssig am Boden des Wassers liegen, und wenn man ihn damit schüttelte, mußte er genauer die Temperatur desselben annehmen, als wenn er starr gewesen wäre. Mittelst der gewöhnlichen Gleichungen für die Vermengungsmethode konnte ich sonach finden, ohne die specifische Wärme des Phosphors als bekannt vorauszusetzen, daß die Gewichtseinheit dieses Körpers 10,910 Wärme-Einheiten erfordert, um von $19^{\circ},77$ auf $50^{\circ},06$ zu gelangen, welches Intervall seine Schmelzung mit einschließt. Durch Combination dieses Resultats mit denen, die Hr. Regnault in seiner Abhandlung über die specifischen Wärmen gegeben hat, erhält man die specifische und die latente Wärme des flüssigen Phosphors, bloß bestimmt durch die Vermengungsmethode.

In der That hat Hr. Regnault in einem Versuch gefunden, daß die Gewichtseinheit Phosphor 22,669 Wärme-einheiten erfordert, um von $8^{\circ},64$ auf $98^{\circ},42$ überzugehen, und in einem andern 21,832 Einheiten, um von $10^{\circ},64$ auf $97^{\circ},85$ zu gelangen. Mittelst der specifischen Wärme 0,1895 und der oben gefundenen Größe 10,910 ergibt sich leicht, was die Gewichtseinheit flüssigen Phosphors erfordert, um von $50^{\circ},06$ auf $98^{\circ},42$ oder $97^{\circ},85$ überzugehen, und durch Division hat man dann die specifische Wärme des flüssigen Phosphors zwischen 50 und 100. Sonach findet man 0,1996 für den ersten Versuch und 0,192 für den zweiten, also im Mittel 0,196.

Da diese beiden Bestimmungen mehr von einander abweichen, als die kleinere 0,192 von 0,189 abweicht, so beweisen sie nicht, daß der Phosphor beim Uebergang aus dem starren in den flüssigen Zustand eine wahrnehmbare Aenderung seiner specifischen Wärme erleidet. Nimmt man das Mittel 0,194 der drei Zahlen 0,1996, 0,192 und 0,189 als specifische Wärme des Phosphors zwischen 0° und 100° , und bedient man sich dieses Werthes, um von den Wär-

memengen 22,669, 21,832 und 10,910 das abzuziehen, was der jeder von ihnen entsprechende thermometrische Effect hervorbringt, so werden die Reste die latenten Wärmen seyn. Sonach findet man die drei Zahlen 5,25, 4,91 und 5,03, deren Mittel 5,06 ist.

Stellt man die von beiden Methoden gelieferten Zahlen neben einander, so hat man:

Mischungsmethode.		Erkaltungsmethode.	
Specifische Wärme zwischen 0° und 100°	0,194	Specifische Wärme zwischen 26° und 50°	0,200
Latente Wärme	5,06	Latente Wärme	5,4

Da bei der Mischungsmethode, auf schlecht leitende Körper angewandt, die wahrscheinlichen Fehler im Minus liegen, so hielt ich es für besser, die von der anderen Methode gelieferten, etwas größeren Mittelwerthe anzunehmen.

XIV. Ueber Schiefswolle, deren chemische Zusammensetzung und Eigenschaften, verglichen mit denen des Braconnot'schen Xyloidins.

In der Allgemeinen Zeitung vom 3. Jan. d. J. geben die HH. Schönbein und Böttger folgende Mittheilung:

Obgleich die Unterzeichneten hätten wünschen müssen mit der Bekanntmachung der chemischen Zusammensetzung der Schiefswolle noch einige Zeit zu warten, so finden sie sich doch durch mehrere Gründe bestimmt, ihr Stillschweigen früher als sie es sonst gethan zu brechen und folgende Mittheilung der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Sie haben gefunden, das das beste Auflösungs- und Reinigungsmittel für explodirende Holzfaser überhaupt wie für Schiefswolle insbesondere der *Essigäther* ist. Mit Hülfe dieses Lösungsmittels lassen sich jene explosiven Stoffe sehr leicht in vollkommener Reinheit darstellen.

Die

Die Analyse ihrer bei $+100^{\circ}$ C. im Wasserbade eine Stunde lang getrockneter Schiefswolle lieferte folgendes Ergebnifs. In 100 Th. wurden

	gefunden	berechnet
Kohlenstoff	27,43	28,1
Wasserstoff	3,54	3,1
Stickstoff	14,26	14,5
Sauerstoff	54,77	54,3

Das durch Alkohol vollkommen gereinigte Xyloidin besteht, einer Analyse des Hrn. Ballot zufolge ¹⁾ aus,

	gefunden	berechnet.
Kohlenstoff	37,29	37,31
Wasserstoff	4,99	4,84
Stickstoff	5,17	5,76
Sauerstoff	52,55	52,09.

Bei einer schon oberflächlichen Vergleichung dieser Analysen ersieht man, daß die Zusammensetzung unserer Schiefswolle von der des *Xyloidins* bedeutend abweicht, und jene eine an Kohlenstoff ärmere oder an Sauerstoff reichere Verbindung als die *Bracconot'sche* Materie ist, die Schiefswolle somit auch bei ihrer Verbrennung mehr Gas erzeugen, eine stärkere Explosivkraft besitzen und weniger Rückstand hinterlassen muß als das Xyloidin.

Auch aus dem Verhalten beider Stoffe gegen andere Agentien erkennt man leicht deren charakteristische Verschiedenheit. So wird, um hier nur einiger Reactionen Erwähnung zu thun, Xyloidin, besonders in der Wärme, von der concentrirtesten Essigsäure gelöst, und nach Zusatz von Wasser unverändert wieder in flockiger Gestalt daraus abgeschieden. Schiefswolle ist dagegen in dieser Säure völlig *unlöslich*.

Xyloidin löst sich ferner bei längerem Kochen in Salzsäure von 1,12 spec. Gew., desgleichen in Salpetersäure von 1,38 spec. Gew. zu einer farblosen Flüssigkeit auf, aus

1) Annalen der Pharmacie und Chemie, Bd. 45, S. 47.

welcher bei Wasserzusatz keine Fällung erfolgt; es erscheint durch diese Behandlung völlig zersetzt. Schiefs-
wolle verhält sich zu den erwähnten zwei Säuren gänzlich
indifferent.

Xyloidin löst sich theilweis in absolutem Alkohol und
fast ganz in alkoholhaltigem Schwefeläther zu einer farb-
losen gallertartigen Masse, die, auf eine glatte Fläche ge-
strichen, nach dem Verdunsten des Lösemittels eine matt-
weiße, undurchsichtige, nicht ablösbare Haut hinterläßt.
Schiefs-
wolle ist in genannten Flüssigkeiten so gut wie un-
auflöslich.

Xyloidin zu einem Häufchen aufgeschüttet und mit ei-
ner glimmenden Kohle berührt, brennt ruhig mit Flamme
ab, unter Hinterlassung eines sich rauh anfühlenden koh-
ligen Pulvers. Schiefs-
wolle brennt blitzschnell ab, ohne
den mindesten Rückstand zu lassen.

Xyloidin entzündet sich bei 180° C. Schiefs-
wolle, im
Oelbade einer Temperatur von 230° C. ausgesetzt, entzün-
det sich momentan

bei 200° C. erst nach Verlauf von 12 Secunden	
- 107 - - - - -	30 -
- 150 - - - - -	12 Minuten
- 130	niemals.

Was den Einfluß betrifft, welchen die Reibung auf
trockne Schiefs-
wolle ausübt, so haben die vielen Schiefs-
und Sprengversuche, welche wir damit anstellten, darge-
than, daß die bei den erwähnten Operationen stattfindenden
Reibungen niemals eine Explosion veranlafsten. Nur
wenn dieselben so heftiger Natur sind, daß die dadurch
auftretende Wärme-Entwicklung der Entzündungstemperatur
gleich kommt, kann sich Schiefs-
wolle entflammen, was aber
bekanntlich nach den sorgfältig angestellten Versuchen der
Professoren Reich und Kersten bei gewöhnlichem Schiefs-
pulver auch der Fall ist ¹⁾. Mäfsig starke Hammerschläge
gegen auf einem Amboss liegende Schiefs-
wolle geführt, verur-
sachen zwar einen Knall und eine Zerstäubung der Wolle,

1) Jahrbuch für Berg- und Hüttenmann, 1841, S. 115.

ohne daß aber diese sich entzündet. Reibt man Schiefswolle mit gröblich zerstoßenem harten Natronglase in einem porcellanenen Mörser anhaltend und stark, so findet niemals eine Entzündung derselben statt.

Ueber die Triebkraft der Schiefswolle, so wie deren Bereitungsweise u. s. w., werden die Unterzeichneten später die Resultate ihrer Versuche mittheilen, und sie können nur bedauern, in ihren wissenschaftlichen Untersuchungen durch so manche voreilige und rücksichtslose Schritte Anderer mannigfach sich gestört zu sehen.

Basel und Frankfurt a. M., im December 1846.

Zusatz. Die bald nach Bekanntwerdung der Schönbein'schen Entdeckung wohl zuerst durch Prof. Otto, zu Braunschweig (Deutsche allg. Zeit. v. 5. Oct. 1846), verbreitete Meinung, als sey die Schiefswolle identisch mit dem i. J. 1833 von Braconnot ¹⁾ entdeckten Xyloidin, kann nach obiger Mittheilung sicher als hinreichend widerlegt angesehen werden, um so mehr, da auch anderweitige Untersuchungen zu einem gleichen Ergebnifs geführt haben.

So giebt Hr. Dr. Pettenkofer zu München, in der Allgem. Zeit. vom 12. Dec. 1846, als das Ergebnifs seiner mit Baumwolle, Xyloidin und Schiefswolle angestellten Analysen folgende Zahlen:

	Baumwolle		Xyloidin		Schiefswolle	
	Gewicht.	Atome.	Gewicht.	Atome.	Gewicht.	Atome.
Kohlenstoff	44,5	12	36,76	12	26,08	12
Wasserstoff	6,1	10	4,79	9	2,52	7
Stickstoff			5,65	1	5,10	1
Sauerstoff	49,4	10	52,80	14	66,30	23

von welchen die letzteren mit einer Gewichtszunahme der Baumwolle, bei Umwandlung in Schiefswolle, im Verhältnifs 100 : 170 übereinkommen.

Selbst in Paris, wo man die Schönbein'sche Entdeckung vom ersten Augenblick ihrer Bekanntwerdung an mit großem Eifer verfolgt hat, wie die zahlreichen Aufsätze und

1) *Ann. de chimie et de physique*, T. LII, p. 290.

Notizen in den *Compt. rend.* der Academie zur Genüge be- weisen (T. XXIII, p. 806, 837, 861, 837, 861, 874, 892, 940, 980, 982, 983, 999, 1020, 1085, 1087, 1090, 1140), ist man von obiger Meinung längst zurückgekommen.

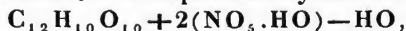
Pelouze, der sie anfangs hegte, ist sehr bald zu der entgegengesetzten übergegangen, selber zugehend, dafs, obwohl er durch seine Arbeiten im J. 1838 (*Compt. rend.* T. VII, p. 213), und namentlich durch Darstellung eines mit Salpetersäure bereiteten leicht entzündlichen Papiers (*papier-ministre*), der Entdeckung der Schiefswolle und ihrer technischen Anwendung sehr nahe gewesen sey, dennoch Hrn. Professor Schönbein das Verdienst in dieser Sache verbleibe.

Er belegt die Schiefswolle (*coton-poudre, fulmi-coton*) mit dem Namen *Pyroxyline* oder *Pyroxyle*, und giebt für sie, unter Voraussetzung, dafs sie das einzige Product bei Behandlung der Baumwolle mit Salpetersäure sey, folgende Zusammensetzung:

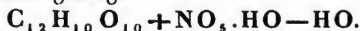
	Gefunden.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	26,66	34,80	12
Wasserstoff	3,70	4,34	11
Sauerstoff	59,28	54,09	22
Stickstoff	10,36	6,77	2

nach welcher (von der Erfahrung etwas stark abweichenden) empirischen Formel er die rationelle aufstellt:

1 At. Baumwolle + 2 At. Salpetersäurehydrat — 1 At. Wasser



während er für das Braconnot'sche Xyloïdin (das bei der Behandlung von Baumwolle oder Stärkmehl, Sägespänen, Leinwand, Mimosengummi etc. mit kalter concentrirter Salpetersäure aus dieser durch Wasser gefällte weisse Pulver) zu dem Resultat gelangt:

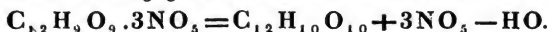


Späterhin hat Hr. Peligot die Schiefswolle analysirt. Er bereitete sie 1) nach dem zuerst vom Dr. Knop, zu Leipzig, veröffentlichten Verfahren durch 5 minutliches Ein-

tauchen der Baumwolle in ein Gemisch von 1 Vol. concentrirter Schwefelsäure und 2 Vol. rauchender Salpetersäure; 2) durch ähnliches Eintauchen in ein Gemisch aus gleichen Volumen beider Säuren. Von letzterer untersuchte er zwei Proben, die eine von ihm, die andere von Hrn. Pelouze dargestellt. Seine Analysen ergaben:

	Beobachtet.			Berechnet.
	I.	II a.	II b.	
Kohle	22,3	22,5	23,2	22,8
Wasserstoff	25,5	23,8	26,4	25,6
Salpetersäure	52,0	52,7	50,4	52,6.

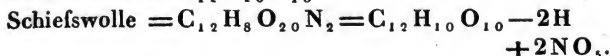
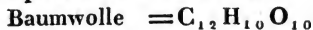
Die Rechnung gründet sich auf die Formel:



Ferner hat Hr. Ransome, zu Manchester, eine Analyse der Baumwolle und Schiefsbaumwolle (*Gun-Cotton*) geliefert (*Phil. Magaz., Vol. XXX, p. 1*). Er findet:

	Baumwolle		Schiefwolle	
	Beobacht.	Berechn.	Beobacht.	Berechn.
Kohlenstoff	44,20	44,44	26,28	26,82
Wasserstoff	7,04	6,17	3,16	2,94
Sauerstoff	48,76	49,39	60,36	59,70
Stickstoff			10,20	10,54

entsprechend den Formeln:



Endlich ist auch, zufolge einer Notiz im *polytechnischen Centralblatt*, 1847, S. 38, von den HH. E. Schmidt und F. Hecker, zu Chemnitz, die Schiefswolle in Untersuchung genommen, und in Mittel aus acht Analysen gefunden worden: 25,3 Kohle, 2,7 Wasserstoff, 15,5 Stickstoff und 59,3 Sauerstoff, entsprechend: $C_{24}H_{15}N_5O_{40}$.

Wie man sieht, weichen die bisher angestellten Analysen der Schiefswolle noch beträchtlich von einander ab, was wohl zum großen Theil darin seinen Grund haben

mag, dafs bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Baumwolle mehre ähnlich zusammengesetzte Producte entstehen, und auf die Trennung derselben meistens nicht Bedacht genommen worden ist.

Schliefslich mögen hier aus den zahlreichen Verhandlungen über die Schiefsbaumwolle noch drei Bemerkungen Platz finden: 1) dafs dieselbe sich ganz so wie die Baumwolle mit jedem beliebigen Pigment färben läfst, ohne ihre explodirenden Eigenschaften zu verlieren (Polytechn. Centralblatt, 1847, S. 39); — 2) dafs sie, den HH. Bernard und Barreswil zufolge, ganz unverändert durch den thierischen Körper geht (*Compt. rend.*, T. XXIII, p. 944), — und 3) dafs sie, nach Hrn. Bowman, im hohen Grade ein Isolator der Elektricität ist (wie das elektrische Papier, s. *Annalen*, Bd. 68, S. 159), und demnach von Baumwollenfäden, die mit Salpetersäure gehörig behandelt worden sind, bei elektrischen Versuchen eine nützliche Anwendung zum Isoliren gemacht werden kann. (*Phil. Magaz.*, 1846, Vol. XXIX, p. 500.)

XV. Ueber die Lichterscheinungen bei der Volta'schen Säule; von Hrn. van Breda in Harlem.

(*Compt. rend.*, T. XXIII, p. 462. Ein Schreiben an Hrn. Arago.)

Die Arbeit, welche ich mit Hülfe der kräftigen Batterie des Teyler'schen Museums über Molecularphänomene unternommen habe, ist noch lange nicht beendigt. Da ich indefs in den *Compt. rend.* (T. XXII, p. 690) einen Auszug von einer Abhandlung des Hrn. De la Rive über dieselben Erscheinungen finde, und ihr berühmter Verfasser darin einige Resultate angiebt, die nicht ganz mit denen meiner Versuche übereinzustimmen scheinen, so glaube ich im Interesse der Wissenschaft zu handeln, wenn ich Ihnen einige der vorzüglichsten der von mir gefundenen Thatsachen mittheile, mir vorbehaltend, sie ausführlicher zu be-

schreiben, sobald ich mehre andere Versuche, für welche die Apparate bestellt sind, beendigt haben werde.

Die Grove'sche Batterie des Teyler'schen Museums besteht aus 60 Zellen, deren Platten 45 Quadratzoll engl. halten. Ich liefs zunächst einen Apparat construiren, mittelst dessen ich den Lichtbogen im Brennpunkt eines Mikroskops hervorbringen konnte. Unter dem Mikroskop liefs ich eine Metallspitze bewegen, bald gegen eine zweite Spitze der Art, bald gegen eine Metallplatte. Die Bewegung geschah mittelst einer Mikrometerschraube, welche Hundertel eines Millimeters zu bestimmen erlaubte.

Niemals, und darin stimme ich vollkommen mit dem berühmten Genfer Professor überein, konnte ich eine Fortführung der Materie erhalten, wenn nicht zuvor Contact stattgefunden hatte. Ich hielt die beiden sehr scharfen Spitzen in einem gegenseitigen Abstand, der nicht $\frac{1}{10}$ Millimeter überstieg, ohne dafs zehn Zellen meiner grossen Batterie den Anfang einer Fortführung bewirken konnten. Sobald Contact stattfindet, tritt der Strom ein, hört aber sogleich wieder auf, wenn die Spitzen sehr scharf sind, weil sie an ihren Enden geschmolzen und längs den Elektroden abgestofsen werden, eine Erscheinung, die mit einer andern zusammenhängt, welche ich weiterhin besprechen und in einer künftigen Abhandlung näher betrachten werde.

Als ich indess zehn Zellen von gewöhnlicher Gröfse angewandte, dauerte der Strom nach dem Contacte fort, und ich beobachtete sehr gut unter dem Mikroskop, was vorging, wenn ich die beiden Spitzen von einander oder die eine von der Platte entfernte. Da die Abstofsungskraft geringer war, so sah ich, dafs, sobald der Contact stattfand, die flüssige Masse, das geschmolzene Metall, der Bewegung des Entferns der Spitze folgte, und sowohl an der Spitze als an der Platte haften blieb, während es von dem einen Pol zu dem andern getrieben ward, eine Bewegung, die ich mit dem Mikroskop recht gut wahrnahm; zugleich verbrannte das Metall und erzeugte das unter dem Namen des galvanischen Bogens bekannte Licht.

Diese Erscheinung ist nicht die des Substanztransports zwischen zwei von einander entfernten Polen. Freilich kann man, wenn man die Spitzen plötzlich von einander entfernt, den flüssigen Metallfaden, durch welchen der Strom bei diesem Versuch geleitet wird, zerreißen, und alsdann geschieht der Substanztransport durch die Luft; allein mir scheint, dafs es immer einige Schwierigkeit haben werde, zu erkennen, welche der Erscheinungen stattfindet. Man kann nicht immer entscheiden, ob der Transport der geschmolzenen Materie in dem ununterbrochenen Faden geschieht oder in der Luft, ohne dafs die Spitzen durch irgend eine Materie verbunden sind.

Die Erscheinungen, welche man nach vorherigem Contact beobachtet, sind, wie mir scheint, verwickelter Natur, und müssen zu unsicheren Resultaten führen.

Glücklicherweise konnte ich einen Kunstgriff benutzen, der mir erlaubte, einen Strom mit Fortführung der Theilchen herzustellen, als die Elektroden einen ziemlich beträchtlichen Abstand von einander hatten, und ohne dafs der geringste Contact stattfand.

Dieser Kunstgriff besteht darin, dafs man eine elektrische Entladung überschlagen läfst zwischen den beiden Spitzen oder zwischen der Spitze und der Platte, nachdem man diesen zuvor den Abstand gegeben hat, bei welchem die Wirkung des Stroms eine Fortführung gestattet. So wie der elektrische Strom übergeht, sey es vom positiven Pol zum negativen oder umgekehrt, stellt sich sogleich der Strom ein und die Fortführung der Theilchen beginnt ¹⁾.

Nachdem so eine erste Fehlerquelle, welche der vorherige Contact mir einzuführen schien, entfernt worden war, beobachtete ich, dafs noch eine übrig bliebe, nämlich die Verbrennung der Metalltheilchen, deren Fortführung nicht ohne grofse Wärmeentwicklung geschieht.

Um diese Verbrennung unmöglich zu machen, stellte ich meine Versuche im Vacuo der Luftpumpe an. Ein zu

1) Dieser Kunstgriff ist übrigens schon bekannt, rührt, nach Sturgeon, von Sir Herschel her. S. Ann., Bd. 49, S. 122. P.

dem Ende von Hrn. Logeman, einem unserer geschicktesten Künstler, angefertigter Apparat, welchen ich nach Beendigung meiner Versuche ausführlich beschreiben werde, hat allen meinen Wünschen entsprochen.

Mittelst dieses Apparats war es mir leicht die Elektroden unter einer fast luftleeren Glasglocke zu nähern und zu entfernen, und wenn ich zwischen den Spitzen oder der Spitze und Platte, welche die Enden der Elektroden bildeten, die Entladung einer Leidner Flasche überschlagen liefs, konnte ich die Fortführung der Theilchen *ohne Contact und im Vacuo* bewerkstelligen.

Die Fortführung geschah noch, sobald zwischen zwei Kugeln eine Metallplatte, und sogar eine Platte von anderm Metall als die Kugeln eingeschaltet war.

Sie bietet im *Vacuo* eins der schönsten Schauspiele dar; ich zweifle nicht, dafs man sie bald in allen physikalischen Vorlesungen, wo man hinreichend starke Apparate besitzt, wiederholen werde.

Die Fortführung geschieht nicht blofs, wie in der Luft, unter der Form einer Flamme oder eines sehr intensiven Lichts, sondern, wenn der Abstand nicht zu grofs ist, werden die Theilchen in Form von Funken fortgeschleudert: die Materie kommt aus den Elektroden in rothglühenden glänzenden Kügelchen hervor, welche in Feuergarben gegen die Platte schiefsen, die man zwischen die beiden Kugeln eingeschaltet hat.

Durch dieses Mittel kann man die Frage beantworten, welche Hr. De la Rive in seiner letzten Abhandlung aufwirft: Es ist sehr schwierig, sagt der berühmte Gelehrte, zu bestimmen, welches der Zustand des glühenden Systems der von Pol zu Pol übergeführten Theilchen sey. Ist es ein flüssiger Zustand, oder eine Art gasförmiger oder blofs ein staubförmiger? Diefs kann durch einen blofsen Blick auf die Erscheinung nicht entschieden werden. Der physische Zustand des Niederschlags scheint zu beweisen, dafs die Theilchen, wenigstens in einigen Fällen, einen flüssigen oder gasförmigen Zustand hindurchgegangen sind.

Ohne allen Zweifel wurde, bei meinen Versuchen, die Materie im flüssigen Zustand übergeführt. Sehr beträchtliche, dem bloßen Auge recht sichtbare Theilchen, zurückgeworfen von der Oberfläche der Elektroden, gegen welche sie geschleudert wurden, können, nach dem Versuche, in Form von Kügelchen in bedeutender Menge am Boden des Apparats gesammelt werden. Sie prallen sogar mit solcher Kraft ab, dafs sie, noch flüssig, gegen die Wand der zum Versuch angewandten Glocke fliegen, daselbst das Glas schmelzen und darin sitzen bleiben.

Diese Theilchen sind ganz kugelförmig, waren also geschmolzen. Man kann sie mit dem Auge verfolgen, von der Elektrode, von welcher sie ausgehen, bis zur andern, plattenförmigen Elektrode, welche sie zurückwirft, und bis zum Boden der Glocke, wo sie sich sammeln lassen. Wendet man Eisen an, so sind sie vom Magnet sehr anziehbar.

Eine wichtige Folgerung, die mir aus diesen Versuchen hervorzugehen scheint, ist die, dafs die von dem einen Pol *ausgestofsenen* Theilchen von dem andern nicht verändert werden. Denn wenn dies der Fall wäre, würden wohl die Theilchen, die von einer Kugel zu einer Platte übergehen, nach allen Seiten zurückgeworfen werden?

Was die Richtung des Transports der Materie betrifft, so liegt Hr. De la Rive dieselbe Meinung wie seine Vorgänger. Er nimmt an, dieser Transport geschehe nur vom positiven Pol zum negativen. Ich habe Ursache zu glauben, man werde, bei Wiederholung der Versuche unter den angezeigten Vorsichtsmafsregeln, finden, dafs diese Meinung einer weiteren Prüfung bedürfe.

Alle meine Versuche im Vacuo zeigen mir, dafs die Fortführung nach beiden Seiten geschieht, gleichzeitig vom positiven zum negativen und vom negativen zum positiven Pol. Die Menge der fortgeführten Substanz hängt von der Natur und der Form der Elektrode ab.

Auf einer sehr empfindlichen Wage wägte ich die beiden Elektroden sehr genau, erst vor dem Versuch und dann nach demselben. Und siehe da: der Gewichtsverlust am negativen Pol übertraf den am positiven.

Ueberdies scheint mir, man drücke sich unrichtig aus; wenn man sagt, die Materie werde von dem einen Pol zum andern transportirt. Meine Versuche scheinen, wie oben gesagt, anzudeuten, daß die Theilchen der Elektroden von beiden Seiten im Raume fortgeschleudert werden, was nicht verhindert, daß einige dieser Theilchen zum gegenüberstehenden Pol gelangen, und sich an dessen Fläche, die in Zustande des Schmelzens ist, anheften.

Der grössere in dem Raum fortgeschleuderte Theil in-
dies fällt nieder und kann am Boden des angewandten Ge-
fäßes gesammelt werden. Dies Zurückwerfen ist beson-
ders sichtbar, wenn man eine Kugel und eine Platte an-
wendet. Die Oberfläche der Platte sendet die Materie, in-
dem sie dieselbe zurückwirft, zum andern Pol zurück, und
hält sie nicht an sich, wie geschehen müßte, wenn eine
Anziehung stattfände.

Hier das Detail einiger meiner Versuche:

1) Zwei Eisenkugeln an den Elektroden. Der Versuch geschieht im Vacuo und ohne vorherigen Contact. Die Kugel am positiven Pol wird vor und nach dem Versuch gewägt; sie hat durch Wirkung des Stroms 309 Milligrm. verloren; die am negativen Pol 55 Milligrm. Beide sind kraterförmig ausgetieft.

2) Zwei Kupferkugeln an den Elektroden. Zwischen beide ist eine dicke Eisenplatte isolirt eingeschaltet. Der Versuch, wie der vorhergehende, im Vacuo angestellt. Die Schließung wird, wie bei jenem, durch eine elektrische Entladung bewirkt. Die Kugel am positiven Pol hat 63 Milligrm. gewonnen; sie ist überzogen mit Eisen. Die am negativen Pol hat 360 Milligrm. zugenommen; sie ist ebenfalls mit Eisen bedeckt. Die eingeschaltete Eisenplatte hat 327 Milligrm. verloren, und man gewahrt Spuren von Kupfer darauf.

3) Eine Eisenkugel am positiven Pol; ein Kegel von Coak, nach Bunsen'scher Weise bereitet, am negativen Pol. Der Abstand beträgt zu Anfange des Versuchs 3 Millimeter. Nachdem er 33 Secunden fortgesetzt worden, hat das Eisen 32 Milligrm. verloren. Der Coak hat 5 Mil-

ligramm verloren, und ist dennoch mit Eisen oder vielmehr Stahl bedeckt.

4) Eine Eisenkugel am negativen Pol; ein Kegel von Bunsen'schem Coak am positiven. Das Eisen hat in 33 Secunden 80 Milligrm. verloren, fast eben so viel wie im vorigen Versuch, welcher der umgekehrte von diesem ist. Der Coak am positiven Pol hat 25 Milligrm. verloren. Die Ränder an der Vertiefung im Coak sind merkwürdig hart, sie ritzen die besten Feilen.

Nach allem diesen scheint es mir nicht zweifelhaft, daß die Materie zu gleicher Zeit von beiden Polen fortgestossen werde. Es fragt sich nur noch, ob an beiden Seiten die Menge gleich sey. Die beiden folgenden Versuche scheinen mir diese Gleichheit zweifelhaft zu machen; allein dieser Punkt bedarf weiterer Versuche zu seiner Entscheidung.

5) Eine Kupferplatte am positiven Pol, eine Kupferspitze am negativen. Die Spitze schmilzt und fließt ab, die Platte gewinnt 22 Milligrm. So wie der elektrische Funke den Strom eingeleitet hat, wird eine schöne bläuliche Flamme gegen die Platte reflectirt.

6) Die Kupferplatte am negativen Pol, die Kupferspitze am positiven. Die Spitze schmilzt und die Platte gewinnt 30 Milligrm.; allein das Licht ist weniger intensiv, und der Strom verschwindet, als der Abstand zwischen den Polen durch das Schmelzen der Spitze nur wenig vergrößert worden ist, während beim fünften Versuch der Strom nicht eher aufhörte, als bis durch das Schmelzen der Spitze der Abstand zwischen den Polen auf 2 Centimet. gestiegen war. Zu Anfange des Versuchs betrug dieser Abstand nur eben so viele Millimeter.

Wenn ich den Abstand zwischen zwei Kugeln oder zwischen einer Kugel und einer Platte hinreichend klein nehme, so bringe ich, ohne vorherigen Contact, mit einer Säule einen Metallfaden hervor, der die beiden Elektroden mit einander verknüpft und den Strom unterhält.

Endlich empfehle ich Ihrer Beachtung noch einen Ver-

such, der mir die Abstofsung, welche zwischen den den Strom leitenden Metalltheilchen stattfindet, zu beweisen scheint.

Führt man nämlich den Strom einer Batterie von 60 Elementen durch einen Draht von Platin, Eisen, Kupfer oder sonst einem Metall, so kommt das Metall anfangs zum Glühen, dann schmilzt es, und dieser Faden geschmolzenen Metalls, in welchem man mannigfache Bewegungen erblickt, reißt nach einigen Augenblicken an einem unbestimmten Ort, und die dadurch gebildeten Enden werden längs dem Draht ziemlich weit fortgeschleudert; nach dem Versuch endet also dieser Draht an der Stelle, wo er durch die Gewalt des Stroms zerrissen ward, in zwei Kügelchen. Dies Phänomen wird von keiner Lichtentwicklung, von keiner Verbrennung begleitet. Der Draht gewinnt oder verliert in diesem Versuche nichts an Gewicht; es zeigt sich nichts als der gewöhnliche Funke im Moment, da die Repulsion ihre Wirkung ausübt oder der Draht in zwei Stücke zertheilt wird ¹⁾.

XVI. *Bemerkung zum Aufsatz des Hrn. Frapolli;
von Bernhard Cotta.*
Professor der Geognosie in Freiberg.

Der Aufsatz des Hrn. Frapolli über die Lagerung der secundären Flötze im Norden des Harzes, nebst einigen Betrachtungen über die Bildung der Gypse, Dolomite und Steinsalze, in No. 12 des 69. Bandes dieser Annalen, veranlaßt mich darauf aufmerksam zu machen, daß die in demselben entwickelten *Ideen* über die Bildung von Gyps, Dolomit und Steinsalz auch von mir schon in v. Leonhard's

1) Wir erinnern hier an die verwandte und gründliche Arbeit des Hrn. Dr. Riefs über das Glühen und Schmelzen von Metalldrähten durch Elektrizität; Annalen, Bd. 65, S. 481. P.

und Bronn's Jahrbuch, 1845, S. 79 und 82, und in der zweiten Auflage meiner Geognosie, S. 150 und 151, ausgesprochen wurden, aber freilich auch nur als Ideen. Hrn. Frapolli, wie mir, fehlt der *Beweis*; doch bin ich damit beschäftigt, den vermutheten Bildungsgang durch Experimente nachzuahmen, deren Resultate ich im Falle des Gelingens veröffentlichen werde.

Außerdem glaube ich durch die S. 306 meiner Geognosie mitgetheilten Beobachtung nachgewiesen zu haben, daß der Gyps zuweilen auch eruptiv auftritt (wenn auch vielleicht nur in Folge der Volumenvermehrung bei seiner Umwandlung aus Kalkstein), und daß somit diese Annahme vieler Geologen, unter gewissen Modificationen des Begriffes eruptiv, keineswegs zu verwerfen ist.

Was endlich die der Natur der Sache nach sehr hypothetische Erklärung der großartigen parallelen Fältelung der den Harz umgebenden Flötzschichten betrifft, so bedauere ich, daß Hr. Frapolli dabei die Beobachtungen Credner's, so wie die meinigen, welche sich im Jahrb. 1839, S. 379; 1840, S. 292; 1841, S. 556 und 1842, S. 206, mitgetheilt finden, nicht berücksichtigt hat. Ich glaube nicht, daß sich die thüringischen Erhebungslinien, welche ganz isolirt, aber parallel zwischen horizontal gelagerte Flötzgebirgsstrecken vertheilt sind, mit der von Hrn. Frapolli gegebenen Erklärung vereinigen lassen.

Freiberg, 12. Dec. 1846.

XVII. *Notizen.*

1) *Meteorsteinfall im Mindelthal* (Kreis Schwaben in Bayern). — Derselbe ereignete sich um 2 Uhr Nachmittags am 25. Dec. des verflossenen Jahres unter einem heftigen, mindestens in einem Unkreis von 18 Stunden Durchmesser vernommenen Getöse, welches anfänglich fernem Kanonendonner glich, nach zwanzig und etlichen Schlägen aber in

ein Trommeln und Pauken überging und mit einem langgezogenen Sausen und Klingen endigte. Nur im Filialdorfe Schönenberg, auf der Westseite des Thals, wurde von einigen Personen eine ziemlich rasch fliegende schwarze Kugel hoch über den Häusern bemerkt, und eine derselben war so glücklich diese Kugel in einem Garten in die Erde einschlagen zu sehen. Die Nachricht hievon brachte die ganze Gemeinde auf die Beine, und veranlafste eine Ausgrabung des Niedergefallenen, das zwei Fufs tief in den etwas gefrorenen Lehm Boden eingedrungen war. Die zu Tage geförderte Masse bildete eine unregelmäßige abgestutzte Pyramide, 14 Pfund 17 Loth an Gewicht, und ganz von der äußeren Beschaffenheit der Meteorsteine. Sie wurde später nach München geschafft, von wo wir vermuthlich bald ein Näheres über ihre Zusammensetzung erfahren werden. — Eine interessante Wirkung, heifst es in der *Allgemeinen Zeitung* vom 1. Jan. d. J., aus welcher wir obige Nachricht schöpfen, äufserte die heftige Lufterstütterung auf die Atmosphäre. Der Himmel war bei einer Temperatur von 0° mit einem Schnee verheifsenden Wolkenschleier bedeckt (es hatte fast den ganzen Vormittag geschneit), heiterte sich aber sogleich nach dem Meteor auf, und zwar wurde in Richtung seiner Bahn gleich ein wolkenfreier Streif sichtbar, dem heller Sonnenschein folgte, in dessen Folge das Gewölk sich vollends auflöste.

2) *Durchbruch eines Soolensprudels* zu Nauheim. — Unter dem Wüthen eines orkanartigen Stroms hat sich, wie die *Kasseler Allg. Zeitung* meldet, in der Nacht vom 21. zum 22. Dec. verflossenen Jahres, in der Nähe des Kurbrunnens von *Nauheim* durch die ungefähr 600 Fufs tiefe Röhre eines seit vier Jahren aufgegebenen artesischen Bohrversuchs eine neue prächtige Soolquelle Bahn gebrochen, die an Wärme, Salz- und Gasgehalt dem berühmten Nauheimer Sprudel gleichkommt, ihn aber an Mächtigkeit um das Fünffache übertrifft. Der Wasserstrahl wird mit solcher Gewalt aus der Tiefe des Bohrlochs emporgeschleudert, dafs der Schacht bis zum Rand mit wogendem und spritzen-

dem Schaum angefüllt ist, aus dessen Mitte sich noch eine 4 bis 5 Fufs hohe und 5 Fufs im Durchmesser haltende Schaumpyramide erhebt. Der Abflufs der Quelle ist so bedeutend, dafs er einem kleinen Mühlbach gleicht, und die ganze Brunnenpromenade ist ringsum von dampfender Soole überfluthet. Aufser dem zunächst gelegenen Kurbrunnen, dessen Wasserspiegel sich ein wenig gesenkt hat, bemerkt man an keiner der anderen artesischen Soolquellen eine verminderte Ergiebigkeit. Namentlich besteht der Sprudel in voller Integrität. Mehre Personen wollen um Mitternacht wirkliche Erdstöße verspürt haben.

3) *Kieselsäuregehalt der Vogelfedern.* — Aus einer im chemischen Laboratorium zu Göttingen vom Dr. v. Gorup-Besanez angestellten Untersuchung geht hervor, dafs die Kieselsäure einen nie fehlenden Bestandtheil der Federfahne ausmacht, dafs ihre Menge sehr bedeutend, und dafs ihr Daseyn für die Bildung dieser Organe vielleicht eben so wesentlich ist, wie der phosphorsaure Kalk für die Knochen. Durchschnittlich betrug der Aschgehalt in der Federfahne 4 Procent, und diese Asche enthielt 30 bis 40 Proc. Kieselerde. In den Federspulen und dem sogenannten Mark dagegen ist der Gehalt an unorganischen Stoffen und Kieselsäure viel geringer. Sämmtliche Aschen waren eisenhaltig, am meisten die von Papageyfedern. Aufserdem enthielten sie phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Natron, aber weder schwefelsaure Salze noch Chlorverbindungen. (*Nachricht. von der G. A. Universit. etc., 1846, No. 18.*)

4) *Thorerdegehalt des Pyrochlors.* — Der von Wöhler im Pyrochlor von Miask gefundene Gehalt an Thorerde ist neuerlich von Hrn. Hermann geläugnet und die Beobachtung für einen Irrthum erklärt worden. Diefs hat Ersteren zu einer neuen Analyse dieses Minerals veranlafst, mit besonderer Berücksichtigung der Substanz, die für Thorerde gehalten worden ist. Durch abermalige genaue Untersuchung hat es sich bestätigt, dafs es in der That Thorerde, der Irrthum also auf Seite des Hrn. H. ist. Um nicht den geringsten Zweifel übrig zu lassen, wurde die Substanz an den Entdecker der Thorerde geschickt, der sie ebenfalls für solche erklärte. (*Ibid., S. 285.*)

I. *Untersuchung über die strahlende Wärme;*
von H. Knoblauch.

Zweite Abhandlung.

III. Ueber das Wärmeausstrahlungsvermögen
 der Körper.

Bekanntlich strahlen verschiedene Substanzen die Wärme bei gleicher Temperatur in ungleichem Grade aus ¹⁾, und dieß Vermögen ist bei einer und derselben 1) von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche ²⁾, 2) von ihrer Dicke abhängig ³⁾.

1) (P. v. Musschenbroek: *Introd. ad philos. natur.* 1762. T. II, p. 649.) — Richmann: *Novæ Comment. Petrop.*, T. IV. — Rumford: *Mémoire sur la chaleur.* Deutsche Uebers., S. 76, 85, 102 bis 111, 125 bis 131, 159 bis 183, 196, 203 sqq., 315 bis 333. — Gilbert's *Annal.*, Bd. 17, S. 37 bis 40, 218, 219. — Leslie: *An experim. inq. into the nat. and propag. of heat* 1804, p. 6 bis 17, 18, 76 bis 80; 93, 94, 109 bis 111, 268, 274, 315, 332, 334, 338. — Senebier: *Mém. de l'Acad. de Turin. Ann. XIII* (1805). — Boeckmann: *Versuche über die Wärmeleitung verschiedener Körper.* Karlsruhe 1812. — A. v. Humboldt: *Reise in den Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799 bis 1804.* Stuttg. u. Tübing. 1815 bis 1826. Th. 4, S. 25. — Tredgold: *Grundsätze der Dampfheizung u. s. w.*; übersetzt von Kühn. Leipz. 1826. S. 32. R. VV. Fox: *Diese Annalen*, Bd. 15, S. 270. — Starck, s. S. 230. — Henry Hudson: *Lond. and Edinb. Phil. Magaz. Third ser.* 1835. Vol. VII, p. 297. — Bache, s. S. 230. — Melloni: *Diese Annal.*, Bd. 35, S. 572; Bd. 39, S. 561. — F. de la Provostaye und P. Desains: *Diese Annal.* Bd. 69, S. 388, 389.

2) Leslie: *An exper. inq. etc.*, p. 81, 82, 385. — Melloni: *Diese Annal.*, Bd. 45, S. 57 bis 64.

3) Rumford: *Mémoires sur la chaleur.* Deutsche Uebers., S. 85 sqq., 125 sqq., 326. — Gilb. *Ann.* Bd. 17, S. 40. — Leslie: *An exper.* Poggendorff's *Annal.* Bd. LXX. 22

I. Wenngleich schon Leslie ¹⁾ die Ansicht aussprach, daß die Härte der Körper auf ihr Ausstrahlungsvermögen von Einfluß sey, so hat doch Melloni ²⁾ zuerst nachzuweisen gesucht, daß die Veränderungen, welche die Ausstrahlung eines und desselben Körpers durch Ritzen seiner Oberfläche erleidet, nur den Modificationen seiner Härte ³⁾ an den betreffenden Stellen zuzuschreiben seyen.

Er erhielt durch Ausstrahlung

einer gehämmerten und polirten Silberplatte	10°,0
einer gehämmerten und geritzten Silberplatte	18°,0
einer gegossenen und polirten Silberplatte	13°,7
einer gegossenen und geritzten Silberplatte	11°,3

Ablenkung am Thermomultiplikator, und fand, daß bei Agat, Elfenbein und Marmor der Grad der Rauheit keine Veränderung der Ausstrahlung herbeiführe, eine Bemerkung, welche Leslie ⁴⁾ bereits am Glase, Papier und Rufs gemacht hatte. Melloni zog daraus den Schluß, daß die Wärme stets in höherem Grade ausgesandt werde, wenn das Ritzen weichere Stellen der ausstrahlenden Substanz aufdecke; in geringerem Grade, wenn es eine Verdichtung derselben bewirke, daß aber keine Aenderung in dieser Beziehung einträte, wenn die Härte und Elasticität der Oberfläche durch das Ritzen nicht modificirt würden.

inq. etc., p. 87, 88, 336. — Depretz. 1817. *Annal. de chim. et de phys.*, VI, 184, 188, 189, 192 bis 194. — Bahe: *Sillim. Americ. Journ.*, T. XXX, p. 16. — Melloni: *Diese Annal.*, Bd. 52, S. 580; Bd. 65, 101 bis 115.

1) *An exper. inq. etc.*, p. 90, 91.

2) S. 337, Note 2.

3) Die Vergrößerung der Oberfläche konnte in diesem Falle keinen Einfluß auf die Wärmestrahlung ausüben, da die ausgesandte Wärmemenge — dem von Lambert (Pyrometrie, S. 197) aufgestellten und von Leslie (*An experim. inq. etc.*, p. 65, 67, 69, 70, 71, 84) empirisch erwiesenen Satze gemäß — dem Sinus der Neigung der erhitzten Fläche proportional ist.

4) *An experim. inq. etc.*, p. 81, 335.

Um mich von der Richtigkeit dieses interessanten Gesetzes, welches bisher nicht weiter untersucht worden ist, zu überzeugen, stellte ich folgende Versuche an:

Ich liefs zuerst jede Seite eines Leslie'schen Würfels von 8 Centimeter Seite, der aus zwei gegossenen und zwei gewalzten Bleiplatten bestand, und durch siedendes Wasser auf 80° R. erhalten wurde, gegen die Thermosäule ausstrahlen, welche sich in constanter Entfernung von den erhitzten Flächen befand. — Die Oberflächen der beiden Paare waren zu verschieden, als das dieser Versuch schon einen Schluss auf den Zusammenhang der Ausstrahlung mit der Härte und Dichtigkeit gestattet hätte. Es war nicht einmal möglich den zusammengehörigen Bleiplatten eine so gleichmäfsige Oberfläche zu geben, das man durch ihre Ausstrahlung dieselbe Ablenkung am Thermomultiplicator erhalten hätte. Bei einer gewissen Entfernung der erhitzten Flächen von der Säule bewirkte die Strahlung der einen gegossenen Platte eine Abweichung der Galvanometernadel auf $48^{\circ},25$, die der andern auf 49° , und die Ausstrahlung der einen gewalzten Platte eine Ablenkung von 51° , die der zweiten von $50^{\circ},5$.

Es war anzunehmen, das das Blei an der Stelle der glänzenden Furchen, welche der Strich eines stählernen Instruments auf ihm erzeugt, verdichtet würde. Dem Melloni'schen Satze gemäfs, musste also das Ritzen die Ausstrahlung der Bleiflächen vermindern, und zwar bei den gegossenen in höherem Grade, als bei den gewalzten.

Die Erfahrung hat dies bestätigt.

Ritzte man diejenige der gegossenen Platten, welche die höhere Ablenkung von 49° hervorgebracht hatte, so wurde ihr Ausstrahlungsvermögen dergestalt geschwächt, das es dem der andern; weniger gut ausstrahlenden Fläche gleich wurde. Beide bewirkten jetzt — bei gleicher Entfernung vom Thermoskop eine Abweichung der Nadel von $48^{\circ},25$. — Versah man die der Länge nach geritzte Bleiplatte mit Querstreifen, so wurde ihre Ausstrahlung noch

geringer. Sie lenkte, bei derselben Stellung gegen die Säule, die Multiplicatornadel nur um $47^{\circ},25$ ab.

Von den *gewalzten* Platten wurde diejenige geritzt, welcher die Ablenkung von $50^{\circ},5$ angehörte. Auch hier verminderte sich die Ausstrahlung. Denn sie liefs die Nadel darauf nur bis $48^{\circ},5$ abweichen. Wurde die Fläche in doppeltem Sinne geritzt, so erhöhte sich das Ausstrahlungsvermögen in dem Grade, um eine Ablenkung von $49^{\circ},75$ hervorzubringen; was davon herrühren konnte, dafs das Blei

Gegossene Bleiplatten von 80° R.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
	glatt.	glatt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	ge- ritz.	wie vorher, aber der Säule näher.	
Ablenkung durch directe Strahlung	34,62	34,87	48,25	49,00	41,00	41,00	48,25	48,25

Gewalzte Bleiplatten von 80° R.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	1.
	glatt.	glatt.	wie vorher, aber Säule näher.		glatt.	ge- ritz.	wie vorher, aber der Säule näher.	
Ablenkung durch directe Strahlung	35,25	34,62	51,00	50,50	42,25	41,00	51,00	48,50

In gleicher Absicht, wie den so eben mitgetheilten, stellte ich noch einen zweiten Versuch an.

Melloni schreibt die Verbesserung, welche die Ausstrahlung einer *Kupferplatte* beim Ritzen erfährt, dem Umstande zu, dafs durch diefs Verfahren weniger dichte Stellen frei gelegt würden. Ist diefs der Fall, so müssen sich die Unterschiede der Ausstrahlung polirter und in ungleicher Weise geritzter Flächen vermindern, wenn man, ohne ihre Unebenheiten zu verändern, diese Platten mit Schichten desselben Metalls von gleichmäfsigerer Dichtigkeit überzieht.

Diefs kann dadurch erreicht werden, dafs man auf ihnen

zwar an den Stellen des eigentlichen Strichs, wie vorher, verdichtet, aber an den Punkten, an welchen die aufgeworfenen Ränder der Furchen zusammentrafen, aufgelockert wurde. Hierin unterschied sich die gewalzte Platte von der gegossenen, bei der auch die Querstreifen die Ausstrahlung schwächten.

Die folgende Uebersicht enthält die Zahlen, welche sich in verschiedenen Fällen des Experiments als arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen ergeben haben.

I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
glatt.	enger geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	indopp. Sinne geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
37,50	36,25	48,25	47,50	40,50	40,00	48,25	47,25
1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
glatt.	enger geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	indopp. Sinne geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
41,00	39,00	51,00	48,00	42,50	40,00	51,00	49,75

Kupfer galvanisch niederschlägt. Um diesen Ueberzug auf einer polirten und drei geritzten Platten, welche ich untersuchen wollte, möglichst gleichförmig durch denselben elektrischen Strom darzustellen, liefs ich sie so zusammenlöthen, dafs sie, mit den gravirten Flächen nach innen gekehrt, die Seitenwände eines Würfels bildeten. Dieser wurde mit der Kupferlösung gefüllt, aus der der Niederschlag, nach Einleitung des galvanischen Processes, auf die bekannte Weise erfolgte. Als derselbe eine hinreichende Dicke erlangt hatte, löthete man den Würfel dergestalt um, dafs die auf verschiedene Weise gefurchten, nun überzogenen Flächen nach ausen gekehrt wurden.

Es fragte sich, ob die Unterschiede in der Ausstrahlung derselben jetzt geringer als bei nicht überzogenen, mit denselben Unebenheiten versehenen Platten seyn würden.

Die Beobachtung hat dies aufs Entschiedenste dargethan: Während nämlich die polirte Fläche des Würfels von gewöhnlichem gewalzten Kupferblech, welcher dem beschriebenen vor dem Ueberziehen völlig gleich war, bei einer Temperatur von 80° R., eine Ablenkung von 29° , und eine in doppeltem Sinne geritzte Seite desselben Würfels eine Ablenkung von $47^{\circ},75$ am Thermomultiplicator hervorbrachte, liefs die galvanisch überzogene glatte Fläche, bei gleicher Temperatur und gleicher Entfernung von der Säule, die Nadel auf $49^{\circ},25$, die gefurchte sie auf $51^{\circ},5$ abweichen. Im ersten Falle betrug die Differenz $18^{\circ},75$, im letzteren $2^{\circ},25$.

Freilich könnte der Unterschied zwischen der von der glatten und der geritzten Platte ausgesandten *Wärmemenge* in beiden Versuchen gleich, und dennoch der Unterschied der durch sie erzeugten *Ablenkungen*, das zweite Mal, wo er zwischen höheren Graden beobachtet wird, geringer als das erste Mal seyn (S. 205, 206, Note 5, S. 235). Indefs war die erwähnte bedeutende Verminderung jener Differenz (von $18^{\circ},75$ auf $2^{\circ},25$) nicht dieser Ungleichheit in den Angaben des Instruments zuzuschreiben. Entfernte man nämlich den überzogenen Würfel so weit von der Säule, daß die Ausstrahlung seiner glatten Fläche die Nadel auf 33° ablenkte, so brachte die Strahlung der geritzten Platte, von derselben Stelle aus, eine Angabe von $35^{\circ},5$ am Multiplicator hervor. Die Differenz betrug also nur $2^{\circ},5$ auch innerhalb der Ablenkungen, welche die erste Beobachtung umfasste. — Es unterliegt sonach keinem Zweifel, daß sich der Unterschied der von einer polirten und einer gefurchten Kupferplatte ausgesandten *Wärmemenge* in der That vermindert, wenn diese Flächen mit einer gleichmäßigeren Schicht desselben Metalls überzogen werden.

Die folgenden Zahlen (arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen, welche die Ausstrahlung ungleich gravirter

Platten in den betrachteten Fällen darstellen) werden dies noch vollständiger zu erkennen geben:

Ausstrahlende Flächen.	Platten v. gewalztem Kupferblech bei 80° R.	Platten von gewalztem Kupferblech mit denselben Unebenheiten, aber galvanisch überzogen; bei 80° R.
------------------------	---	---

Ablenkung durch directe Strahlung.

Glatt	29,00	49,25	37,50	33,00
Geritzt, d. Länge nach	40,00	50,25	39,00	34,00
Dito kreisförmig	42,50	50,87	39,50	35,50
Dito in doppelt. Sinne	47,75	51,50	39,50	35,50

Entfernung der Platten von der Säule, in rhein. Zoll.

	3,25	3,25	8,00	9,00
--	------	------	------	------

Dafs die Verschiedenheiten der Ausstrahlung durch den galvanischen Niederschlag nicht völlig ausgeglichen wurden, ist erklärlich. Denn es war nicht zu erwarten, dafs sich das Kupfer an Stellen von ungleicher Dichtigkeit ganz auf dieselbe Weise anlegen würde.

Die beschriebenen Versuche haben also den von Melloni aufgestellten Satz bestätigt, dafs das Ritzten der Oberfläche nur in sofern auf das Ausstrahlungsvermögen der Körper von Einflufs sey, als es ihre Dichtigkeit und Härte modificire, und zwar dasselbe steigere oder vermindere, je nachdem es die betreffenden Stellen auflockere oder verdichte.

Der geringeren Dichtigkeit des galvanisch niedergeschlagenen Kupfers, im Vergleich mit dem gewalzten, kann auch die Steigerung zugeschrieben werden, welche die Ausstrahlung der Metallflächen durch jenen Ueberzug erfährt. Wie bedeutend dieselbe ist, geht aus der mitgetheilten Tabelle, namentlich aus dem oben erwähnten Beispiele hervor, in dem die von der glatten gewalzten Kupferplatte ausgesandte Wärme eine Ablenkung von 29°, die der galvanisch überzogenen, bei gleicher Temperatur und gleicher Entfernung vom Thermoskop, eine Abweichung der Nadel von 49°,25 hervorbrachte.

Eine Oxydation der Metalle, welche bekanntlich die

Ausstrahlung auf ähnliche Weise vermehrt ¹⁾, war in dem vorliegenden Falle nicht im Spiel, da der Kupferwürfel unmittelbar nach dem Ueberziehen, während der Niederschlag noch eine rein metallische Oberfläche hatte, untersucht wurde.

Mit dem Nachweis des Einflusses, welchen die Dichtigkeit und Härte unter den bezeichneten Umständen auf die Wärmestrahlung ausüben, ist natürlich nicht gesagt, daß sie allein dieselbe bedingen. Bei verschiedenen Körpern, bei denen noch mancherlei andere Verhältnisse mitwirken, kann daher das Vermögen, Wärme auszusenden, nicht, wie Leslie ²⁾ versucht hat, auf die Härte allein zurückgeführt werden.

2. In Bezug auf die Steigerung der Ausstrahlung mit der *Dicke* der auf einen erhitzten Würfel aufgetragenen Körper theile ich zwei Versuchsreihen nur deshalb mit, weil sie an den Substanzen angestellt worden sind, welche eine höhere Erwärmung bei zunehmender Dicke ergeben hatten (s. S. 236). Sie waren farblos durchsichtiger Firnifs und schwarzer, undurchsichtig diathermaner Asphaltlack. Nachdem man sie in Schichten von verschiedener Anzahl oder ungleicher Dicke auf einen Leslie'schen Würfel aufgetragen hatte, den man während des Versuchs bei einer Temperatur von 80° R. erhielt, ergab ihre Ausstrahlung gegen die Thermosäule die in der Tabelle enthaltenen Ablenkungen am Multiplicator.

1) Rumford: *Gilb. Annal.*, Bd. 17, S. 37. — Leslie: *An experim. inq. etc.*, p. 79. — Despretz: *Annal. de chim. et de phys.*, VI, p. 191, 192. — Melloni: *Diese Annal.*, Bd. 45, S. 60.

2) *An experim. inq. etc.*, p. 90.

Leslie'scher Würfel bei 80° R.	Entfernung dessel- ben von der Thier- mosäe in rheini- schen Zollen.	Ueberzogen mit Firnils				Ueberz. m. schwarz.Lack.			
		1 Schicht.	2 Schichten.	4 Schichten.	8 Schichten.	dünne Schicht.	dickere Schicht.	noch dickere Schicht.	dickste Schicht.
Ablenkung durch directe Strahlung	(12)	17,00	20,00	21,75	29,00	19,50	23,25	27,25	29,00
	(8)	24,00	28,00	30,50	39,00	29,00	34,25	37,00	39,00
	(7)	26,50	30,25	33,00	40,50	32,75	37,25	41,00	43,00
	(6)	28,50	33,25	35,75	42,75	40,50	43,25	46,75	48,75

Die dabei auftretenden Verschiedenheiten sind zu be-
deutend, als dafs es nöthig wäre einzelne noch besonders
hervorzuheben. Graf Rumford hat diese Erscheinung be-
reits richtig dadurch erklärt, dafs die Wärme aus gewisser
Tiefe unter der Oberfläche hervorstrahle, und Melloni ¹⁾
nach demselben Princip von dem ganzen Vorgang genü-
gend Rechenschaft geben.

Vergleicht man diese Vermehrung der Ausstrahlung der
Körper mit der im vorigen Abschnitt nachgewiesenen Ver-
mehrung ihrer Erwärmung (s. S. 232 bis 236) bei zuneh-
mender Dicke der dabei wirksamen Schichten, so ergibt
sich darin, ein neues Moment für die Uebereinstimmung von
Wärmeausstrahlung und Absorption.

Bei der Gleichstellung dieser Functionen darf jedoch
nicht übersehen werden, wie weit sie eigentlich zulässig
ist. — Sie gilt unbedingt für einen und denselben Körper;
d. h. alle Mittel, welche seine Ausstrahlung verbessern oder
vermindern, steigern oder schwächen auch seine Absorption,
und umgekehrt. So erhöht das Ritzen der Oberfläche so-
wohl die Ausstrahlung wie die Absorption einer Substanz,
wenn es weichere Theile derselben aufdeckt, verringert
beide, wenn es die betreffenden Stellen verdichtet, und ist
ohne Einflufs auf sie, wenn es die Härte des Körpers un-

1) Diese Annal., Bd. 52, S. 580, Bd. LXV, S. 101 bis 115.

geändert läßt ¹⁾. — Eben so werden, wie wir gesehen, Ausstrahlung und Absorption bis zu einer gewissen Gränze durch Vermehrung der Dicke der Körper gesteigert, durch die Verminderung derselben geschwächt.

Der Vergleich beider Erscheinungen gilt aber nicht allgemein für *verschiedene Substanzen*, d. h. ein Körper, welcher bei einer bestimmten Erwärmung z. B. ein höheres Ausstrahlungsvermögen als ein anderer zeigt, besitzt darum nicht ein besseres Absorptionsvermögen überhaupt als dieser ²⁾. Denn das Verhältniß der von ihnen aufgenommenen Wärmemengen wechselt mit der Beschaffenheit der ihnen zukommenden Wärmestrahlen ³⁾; und auch die von ihnen ausgesandten Wärmemengen scheinen sich unter verschiedenen Umständen auf ungleiche Weise zu ändern ⁴⁾.

Melloni ⁵⁾ behauptet, daß eine Substanz, welche bei einer gewissen Temperatur (100° C.) mehr Wärme als eine andere ausstrahlt, auch stets in demselben Verhältniß mehr als diese absorbire, wenn sie einer Wärmequelle von derselben Temperatur (100° C.) ausgesetzt würde. Indefs fragt es sich, ob dieser Satz durch die Versuche jenes ausgezeichneten Physikers hinreichend erwiesen ist, da sie sich nur auf sechs Körper beziehen, von denen überdies zwei (Kienrufs und Metall) für die Aufnahme jeder Art von Wärmestrahlen in gleicher Weise empfänglich sind (s. S. 205, 206, Note 1; S. 231, Note 2, Ausnahme; S. 234), also bei einer Frage nicht in Betracht kommen, in der es sich um ungleiche Absorption der von verschiedenen Quellen ausgesandten Wärme handelt.

Die Beobachtungen von Rumford ⁶⁾ und Leslie ⁷⁾

1) Melloni, s. S. 237, Note 2 und S. 230, Note 2.

2) Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 572 bis 575.

3) Baden-Powell, s. S. 231, Note 1. — Melloni, s. S. 231, Note 2.

4) Leslie: *An experim. inq. etc.*, p. 315. — Bar. F. von Wrede: Diese Annal., Bd. 55, S. 175 bis 177.

5) Diese Annal., Bd. 35, S. 575; Bd. 39, S. 563.

6) *Mémoire sur la chaleur*. Deutsche Uebers., S. 111, 123. — 131, 322. — 167, 324. — 196, 199. — Gilb. Ann., Bd. 17, S. 39 bis 41.

7) *An experim. inq. etc.*

sind in dieser Hinsicht nicht entscheidend, weil sie keinen genauen Vergleich verschiedener Körper in Bezug auf Wärmeausstrahlung und Absorption zulassen; eben so wenig die von Ritchie ¹⁾, welche die absolute Gleichheit beider Phänomene darthun sollen, sich aber, so weit sie mitgetheilt sind, nur auf Ruß und Metall erstrecken, von denen bereits gesagt ist, weshalb sie in diesem Falle nicht zu einem allgemeinen Schlusse berechtigen.

3. Die bisher angestellten Versuche geben über eine Frage keinen Aufschluß, deren Beantwortung mir nicht ohne Interesse zu seyn schien, nämlich die:

ob das Ausstrahlungsvermögen eines und desselben Körpers verschieden sey, je nachdem er sich durch Strahlen der einen oder andern Wärmequelle zu einem gewissen Grade erhitzte.

Zur Entscheidung dieser Frage überzog ich feines Papier, das über einen Metallrahmen gespannt war, auf beiden Seiten so dick mit Kienruß, daß eine directe Durchstrahlung der Wärme unmöglich war. Setzte man dieß unmittelbar vor der Thermosäule den Strahlen einer Argand'schen Lampe oder eines auf 80° R. erhitzten Metallcylinders aus, welche direct eine gleiche Wirkung auf das Thermoskop ausübten, so erhielt man gewisse Ablenkungen am Multiplicator, welche durch die Erwärmung der Rußschichten von der einen und ihre Ausstrahlung auf der andern Seite bedingt wurden. Die Wirkung der Absorption war nach früheren Versuchen (s. S. 205, 206, Note 1) beide Male dieselbe. Waren also jene Ablenkungen einander gleich, so mußte auch das Ausstrahlungsvermögen in beiden Fällen dasselbe seyn. Dieß zeigte sich in der That. Die Nadel wich auf 9°,87 ab, man mochte die Strahlen der Argand'schen Lampe oder des erhitzten Cylinders auf die Rußfläche einwirken lassen, vorausgesetzt, daß jede dieser Wärmequellen durch directe Einstrahlung auf die Säule dieselbe Ablenkung von 35° hervorgebracht hatte.

1) Diese Annal., Bd. 28, S. 378 bis 380.

Aehnliches ergab sich, als man Carmin oder schwarzes Papier gegen das Thermoskop ausstrahlen liefs.

Stellte man nämlich das erstere, welches der Wärmequelle zu mit Rufs überzogen war, vor der Säule ein, so erhielt man eine Angabe von $10^{\circ},5$ am Multiplicator, die Erwärmung mochte von der Flamme der Argand'schen Lampe oder der dunkeln Wärmequelle ausgehen, und vertauschte man die genannte Fläche mit schwarzem Papier, welches auf der Seite der erwärmenden Strahlen ebenfalls beruft war, so beobachtete man beide Mal eine Abweichung der Nadel von 10° oder fast 10° , sofern die directe Ablenkung 35° betragen hatte.

Es geht daraus hervor, dafs das Ausstrahlungsvermögen der untersuchten Körper dasselbe ist, so verschiedenartig die Wärmestrahlen auch seyn mögen, von denen die Erwärmung ausgeht.

Die beigefügte Tabelle enthält die Details der Beobachtungen (arithmetische Mittel aus je zwei Zahlen.)

Eingeschaltete, zum Ausstrahlen sich erwärmende Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:	
		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.
Auf beiden Seiten mit Rufsüberzogenes Papier	35°	9,87	9,87	50°	14,50	14,62
Der Wärmequelle zu berufster Carmin . .	35°	10,50	10,50	50°	15,50	15,50
Der Wärmequelle zu berufstes schwarzes Papier	35°	10,00	9,87	50°	14,12	14,25

Um den Versuch noch directer anzustellen, erhitzte ich die ausstrahlenden Körper auch unmittelbar durch die verschiedenen Strahlen.

Zu dem Ende bediente ich mich, statt der auf beiden

Seiten mit Rufs überzogenen Papierscheibe, einer Kohlenplatte, und gelangte dabei zu demselben Resultate, wie vorher. Carmin trug ich auf ein Metallnetz auf, welches den Zweck hatte, die einzelnen Theile desselben zusammenzuhalten, ohne ihre unmittelbare Berührung zu hindern. Setzte man es auf diese Weise vor der Thermosäule den Strahlen der Argand'schen Lampe oder des auf 80° R. erhitzten Metalleylinders aus, welche direct eine gleiche Ablenkung hervorbrachten, so erhielt man in beiden Fällen ungleiche Angaben des Instruments.

Es fragte sich, ob diese Verschiedenheit nur der ungleichen Absorption der Carminfläche für die verschiedenen Strahlen zuzuschreiben sey, oder ob auch ihr Ausstrahlungsvermögen daran Antheil habe.

Hiervon suchte ich mich durch folgenden Versuch zu überzeugen. Ist die Carminfläche der Säule zu mit Rufs überzogen, während auf der andern Seite die genannten Wärmequellen auf sie einwirken, so rühren die am Galvanometer beobachteten Unterschiede (s. S. 332) nur davon her, daß die Carminfläche die Wärme des erhitzten Metalleylinders in höherem Grade als die der Argand'schen Lampe absorhirt. Denn die Ausstrahlung der Kohlenfläche bringt in diesem Falle, wie wir wissen, keine Ungleichheit hervor. Nimmt man aber den Rufsüberzug fort, so daß Carmin sowohl der Thermosäule wie der Wärmequelle zugekehrt ist, so können zwei Fälle eintreten. Entweder bleibt die bezeichnete Differenz der Ablenkungen im Verhältniß zu diesen constant: alsdann hat das Ausstrahlungsvermögen auch beim Carmin keinen Antheil an ihr; oder sie ändert sich: dann ist die ungleiche Ausstrahlung der Carminfläche in beiden Fällen erwiesen. Vergrößert sie sich z. B., so wäre dieß ein Beweis dafür, daß die Carminfläche verhältnißmäfsig besser ausstrahlt, wenn sie durch die Wärme des Metalleylinders, als wenn sie durch die der Argand'schen Lampe erhitzt wird, ähnlich etwa, wie sie jene besser als diese absorhirt.

Die Erfahrung hat für den ersten Fall entschieden. Die

der Säule zu berufste Carminfläche brachte nämlich eine Ablenkung von $9^{\circ},5$ hervor, wenn sie den Strahlen der Argand'schen Lampe, von $10^{\circ},87$, wenn sie denen des erhitzten Cylinders ausgesetzt war. Die Differenz betrug also $1^{\circ},37$. Die frei ausstrahlende Carminfläche bewirkte im ersten Fall dieselbe Abweichung der Nadel von $9^{\circ},5$, im zweiten von $10^{\circ},5$. — Die jetzt, bei gleicher Höhe der Ablenkungen, stattfindende Differenz von $1^{\circ},0$ ist aber von der ersten ($1^{\circ},37$) nur um eine Gröfse verschieden, welche innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler liegt.

Dasselbe war beim schwarzen Papier der Fall. So erhielt man, wenn es auf Seiten der Säule mit Ruß überzogen war, unter den Strahlen der Argand'schen Lampe eine Ablenkung von $10^{\circ},75$, unter denen des erhitzten Cylinders von $10^{\circ},12$; wenn es frei ausstrahlte, für jene eine Ablenkung von $10^{\circ},62$, für diese von $9^{\circ},87$. Im ersten Versuche war die Differenz $0^{\circ},63$, im zweiten $0^{\circ},75$. Beide sind als gleich zu betrachten, und so muß man schliessen, daß auch das Ausstrahlungsvermögen des schwarzen Papiers von der Natur der eingestrahltten Wärme unabhängig ist.

Die folgende Zusammenstellung enthält aufser den angeführten Beobachtungen, welche sich auf eine directe Ablenkung von 35° beziehen, noch andere für eine stärkere Einstrahlung der Wärmequellen, aus denen sich dieselben Resultate ergeben. (Die mitgetheilten Zahlen sind arithmetische Mittel aus je zwei Versuchen.)

Eingeschaltete, zum Ausstrahlen sich erwärmende Fläche	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.		Ablenkung nach dem Einschalten für:		Differenz dieser Ablen- kungen.	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.		Ablenkung nach dem Einschalten für:		Differenz dieser Ablen- kungen.
	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.		die Argand- sche Lampe.	den erhitz- ten Cylin- der.		Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.		die Argand- sche Lampe.	den erhitz- ten Cylin- der.	
Carmin, der Säule zu beruft	35°		9,50	10,87	1,37	50°		13,75	15,62	1,87
Carmin, un- beruft	35°		9,50	10,50	1,00	50°		13,62	15,12	1,50
Schwarzes Papier, d. Säule zu beruft	35°		10,75	10,12	0,63	50°		15,25	14,00	1,25
Schwarzes Papier, unberuft	35°		10,62	9,87	0,75	50°		15,50	14,12	1,38

Unter den Umständen, unter welchen dieselben Körper ein ungleiches Absorptionsvermögen zeigen, ist also ihr Ausstrahlungsvermögen ein und dasselbe, und die bisher bei ungleicher Erwärmung beobachteten Verschiedenheiten sind so nach reine Functionen des ersteren, unabhängig von diesem.

In allen Fällen, in denen die auswählende Absorption gewisser Substanzen aus der Wärmemenge bestimmt werden soll, welche sie dem Thermoskop zuzenden, ist es daher gleichgültig, ob man sie mit Ruß (s. S. 231), Papier (s. S. 233) oder irgend einer andern Substanz überzieht, um ihre Ausstrahlung nach der Säule hin zu vermehren. Man wird dabei innerhalb der Gränzen der mitgetheilten Versuche nie zu fürchten haben, jene Verschiedenheiten durch einen fremden Einfluß zu trüben.

IV. Vergleich der Wärme, welche von verschiedenen Körpern innerhalb gewisser Temperaturgränzen ausgestrahlt wird.

Alle früheren Beobachtungen über die Ausstrahlung haben sich nur mit den *Wärmemengen* beschäftigt, welche von verschiedenen Substanzen bei gewissen Temperaturen ausgesandt werden. Die vorliegende Arbeit hat den Zweck zu untersuchen:

ob sich die Wärme, welche, bei einer und derselben Temperatur oder innerhalb bestimmter Temperaturgränzen, von gewissen Körpern ausstrahlt, als verschiedenartig darstellt, je nachdem sie von dem einen oder andern ausgesandt, oder auf ungleiche Weise in ihnen erregt wird.

Wir besitzen zwei Mittel, die Ungleichheit oder Gleichheit gewisser Wärmestrahlen zu beurtheilen: die Durchstrahlung und die Absorption. So wissen wir, daß verschiedenartige Wärme eine und dieselbe diathermane Substanz in ungleicher Weise durchdringt (s. S. 211 bis 226), oder einen und denselben Körper in ungleichem Grade erhitzt (s. S. 231 bis 232), während gleichartige Wärme weder in dem einen, noch in dem anderen Falle Verschiedenheiten zu erkennen giebt.

Wenn man zwischen beiden Mitteln zu wählen hat, so wird man unbedingt die Durchstrahlung vorziehen, weil sie stets eine feinere Prüfung als die Absorption gestattet. Ich wenigstens habe die Unterschiede, welche sich beim Durchgange verschiedener Wärmestrahlen durch dieselben diathermanen Medien ergaben, immer größer als die bei der Erhitzung gefunden und geringe Nüancen oftmals bei der Durchstrahlung sehr wohl wahrnehmen können, wenn sie für die Erwärmung bereits unmerklich geworden waren.

Daher habe ich auch die vorliegende Frage dadurch zu entscheiden gesucht, daß ich beobachtete, ob die in den verschiedenen Fällen ausgesandte Wärme dieselben diathermanen Körper in ungleichem oder stets in gleichem Verhältniß durchstrahlte.

I. Eine Anzahl *adiathermaner Substanzen* wurde zuerst durch *Leitung* auf 80° R. erhitzt, indem man sie auf Metallwürfel auftrug, welche durch kochendes Wasser bei der genannten Temperatur erhalten wurden. Sollte nun die von verschiedenen Flächen ausgestrahlte Wärme in ihrem Durchgange durch diathermane Körper untersucht werden, so mußte zunächst die directe Einstrahlung jeder derselben die nämliche Ablenkung am Thermomultiplicator hervorgebracht haben, ehe man die zur Prüfung dienenden diathermanen Medien zwischen der Wärmequelle und Thermosäule einschalten konnte. Diefs wurde dadurch erreicht, daß man die erstere so lange näherte oder entfernte, bis die erforderliche Abweichung der Galvanometernadel eingetreten war.

Der Versuch hat zu folgendem Ergebnifs geführt: Hatte die Wärme der unbedeckten Metallfläche durch ein Diaphragma hindurch dergestalt auf die Säule eingewirkt, daß die Nadel des mit ihr verbundenen Multiplicators auf 35° abgelenkt wurde, so ging diese auf $10^{\circ},25$ zurück, wenn man rothes Glas von $1^{\text{mm}},5$ Dicke hinter dem durchbrochenen Schirm auf Seiten des Thermoskops einstellte. Diese $10^{\circ},25$ rührten von der durch das Glas hindurchgehenden Wärme her. Dieselbe Ablenkung erhielt man, wenn statt der Metallfläche, Holz, Porcellan, Papier, Rufs, Bleiweiß oder irgend eine andere Substanz auf das Instrument eingestrahlt hatte.

Aehnliches war bei allen übrigen diathermanen Körpern der Fall. So beobachtete man jedesmal eine Ablenkung von $7^{\circ},17$, wenn man eine Kalkspathplatte von $3^{\text{mm}},7$ Dicke an der Stelle des rothen Glases einschaltete, die directe Einstrahlung, welche die Nadel auf 35° abweichen liefs, mochte von dem erhitzten Metall, Holz, Porcellan, Papier oder irgend einem andern Körper ausgegangen seyn.

Die beigegefügte Tabelle (welche arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen enthält) zeigt, wie groß diese Uebereinstimmung war, wenn man die von elf adiathermanen

Körpern ausgesandte Wärme mittelst rothen, blauen Glases, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps untersuchte.

Dicke in Millimetern.	Eingeschalte Substanzen	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die bei 80° R. ausstrahlenden Körper:										
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.	Tuch.	Pappe.	Schwarzes Papier.	Carmin (dicke Schicht).	Rufs.	Bleiweiß.	Rother venetianischer Lack.
1,5	Rothes Glas	35°	10,25	10,17	10,17	10,17	10,17	10,25	10,25	10,08	10,08	10,17	10,25
1,4	Blaues Glas		9,17	9,08	9,25	9,17	9,17	9,25	9,17	9,17	9,17	9,17	9,17
1,4	Alaun		3,92	4,00	3,83	3,83	3,92	3,92	4,00	3,92	3,83	3,92	3,75
4,4	Steinsalz		20,58	20,66	20,66	20,58	20,66	20,75	20,66	20,58	20,50	20,66	20,58
3,7	Kalkspath		7,17	7,17	7,08	7,17	7,25	7,25	7,25	7,17	7,33	7,17	7,17
1,4	Gyps	35°	8,80	8,66	8,75	8,66	8,80	8,75	8,75	8,75	8,66	8,75	8,75

Eben so wenig waren, wie aus der folgenden Uebersicht erhellt, Unterschiede in der Durchstrahlung bemerkbar, wenn die Oberfläche der ausstrahlenden Körper durch Ritzen modificirt wurde, ungeachtet diefs auf die Menge der ausgesandten Wärme den entschiedensten Einfluss hatte.

Dicke in Millimetern.	Eingeschalte Substanzen.	Ablenkung nach dem Einschalten für, bei 80° R. ausstrahlende											
		Platten von Weißblech				Kupferplatt.		Bleiplatten		Holzplatten			
		spiegelnd.	der Länge nach geritzt.	in doppeltem Sinne geritzt.	wolkig geritzt.	glatt.	in dopp. Sinne tief gravirt.	glatt	in doppeltem Sinne geritzt.	glatt.	geritzt.	rauh.	noch rauher.
1,5	Rothes Glas	10,00	10,25	10,00	10,25	10,08	10,17	10,25	10,17	10,25	10,25	10,25	10,50
1,4	Blaues Glas	9,25	9,25	9,25	9,25	9,17	9,17	9,17	9,17	9,00	9,00	9,00	9,25
1,4	Alaun	3,75	4,00	3,92	3,75	3,92	3,83	3,83	3,92	3,75	3,50	3,50	3,75
4,4	Steinsalz	20,50	20,50	20,75	20,75	20,66	20,58	20,66	20,75	20,50	20,75	20,75	20,50
3,7	Kalkspath	7,25	7,00	7,00	7,25	7,33	7,17	7,17	7,17	7,25	7,25	7,00	7,25
1,4	Gyps	8,75	8,75	8,50	8,75	8,70	8,58	8,70	8,80	8,75	8,50	8,50	8,75

Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.

1,5	Rothes Glas	10,00	10,25	10,00	10,25	10,08	10,17	10,25	10,17	10,25	10,25	10,25	10,50
1,4	Blaues Glas	9,25	9,25	9,25	9,25	9,17	9,17	9,17	9,17	9,00	9,00	9,00	9,25
1,4	Alaun	3,75	4,00	3,92	3,75	3,92	3,83	3,83	3,92	3,75	3,50	3,50	3,75
4,4	Steinsalz	20,50	20,50	20,75	20,75	20,66	20,58	20,66	20,75	20,50	20,75	20,75	20,50
3,7	Kalkspath	7,25	7,00	7,00	7,25	7,33	7,17	7,17	7,17	7,25	7,25	7,00	7,25
1,4	Gyps	8,75	8,75	8,50	8,75	8,70	8,58	8,70	8,80	8,75	8,50	8,50	8,75

Verbindet man hiermit das obige Resultat (S. 218 bis 223), wonach das Verhältniß der durch diathermane Medien hindurchgehenden Wärme constant ist, welche Temperatur der ausstrahlende Körper auch zwischen 25° und 90° R. haben mag, so ergibt sich, *dafs die Wärme, welche innerhalb dieser Temperaturgränzen von den verschiedensten, durch Leitung erhitzten adiathermanen Körpern bei ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgesandt wird, die zu ihrer Prüfung angewandten diathermanen Substanzen auf gleiche Weise durchdringt.*

2. Es fragte sich, wie sich die von den angeführten Körpern ausgestrahlte Wärme hinsichtlich ihres Durchgangs durch diathermane Medien verhalten würde, wenn sie nicht wie in der ersten Beobachtungsreihe durch Leitung, sondern durch *Strahlung verschiedenartiger Wärmequellen* erhitzt werden.

Um dies zu ermitteln, setzte ich die zu erwärmenden Substanzen zuerst den Strahlen einer *Argand'schen Lampe* aus (welche, wie bisher, ohne Glasschornstein angewandt wurde). Die Gröfse der von ihnen gebildeten Schirme reichte hin, die directen Strahlen der Flamme von der Thermosäule zurückzuhalten, so dafs diese nur von denen erreicht wurde, welche ihr die erwärmten Körper selbst durch das Diaphragma hindurch zusandten. Durch Rücken der letzteren oder der Lampe war es dabei leicht, die jedesmalige directe Ablenkung von 35° am Multiplicator hervorzubringen, welche constant blieb, sobald die Schirme ein den Umständen entsprechendes Temperaturmaximum angenommen hatten. Dieser Punkt mußte natürlich abgewartet werden, bevor man die diathermanen Substanzen auf der entgegengesetzten Seite des Diaphragmas vor der Thermosäule einschaltete.

Die ausstrahlenden adiathermanen Körper, welche sämtlich Scheiben von 11^{cm} Durchmesser bildeten, waren im Allgemeinen dieselben, wie bei den ersten Versuchen: Metall, Holz, Porcellan, Leder, Tuch u. s. w. Das schwarze, so wie das mit Carmin bekleidete Papier waren auf einer

Seite mit Rufs überzogen. Ein drittes Blatt war auf beiden Seiten beruſt. Bleiweiſs und rothen venetianischen Lack hatte man auf Metallgitter aufgetragen.

Die Durchſtrahlung der von ihnen ausgehenden Wärme ergab daſſelbe Reſultat wie vorher. Man erhielt auch dieſmal ſtets einen Rückgang der Nadel von 35° auf 10° bis $10^\circ,33$, ſo oft man das rothe Glas, und von 35° auf $7^\circ,08$

Dicke in Milli- metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen- kung durch directe Ein- strah- lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.
1,5	Rothes Glas	35°	10,17	10,17	10,17	10,25
1,4	Blaues Glas		9,08	9,17	9,25	9,08
1,4	Alaun		3,92	3,70	4,00	3,92
4,4	Steinsalz		20,66	20,75	20,66	20,58
3,7	Kalkspath		7,17	7,17	7,17	7,17
1,4	Gyps		35°	8,75	8,75	8,66

Diese Zahlen bleiben auch unverändert, wenn die genannten adithermanen Körper, anſtatt durch die Wärme der Argand'schen Lampe, durch die des auf 80° R. erhitzten Metallcylinders erwärmt werden, wenngleich die Strahlen dieſer beiden Wärmequellen, nach früheren Verſuchen

Dicke in Milli- metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen- kung durch directe Ein- strah- lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.
1,5	Rothes Glas	35°	10,25	10,00	10,25	10,00
1,4	Blaues Glas		9,17	9,25	9,17	9,17
1,4	Alaun		4,00	3,92	4,00	3,92
4,4	Steinsalz		20,66	20,66	20,66	20,66
3,7	Kalkspath		7,17	7,08	7,17	7,25
1,4	Gyps		35°	8,66	8,83	8,83

bis 7°, 17, so oft man die Kalkspathplatte zwischen dem erhitzten Schirm und dem Thermoskop einschaltete, wie jener auch immer beschaffen seyn mochte.

Die nachfolgende Uebersicht zeigt, wie vollkommen die Beobachtungen dieser Versuchsreihe mit denen der ersten (s. S. 354) übereinstimmen.

die durch die Argand'sche Lampe zum Ausstrahlen erwärmten Körper:

Tuch.	Pappe.	Rufs auf d. Seite der Wärmeg., schwarzes Pap. auf d. der Säule od. umgek.	Rufs auf d. Seite der Wärmeg., Carmin auf der Säule oder umgek.	Rufs auf beiden Seiten.	Bleiweiss.	Rother venetianischer Lack.	Ablenkung nach dem Einschalt. für die Strahl. der Argandsch. Lampe.
10,33	10,08	10,25	10,25	10,25	10,00	10,08	22,00
9,08	9,17	9,25	9,25	9,25	9,17	9,08	17,50
4,00	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	4,00	8,50
20,66	20,66	20,58	20,58	20,75	20,58	20,58	28,00
7,17	7,17	7,08	7,17	7,17	7,08	7,08	20,00
8,83	8,75	8,83	8,66	8,75	8,75	8,66	15,00

(s. S. 228, 229, 231, 232), wesentlich von einander verschieden sind.

Die beigefügte Tafel (deren Zahlen, wie die der vorigen, arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen sind), wird diefs als unzweifelhaft darthun:

die durch den heißen Metallcylinder zum Ausstrahlen erwärmten Körper:

Tuch.	Pappe.	Rufs auf d. Seite der Wärmeg., schwarzes Pap. auf d. der Säule od. umgek.	Rufs auf d. Seite der Wärmeg., Carmin auf der Säule oder umgek.	Rufs auf beiden Seiten.	Bleiweiss.	Rother venetianischer Lack.	Ablenkung nach dem Einschalten für d. Strahlen des Metallcylind. von 80° R.
10,17	10,17	10,25	10,17	10,25	10,08	10,08	10,16
9,08	9,17	9,17	9,25	9,25	9,17	9,08	9,18
4,00	3,83	3,92	4,00	4,00	4,00	3,83	3,95
20,66	20,75	20,66	20,58	20,75	20,58	20,66	20,66
7,25	7,17	7,08	7,25	7,25	7,25	7,33	7,20
8,66	8,66	8,83	8,66	8,75	8,75	8,83	8,75

Auch in diesem Falle war es (wie vorher, S. 218 bis 223, 355) gleichgültig, ob sich die ausstrahlenden Körper in höherem oder geringerem Grade erhitzen. Denn der durch die diathermanen Substanzen hindurchgehende Wärmeantheil blieb derselbe, man mochte die directe Ablenkung von 35° dadurch hervorbringen, dafs man die zu erwärmende Scheibe der Wärmequelle näher und vom Thermoskop entfernter oder der Säule näher und von der Wärmequelle in gröfserer Entfernung aufstellte.

Es geht also aus diesen Beobachtungen hervor, *dafs die von verschiedenen Körpern ausgestrahlte Wärme durch die zu ihrer Untersuchung angewandten diathermanen Medien stets in demselben Verhältnifs hindurchgeht, so verschiedenartig die Wärmestrahlen auch seyn mögen, durch deren Absorption sie sich erhitzt haben.*

Wenn es bei diesen Untersuchungen darauf ankam, den Durchgang der von gewissen Körpern *ausgesandten Wärme* durch die zu ihrer Prüfung dienenden Substanzen kennen zu lernen, so konnten zur Erwärmung bei dem angegebenen Verfahren natürlich nicht diathermane Körper benutzt werden. Stellte man sie nämlich, wie in der vorigen Anordnung des Apparats, zwischen der ursprünglichen Wärmequelle, z. B. der *Argand'schen Lampe* und dem Thermoskop auf, so gelangte, neben der von ihnen ausgestrahlten Wärme, zugleich die durch sie hindurchgehende der Flamme zur Säule.

Versuche dieser Art konnten also Nichts zur Entscheidung der Frage, um welche es sich eigentlich handelte, beitragen. Aber sie waren geeignet, die Genauigkeit der Methode selbst zu prüfen, welche die Ungleichheit oder Gleichheit gewisser Wärmestrahlen ermitteln sollte.

Man erhielt nämlich auf die bezeichnete Weise eine Summe von Strahlen, welche sich in ihrer Durchgangsfähigkeit durch diathermane Körper unterschieden ¹⁾, und deren Verhältnifs zu einander von der Natur des Körpers ab-

1) Vergleiche in der ersten Tabelle (S. 356 und 357) die Ablenkungen, nach dem Einschalten, für die erwärmten Körper mit denen für die Argand'sche Lampe.

hing, an dem sie austraten. Ein solches Gemisch verschiedenartiger Wärme mußte daher, je nachdem es der einen oder andern Substanz angehörte, die zur Untersuchung angewandten Medien in ungleichem Grade durchdringen. Es fragte sich, ob diese Verschiedenheiten in der Durchstrahlung, welche die Ueberlegung vorhersagte, am rothen, blauen Glase, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps auch in Fällen bemerkbar seyn würden, in denen sie nur als gering anzunehmen waren.

Das Experiment bestand einfach darin, daß man einen wenig diathermanen Körper, z. B. eine Elfenbeinplatte von 1^{mm},7 Dicke, auf der Seite eines durchbrochenen Schirms aufstellte, auf der sich die Argand'sche Lampe befand, und ihm diese so lange näherte, bis die directe Ablenkung von 35° durch die Gesamtwirkung der von der Elfenbeinplatte ausgehenden und der sie durchdringenden Strahlen hervor gebracht war. Sobald die Nadel auf diesem Punkte zur Ruhe gekommen, wurde die zur Prüfung dienende diathermane Substanz, z. B. das rothe Glas, auf der entgegengesetzten Seite des Diaphragmas vor der Thermosäule eingeschoben. — Man wußte, daß die Strahlen eines Körpers unter 80° R., welche direct die Nadel auf 35° abgelenkt haben, nach ihrem Durchgange durch rothes Glas eine Abweichung von 10° bis 10°,25, und die der Argand'schen Lampe, bei gleicher directer Einwirkung, nach ihrem Durchgange durch das Glas eine Abweichung von 21°,75 bewirken (s. weiter unten die erste Tabelle, S. 360 und 361). Trat also ein Theil dieser Strahlen zu jenen hinzu, um mit ihnen gemeinschaftlich die directe Ablenkung von 35° hervorzubringen, so mußte das Instrument, wenn die Methode der Untersuchung empfindlich genug war, unter diesen Umständen eine andere Abweichung als 10°,25 zeigen, wenn das rothe Glas an derselben Stelle eingeschaltet wurde. In der That war dieß der Fall. Man erhielt eine Ablenkung von 13°,62.

Aehnliches ergab sich in allen übrigen Fällen. So beobachtete man 16°,75, wenn Elfenbein mit schwarzem undurchsichtigen Lack vertauscht wurde, ja selbst noch 11°,62,

wenn man statt dessen eine Metallscheibe anwandte, welche von zwei Nadelstichen durchbohrt war. Je weniger der erste diathermane Schirm die Wärme zurückhielt, welche der zweite hindurchliefs, desto höher mußte die Ablenkung nach dem Einschalten seyn. So ging die Nadel für dasselbe rothe Glas nur auf $27^{\circ},5$ zurück, wenn

Dicke in Milli- metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen- kung durch directe Ein- strah- lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung Metall, von zwei Nadel- stichen durchbohrt.
			die Wärme- strahlen eines adiatherma- nen Körpers zwischen 25° und 80° R.	die Strahlen der Argand'- schen Lampe	
1,5	Roths Glas	35°	10,12	21,75	11,62
1,4	Blaues Glas		9,22	18,60	10,47
1,4	Alaun		3,92	8,67	5,55
4,4	Steinsalz		20,62	29,50	21,37
3,7	Kalkspath		7,22	20,10	17,97
1,4	Gyps	35°	8,75	15,75	9,37

Es ist mir sonach kein Zweifel geblieben, daß sich auch bei den vorigen Versuchen Verschiedenheiten gezeigt haben würden, wenn sie überhaupt existirten.

Bedient man sich statt der Argand'schen Lampe eines *Metalcyinders unter 90° R.*, so müssen alle jene Differenzen wieder verschwinden. Denn die Strahlen der vor ihm aufgestellten Substanzen und die von ihm selbst ausgesandte

Dicke in Milli- metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen- kung durch directe Ein- strah- lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung Metall, von zwei Nadel- stichen durchbohrt.
			die Wärme- strahlen eines adiatherma- nen Körpers zwischen 25° und 80° R.	die Strahlen des Metall- cyinders von 80° R.	
1,5	Roths Glas	35°	10,22	10,10	9,97
1,4	Blaues Glas		9,20	9,20	9,32
1,4	Alaun		3,92	4,05	3,92
4,4	Steinsalz		20,65	20,65	20,77
3,7	Kalkspath		7,00	7,00	7,12
1,4	Gyps	35°	8,70	8,82	8,82

der erste Schirm in farblosem Glase von 1^{mm},9 Dicke bestand.

Die folgende Tabelle stellt die großen Unterschiede dar, welche auch an den übrigen diathermanen Medien hervortraten. (Sie enthält arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen.)

nach dem Einschalten, wenn als erster Schirm angewandt wird:

Seidenes Zeug.	Elfenbein 1 ^{mm} ,7 dick.	Postpapier 0 ^{mm} ,05 dick.	Mit Carmin überzogenes Papier 0 ^{mm} ,15 dick.	Schwarzer undurchsichtiger Lack 0 ^{mm} ,5 dick.	Schwarzes undurchsichtiges Glas 2 ^{mm} ,0 dick.	Farbloses Glas 1 ^{mm} ,9 dick.
19,00	13,62	18,50	17,25	16,75	19,00	27,50
15,10	12,35	15,60	13,85	13,97	16,85	21,60
7,55	7,92	8,30	7,55	3,92	4,42	11,80
26,25	22,25	27,25	24,50	24,00	26,75	31,25
16,60	11,60	15,22	15,35	13,85	13,10	26,85
13,37	11,88	14,00	14,00	12,75	10,62	21,37

Wärme gehen auf gleiche Weise durch die diathermanen Körper hindurch (s. die zweite Tabelle, S. 356, 357), und es muß daher für die Durchstrahlung gleichgültig seyn, in welchem Verhältniß sie mit einander gemischt sind, je nachdem sie an der einen oder andern Platte austreten.

Die nachfolgenden Zahlen (arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen) bestätigen dieß:

nach dem Einschalten, wenn als erster Schirm angewandt wird:

Seidenes Zeug.	Elfenbein 1 ^{mm} ,7 dick.	Postpapier 0 ^{mm} ,05 dick.	Mit Carmin überzogenes Papier 0 ^{mm} ,15 dick.	Schwarzer undurchsichtiger Lack 0 ^{mm} ,5 dick.	Schwarzes undurchsichtiges Glas 2 ^{mm} ,0 dick.	Farbloses Glas 1 ^{mm} ,9 dick.
10,22	9,97	10,10	10,10	9,85	10,10	10,10
9,32	9,20	9,20	9,07	9,20	9,20	9,20
3,92	3,80	4,05	3,92	3,80	3,92	4,05
20,77	20,52	20,77	20,65	20,77	20,65	20,52
7,25	7,00	7,00	7,00	7,12	7,00	7,12
8,82	8,95	8,82	8,82	8,70	8,70	8,82

Man erhält jetzt stets beim Einschalten des rothen Glases eine Abweichung der Nadel von $9^{\circ},85$ bis $10^{\circ},22$; und beim Einstellen des Kalkspaths von 7° bis $7^{\circ},25$, welche Substanz auch den ersten Schirm bilden mag, sofern die directe Einstrahlung der von ihm ausgesandten und der ihn durchdringenden Wärme eine Ablenkung von 35° hervor gebracht hat. — Aehnliches ist beim blauen Glase, Alaun, Steinsalz und Gyps der Fall. Alle jene Werthe differiren aber, so weit sie zusammengehören, nur innerhalb der Beobachtungsfehler.

Ein gleiches Resultat ergibt sich, wenn man die ge-

Dicke in Milli- metern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablen- kung durch directe Ein- strah- lung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Eine adia- thermane Substanz.	Seidenes Zug.	Elfenbein von $1^{\text{mm}},7$ Dicke.	Postpa- pier $0^{\text{mm}},05$.
1,5	Roths Glas	35°	10,08	10,17	10,17	10,08
1,4	Blaues Glas		9,17	9,25	9,17	9,25
1,4	Alaun		3,83	3,92	3,83	4,00
4,4	Steinsalz		20,50	20,58	20,66	20,66
3,7	Kalkspath		7,33	7,25	7,25	7,25
1,4	Gyps	35°	8,70	8,75	8,80	8,75

Die von adiathermanen und diathermanen Körpern ausgesandte Wärme geht also innerhalb der Gränzen dieser Versuche auf völlig gleiche Weise durch die zu ihrer Prüfung angewandten Medien hindurch. Dabei ist es (wie ebenfalls aus den mitgetheilten Werthen hervorgeht) gleichgültig, ob die ausstrahlenden Substanzen (z. B. schwarzer Lack oder weißes Glas) eine gröfsere oder geringere Dicke haben.

Ich habe noch anzuführen, was mich berechtigt, die zuletzt untersuchten Körper, bei denen ich unter den Strahlen der Argand'schen Lampe Verschiedenheiten im Durchgange durch rothes, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps wahrnahm (s. S. 360, 361, I. Tab.), für *diatherman* zu halten.

Niemand wird Bedenken tragen, ein directes Durchdringen der Wärme durch farbloses Glas und die Poren des

nannten *diathermanen Körper* durch *Leitung* unter oder bis 80° R. erwärmt, nachdem man sie auf Metallwürfel aufgetragen hat, welche durch siedendes Wasser zu jener Temperatur erhitzt werden können.

Die beobachteten Zahlen stimmen in diesem, wie in dem vorigen Falle genau mit denen überein, welche früher für *adiathermane Substanzen* erhalten wurden (vergl. die Tabellen S. 354, 356, und 357). Zur Erleichterung des Vergleichs ist eine derselben der folgenden Uebersicht hinzugefügt worden. — (Sie enthält arithmetische Mittel aus je drei Versuchen.)

die bei 80° R. ausstrahlenden Körper:

Carmin (dünne Schicht).	Schwarzes un- durchsichtiges Glas 2mm,0.	Schwarzer Lack		Farbloses Glas			
		dünne Schicht.	dicke Schicht.	1mm,1 dick.	1mm,6 dick.	2mm,2 dick.	3mm,0 dick.
10,08	10,25	1,05	10,25	10,08	10,17	10,17	10,17
9,17	9,25	9,08	9,17	9,25	9,17	9,17	9,17
3,92	3,83	3,92	3,92	4,00	4,00	4,08	3,92
20,58	20,66	20,50	20,66	20,58	20,50	20,75	20,66
7,17	7,08	7,17	7,17	7,08	7,00	7,08	7,17
8,75	8,75	8,75	8,80	8,80	8,75	8,75	8,70

seidenen Zeuges zuzugestehen. Aber es könnte zweifelhaft seyn, ob eine Durchstrahlung im eigentlichen Sinne, wenn auch nur eine diffuse, bei völlig undurchsichtigem Glase und Lack, bei einer Carminschicht, Papier und Elfenbein anzunehmen sey. Dafs dieß in der That der Fall ist, wird die folgende Untersuchung beweisen.

Setzt man irgend einen Körper, ausgenommen Rufs und Metall (s. S. 205, 206 Note 1, und S. 231, Note 2 Ausnahme), vor dem geschwärzten Thermoskop nach einander den Strahlen verschiedener Wärmequellen, z. B. einer Argand'schen Lampe und eines auf 80° R. erhitzten Metallcylinders, aus, welche direct eine gleiche Wirkung auf das Instrument ausüben, so zeigt dasselbe verschiedene Grade an. Diese Differenz der Angaben kann entweder davon herrühren, dafs die eingeschaltete Substanz *adiatherman* ist und sich unter

dem Einfluß verschiedener Wärmequellen in ungleichem Grade erhitzt, oder dafs sie diatherman ist und die verschiedenartigen Strahlen in ungleicher Weise hindurchläßt, oder endlich, dafs die beobachteten Wirkungen auf das Thermoskop theils durch die Erwärmung der Schirme, theils durch die sie durchdringenden Strahlen hervorgebracht werden.

In dem vorliegenden Falle kommt es darauf an, sich mit Bestimmtheit von dem Antheil dieser letzteren zu überzeugen. Zu dem Ende berufe man die eingeschalteten Substanzen auf Seiten des Thermoskops, und hebe so die Durchstrahlung, falls sie stattfinden sollte, auf. Die Verschiedenheiten, welche jetzt beim Einschalten des zu untersuchenden Körpers auftreten, können nur seiner ungleichen Erwärmung zugeschrieben werden. Ist er *adiatherman*, so bleiben diese Unterschiede auch beim Entfernen des Rufsüberzuges dieselben, wie wir früher (S. 350, 351) an einer dicken Carminschicht und am schwarzen Papier gesehen haben. Ist er aber *diatherman*, so gehen darin durch den Zutritt der hindurchgelassenen Wärme mancherlei Veränderungen vor, welche sich am deutlichsten an den Experimenten selbst werden darstellen lassen.

War die Galvanometernadel durch die directe Einwirkung der Wärmequelle auf 40° abgelenkt worden, so stellte sie sich beim Einschalten des der Thermosäule zu berufsten *schwarzen Glases* in Folge seiner Erwärmung auf 12° ein, wenn die Argand'sche Lampe, auf 11° , wenn der dunkle Cylinder auf dasselbe einstrahlte. Dagegen wich sie im ersten Falle auf $16^{\circ},25$ ab, sobald man den Rufsüberzug fortnahm, während die Ablenkung im zweiten Falle dieselbe blieb. Die Differenz der Angaben betrug also für die verschiedenen Wärmequellen am berufstem Glase: 1° , am unberufsten: $5^{\circ},25$. Dies ist ein untrüglicher Beweis, dafs beim Entfernen der Rufsschicht eine Durchstrahlung eintritt, welche für die Differenz der Ablenkungen in demselben Sinne wie die Absorption wirkt.

Beim Einstellen des *schwarzen Lacks* brachten die ver-

schiedenen Wärmequellen eine gleiche Wirkung auf das Instrument hervor, so lange er auf Seiten des letzteren mit Rufs bekleidet war; eine ungleiche, wenn man den Ueberzug abnahm. Diese Ungleichheit kann aber nur dem jetzt gestatteten Durchgang der Wärme zugeschrieben werden.

Schaltete man die dünne, mit Rufs überzogene *Carminschicht* ein, so ging die Nadel von 40° auf $17^{\circ},37$ zurück, wenn jene den Strahlen der Lampe, auf $21^{\circ},25$, wenn sie denen des Metallcylinders ausgesetzt wurde. Beim Abnehmen der Berufung stellte sie sich das erste Mal auf $19^{\circ},63$, das zweite Mal auf $19^{\circ},87$ ein. Der vorher beobachtete, von der ungleichen Erwärmung herrührende Unterschied verschwindet jetzt durch eine Compensation von Durchstrahlung und Absorption, indem diese für die Wärme der Flamme geringer, als für die Wärme des erhitzten Cylinders, jene für die Strahlen des Cylinders geringer, als für die der Argand'schen Lampe ist.

Beim *Postpapier* geht die Differenz der Angaben durch das Entfernen des Rufsüberzuges sogar in die entgegengesetzte über. Während man nämlich durch die Erbitzung des der Säule zu berufsten Papiers unter den Strahlen der Flamme eine Ablenkung von $18^{\circ},37$, und unter denen des dunkeln Cylinders von $21^{\circ},13$ wahrnimmt, beobachtet man am unberufsten im ersten Falle $22^{\circ},25$, im letzteren $20^{\circ},5$. Es tritt also auch dießmal eine Durchstrahlung ein, welche der Erwärmung entgegenwirkt, und in dem Grade überwiegt, daß sie den Einfluß der ungleichen Absorption nicht allein überwindet, sondern sogar ein Umschlagen der Differenz auf die andere Seite herbeiführt.

Dasselbe war beim *Elfenbein* der Fall, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, welche die Details der Beobachtungen enthält (als arithmetische Mittel aus je zwei Versuchen).

Wärmequelle.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach			
		schwarzem Glase 2 ^{mm} ,0 dick.		schwarzem Lack 0 ^{mm} ,5 dick.	
		berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.
Argand'sche Lampe	35°	10,62	14,75	12,75	15,75
Metalleylinder bei 80° R.		8,75	9,50	12,63	13,25
Argand'sche Lampe	35°	12,00	16,25	14,37	18,37
Metalleylinder bei 80° R.		11,00	11,00	14,37	14,63

Alle diese Veränderungen des Unterschiedes der thermoskopischen Angaben beim Entfernen des Rufsüberzuges wären bei adiathermanen Körpern nicht hervorgetreten (s. S. 350, 351).

Sonach ist es erwiesen, daß schwarzes Glas, schwarzer Asphaltlack, eine dünne Carminschicht, Postpapier und Elfenbein unter den bezeichneten Umständen in der That *diatherman* waren.

Die großen Verschiedenheiten, welche sich beim Durchgange durch rothes, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps herausstellen (S. 360, 361, I. Tab.), als man jene

Wärmequellen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung
		rothem Glase 1 ^{mm} ,5.
Ein adiathermaner Körper, zwischen 25° und 80° R. (s. S. 360, I. Tabelle) . . .	35°	10,12
Die Hand, zwischen 23° R. und 28°,5 R.	35°	10,17

Nimmt man hierzu die Erfahrung, daß die strahlende Wärme verschiedener Körper (bei übereinstimmender Intensität) eine und dieselbe Substanz auch in gleichem Grade erwärmt, wie sie eine und dieselbe diathermane auf gleiche Weise durchdringt, so ist das Gesamtergebn dieser Beobachtungen: *daß die von den verschiedensten, bisher untersuchten, festen Körpern bei ungleicher Dicke und ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgesandte Wärme durch*

dem Einschalten von:

mit Carmin überzogenem Papier 0 ^{mm} ,15 dick.		Postpapier 0 ^{mm} ,05 dick.		Elfenbein 1 ^{mm} ,7 dick.	
berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.
14,75	16,75	15,63	19,25	8,75	10,37
17,75	16,87	17,63	18,25	8,87	9,25
17,37	19,63	18,37	22,25	10,00	11,87
21,25	19,87	21,13	20,50	10,87	10,50

Substanzen den Strahlen der Argand'schen Lampe aussetzte, führten also nur von der sie *durchdringenden* Wärme, nicht aber davon her, daß die von ihnen *ausgesandte* in ungleichem Verhältniß durch die genannten Medien hindurchgegangen wäre.

3. Aus den nachfolgenden Zahlen ergibt sich, daß auch die *durch den Lebensproceß entwickelte Wärme*, z. B. die von der Hand ausgestrahlte auf gleiche Weise, wie die früher untersuchten (S. 353 bis 363) von den diathermanen Medien hindurchgelassen wird ¹⁾.

nach dem Einschalten von:

blauem Glase 1 ^{mm} ,4.	Alaun 1 ^{mm} ,4.	Steinsalz 4 ^{mm} ,4.	Kalkspath 3 ^{mm} ,7.	Gyps 1 ^{mm} ,4.
9,22	3,92	20,62	7,22	8,75
9,17	3,92	20,66	7,25	8,66

die uns bis jetzt zu Gebote stehenden Mittel als gleichartig erkannt worden ist, auf welche Weise sie auch, innerhalb der Grenzen dieser Versuche (d. h. zwischen 25 und 90° R.), in ihnen erregt worden seyn mag.

Mit Berücksichtigung dieser Thatsache, wonach ein Kör-

1) Hiermit ist zugleich Forbes's Meinung (diese Annalen, Bd. 51, S. 93) widerlegt, daß die von siedendem Wasser und die von der Hand ausgesandte Wärme als verschiedenartig zu betrachten seyen.

Körper stets *Wärme derselben Art* aussendet, so verschieden immer die ihn erwärmenden Strahlen seyn mögen (s. besonders S. 355 bis 358), erscheint die Bemerkung des ersten Abschnitts erklärlich, dafs auch sein *Ausstrahlungsvermögen*, welches die *Menge* jener Wärme bedingt, unter diesen veränderten Umständen *ein und dasselbe ist* (S. 347 bis 351).

Für die *Bestimmung der specifischen Wärme* ist jenes Resultat nicht ohne Interesse. Absorbirte nämlich das Eis im Calorimeter ¹⁾ die von verschiedenen Substanzen ausgestrahlte Wärme schon innerhalb der bezeichneten Temperaturgränzen auf ungleiche Weise ²⁾, d. h. von einer constanten Wärmemenge einen gröfseren oder geringeren Antheil, je nachdem sie von dem einen oder anderen Körper ausgeht, so würde die geschmolzene Eisquantität kein reines Maafs für die von verschiedenen Substanzen ausgestrahlte Wärmemenge seyn, auf deren Berechnung diese ganze Bestimmung beruht.

Die mitgetheilten Resultate führen ausserdem auf ein *neues Mittel zu untersuchen, ob ein Körper Wärmestrahlen überhaupt hindurchlasse oder nicht.*

Bei den ersten Untersuchungen in dieser Beziehung schlofs man auf die Diathermanität gewisser Substanzen daraus, dafs man, bei ihrem Einschalten vor einer Wärmequelle, Wirkungen auf das Thermoskop erhielt, welche nicht von der eigenen Erwärmung der zwischengestellten Medien herrühren konnten, entweder, weil man diese für das Instrument un wahrnehmbar gemacht hatte, oder weil jene Wirkungen durch die Mittel geschwächt wurden, welche die Absorption erhöhten (s. S. 210, Note 3, S. 226 und 227).

Diese Methode setzte jedoch eine gewisse Stärke der Durchstrahlung voraus, und wäre z. B. in Fällen, wie die

1) Lavoisier und Laplace: *Mém. de l'Acad. des Sciences (à Paris)* 1780, p. 355 seqq.

2) Wie dies bei verschiedenen Wärmestrahlen der Fall ist. (Melloni: Diese Annalen, Bd. 44, S. 357 bis 365.)

oben (S. 359 bis 367) betrachteten, nicht anwendbar gewesen, in denen man es nur mit geringen Antheilen frei durchstrahlender Wärme zu thun hatte. Für diese bediente ich mich daher des bereits (S. 363 bis 367) beschriebenen Verfahrens, d. h. ich untersuchte an den eingeschalteten Substanzen zuerst die Wirkungen der Absorption bei verschiedenen Wärmequellen allein, indem ich die directe Durchstrahlung der Wärme durch einen Rufsüberzug verhinderte, machte alsdann die Durchstrahlung möglich und schloß aus den nun beobachteten Wirkungen, ob sie in der That zur Absorption hinzugetreten war, oder nicht.

Das neue Mittel, welches dem vorigen Nichts an Empfindlichkeit nachgiebt, hat den Vorzug, die zu prüfende Substanz nicht dem Berufen auszusetzen. Es wird sich am deutlichsten an einem Beispiel darstellen lassen.

Gesetzt, man solle entscheiden, ob Elfenbein diatherman ist, oder nicht.

Zu dem Ende erwärme man irgend eine als adiatherman bekannte Platte, z. B. von Holz, Pappe oder Kohle, dergestalt durch die Strahlen einer Argand'schen Lampe, daß ihre Ausstrahlung gegen die Säule durch ein Diaphragma hindurch eine bestimmte Ablenkung, z. B. von 35° am Multiplikator hervorbringt. Darauf schalte man vor dem Thermoskop, diesseits des durchbrochenen Schirms, eine diathermane Substanz ein. Die Nadel weicht alsdann zurück, z. B. beim rothen Glase von $1^{\text{mm}},5$ Dicke auf $10^{\circ},25$. Ebenso wie mit der adiathermanen Fläche verfähre man mit der Elfenbeinplatte. Man bringe sie in eine solche Stellung zur Argand'schen Lampe und zur Thermosäule, daß, wie vorher, eine Abweichung der Galvanometernadel um 35° erzeugt wird, welche in diesem Falle möglicherweise, außer von der Erhitzung der Elfenbeinplatte, von der durch sie hindurchgehenden Wärme der Flamme herrühren kann. Es fragt sich nun, ob die Wärmestrahlen, welche die Nadel unter solchen Umständen auf 35° abgelenkt haben, die diathermane Substanz in demselben Verhältniß durchdringen werden, wie die vorher von der adiathermanen Fläche aus-

gesandten, d. h. ob man auch jetzt z. B. beim Einschalten des rothen Glases einen Rückgang der Nadel auf $10^{\circ},25$ erhalten wird. Ist dies der Fall und in ähnlicher Weise an allen übrigen diathermanen Medien, deren man sich zur Prüfung bedient, z. B. auch beim blauen Glase, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps, so ist auch die Elfenbeinplatte adiatherman. Denn nur dann treten, wie wir wissen (s. S. 356 und 357), keine Verschiedenheiten in dieser Beziehung auf. Gehen aber die Wärmestrahlen das zweite Mal nicht auf dieselbe Weise, wie vorher, durch die diathermanen Körper hindurch, erhält man auch nur bei einer einzigen eine andere Ablenkung nach dem Einschalten wie vorher, so ist dies ein Beweis für die Diathermanität der Elfenbeinplatte. — Die Beobachtung ergab $13^{\circ},62$ beim Einschalten des rothen Glases und ähnliche Verschiedenheiten bei den anderen diathermanen Substanzen (S. 360, 361 I. Tab.). Das Elfenbein war also diatherman. Das Kriterium zur Entscheidung jener Frage ist sonach kurz dies:

»Ist die Wärme, welche an der zu prüfenden Platte austritt, wenn sie den Strahlen einer Argand'schen Lampe ausgesetzt wird, mittelst Durchstrahlung nicht von der Wärme irgend eines als adiatherman bekannten Körpers zu unterscheiden, so ist die Platte selbst adiatherman. Treten Verschiedenheiten auf, so ist sie diatherman.«

Dieser Satz konnte erst aufgestellt werden, seitdem man wufste, dafs die eigene Wärme verschiedener Substanzen dergleichen Unterschiede nicht herbeiführt.

Die Temperatur der verglichenen Körper darf dabei 90° R. natürlich nicht überschreiten (s. S. 222 und 223).

Dafs es nicht gleichgültig ist, ob man sich zu dieser Untersuchung einer Argand'schen Lampe oder irgend einer andern Wärmequelle bedient, ist aus den in der II. Tab. S. 360, 361 mitgetheilten Versuchen zu ersehen, in denen adiathermane und diathermane Körper nicht von einander zu unterscheiden waren, wenn man, bei übrigens gleichem Verfahren, die Argand'sche Lampe mit einem auf 80° R. erhitzten Metallcylinder vertauschte.

»Indefs könnte man auch die gegebene Substanz zuerst

einer Argand'schen Lampe, und dann einer Wärmequelle von 80° R. aussetzen, und untersuchen, ob die in beiden Fällen an ihr austretenden Wärmestrahlen die diathermanen Medien auf gleiche oder ungleiche Weise durchdringen. Im ersten Falle wäre sie adiatherman (vergl. mit einander die Tabellen S. 356 und 357); im zweiten diatherman (vergl. mit einander die Tabellen S. 360 und 361).^a

Wir haben also in der That *ein neues sicheres Mittel zur Entscheidung der Frage nach der Diathermanität eines Körpers* gewonnen, und sind im Stande seine Empfindlichkeit in hohem Grade zu steigern, weil es dabei nicht mehr darauf ankommt, die eigene Wärme der untersuchten Substanz vom Thermoskop fern zu halten, es also gestattet ist, die Wärmequelle beliebig stark auf sie einwirken zu lassen.

II. Ueber die täglichen Veränderungen des Barometers in der heißen Zone; von H. Dove.

(Aus dem Monatsbericht der Acad. 1846. März.)

In einer vor 15 Jahren in diesen Ann., Bd. 22, S. 219 und 493, erschienenen Abhandlung hat der Verf. durch Berechnung der Beobachtungen in Apenrade gezeigt, daß wenn man vom Gesamtdruck der Atmosphäre die Elasticität der Dämpfe abzieht, die nun übrigbleibenden täglichen Veränderungen des Drucks der trocknen Luft eben so wie die der Elasticität des Dampfes eine vierundzwanzigstündige Periode befolgen, und zwar in der Weise, daß die Spannkraft der Dämpfe um dieselbe Zeit ihr Maximum erreicht, wo der Druck der Luft am kleinsten wird und umgekehrt, und daß diese beiden Extreme nahe mit der Zeit der größten und kleinsten täglichen Wärme zusammenfallen. Beziehen wir daher beide getrennte Curven auf eine geradlinige Abscissenaxe, so erscheinen beide ohne Wendungspunkte, nur kehren sie ihren convexen Scheitel nach entgegengesetzten Seiten. Am Barometer aber beobachten wir die Curve der Elasticität des Wasserdampfes bezogen auf die Curve des Drucks der trocknen Luft als Abscissenaxe, und wir erhalten daher eine Curve, welche gegen eine geradlinige Abscissenaxe in der einen Hälfte des Tages ihren convexen, in der andern ihren concaven Scheitel zukehrt.

Stellen sich die täglichen Oscillationen des Barometers dem Meere nahe liegender Orte als ein Interferenzphänomen analog den Quadraturfluthen des Meeres dar, so sind diese Oscillationen im Innern der Continente hingegen ein Coïncidenzphänomen analog den Fluthen der Syzygien. An Orten nämlich, welche fern vom Meere liegen, an welchen also kein bei Tage eintretender Seewind das ergänzen kann, was der Courant ascendant den unteren Schichten an Feuchtigkeit entführt, wird die Curve der Elasticität des Wasserdampfes sich an die Curve des Drucks der trocknen Luft

anschließen, indem beide nach der wärmeren Tageszeit hin sich senken, da sowohl trockne Luft als Wasserdampf durch den aufsteigenden Luftstrom in die Höhe geführt werden und seitlich abfließen. Man hat für einen Ort des entschiedenen Continentalklimas daher zu erwarten, daß das Maximum des Morgens für den gesammten am Barometer gemessenen Druck der Atmosphäre wegfalle, wie es bei Orten in der Nähe der See nur für den von der Elasticität des Wasserdampfs gesonderten Druck der trocknen Luft stattfindet. Diese auffallende Erscheinung tritt nun auch wirklich, wie ich in einer der Academie im Juli 1841 vorgelegten Arbeit (Bericht 1841, S. 254) gezeigt habe, im Innern von Sibirien hervor.

Es ist unmittelbar klar, daß zwischen jenen beiden Extremen des See- und Continentalklimas ein allmäliger Uebergang stattfinden wird, und so zeigt es sich denn in der That. Hr. Kupffer hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß Petersburg dieselben Verhältnisse zeigt als Apenrade, und später haben die stündlichen und zweistündlichen Beobachtungen von Plymouth, Greenwich und Brüssel diefs noch evidentester bestätigt. Mühlhausen, Halle, Prag, München, Ofen entfernen sich von diesen einfachen Verhältnissen immer mehr im Verhältniß ihrer größeren Entfernung vom atlantischen Ocean, während, wie Sabine gezeigt hat, Toronto unmittelbar am Ufer des Ontario und unter den Einfluß der nahe gelegenen Wasserspiegel des Erie- und Huronensees wiederum weit mehr als Prag sich den Verhältnissen der Seeküste anschließt (*Report of the British Association 1844, p. 42*). Diese Uebergangsformen sind daher nicht, wie einige Physiker irrtümlicherweise geglaubt haben, eine Widerlegung der Ansicht des Verf., sondern vielmehr eine evidente Bestätigung derselben, denn wenn die täglichen Barometerveränderungen aus der Zusammenwirkung des Druckes der trocknen Luft- und Dampfatosphäre entstehen, so ist eben von selbst klar, daß sie sich stark modificiren müssen, wenn wir uns von den Küsten in das Innere des Continents begeben. Diefs hat der Verf.

bereits in seiner ersten Abhandlung entschieden ausgesprochen, aus der er daher sich folgende Stelle (Pogg. Ann., Bd. 22, S. 493) zu entlehnen erlaubt: »An allen Orten, wo durch einen lebhaften Courant ascendant mehr Feuchtigkeit nach oben abgeführt wird, als durch die gesteigerte Verdampfung ersetzt werden kann, wo also die Curve der Elasticität des Dampfes an ihrem convexen Scheitel eine Einbiegung erhält, wird das Fallen des Barometers nach dem Minimum des Nachmittags hin stärker seyn als an Orten, wo dieß nicht stattfindet, und es ist wahrscheinlich, daß diese Unterschiede an den einzelnen Orten von der Menge des vorhandenen Wassers und von der Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes abhängen werden. Um nicht mißverstanden zu werden, bemerke ich daher, daß ich über die Modificationen, welche durch diese Bedingung in der Curve der Elasticität des Dampfes entstehen können, mich jeder Vermuthung enthalte. Die bisherigen Berechnungen deuten auf sehr erhebliche Unterschiede für Orte des Continental- und Seeklimas; welches aber die täglichen Veränderungen des Druckes der Dampfatosphäre in einer weiten Sandwüste seyn mögen, möchte, ohne Beobachtungen feststellen zu wollen, ein müßiges Unternehmen seyn.« Daß einige Physiker aus diesen klar ausgesprochenen Worten herausgelesen haben, der Verf. behaupte, alle Erscheinungen seyen genau so, wie in Apenrade, ist ihm vollkommen unbegreiflich, daß er aber die Bestätigung seiner Theorie für das Innere der Continente nicht eher geben konnte, als bis Beobachtungen vorhanden waren, liegt eben so nahe. Dem Verf. schien es nur zweckmäfsig auch hier erst abzuwarten, bis die Natur sich evident ausspricht. Halbe Untersuchungen führen nirgends zu etwas, am wenigsten in der Meteorologie.

Das für die täglichen Veränderungen Gesagte gilt in gleicher Weise für die jährlichen, wie der Verf. ausführlich in der der Academie im October 1842 vorgelegten Arbeit (Bericht 1842, S. 305) gezeigt hat

— Außerdem ist es klar, daß es ein vollkommen vergeb-

liches Unternehmen ist, die Gröfse der täglichen Oscillationen des Barometers ohne Berücksichtigung der hier geltend gemachten Sonderung als eine Function der geographischen Breite darzustellen. Diefs hat Hr. Forbes mit der jeden Naturforscher ehrenden Offenheit anerkannt; indem er im *Meteorological Report* erklärt, seine mühsame, in dieser Hinsicht unternommene Arbeit sey vergeblich gewesen. Auch spricht sich Colonel Sabine ganz eben so darüber aus, als der Verf. es früher (Bericht 1841, S. 284) gethan hatte.

Dennoch fehlte bis jetzt eine wesentliche Prüfung der Ansicht des Verf., nämlich von Orten des tropischen Klimas, wo die täglichen Oscillationen bekanntlich am grössten und am regelmäfsigsten sind. Die Ergänzung dieser Lücke ist dem Verf. erst jetzt möglich. Die der Academie heute vorgelegte Arbeit enthält, ausser weiteren und vollständigeren Belegen für die gemäfsigte Zone, auch die Untersuchung einer ächt tropischen Station, nämlich Javas.

Unter dem Titel: *Vervolg der meteorologische Waarnemingen te Buitenzorg op Java*, enthält das erste Stück des zwölften Theils der *Nieuwe Verhandelingen der eerste Klasse van het Nederlandsche Institut* eine Fortsetzung der mit dem September 1841 beginnenden Beobachtungen des Hrn. Onnen, welche in einem früheren Bande veröffentlicht worden waren. Die Beobachtungsstunden des ersten Jahres waren 6, 12, 3, 6, 12, also zu Untersuchungen der täglichen Oscillation weniger geeignet. In der zweiten Reihe vom October 1842 bis Februar 1844 sind 6, 9, $3\frac{1}{2}$, 10 die Stunden; an welchen Barometer, Psychrometer, Himmelsansicht und Windfahne gleichzeitig beobachtet wurden. Die Sonderung der Luft und Dampfatmosphäre führt zu folgenden Ergebnissen:

J a v a.

Barometer 700^{mm} +.

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	36,80	36,54	35,15	36,02	36,97
Februar	35,62	35,74	34,89	35,29	35,99
März	34,91	34,62	33,73	34,34	35,31
April	35,24	35,00	34,00	34,59	35,89
Mai	34,88	34,68	33,56	34,15	35,27
Juni	35,20	35,08	34,08	34,43	35,46
Juli	35,70	35,53	34,59	34,70	35,90
August	35,94	35,69	34,60	34,95	36,32
September	35,83	35,60	34,38	34,66	35,69
October	36,78	36,63	34,80	35,96	36,80
November	35,63	36,57	34,22	35,08	35,82
December	35,00	35,10	33,68	34,38	35,31

Elasticität der Dämpfe. Millim.

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	18,00	20,17	20,25	19,52	18,45
Februar	18,03	20,56	20,15	19,89	19,06
März	17,41	19,41	19,36	19,33	18,47
April	17,32	20,05	20,26	19,43	18,53
Mai	17,13	19,44	19,83	19,69	18,61
Juni	16,49	18,55	19,59	18,79	18,15
Juli	15,63	16,32	17,44	17,61	17,29
August	16,18	17,60	18,29	18,05	17,65
September	16,13	17,29	17,45	17,79	17,68
October	17,32	18,70	18,17	18,77	18,47
November	17,83	20,03	19,94	18,91	18,36
December	17,55	19,33	19,89	19,28	18,51

Trockne Luft 700^{mm} +

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	18,80	16,37	14,90	16,50	18,52
Februar	17,59	15,18	14,74	16,40	16,93
März	17,50	15,21	14,27	15,01	16,84
April	17,92	14,95	13,74	15,16	17,36
Mai	17,75	15,24	13,73	14,46	16,66
Juni	18,71	16,53	14,49	15,64	17,31
Juli	20,07	19,21	17,15	17,09	18,61
August	19,76	18,09	16,31	16,90	18,67
September	19,70	18,31	16,93	17,87	18,01
October	19,46	17,93	16,63	17,19	18,33
November	17,80	15,54	14,28	16,17	17,46
December	17,45	15,77	13,79	15,05	16,80

Mittel der zweiten Reihe.

	Temp. C.	Baromet.	El. d. D.	Tr. Luft.
Januar	23,79	35,47	18,89	16,58
Februar	24,04	36,15	18,66	17,49
März	24,12	35,24	19,03	16,21
April	24,79	35,61	18,58	17,03
Mai	24,89	34,44	19,33	15,11
Juni	—	—	—	—
Juli	24,34	35,82	17,15	18,67
August	24,69	36,32	18,29	18,03
September	25,03	36,29	17,02	19,27
October	24,98	36,26	17,94	18,32
November	24,66	34,87	18,56	16,31
December	24,73	36,35	18,44	17,91

Barometer 700^{mm} +.

	6.	9.	3½.	10.
Januar	35,91	36,75	35,03	36,68
Februar	36,17	37,05	34,80	36,56
März	34,25	35,06	32,96	34,85
April	35,53	36,44	34,52	35,94
Mai	34,34	35,08	33,49	34,86
Juni	—	—	—	—
Juli	35,83	36,70	34,63	36,10
August	36,34	37,11	35,19	36,63
September	36,35	37,11	35,09	36,60
October	36,21	37,17	35,10	36,57
November	34,76	35,56	33,81	35,38
December	36,28	37,06	35,26	36,79

Elasticität der Dämpfe. Millim.

	6.	9.	3½.	10.
Januar	17,88	19,25	19,68	18,72
Februar	17,74	19,03	19,57	18,29
März	17,82	19,43	20,16	19,08
April	17,36	18,62	19,85	18,49
Mai	17,83	19,12	21,03	19,32
Juni	—	—	—	—
Juli	15,45	16,91	18,23	18,02
August	16,49	17,40	19,15	18,12
September	15,67	16,85	18,07	17,49
October	16,94	18,04	18,76	18,01
November	17,45	18,76	19,31	18,72
December	17,20	18,58	19,51	18,46

Trockne Luft 700^{mm} +.

	6.	9.	3 $\frac{1}{2}$.	10.
Januar	18,03	17,50	15,35	17,96
Februar	18,43	16,02	15,23	18,27
März	16,44	15,63	12,80	15,77
April	18,17	17,82	14,67	17,45
Mai	16,51	15,96	12,46	15,54
Juni	—	—	—	—
Juli	20,38	19,79	16,40	18,08
August	19,85	19,71	16,04	18,51
September	20,68	20,26	17,02	19,11
October	19,27	19,13	16,34	18,56
November	17,31	16,80	14,50	16,66
December	19,08	18,48	15,75	18,33

Durch die Combination beider Reihen sieht man, daß auch hier das bei dem Barometer äußerst deutlich ausgesprochene Morgenmaximum für die gesonderten Atmosphären vollkommen verschwindet, und daß überhaupt in der ganzen Krümmung von 6 Uhr Morgens bis Mitternacht weder in der Curve der trocknen Luft, noch in der der Elasticität des Wasserdampfs sich ein Wendungspunkt zeigt. Die zweite Beobachtungsreihe ergibt nämlich:

	Luft.	Dampf.
6	18,56	17,07
9	17,92	18,36
3 $\frac{1}{2}$	15,16	19,39
10	17,66	18,43
Mittel	17,32	18,31

die erste aber:

	Luft.	Dampf.
6	17,71	17,09
12	16,53	18,95
3	15,08	19,23
6	16,12	18,92
12	17,63	18,27
Mittel	16,61	18,49

also durch Verbindung beider als Abweichung vom Mittel:

	Luft.	Dampf.
6	+1,17	-1,32
9	+0,60	+0,05
12	-0,08	+0,46
3	-1,53	+0,74
3 $\frac{1}{2}$	-2,16	+1,08
6	-0,49	+0,43
10	+0,34	+0,12
12	+1,02	-0,22

Die Beobachtungen von Java beantworten daher die unter den *Problems solved and to be solved* im Jahre 1845 aufgeworfene Frage des aus den HH. Herschel, Whewell, Peacock, Airy, Lloyd und Sabine bestehenden Committee der British Association: *has Mr. Dove's resolution of barometric fluctuation into two elements received any confirmation*, entschieden bejahend.

Zeigen die für Java erhaltenen Resultate auf das Bestimmteste, daß die für die periodischen Veränderungen der gemäßigten Zone gegebene Erklärung auch in der tropischen Zone als ausreichend sich bewährt, so ist doch damit nicht gesagt, daß an allen Stationen derselben das Phänomen in so ungetrübter Einfachheit auftreten wird. Wir besitzen vielmehr bereits Beobachtungen einer Station, wo es sich verwickelter darstellt.

Colonel Sabine hat in einer, bei der Versammlung der Naturforscher in Cambridge vorgelesenen Abhandlung, welche eben unter dem Titel *on some points in the meteorology of Bombay* in London erschienen ist, die Beobachtungen, welche Hr. Buist in dem *Report on the Meteorological Observations made at Colaba Bombay* publicirt hat, in Beziehung auf die täglichen Veränderungen der trocknen Luft- und Dampfatosphäre in der täglichen Periode einer vorläufigen Berechnung unterworfen, aus welcher hervorgeht, daß der Druck der trocknen Luft eine zwölfstündige Periode befolgt, also innerhalb 24 Stunden zwei Maxima und zwei Minima erreicht. Diese Beobachtungen ergaben nämlich im Jahre 1843:

Mittlere Zeit.	Temp. F.	Barom. 29" +.	Dampf.	Trockne Luft.
18	78°,4	0,805	0",750	29",055
20	79,6	0,840	0,766	29,074
22	81,8	0,852	0,771	29,081
0	83,2	0,817	0,768	29,049
2	84,1	0,776	0,795	28,981
4	83,9	0,755	0,800	28,955
6	82,3	0,774	0,802	28,972
8	81,2	0,806	0,801	29,005
10	80,3	0,825	0,780	29,045
12	79,8	0,809	0,775	29,034
14	79,4	0,786	0,766	29,020
16	78,9	0,778	0,761	29,017
Mittel	81°,1	0,802	0",780	29",022

Hr. Sabine macht darauf aufmerksam, daß die beiden Minima des Druckes der trocknen Luft mit dem Zeitpunkt der größten Intensität des Land- und Seewindes zusammentreffen, die beiden Maxima hingegen mit dem Umsetzen des einen in den andern. Hier haben wir es also mit einem complicirten Phänomen zu thun, in welchem secundäre Ursachen mächtig in den Gang der primären eingreifen. Daß diese hier so erheblich werden, möchte sich dadurch erklären, daß das hinter Bombay sich schnell erhebende Land diese localen Luftströme energischer sich entwickeln läßt, als in Buitenzorg, wo der Land- und Seewind ebenfalls sehr regelmäsig sich zeigt, ohne die primären Wirkungen zu verdecken. Die schönen Untersuchungen des Colonel Sykes über das Klima von Dukhun haben längst gezeigt, wie schnell am Abhange der Gebirge sich hier alle meteorologischen Verhältnisse ändern, wie bedeutend also der Gegensatz der Luft über dem Lande und über der See ist.

Die Aenderungen der Richtung und Intensität des Windes sind übrigens auch in der gemäßigten Zone ein Phänomen, welches sich so innig an den Gang der täglichen Wärmeveränderungen anschließt, daß eben dieß innige Anschließen ein schöner Beweis der Richtigkeit der bei der Erklärung der täglichen Oscillationen des Barometers geltend gemachten Principien ist. Da diese Aenderungen des

Windes noch in Ofen sehr merklich sind, und wie Wenckebach neuerdings gezeigt hat, in Holland vielleicht ebenso erheblich hervortreten als in England, wo die registrirenden Anemometer sie zuerst evident herausgestellt haben, so liegt darin eine neue Aufforderung in der Erörterung so verwickelter Phänomene, als das hier betrachtete, durch die Untersuchung einfacher Fälle sich den Weg zu ebenen für die Erläuterung ihrer mannigfachen Complicationen.

Aus den bei der Beobachtung der täglichen Oscillation des Barometers geltend gemachten Gesichtspunkten ergeben sich nun für dieselben folgende Bestimmungen:

- 1) Die täglichen Barometerveränderungen sind eine Erscheinung des Courant ascendant, und als solche unabhängig von den durch horizontale Luftströmungen bedingten sogenannten unregelmäßigen Veränderungen des atmosphärischen Druckes. Unter den Tropen, wo diese letzteren unerheblich werden, treten sie daher unmittelbar innerhalb jeder einzelnen täglichen Periode in die Erscheinung, ausserhalb der Wendekreise erst im Mittel einer größeren Anzahl solcher Perioden durch Compensation in entgegengesetztem Sinne stattfindender größerer unregelmäßiger Veränderungen. Dafs sie aber von diesen auch in jedem einzelnen Falle unabhängig sind, geht daraus hervor, dafs unter den barometrischen absoluten Extremen der unregelmäßigen Veränderungen die niedrigsten Stände sich am häufigsten zur Zeit des täglichen Minimums, die höchsten zur Zeit des täglichen Maximums finden.
- 2) Aufser den von Laplace angedeuteten *dynamischen* Ursachen nämlich:
 - a) der directen Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre,
 - b) dem periodischen Steigen und Fallen des Oceans, als der beweglichen Grundlage derselben,
 - c) der Anziehung des Meeres, dessen Gestalt veränderlich ist, auf sie,
 welche sämmtlich den physischen Ursachen gegenüber

Größen zweiter Ordnung sind, sind die *physischen* Ursachen *primärer* und *secundärer* Art.

Die *primären* Ursachen sind:

- a) Die mit steigender Erwärmung zunehmende thermische Auflockerung der Luft, welche eine Erhöhung der auf das Barometer lastenden Luftsäule, und dadurch ein seitliches Abfließen in den höheren Schichten der Atmosphäre hervorruft. Sie befolgt eine 24stündige Periode.
- b) Die mit steigender Erwärmung zunehmende Verdampfung der flüssigen Theile der Grundfläche der Atmosphäre. Sie befolgt ebenfalls eine 24stündige Periode, und vermehrt zu derselben Zeit den Gesamtdruck, in welcher die erste Ursache ihn vermindert.

Die *secundären* Ursachen sind:

- a) Da in Bewegung begriffene Luft nicht im Moment, wo die bewegende Ursache aufhört, zur Ruhe bestimmt wird, sondern vermöge des Gesetzes der Trägheit diese Bewegung noch eine Zeit lang fortsetzt, bis Widerstand oder andere bewegende Ursachen Ruhe oder eine andere Bewegung erzeugen, so werden die Maxima der Wirkung auf das Barometer im Allgemeinen erst später eintreten als die Extreme der thermischen Ursachen.
- b) Das Abfließen der Luft in den oberen Schichten eines bestimmten Beobachtungsortes influencirt auf die Nebenstationen durch eine gleichzeitige Vermehrung des Druckes an denselben. Im Allgemeinen strömt die Luft in den unteren Schichten nach der Stelle des täglichen Temperaturmaximums, in den oberen von derselben. Doch stellen sich diese Strömungen natürlich nur als Modificationen der jedesmal gerade herrschenden Richtung dar. Die Intensität der unteren Strömung befolgt eine mit der Zunahme der Temperatur übereinstimmende Periode.

- c) Eine auf einem einzelnen Berge, nicht einem Plateau, gelegene Station erhält durch das Aufsteigen unterer Luftschichten eine Vermehrung der über ihrem Barometer befindliche Luftmenge. Hierdurch kann die primäre Wirkung zuletzt vollkommen verdeckt werden, ja eine concave Krümmung der Curve des Druckes in eine convexe verwandelt werden (Buet, St. Bernhard, Rigi, Faulhorn).
- 3) Je größer die tägliche Temperaturveränderung, desto größer ist auch die Wirkung derselben auf den gesonderten Druck der Atmosphäre der trocknen Luft; diese nimmt also zu an demselben Ort vom Winter nach dem Sommer hin, und eben so ab vom Aequator nach den Polen. Die Curve dieses Druckes kehrt innerhalb vierundzwanzig Stunden ihre convexe Seite der Abscissenaxe zu, und hat ihr Minimum um die Zeit des täglichen Wärmemaximums. Nur wo alternirende horizontale Luftströme in der täglichen Periode energisch auftreten, kann, wie es in Bombay der Fall ist, diese Curve innerhalb vierundzwanzig Stunden zwei Maxima und zwei Minima erhalten. Aber auch an anderen Orten wird durch solche secundäre Wirkungen seitlicher Einflüsse verhindert werden, daß der Druck der trocknen Luft zu einer bestimmten Stunde des Tages eine einfache Function ihrer Temperatur sey. Diefs wird stets nur annähernd stattfinden.
- 4) Die Elasticität des Dampfs bildet eine convexe Curve ohne Wendepunkt, wenn hinlänglich Wasser an der Grundfläche vorhanden ist (Apenrade, Plymouth, Greenwich, Brüssel, Toronto), erhält aber bei mehr im Inneren der Continente und fern von großen Süßwasserspiegeln gelegenen Stationen zur Zeit der höchsten Tageswärme eine concave Einbiegung (Mühlhausen, Halle, Prag, Ofen). Periodische, innerhalb des Tages eintretende Niederschläge, wie sie in den heißen Zonen während der Regenzeit oft äußerst regelmäßig sich zeigen, müssen auf die Gestalt der Curve ebenfalls modifi-

- rend einwirken. Abwechslung von Land- und Seewinden steigert die convexe Krümmung der Elasticitätscurve.
- 5) Durch Combination der Wirkungen beider Atmosphären, wie wir sie am Barometer beobachten, können daher drei Fälle eintreten:
- a) eine vollständige Compensation,
 - b) ein Ueberwiegen der Steigerung der Elasticität des Dampfes über die Auflockerung der Luft,
 - c) ein Ueberwiegen der letzteren über die erstere.

Nur der dritte Fall scheint sicher empirisch festgestellt, wenn man die Beobachtungen der Polarexpeditionen nicht etwa dem zweiten zuschreiben will. Aus dem früher Erörterten geht aber unmittelbar hervor, daß die am Meeresufer eine zwölfstündige Periode befolgenden täglichen Oscillationen des Barometers mit zwei gleich weit abstehenden Maximis und Minimis im Innern der Continente (Sibirien) immer mehr in die Form der Curve des Druckes der trocknen Luft mit einem Maximum und einem Minimum in vierundzwanzig Stunden übergehen. Die täglichen Oscillationen des Barometers, welche am Meere ein Interferenzphänomen sind, werden im Inneren der Continente ein Coïncidenzphänomen. Formeln, welche die Größe der täglichen Oscillationen als Function der geographischen Breite darstellen, haben daher nur einen Werth, wenn man Orte des entschiedenen Seeklimas mit einander vergleicht, oder Orte des entschiedenen Continentalklimas.

- 6) Die Größe der täglichen barometrischen Oscillationen ist zunächst eine Function der Größe der täglichen thermischen Oscillation, da sie aber auf beide Atmosphären in ungleichem oder gleichem Sinne wirken kann, so können sehr verschiedene Fälle eintreten:

- a) Sie nimmt ab, wenn die Elasticität der Dämpfe sich mehr steigert als die thermische Auflockerung der Luft. Dies geschieht in Hindostan im Sommer bei dem Eintreten des Südwestmousson (Calcutta, Bombay, Pounah); in Madras hingegen und der ganzen

zen Coromandeküste in den Wendemonaten October und November, wo bei dem Umsetzen des Mousson in die entgegengesetzte Richtung die heftigsten Regen herabstürzen.

- b) Sie nimmt zu, wenn die convexe Krümmung der Elasticitätscurve in den heißesten Tagesstunden eine Einbiegung erhält, wird daher desto erheblicher, je mehr wir uns vom Meere aus in das Innere der Continente hineinbegeben, und an vielen Stellen dieses Uebergangs im Sommer, wo der lebhaftere Courant ascendant mehr Feuchtigkeit nach oben entführt, als von unten ersetzt wird.
- c) Sie bleibt unverändert, wenn die convexe Krümmung der Elasticitätscurve sich eben so steigert, als die concave des Druckes der trocknen Luft. Daraus erklärt sich unmittelbar, warum die Gröfse der täglichen Oscillation sich an Orten der gemäßigten Zone in der jährlichen Periode nicht so stark verändert, als man nach der Aenderung der thermischen Oscillation erwarten sollte. Diese Aenderung der Gröfse ist nämlich für die einzelnen Atmosphären sehr bedeutend, da sie aber für beide in demselben Maafse zunimmt, so bleibt der Unterschied gleich zunehmender Gröfsen nahe derselbe.

Die detaillirten numerischen Belege für die hier ausgesprochenen Sätze, welche hier des Raumes wegen wegbleiben müssen, gründen sich auf Berechnung der dem Verfasser zugänglichen Beobachtungen der Stationen, an welchen gleichzeitig Barometer und Hygrometer beobachtet worden sind. Unberücksichtigt mußten dabei alle die Beobachtungen bleiben, bei welchen aus Mangel an Hygrometerbeobachtungen die Mittel zur Sonderung beider Atmosphären nicht vorhanden waren. Solche Beobachtungen können für hypsometrische Zwecke brauchbar seyn, in Beziehung auf die täglichen Oscillationen haben sie wahrscheinlich nur den Zweck zu zeigen, daß man auf diesem Wege das Problem nicht weiter zu fördern im Stande ist. Diefs

scheint aber bereits so vollständig erwiesen, daß neue Belege unnöthig erscheinen.

III. Ueber das Gesetz für die latente Verdampfungswärme; von Hrn. C. C. Person.

(Compt. rend., T. XXIII, p. 524.)

Im J. 1843 hatte ich die Ehre der Academie eine Abhandlung vorzulesen ¹⁾, worin ich anzeigte, daß die latente Verdampfungswärme gleich sey für Substanzen, die bei gleicher Temperatur sieden, und daß sie bei den übrigen sich nach den Siedpunkten richte. Ich stützte mich hiebei auf vier Bestimmungen von Dulong und von Hrn. Depretz, so wie auf zehn von mir, die, ohne denselben Werth zu besitzen, mir dennoch hinreichend zum Erweise des Gesetzes zu seyn scheinen. In einer der letzten Sitzungen haben die HH. Favre und Silbermann der Academie neue Bestimmungen überreicht, die im Allgemeinen mit dem oben genannten Gesetz übereinstimmen, wie man aus folgender Tafel ersehen kann, wo ich diese latenten Wärmen auf Atomgewichte, bestehend, wie beim Wasser, aus zwei Volumen, bezogen habe. Die Formeln setzen voraus: $O=1$, $H=0,125$ und $C=0,75$. Die Siedpunkte wurden mir von den HH. Favre und Silbermann mitgetheilt:

Substanzen.	Zusammensetzung.	Siedpunkt.	Latente Wärme.	
			Atomgewicht.	Gewichtseinheit.
Aether	$C_4 H_8 O$	35°,6 C.	421,3	91,1
Holzgeist	$C H_2 O$	66,5	527,7	263,8
Essigäther	$C_4 H_4 O_2$	74,0	582,0	105,8
Alkohol	$C_2 H_3 O$	78,4	598,8	208,3
Buttersaures Methylen	$C_3 H_3 O_2$	93,0?	556,5	87,3
Wasser	$H O$	100	603,0	536,0
Ameisensäure	$C_2 H_2 O_4$	100,0	694,0	120,7
Baldrianäther	$C_{10} H_{11} O$	113,0	685,0	69,4
Essigsäure	$C_2 H_2 O_2$	120,0	382,0	101,9

1) Annalen, Bd. 65, S. 426.

S u b s t a n z e n .	Zusammen- setzung.	Siedpunkt.	Latente Wärme.	
			Atomge- wicht.	Gewichts- Einheit.
Baldrianalkohol	$C_5 H_6 O$	132°,0 C.	606,8	121,4
Perpenthinöl	$C_{20} H_{16}$	156,0	584,0	68,7
Fereben	$C_{20} H_{16}$	156,0	571,0	67,2
Citronenöl	$C_{20} H_{16}$	165,0	595,0	70,0
Buttersäure	$C_4 H_4 O_2$	164,0	632,0	114,9
Baldriansäure	$C_5 H_5 O_2$	175,0	660,0	103,5
Kohlenwasserstoff	$C_{12} H_{12}$	198,0	629,0	59,9
Kohlenwasserstoff	$C_{15} H_{15}$	255,0	783,0	59,7
Aethalalkohol	$C_{16} H_{17} O$	360,0 ?	884,0	58,4

Bei Durchsicht dieser Tafel wird man finden, daß die latente Wärme im Allgemeinen zunimmt, so wie der Siedpunkt steigt; indess giebt es Ausnahmen davon, die einer Erklärung bedürfen. Die größte bemerkt man bei der Essigsäure. Sie erklärt sich leicht durch die von den HH. Cahours und Bineau gefundenen Resultate über die Dichte des Dampfes dieser Säure ¹⁾, die beim Siedpunkte eine solche ist, daß das ganze Atomgewicht 7,5, statt 4 Volumen zu entsprechen, nicht einmal 3 entspricht. Nimmt man an, es entspreche 2,5 Volumen, so müßte man $\frac{4}{3}$ des Atomgewichts, d. h. 6, nehmen, um das zwei Volumen entsprechende Gewicht zu haben, und dann würde man 611 für die latente Wärme erhalten, wodurch die Anomalie verschwände.

Im geringeren Grade ist ohne Zweifel dieselbe Berichtigung auf andere Substanzen anwendbar. So scheint für die Buttersäure, die bei 164° C. kocht, die latente Wärme 632 etwas zu klein zu seyn; allein die Dichte ihres Dampfes ist auch grösser gefunden, als es die Rechnung angiebt. Das buttersaure Methylen bietet eine Abweichung in demselben Sinne dar, so daß die Analogie erlaubt, sie derselben Ursache zuzuschreiben. Auch ist zu bemerken, daß die Menge, die ich von dieser Substanz besafs, so gering war, daß über ihren Siedpunkt einige Unsicherheit blieb.

Bei der Ameisensäure erklärt sich der Ueberschuß natürlich durch eine geringe Menge Wasser, welches die HH.

1) Annalen, Bd. 63, S. 593 und 596; Bd. 65, S. 420.

Favre und Silbermann darin fanden. Bei gleichem Gewichte ist die latente Wärme dieser Säure nur ein Viertel von der des Wassers, so daß drei Procent Wasser hinreichen würden, den beobachteten Ueberschuß zu erklären. Indefs fragt sich, ob nicht die Ameisensäure einige Unregelmäßigkeit in der Dichte ihres Dampfes darbiete.

Das Terpenthinöl zeigt eine bedeutende Anomalie, die indess verschwindet, wenn man für die latente Wärme bei der Gewichts-Einheit die von Hrn. Despretz gefundene Zahl 76,8 annimmt. Wahrscheinlich ist dieselbe Berichtigungsweise für die beiden andern isomeren Substanzen gültig.

Kurz, die wichtigsten Anomalien lassen sich erklären, und daraus darf man schliessen, daß bei den in obiger Tafel enthaltenen Substanzen die latente Verdampfungswärme die Ordnung der Siedpunkte befolge. Diefs will sagen, die Wärme, welche erfordert wird, um diese Substanzen unter gleichem Druck zu verdampfen, ist gleich, wenn das erzeugte Volum gleich ist, und sie ist kleiner oder größer, je nachdem das erzeugte Volum kleiner oder größer ist.

IV. *Lösung eines Problems über das Schmelzen der Legirungen; von C. C. Person.*

(*Compt. rend. T. XXIII, p. 626.*)

Die Bestimmung der zum Schmelzen einer Legirung nöthigen Wärme aus der, welche einer ihrer Bestandtheile erfordert, ist ein Problem, welches man beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft noch nicht zu lösen versteht, welches man aber leicht löst mittelst der Principien, die ich die Ehre hatte der Academie in einer früheren Abhandlung auseinandersetzen ¹). Ich will daher als eine Bestätigung dieser Principien hier diese Lösung geben.

1) S. 302 dieses Bandes d. Annalen.

Als Beispiel will ich zunächst die d'Arcet'sche leichtflüssige Legirung nehmen. Ich verstehe darunter diejenige, welche d'Arcet i. J. 1775 beschrieb, und welche sich durch eine merkwürdige Stabilität von mehren anderen leichtflüssigen Legirungen unterscheidet, die oft unter demselben Namen mit ihr verwechselt sind. D'Arcet setzte sie aus 8 Th. Wismuth, 5 Th. Blei und 3 Th. Zinn zusammen, was mit einer auffallenden Genauigkeit 3 Atomen Wismuth, 2 At. Blei und 2 At. Zinn, also $\text{Bi}_3\text{Pb}_2\text{Sn}_2$ entspricht, so dafs d'Arcet zu einer Zeit auf atomistische Verhältnisse verfiel, wo man diese noch nicht kannte.

Viele Legirungen, obwohl nach atomistischen Verhältnissen gebildet, zersetzen sich, wenigstens theilweise, während sie erstarren. Das ist besonders der Fall bei der aus 2 At. Wismuth, 1 At. Blei und 2 At. Zinn oder Bi_2PbSn_2 gebildeten, welche, wie die wahrhafte Legirung d'Arcet's, in siedendem Wasser schmilzt. Die Zersetzung verräth sich im Allgemeinen dadurch, dafs ein in die flüssige Legirung getauchtes Thermometer seinen Gang so verlangsamt, dafs man wohl sieht, es finde hier eine Wärmeentwicklung durch partielle Erstarrung statt. Bisweilen geschieht, wie Rudberg gezeigt hat ¹⁾, die Zersetzung so scharf, dafs man während der Erstarrung zwei feste Punkte unterscheidet, und das ist gerade der Fall bei der falschen Legirung d'Arcet's, deren ich eben erwähnte. Was die wahre betrifft, so bleibt sie während ihrer Erstarrung stabil und besitzt bei 96°C . einen recht festen Erstarrungspunkt. Uebrigens kann man die stabilen Legirungen ohne Thermometer erkennen. Sie bleiben nämlich, wie die reinen Metalle, bis zu ihrem Erstarrungspunkt vollkommen flüssig; die Kruste, welche sich an den Wänden des Tiegels bildet, ist hart, krystallisirt nett und läfst sich mit dem Rest nicht zu einem Teige vermengen. Die Legirungen dagegen, die sich zersetzen, nehmen, ehe sie hart werden, eine teigige Consistenz an, was andererseits seinen Vorthail haben kann, wie man diefs an dem Bleigieserloth sieht, welches inner-

1) Annalen, Bd. 18, S. 240.

halb eines Intervalls von 76 Graden so teigig bleibt, daß man es nach Art des Gypses (*plâtre*) anwenden kann.

Bei den Legirungen, die sich beim Erstarren zersetzen, hält es begreiflich schwer genau zu wissen, was die Schmelzwärme sey. Ich habe daher mit stabilen Legirungen gearbeitet, und zunächst mit der eben erwähnten d'Arcet'schen. Nachdem ich gefunden, daß man 14,3 Wärmeeinheiten (*calorie*) zum Schmelzen von 1 Grm. Zinn gebraucht, 12,4 zu dem von 1 Grm. Wismuth und 5,15 zu dem von 1 Grm. Blei, fragte ich mich, wie viel man zum Schmelzen von 1 Grm. der Legirung gebrauchen werde. Macht man die Rechnung nach der allgemein angenommenen Idee, daß die latente Wärme eine constante Gröfse sey, so findet man 10,4 Wärmeeinheiten. Wenn man aber den Versuch anstellt, so findet man nur 6. Dieser ungeheure Unterschied läßt sich unmöglich Beobachtungsfehlern zuschreiben, wenn man mit 400 oder 500 Grammen arbeitet. Im Gegentheil stimmt das Finden einer zu kleinen Gröfse sehr gut mit dem in meiner Abhandlung ausgesprochenen Grundsatz, daß der Wärmeverbrauch zum Schmelzen eines Körpers variire mit der Temperatur, bei welcher das Schmelzen geschieht, so daß dieser Verbrauch kleiner ist, wenn der Körper bei einer niedrigeren Temperatur schmilzt. Deshalb schmelzen Zinn, Wismuth und Blei bei 96° statt bei 235°, 270° und 332. Nimmt man jenen Grundsatz an, so hat es nichts Auffallendes, daß 6 Wärmeeinheiten statt 10,4 ausreichen, nimmt man ihn aber nicht an, wie will man diesen kleineren Wärmeverbrauch erklären? Ich sehe kein anderes Mittel als einen gegenseitigen Einfluß der Metalle zu Hülfe zu nehmen, Molecularattractionen, die ohne Zweifel einen Antheil an dem Phänomen haben, aber da sie nicht meßbar sind, nur eine vage Erklärung liefern. Dagegen gelangt man zu einer scharfen und numerischen Erklärung, wenn man von dem oben genannten Grundsatz ausgeht, denn dieser sagt nicht nur, daß der Wärmeverbrauch um so geringer sey als das Schmelzen bei einer niedrigeren Temperatur geschieht, sondern läßt diesen Ver-

brauch auch numerisch bestimmen. Freilich ist die Formel $(160 + t)\delta = l$, welche dieser Verbrauch liefert, bisher nur an nicht-metallischen Substanzen, wie Wasser, Schwefel, Phosphor, Salze, bewährt; allein aus der Probe, welcher wir sie unterwerfen werden, geht hervor, daß sie auch für Metalle gültig ist.

In dieser Formel ist t die Temperatur, bei welcher das Schmelzen geschieht, z. B. 332° für das Blei, wenn es allein schmilzt; sie beträgt nur 96° , wenn es in der d'Arce't'schen Legirung schmilzt; l ist der zum Schmelzen erforderliche Wärmeverbrauch, eine mit t veränderliche Zahl von Wärmeeinheiten; endlich ist δ der Unterschied $C - c$ der specifischen Wärmen im flüssigen und starren Zustand. Es handelt sich hier, wie ich gezeigt habe, um den flüssigen Zustand im Fall der Ueberschmelzung, was für die Metalle bewirkt, daß man C nicht durch einen directen Versuch haben kann. Allein die Formel selber giebt diesen Werth oder einfacher den von δ , wenn man darin zwei zusammengehörige Werthe von t und l setzt. Für das Zinn z. B. hat man $t = 235$ und $l = 14,3$, woraus $\delta = 0,0362$. Aus diesem Werth von δ ist leicht, die zum Schmelzen des Zinns bei irgend einer Temperatur, z. B. bei 96° , erforderliche Wärmemenge zu berechnen, und man findet somit 9,3 Wärmeeinheiten. Durch dieselbe Rechnung findet man für das Wisnuth 7,382 und für das Blei 2,7. Jetzt hat man nur noch diese drei Zahlen proportional der Menge eines jeden Metalls in der Legirung zunehmen. Dadurch erhält man etwas weniger als 6,3 Wärmeeinheiten, was mit dem Versuch, der 6 giebt, auffallend übereinstimmt. Der Unterschied von 0,3 ist klein genug, um ihn Beobachtungsfehlern zuzuschreiben, wenn man erwägt, wie viele Data in die Aufgabe eintreten; überdies ist möglich, daß der gegenseitige Einfluß der Metalle das durch die Formel $(160 + t)\delta = l$ ausgedrückte Gesetz etwas abändere.

Eine ähnliche Prüfung habe ich für die Legirung Pb Sn_2 Bi vorgenommen; sie schmilzt bei 145° , und ihre specifische Wärme im starren Zustande ist von Hrn. Regnault be-

stimmt worden. Für die latente Wärme giebt die Rechnung 7,85 Einheiten und der Versuch 7,63, so dafs der Unterschied also nur 0,2 Wärmeeinheiten beträgt; diels ist nur $\frac{1}{30}$ der zu messenden Gröfse.

Diese Legirung ist nicht so stabil bei verschiedenen Temperaturen, wie d'Arcet's Legirung; sie hat keinen so scharfen Erstarrungspunkt wie letztere. Ich beschäftige mich mit Untersuchung der wahrhaft stabilen Legirungen, um diese Prüfungen zu erweitern. Das Verfahren der Untersuchung ist ganz einfach. Das Bleigieserloth z. B., bestehend aus 1 At. Zinn und 1 At. Blei, zeigt statt eines Erstarrungspunktes eine lange Erstarrungslinie, d. h. die Erstarrung geschieht, statt bei einer bestimmten Temperatur, innerhalb eines sehr grofsen Temperatur-Intervalls. Füge ich ein Atom Zinn hinzu, so zieht sich dieses Intervall zusammen, füge ich noch eins hinzu, so reducirt sich das Intervall beinahe auf einen Punkt, nämlich $183^{\circ},7$. Ich habe sonach PbSn_3 , welches ich als stabil betrachte. Das Verfahren läuft also darauf hinaus, dafs man, geleitet durch den Gang des Thermometers bei der Erstarrung, gewisse Mengen in atomistischen Verhältnissen hinzusetze.

Kurz man sieht, dafs es möglich ist, die zum Schmelzen einer Legirung nöthige Wärme zu bestimmen, wenn man die für jeden der Bestandtheile erforderliche kennt. Die Lösung dieser Aufgabe bestätigt natürlich die Folgerungen, die ich aus meinen Versuchen über die Schmelzung gezogen habe, namentlich das durch die Formel $(160+t)\delta=l$ ausgedrückte Gesetz.

V. *Versuch einer Erklärung der Büschel, die mit bloßem Auge im polarisirten Lichte sichtbar sind;*

von *Hrn. J. T. Silbermann.*

Assistenten von Hr. Pouillet.

(*Compt. rend., T. XXIII, p. 629.*)

Die meisten Physiker sahen oder kennen schon die gelben Büschel, welche das polarisirte Licht dem bloßen Auge zeigt. Diefes Phänomen ist vor einiger Zeit von Hr. Haidinger in Poggendorff's Annalen beschrieben worden ¹⁾, wo Derselbe, nach Anführung der berühmten Physiker, die auf dem Felde der Lichtpolarisation eine so reiche Ernte gethan haben, hinzufügt: »Hin und wieder bleibt wohl noch eine kleine Aehrenlese, und als Beitrag zu solcher dürfte ein directes Erkennen des polarisirten Lichts mit bloßem Auge, ohne ein Instrument oder irgend ein Werkzeug zu Hülfe zu nehmen, nicht uninteressant seyn.« Hr. Haidinger hat das Phänomen hinsichtlich seiner Anwendung auf Krystallographie sehr ausführlich behandelt, scheint aber, was seinen Ursprung betrifft, dasselbe noch nicht genugsam analysirt zu haben.

Ich werde versuchen hier eine solche Analyse zu geben, und dem Urtheile der Physiker und Physiologen der Academie zu unterwerfen. Zunächst will ich auseinandersetzen, worin das Phänomen besteht, und wie man es am leichtesten beobachtet.

Betrachtet man den Himmel oder weiße Wolken, oder irgend ein weißes oder blaß violette, nicht zu stark beleuchtetes Feld und bringt rasch ein Nicol'sches Prisma vor das Auge, so gewahrt man dadurch ein eigenthümliches Phänomen an eben dem Ort, wo der Gesichtsstrahl endet, ohne übrigens zu suchen oder das Auge anzustrengen.

Dreht man nun das Prisma, während man immer hin-

1) Bd. 63, S. 29; Bd. 67, S. 435; Bd. 68, S. 73 und 305.

durchsieht, rasch um etwa 90° um seine Axe, so wird man mit Erstaunen wahrnehmen, dafs das Phänomen sich auch dreht, um eben so viel als man das Prisma gedreht hat, so dafs es immer die Richtung der grofsen Diagonale von der dem Auge zugewandten Fläche des Prismas behält.

Was man sieht besteht aus zwei sehr blaßgelben Flecken, die beim ersten Male gewöhnlich sehr schwer wahrzunehmen sind, und die, einmal gesehen, fast vollständig verschwinden, wenn man sie zu lange betrachten will, die man aber nach einer plötzlichen Bewegung sogleich wieder erblickt, sey es, dafs man das Auge aufs Neue vor das Prisma bringt, oder dafs man dieses, wie eben gesagt, um seine Axe dreht.

Diese beiden Flecke liegen in Richtung der grofsen Diagonale, haben zwischen ihren äußersten Rändern einen Winkel von 5° bis $5^\circ,5$ und zwischen sich von ungefähr $1^\circ,5$. Näher betrachtet scheinen sie blofs durch eine Art von Zusammenschnürung getrennt, hervorgebracht durch die gegenüberstehenden Stücke des Feldes, das sein ursprüngliches Ansehen behalten hat, und sie besitzen die Gestalt zweier Büschel, deren verwaschene Ränder gerade dort, wo der Gesichtsstrahl endet, und wo zugleich der mittlere Punkt zwischen beiden Flecken ist, fast den Zusammenhang verlieren. Von dieser Gestalt hat das Phänomen den Namen *Büschel* (*houppes, verges, aigrettes*) erhalten.

Bekanntlich fängt das Nicol'sche Prisma die ordentlichen Strahlen auf, und läßt nur die außerordentlichen hindurch, und die Polarisationsebene dieser letzteren Strahlen liegt in der grofsen Diagonale vom Querschnitt des Prismas. Diefs Zusammenfallen der Richtung der Flecken mit der Polarisationsebene ist für Hrn. Haidinger ein Mittel gewesen, die Richtung der Polarisationsebene irgend eines polarisirten Lichts unmittelbar zu erkennen, mag nun dieses Licht von einem Nicol'schen Prisma, von einem schwarzen Spiegel, von einem doppeltbrechenden Prisma (welches die Erscheinung in jedem Bilde giebt, aber winkelrecht auf einander, wie das seyn mufs, da die Polarisationsebenen der

ordentlichen und außerordentlichen Strahlen sich rechtwinklich kreuzen), oder endlich von einem Turmalin, oder dem polarisirten blauen Himmel herkommen.

Man begreift, wie nützlich diese Beobachtung beim Studium der Krystalle seyn könne, auf welches Hr. Haidinger sie insbesondere angewandt hat. Ein aufmerksames und geübtes Auge sieht selbst quer gegen die vorige Richtung der Büschel, d. h. in der Polarisationsebene des ordentlichen Strahls, und mit dem früheren Phänomen von demselben Mittelpunkt ausgehend eine schwache blauviolette Farbe complementär zu dem Gelb der Flecke. Diese complementäre Farbe hat gleiche Gestalt wie die gelben Flecke, ist aber sehr schwer zu sehen.

Diese verschiedenen Erscheinungen ließen mich vermuthen, daß das Ganze sich durch die Methode nachahmen lassen werde, deren man sich für gewöhnlich zum Beobachten der Farben bei Krystallen in den Polarisationsapparaten bedient. Die Methode besteht bekanntlich darin, daß man den zu prüfenden Krystall zwischen zwei polarisirende Apparate bringt, also z. B. zwischen zwei Nicol'sche Prismen. Ist der Krystall z. B. eine Kugel von gekühltem Glase und sind die Polarisationsebenen beider Prismen einander parallel (der Fall der Nicht-Auslöschung des Lichts), so sieht man gleichfalls in der Mitte eine gelbe Farbe, denn bekanntlich fangen alle diese Färbungen mit einem Strohgelb an. Dreht man das Ocularprisma um 90° , so wird diese Farbe durch Violett, ihre complementäre, ersetzt.

Bekanntlich giebt es fein geaderte oder gestreifte Agate, die das Licht ziemlich gut polarisiren. Ersetzt man das Ocularprisma durch einen solchen Agat, so sieht man im Allgemeinen nichts am Phänomen geändert, ausgenommen, daß die Polarisationsebene des Agats den Streifen parallel ist.

Fänden wir, statt dieses parallel gestreiften Agats, einen, dessen Streifen, statt parallel zu seyn, von einer centralen Axe aus ringsum fortgingen, und bedienten wir uns

desselben wie des vorhergehenden, so würden wir das Phänomen der Haidinger'schen Lichtbüschel sehen, nur vermuthlich intensiver.

Es scheint also, als ersetze unser Auge zugleich das gekühlte Glas und den strahlenförmig gestreiften Agat.

Ich war sehr begierig zu sehen, ob diese Ansicht gegründet sey, ob wir in der That in unserem Organ einen durchsichtigen Körper finden können, der, wie das gekühlte Glas, die Eigenschaft des Doppelbrechens besitze. Allein die Krystalllinse genügt vollständig dieser Bedingung, denn nach den entscheidenden Versuchen des Hrn. Brewster mit Krystallinsen von Thieren erzeugt sie chromatische Polarisation wie unser gekühltes Glas.

Ich habe diese polarisirende Wirkung der Krystalllinse durch den Versuch bestätigt. Es leidet also keinen Zweifel, dafs der Effect der Linse das gekühlte Glas im vorhergehenden Versuch ersetzt. Allein, wie ist im Auge ein Instrument zu finden, welches das ihm durch die Krystalllinse modificirt zukommende polarisirte Licht analysirt? oder wie ist der von dem Versuch mit dem Agat geforderte eigenthümlich gestaltete Polarisator nachzuweisen, welcher der Bedingung genügt, auf alle von der ursprünglichen Polarisationsebene annehmbare Azinuthe anwendbar zu seyn, und zugleich ein Intervall ohne Wirkung übrig zu lassen, was zur Erzeugung zweier getrennten Büschel nöthig ist, während das gekühlte Glas und der Agat nur einen und denselben Fleck von analogem Gelb gäben.

Man wird schon errathen, dafs meine Voraussetzung die seyn müsse: es befinde sich im Auge hinter der Krystalllinse ein Gewebe, gebildet aus strahlenförmig, nach allen Richtungen von der Axe fortlaufenden Fasern, oder eius, dessen Totaleffect ein solcher, und dem des angenommenen Agats mit divergirenden Lamellen oder Fibern analog sey.

Um diese Voraussetzung zu bewähren, konnte ich mich an Keinen besser wenden, als an den geschickten Physiologen Hrn. Papenheim, welcher sich speciell mit der Ana-

tomie und der mikroskopischen Untersuchung der verschiedenen Theile des Auges beschäftigt.

Hr. Papenheim zeigte mir an Krystalllinsen von Thieren verschiedener Klassen, dafs diese strahlenförmig faserige Structur von der Natur auf die entschiedenste Weise verwirklicht sey, und dafs sie der Krystalllinse selbst in deren ganzen Tiefe angehöre, ohne sie in der Hyaloïd-Kapsel zu suchen, welche sie einhüllt und von filzigem Gewebe ist. Der hintere Theil der Krystalllinse dient demnach als Analysirer für den vorderen, oder vielmehr das polarisirte Licht wird durch die ganze Dicke der Krystalllinse zugleich modificirt und analysirt.

Ueberdies zeigte er mir, dafs die Krystalllinse nicht nur ein von der Nachbarschaft der Axe nach allen Richtungen divergirendes faseriges Netz darbietet, sondern dafs sich in der Glasfeuchtigkeit, welche die Kammer zwischen der Krystalllinse und der Retina ausfüllt, membranöse concentrische Schichten befinden, welche im frischen Zustande sichtbar sind, und sich nach Art faseriger Membranen zerreißen lassen, Wände bildend, die, wie er vermuthet, diese Kammer in verschiedenen Richtungen durchziehen, um sie in Art von spindelförmigen Räumen abzutheilen. Auch nach dieser Betrachtungsweise würde die allgemeine oder resultirende Anordnung der faserigen Scheidewände eine Masse seyn, deren Projection die Form von strahlenförmigen Netzen darböte. Hr. Papenheim, lebhaft interessirt für diese eigenthümliche Organisation der Glasfeuchtigkeit, die vielleicht vom optischen Experiment gefordert würde, falls die Krystalllinse allein das von ihm modificirte Licht nicht hinreichend analysiren könnte, hat sich vorgenommen, in Betreff dieser Structur neue Untersuchungen zu machen.

Wie dem auch sey, ich glaube bewiesen zu haben, dafs das Auge für sich hinreicht, einen Apparat zu constituiren, der das Licht erst zu polarisiren und dann zu analysiren vermag. Denn aufer der Krystalllinse kann hier die durchsichtige Hornhaut, wie alle organische Gewebe, die Rolle einer doppeltbrechenden Substanz spielen. Ich habe dies

an der Cornea des Ochsens bestätigt gefunden; sie gab mir polarisirtes Licht von sehr merklichen Farben, die der der Lichtbüschel analog waren.

Die polarisirende und analysirende Eigenschaft der dünnen Platten des parallel faserigen oder blättrigen Agats ist durch Hrn. Brewster und durch Alle, die sich mit der Optik beschäftigten, aufser Zweifel gesetzt worden. Herr Babinet hat, glaube ich, zuerst auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dafs die Polarisationsebene des durchgelassenen Lichts parallel ist der Richtung der Fasern, übereinstimmend mit dem Resultat seiner Untersuchungen über die Wirkung der faserigen Mittel auf das natürliche Licht.

Ich betrachte demnach die strahligen Fasern der Krystalllinse als einen natürlichen Analysirer in allen möglichen Richtungen. Der Anblick der Figuren, welche in dem grossen Werke von Thomas Young die organische Structur der Krystalllinse darstellen und Hr. Babinet die Güte hatte mir zu zeigen, hat mich in meiner Betrachtungsweise vollends bestärkt. Allein das Bemerkenswertheste in meiner Erklärung ist, dafs der Mittelpunkt der strahligen Fasern der Krystalllinse nicht auf das polarisirte Licht wirken muß. Erst in einem gewissen Abstand diefs- und jenseits dieses Punkts äufsert sich die Wirkung des strahligen Gefüges, und diefs erklärt den doppelten Farbenraum, den doppelten Büschel, welchen ein Agat oder ein parallel faseriges Gewebe immer einfach hervorbringen würde, und nicht unterschiedlos in allen Richtungen, wie es das Auge zufolge meiner Erklärung thut.

Aus Vorstehendem glaube ich kann man folgern:

1) Dafs die durchsichtige Hornhaut und der vordere Theil der Krystalllinse, wie deren ganze Masse, eine doppeltbrechende Structur besitzen und die gewöhnlichen Farben der chromatischen Polarisation zu geben fähig sind.

2) Dafs die strahlig-faserige Structur der Krystalllinse uns einen Analysirer darbietet, der seine Wirkung in allen möglichen Richtungen ausüben muß, und dabei in der Mitte einen neutralen Raum übrig läfst, wo das Licht des Feldes nicht polarisirt wird, und folglich farblos bleibt.

3) Dafs möglicherweise die gleichfalls strahlige, zellige und faserige Structur der Glasfeuchtigkeit eben so wirke, wie die Structur der Krystalllinse.

4) Dafs bei Annahme dieser Hypothese begreiflich wird, wie nothwendig, wenn das Auge auf ein hinreichend polarisirtes Feld gerichtet wird, zwei farbige Büschel erscheinen müssen, mit complementären Farben in rechtwinklichen Richtungen, und wie dies Phänomen sich gleich bleiben mufs, in welches Azimuth man auch die Polarisationsebene drehe.

5) Endlich, dafs es auch keine Schwierigkeit mehr habe, den merkwürdigen Umstand zu erklären, dafs nicht alle Augen gleich fähig sind, das Haidinger'sche Phänomen zu sehen, oder, wenn man will, hervorzubringen.

VI. Ueber eine Abänderung des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel; von Dr. Botzenhart in Wien.

(Aus einem Briefe an Hrn. Arago. — *Compt. rend.*, T. XXIV,
p. 43.)

Hält man eine dichroskopische Lupe ¹⁾ dergestalt, dafs die beiden Bilder über einander erscheinen, betrachtet so ein weisses Papier, und fixirt während einiger Augenblicke und ausschliesslich bald das eine, bald das andere Bild, so erblickt man, nach einigem Wechsel, die Haidinger'schen Büschel sehr gut.

Ich will nun zu der Abänderung dieses Phänomens übergehen. Bringt man zwischen das Auge und die dichroskopische Lupe eine winkelrecht gegen die Axe geschnittene Quarzplatte und betrachtet wie eben gesagt, so sieht man:

1) Eine Ablenkung in der Richtung der Büschel, eine mehr oder weniger grosse, nach der Linken oder Rechten, je nach der Dicke der Platte und je nachdem der Quarz

1) Annalen, Bd. 65, S. 4.

die Polarisationssebene nach der Linken oder Rechten dreht. Von dieser Ablenkung kann man sich überzeugen, wenn man abwechselnd die Quarzplatte schnell fortnimmt und wieder hinstellt. Nimmt man zwei Quarzplatten von gleicher Dicke, aber eine rechts- und eine linksdrehende, und bringt beide zwischen Auge und Lupe, so behalten die Büschel die Richtung, welche sie ohne Platten hatten.

2) Aufser den gelben und violetten Büscheln sieht man auch, wenn man sich einer dünnen Platte bedient, *rothe* und *grüne* Büschel, kann also gleichzeitig Büschel von vier verschiedenen Farben erblicken. Die Büschel von gleicher Farbe liegen in den beiden Bildern der Oeffnung senkrecht über einander. Es giebt Platten, welche nur die rothen und grünen Büschel zeigen, andere, welche nur gelbe und violette darbieten, und noch andere, welche zugleich gelbe, violette, rothe und grüne sehen lassen. Alles dieses hängt von der Dicke der Platten ab.

Die Erklärung dieses Phänomens beruht, glaube ich, auf der Eigenschaft des Quarzes, die Polarisationssebene des geradlinig polarisirten Lichts zu drehen; und da der Ablenkungswinkel verschieden ist nach der Farbe des Strahls, so leuchtet ein, daß die verschiedenfarbigen Strahlen nach ihrem Durchgang durch die Platte in verschiedenen Ebenen polarisirt sind; und da wir sie getrennt wahrzunehmen vermögen, so muß man, glaube ich, unserem Auge eine bisher unbekannte Eigenschaft zuschreiben, nämlich die, die Richtung der Aetherschwingungen gewissermaßen sehen zu können, eine Eigenschaft, die für die Physik des Auges nicht weniger interessant ist als die, die relative Menge der Schwingungen oder, anders gesagt, die Farben empfinden zu können.

VII. *Ueber die Abänderungen des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel;*

von *Hrn. J. T. Silbermann.*

(*Compt. rend., T. XXIV, p. 114.*)

Hr. Haidinger glaubt, die Richtung der gelben Büschel zeige die der Vibrationsbewegung des Lichtes an. Hr. Moigno ist entgegengesetzter Ansicht. Ich habe in meiner ersten Note (S. 396 dieses Hefts) gezeigt, daß es ein Element gibt, auf welches man sich zuvörderst beziehen muß, nämlich das des strahlig oder radial gestreiften Analysirers. Diefes Element ist die parallele Streifung, deren polarisirende Eigenschaft Hr. Babinet nachgewiesen hat. Das Licht durchdringt die Streifen, wenn sie der Polarisationsebene parallel sind; dies beweisen die sichtbar gestreiften Agate.

Die Coïncidenz des Gelbs mit dem Maximum der Intensität des Spectrums und das des Violetts mit dem Minimum scheint Hr. Moigno eine andere Erklärung des Phänomens zu geben als die meinige. Ich bemerke, in Betreff des Maximums und Minimums, daß das Roth auch ein Minimum des Spectrums ist, und daß mir das Violett hier nicht ein Minimum, sondern die complementare Farbe des Gelbs zu seyn scheint. So wie dieses, so stimmen auch alle bisher angestellten Versuche mit meiner Voraussetzung, die, wie gesagt, darin besteht, daß die Krystalllinse ein Analysirer von zwar eigenthümlicher, aber bestimmter Gestalt ist, daß die inneren transversalen Membranen vermöge ihrer Structur das Phänomen unterstützen können, und daß die durchsichtige Hornhaut eine dazwischengestellte doppeltbrechende Platte ist.

So läßt sich auch das von Hr. Botzenhart beobachtete Phänomen auf dieselbe Erklärung anwenden. Derselbe hat beobachtet, daß senkrecht gegen die Axe ge-

schnittene Quarzplatten die Büschel ablenken, wie sie die Polarisationsebene drehen: das ist ein und dasselbe Phänomen.

Bedient man sich Haidinger's dichroskopischer Lupe, und schaltet zwischen diese und das Auge eine dünne, parallel der Axe geschnittene Platte ein, so kann man Alles voraussagen. Wenn ihre Axe 45° gegen die gekreuzten Ebenen der einfallenden Polarisation neigt, wirkt sie entweder nicht oder zerstört die Büschel; und wenn sie parallel oder winkelrecht zu diesen Ebenen ist, überdecken ihre Farben die der Büschel bei gewissen Krystallen, oder bringen in deren Ansehen keine Veränderung hervor, denn diese Phänomene sind etwas schwach, um sie recht deutlich wahrzunehmen. Man kann auch voraussagen, was Personen, die am Staar operirt sind, sehen werden.

1) Die durch Herausziehen der Linse Operirten werden Büschel sehen wie gewöhnlich, wenn die in der Glasfeuchtigkeit vorhandenen gestreiften Membranen noch stark genug polarisiren.

2) Die durch Niederdrücken der Krystalllinse Operirten werden, wenn diese Linse in der optischen Axe noch Licht hindurchläßt, ungeachtet des Effects der vorhergehenden Membranen, einen gelben Fleck sehen, falls die Polarisationsebene den Streifen der Linse parallel liegt, oder einen violetten Fleck, falls sie winkelrecht darauf liegt.

Es wird, glaube ich, von hohem Interesse für die Physiologie und Pathologie seyn, dießs Phänomen unter verschiedenen Zuständen des Auges zu studiren, sowohl bei Menschen als vergleichend bei Thieren verschiedener Klassen ¹⁾.

Dieses so flüchtige Phänomen zeigt an Stärke und Dauer merkwürdige Eigenthümlichkeiten. Beginnt man die Büschel z. B. durch ein Nicol'sches Prisma zu betrachten, so verschwinden sie nach sechs bis acht Secunden; dreht man dann plötzlich das Prisma um etwa 90° , so sieht man sie besser in ihrer neuen Lage, aber nur auf vier bis fünf Secunden;

1) Wie bei Thieren? ist nicht recht abzusehen.

P.

nach einer zweiten Drehung von 90° sieht man sie noch besser und wieder in alter Lage, aber während einer noch kürzeren Zeit, zwei oder drei Secunden. Fernere Drehungen ermüden endlich das Auge und löschen das Phänomen immer mehr aus. Hier zeigt sich, daß der Vorgang im Auge aus zwei verschiedenen Operationen besteht, die zu analysiren interessant wäre im Vergleich zu den Phänomenen des Contrastes, dessen Intensität bisweilen fast dieselbe ist.

Bisher scheint mir nichts der Hypothese zu widersprechen, die ich, gestützt auf bekannte Thatsachen, über die polarisirenden Eigenschaften des Auges aufgestellt habe.

VIII. Ueber die Farbenringe beim Durchsehen durch gewisse farbige Flüssigkeiten; von A. Löwe.

(Mitgetheilt aus den Berichten von den Versammlungen der Freunde der Naturwissenschaften in Wien.)

Hr. Bergrath Haidinger gab Nachricht von einer *optischen Beobachtung* des K. K. Hrn. General-Münzprobirers A. Löwe. Er bemerkte dabei, daß neue Modificationen von Erscheinungen, selbst wenn sie sich unmittelbar an Bekanntes anschließen, oft einen eigenthümlichen sonderbaren Charakter an sich tragen, der ihre wahre Natur problematisch erscheinen läßt, und eben dahin gehören die *farbigen Ringe*, welche man *beim Durchsehen durch gewisse farbige, aber ganz klare Flüssigkeiten* wahrnimmt.

Hr. General-Münzprobirer Löwe theilte vor wenigen Tagen die Beobachtung mit, daß man beim Hindurchsehen durch eine in einer cylindrischen Glasflasche aufbewahrte Lösung von Chromchlorid in Wasser, auf grünem Grunde violette Ringe erblickt; man mag das Auge in der Richtung des Durchmessers der Flasche, oder in einer andern beliebigen Richtung halten, wenn man nur noch das Grün der Auflösung vor sich sieht, das dem Violet zur Grundlage

dient. Man kann die Gröfse der Ringe etwa mit der Iris des Auges vergleichen, der innere Raum erinnert an die Pupille, doch scheint der Durchmesser meistens etwa den dritten Theil des Durchmessers des Ringes auszumachen.

Es ist übrigens für die Lebhaftigkeit der Beobachtung gänzlich gleichgültig, ob man die Flasche mit der Auflösung unmittelbar vor das Auge hält, oder ob man sie in die Entfernung des deutlichsten Sehens bringt. Zwischen zwei parallelen Seiten einer breiten vierseitigen Flasche zeigten sich die Ringe gleichfalls sehr deutlich. Nun wurden auch andere Flüssigkeiten untersucht, und zwar zuerst solche, die, wie das Chromchlorid bei gröfserer Verdünnung grün, mehr concentrirt roth erscheinen, wie der Chrom-Alaun, auch das grüne mangansaure Kali bei seinem Uebergange in die rothe Färbung durch Oxydation. Die Ringe des letzteren zeigten sich violett, wie jene des Chromchlorids, aber die Ringe des Chrom-Alauns, dessen Auflösung selbst sich etwas mehr in's Blaue zog, hatten eine deutliche indigblaue Farbe.

Je länger man in einer festen Richtung durch die Auflösung hindurchsieht, um so mehr schwindet die Lebhaftigkeit der Erscheinung, und das ganze Gesichtsfeld erscheint gleichfarbig. Aber das Auge ist nun durch den Eindruck des bisher Beobachteten gereizt. Betrachtet man von der grünen Auflösung weg eine weifse Wand, so erblickt man einen deutlichen Ring von complementärer Farbe, also grün, und zwar etwas gelblich nach den violetten Ringen des Chromchlorids, von einem deutlicher gelblichen Ton nach den blauen des Chrom-Alauns. Die Sättigung des Auges mit dem gleichfarbigen Eindrucke einer Mauerwand erhöht ihrerseits wieder abwechselnd die Lebhaftigkeit der Erscheinung der Ringe.

Andere grüne durchsichtige Mittel, wie Kupferchlorid, essigsaurer Kupfer, gaben keine Ringe, sondern in der Sehexe einen etwas lebhafter gefärbten Fleck, der dann auch, wenn man das Auge gegen die Wand richtete, einen entsprechenden lebhafteren complementärfarbigem Fleck her-

vorbrachte. Rothe, gelbe durchsichtige Mittel gaben gleiche Resultate.

Die oben erwähnten Flüssigkeiten gehören auch in die Klasse derjenigen, für welche Herschel die Benennung von *dichromatischen Mitteln* ¹⁾ angewendet hat, und eben auf dieser Eigenschaft scheint die grössere Lebhaftigkeit der beobachteten Erscheinung zu beruhen. Bei einem vollkommen gleichfarbigen, oder um es genauer auszudrücken, bei einem *einfarbigen* Mittel, das nur den, einem einzigen gefärbten Lichtstrahl entsprechenden Farbenton in's Auge gelangen läßt, wird die dünnste Stelle die hellste seyn, und die darum herumliegenden werden gleichförmig, aber auch gleichfarbig, nur durch Hell und Dunkel unterschieden, in der Helligkeit abnehmen.

Bei den oben erwähnten *dichromatischen* Mitteln ist der Fall etwas verschieden. Es muß dabei noch hervorgehoben werden, daß besonders bei denjenigen, welche Grün und Violett zeigen, die zwei Farben zugleich auch die *complementären* sind, die *zufälligen* mit mehreren Physikern, die *physiologischen* Farben Göthe's. Sieht man nun durch ein solches dichromatisches Mittel hindurch, so wird die Netzhaut zunächst der Sehaxe mit einer gewissen Stärke des Eindrucks gereizt. Die anliegenden Theile derselben werden eben dadurch zur Aufnahme des complementären Eindrucks mehr vorbereitet. Da aber dieser ebenfalls in dem Mittel vorhanden, aber nur durch die stärkere Wirkung der Grundfarbe überwältigt war, so tritt er sogleich hervor, und zwar gleichförmig an allen Seiten, aber nur für eine dem mittleren gleichförmigen Raume entsprechende Breite, also ringförmig; der weiter entfernte Theil bringt einen weniger lebhaften Eindruck hervor.

Der Vorgang läßt sich mit Beziehung auf die Beschaffenheit der durch dichromatische Mittel gebildeten Spectra auch so darstellen. Die gewöhnlichen farbigen Mittel haben nur *ein* Maximum von Licht. So werden grüne immer

1) Vom Licht. Uebersetzt von Dr. J. C. Eduard Schmidt. Stuttgart und Tübingen 1831. S. 251.

reiner grün, je dicker sie werden, wie grüne Gläser, grüne Nickel-, zum Theil Kupferlösungen u. s. w. Die dichromatischen haben *zwei* Maxima beim Chromchlorid, das eine im Grün, das andere im Roth. Ist das Auge zunächst der Sehaxe durch das eine der Maxima stärker gereizt, so tritt sogleich daneben die Wirkung des andern Maximums ein und erzeugt den Ring; die Wirkung des nicht direct Besehenen ist gleichförmig an Helligkeit und Farbe abnehmend.

Noch bleiben manche Auflösungen zu vergleichen übrig. Aber es war nun auch geboten, die gewöhnlichsten farbigen Gläser in dieser Beziehung zu untersuchen. Die meisten zeigten keine oder wenig bemerkliche Resultate, höchstens einen etwas dunkleren Fleck, durch den größeren Reiz in centraler Richtung hervorgebracht; grüne Gläser einen gelblichen, violette Mangangläser blau, so wie die Töne durch Aufeinanderlegen in mehren Platten gestimmt erscheinen.

Aber die blauen Kobaltgläser, die bekanntlich nach Herschel zwei Maxima der Farben haben, zeigten die Ringe mit ungemeiner Deutlichkeit. Oft habe ich in dem hellsten inneren Felde noch einen abgesonderten dunkeln Punkt bemerkt. Bekanntlich kann man die zwei Maxima der Farben sehr deutlich erscheinen machen, wenn man durch ein Prisma z. B. eine Kerzenflamme betrachtet, und zwischen das erscheinende Spectrum und das Auge das blaue Glas bringt. Man sieht bei hinreichender Dicke eine rothe, und ganz getrennt davon eine blaue Kerzenflamme. Bei dem Chromchlorid gleicherweise die zwei Bilder der Kerzenflammen, grün und roth, leicht getrennt zu beobachten.

Die Lebhaftigkeit der Ringe läßt sich noch etwas vermehren, wenn man die blauen Glasplatten oder mehre aufeinandergelegte mehr und mehr neigt, während man fest durch sie hindurchsieht. Der Grund muß natürlich gleichförmig und hell seyn, am besten weißlichgrauer Wolkenhimmel.

Sehr deutlich bemerkt man die Ringe nach einer von Hrn. A. Löwe angegebenen Methode, wenn man das gleich-

farbige, durchsichtige Feld erst in einiger Entfernung betrachtet, nach und nach dem Auge näher bringt. Vergrößert man die Entfernung, so wird gegentheils die Erscheinung eines etwas helleren Fleckes hervorgebracht.

Sättigt man das linke Auge durch längeres Hindurchsehen durch die in der rechten Hand gehaltene blaue Glasplatte, und bringt es dann schnell auf ein mit der linken Hand in der Nähe gehaltenes weisses Papier, so ist die abklingende complementäre Farbe des Ganzen bräunlichorange mit einem hell schwefelgelben Ring.

Aber auch solche Mittel, die nur ein Maximum haben, zeigen oft die Erscheinung der Ringe. Darunter muß insbesondere die Auflösung von Kupferoxyd in Aetzammoniak erwähnt werden, deren schön blaue Farbe in den dicksten Stellen nach Herschel in Violett übergeht, indem sie den reinen violetten Strahl in allen Dicken hindurchläßt. Hier erscheinen die Ringe dunkler, blau, etwas in's Violett geneigt. In gröfserer Entfernung vom Auge gehalten, ist eine gleich grofse Fläche dunkler, näher zum Auge gebracht, wird sie lichter, aber der Ring erscheint.

IX. *Nachtrag zu meiner Bestimmung des Atomgewichtes der Talkerde;*
von Th. Scheerer in Christiania.

Vor Kurzem machte ich in diesen Annalen (Bd. 69, S. 535) die Mittheilung, dafs ich das Atomgewicht der Talkerde in sechs Versuchen = 251,43, 251,04, 250,69, 251,22, 250,82 und 250,61, im Mittel also = 250,97 erhielt. Baron Berzelius, den ich von diesen Versuchen in Kenntniß setzte, schrieb mir, dafs es, trotz der in dieser Beziehung von mir angewendeten Vorsichtsmafsregeln, dennoch möglich sey, dafs der durch Fällung der schwefelsauren Magnesia mittelst Chlorbarium erhaltene schwefelsaure Baryt nicht gänz-

lich frei von beigemengtem Talkerdesalz gewesen wäre, wodurch also das daraus abgeleitete Atomgewicht etwas zu klein ausgefallen seyn würde. Um hierüber Gewißheit zu erhalten, habe ich folgenden Versuch angestellt.

2,0065 Grm. geglühte neutrale schwefelsaure Talkerde wurden ganz auf die in meinem erwähnten Aufsatze angegebene Weise behandelt. Das Salz wurde nämlich in Wasser gelöst, und zur kochendheissen, durch Salzsäure stark sauer gemachten Solution Chlorbarium im Uebermaafs gefügt. Nachdem sich der Niederschlag aus der (während 24 Stunden an einem erwärmten und später längere Zeit an einem Orte gewöhnlicher Lufttemperatur aufbewahrten) Flüssigkeit vollständig abgesetzt hatte, wurde derselbe filtrirt, und der im Glase zurückgebliebene Niederschlag mit angesäuertem heissen Wasser überschüttet, und damit, unter öfterem Umrühren, einige Zeit in Berührung gelassen. Dieses Auswaschen im Glase wurde mehrere Male wiederholt, bis zuletzt der ganze Niederschlag auf's Filtrum gebracht und das Aussüßen desselben hier fortgesetzt wurde. Den geglühten und gewogenen schwefelsauren Baryt digerirte ich alsdann mit einer kleinen Quantität kochender Salzsäure, fügte eine grössere Quantität kochenden Wassers hinzu und filtrirte ihn abermals. Durch diese Extraction hatte derselbe, ganz wie es bei den früheren Versuchen der Fall war, sein Gewicht um einige Milligrammen vermindert. Die ganze Menge desselben betrug jetzt 3,8875 Grm., welches einer Schwefelsäuremenge von 1,337 Grm. und einem Atomgewichte der Talkerde von 250,75 entspricht.

Es kam jetzt darauf an zu ermitteln, ob jene 3,8875 Grm. schwefelsaure Baryterde, trotz der gedachten Vorsichtsmafsregeln, vielleicht dennoch durch etwas Talkerde verunreinigt waren. Zu diesem Endzweck wurden dieselben mit dem $3\frac{1}{2}$ fachen ihres Gewichts wasserfreien kohlen-sauren Natrons zusammengeschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, und der nicht darin lösliche Theil abfiltrirt und ausgewaschen ¹⁾. Darauf löste ich den-

1) In der durchgelaufenen Solution konnte keine Talkerde aufgefunden werden.

selben in Salzsäure, verdünnte die Lösung mit kochend-heissem Wasser, und schüttete diese Solution in ebenfalls erwärmte verdünnte Schwefelsäure. Nach ein Paar Tagen wurde der gebildete schwefelsaure Baryt filtrirt, sehr sorgfältig ausgesüßt und die durchgelaufene Flüssigkeit bis zu einem kleineren Volum eingedampft. Nach dem Zusatze von Ammoniak bis zur annähernden Sättigung und darauf von kohlsaurem Ammoniak entstand keine Trübung, wohl aber durch Hinzufügung von phosphorsaurem Ammoniak und einer größeren Menge kaustischen Ammoniaks. Nach dem Erwärmen und längeren Aufbewahren der sehr ammoniakalischen Flüssigkeit, wurde die geringe Quantität der gebildeten phosphorsauren Ammoniak-Talkerde filtrirt, und nach dem Glühen daraus nicht ganz 3 Milligrm. phosphorsaure Talkerde erhalten, welches etwa 1 Milligrm. reiner Talkerde entspricht. Ob man diese nun als salzsaure oder schwefelsaure Talkerde in Rechnung bringen will, macht, bei der sehr geringen Menge derselben, nur einen ganz unbedeutenden Unterschied. Ich entschied mich für das Letztere. Das Gewicht der zuvor erhaltenen schwefelsauren Baryterde wird hierdurch von 3,8875 Grm. zu 3,8855 Grm., und in Folge davon das Atomgewicht der Talkerde von 250,75 zu 251,14 verändert.

Es war nun noch möglich, obgleich eben nicht wahrscheinlich, dafs beim Fällen der salzsauren Lösung der Baryterde und der darin vorhandenen kleinen Menge Talkerde, abermals ein Theil der Talkerde niedergeschlagen worden sey. Um auch in diesem Punkte völlig auf's Reine zu kommen, versetzte ich eine Lösung von Chlorbarium mit einer gewogenen kleinen Quantität salzsaurer Talkerde, und fügte verdünnte Schwefelsäure im Uebermaafse hinzu. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wurde eine Quantität Talkerde erhalten, welche der angewendeten so gut wie völlig gleich kam.

Da es sich also gezeigt hat, dafs die Vermuthung von Berzelius richtig ist, und dafs der Zuwachs des Atomgewichts im betreffenden Falle ($251,14 - 250,75 =$) 0,39 beträgt, so müssen folglich die früher von mir gefundenen

Werthe einen ähnlichen Zuwachs erhalten. Dafs derselbe für diese letzteren *genau* eben so gros sey, ist allerdings nicht gesagt; da aber das angewendete Verfahren bei allen Versuchen ein so viel wie möglich gleiches war, so kann der Fehler, den man begeht, wenn auch jedem der älteren Atomgewichte ein Zuwachs von 0,39 beigelegt wird, gewifs nur höchst unbedeutend seyn. Wir erhalten in diesem Falle folgende sieben Atomgewichte: 251,82, 251,43, 251,08, 251,61, 251,21, 251,00 und 251,14, und im Mittel aus allen 251,33, während früher 250,97 gefunden wurde.

Das von mir zur Bestimmung des Atomgewichts der Talkerde angewendete Verfahren dürfte vielleicht weniger einfach erscheinen als dasjenige, bei welchem eine gewogene Quantität Talkerde mit Schwefelsäure versetzt, eingedampft und geglüht wird. Dennoch aber gebe ich dem ersteren den Vorzug, da es ungleich gröfsere Schwierigkeiten hat, *reine kaustische* als *reine schwefelsaure* Talkerde darzustellen.

X. Fortsetzung der Untersuchungen über das Auftreten des basischen Wassers im Mineralreiche;
von Th. Scheerer in Christiania.

In meinem Aufsätze: »Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie« u. s. w. (diese Ann., Bd. 68, S. 319), habe ich die Sauerstoff-Proportionen von ungefähr 100 wasserhaltigen Mineralien angeführt, und die aus dem Gesichtspunkte der polymeren Isomorphie für dieselben daraus resultirenden Formeln entwickelt. Eine nicht unbeträchtliche Anzahl hierhergehöriger Species befindet sich jedoch nicht unter den damals betrachteten, theils weil einige dieser Mineralien meiner Aufmerksamkeit entgangen waren, theils weil mir, zufolge neuerer Untersuchungen, die chemische Zusammensetzung anderer erst bekannt wurde, nachdem ich jene Abhandlung schon beendet und abgesendet hatte ¹⁾. Der Zweck des vorliegenden Aufsatzes soll daher hauptsächlich seyn, das in dieser Hinsicht Versäumte nachzuholen; indem es mir von Wichtigkeit erscheint, einen so viel wie möglich vollständigen Ueberblick derjenigen Veränderungen in den Mineralformeln zu erhalten, welche die Lehre von der polymer-isomorphen Erstattung zur

1) Dieselbe befand sich bereits zu Anfang 1846 nicht mehr in meinen Händen, und wurde am 11. Februar desselben Jahres von Baron Berzelius der schwedischen Academie der Wissenschaften im Auszuge mitgetheilt. Aus diesem Grunde konnte ich in derselben des später in diesen Annalen erschienenen, überaus interessanten Aufsatzes Haidinger's: »Ueber den Cordierit«, keiner Erwähnung thun. Es dürfte in der That von hoher Bedeutung seyn, daß Haidinger, vom physikalischen Standpunkte aus, zu Resultaten gelangt ist, welche mit den von mir auf chemischem Wege erhaltenen in gewisser Beziehung harmoniren. Wenn ich hierbei auch nicht (wie ich dies besonders in v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch ausgesprochen habe) mit Haidinger hinsichtlich der *pseudomorphen* Bildung der betreffenden Mineralien einig seyn kann, so stimmen doch unsere Ansichten in Bezug auf die nahe Verwandtschaft derselben überein.

Folge hat. In dieser Absicht wird es auch geschehen, daß ich nächstens eine kurze *tabellarische* Uebersicht sämtlicher betreffender Mineralformeln mittheilen werde.

I. Silicate.

A. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen (Mineralien aus dem Serpentin- und Talk-Geschlecht.)

1) Hydrophit.

In diesem von Svanberg analysirten Minerale, welches ganz das Ansehen eines Serpentin's besitzt, findet zwischen dem Sauerstoff der Kieselerde und dem der Basen folgendes Verhältniß statt:

	Si.	(R).
1)	18,79	: 18,57
2)	18,79	: 18,12
3)	17,74	: 17,57.

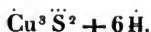
Das erste dieser Verhältnisse ergibt sich, wenn 29 Proc. $\ddot{\text{Al}}$ nicht berücksichtigt werden, das zweite, wenn man dieselben als $(\text{R})\ddot{\text{Al}}$, und das dritte, wenn man sie als $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{Si}}$ in Rechnung bringt. Die Formel des Minerals wird in allen Fällen mehr oder weniger nahe:



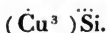
also die des Serpentin, Dermatit, Chrysotil u. s. w. (R) ist jedoch = 22,73 Fe, 21,08 Mg, 1,66 Mn und 16,08 H. Durch die fast gleichen Mengen von Fe und Mg unterscheidet sich der Hydrophit von den andern serpentinarartigen Mineralien.

2) Kieselmalachit.

Nach Berthier's, v. Kobell's und meinen Analysen stimmt die Zusammensetzung des Kieselmalachits sehr nahe überein mit der Formel:



Betrachtet man sämtliches Wasser als basisches, und setzt also $2\text{H} = 1\text{Cu}$, so verändert sich diese Formel zu:



Der Kieselmalachit wäre also hiernach ein *Kupferoxyd-Serpentin*. Auch durch die äusseren Charaktere dieses Minerals wird es vollkommen gerechtfertigt, dasselbe zu den Serpentina zu zählen.

3) Spadait, Pikrosmin und Monradit.

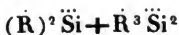
Für diese drei Mineralien hatte ich früher die Formel $(\text{R})^3\ddot{\text{Si}}^2$ entworfen. Die nach dieser Formel berechnete Zusammensetzung stimmte jedoch nicht sehr genau mit der durch die Analyse gefundenen; noch weniger ist dies aber der Fall, wenn man das neue Atomgewicht für die Talkerde, = 251,33, bei der Berechnung anwendet. Ich habe es daher versucht, die chemische Constitution dieser Mineralien auf eine andere Weise zu deuten. Die Zusammensetzung derselben ist, nach den Analysen von v. Kobell, A. Erdmann und Magnus:

	Spadait.	Monradit.	Pikrosmin.
Kieselerde	56,00	56,17	54,89
Talkerde	30,67	31,63	33,35
Eisenoxydul	0,66	8,56	1,26
Manganoxydul	—	—	0,42
Thonerde	0,66	—	0,79
Wasser	11,34	4,04	7,30
	<hr/> 99,33	<hr/> 100,40	<hr/> 98,01.

Hieraus ergeben sich folgende Sauerstoffverhältnisse:

	$\ddot{\text{Si}}$	(R) .
Spadait	29,08	15,71
Monradit	29,17	15,69
Pikrosmin	28,13	15,81

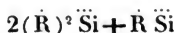
woraus sich die Formel



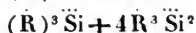
ableiten läßt, welche ein Verhältniß von

$$29,0 : 16,1$$

erfordert, das dem aus den analytischen Resultaten abgeleiteten sehr nahe kommt. In Bezug auf den Pikrosmin herrscht hierbei, wegen des stattgefundenen Verlustes von 2 Proc., noch einige Unsicherheit. Eine andere Unsicherheit liegt in der Möglichkeit, das Verhältniß 29,0 : 16,1 durch andere Formeln als die angeführten auszudrücken. Die Formeln



und



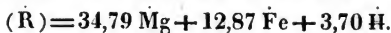
führen nämlich zu ganz derselben Sauerstoffproportion. Da Pikrosmin und Monradit in zwei Richtungen spaltbar sind, die sich unter ähnlichen Winkeln (127° und 130° etwa) schneiden, so dürfte wenigstens diesen beiden Mineralien eine gleiche Formel zukommen, und da die zuerst angeführte die einfachste ist, so habe ich mich einstweilen für diese entschieden. Der Spadait scheint gar nicht spaltbar zu seyn; vielleicht kommt ihm also eine andere Formel zu.

4) Antigorit.

Dieses zufolge seiner äußeren Kennzeichen dem Serpentine nahe stehende Mineral ist von Schweizer analysirt worden. Die Sauerstoffproportionen sind:

$$\left. \begin{array}{l} \text{gefunden } 23,05 : 17,80 \\ \text{berechnet } 23,05 : 17,28 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 2(\text{R})^2 \ddot{\text{Si}} + \text{R}^3 \ddot{\text{Si}}^2 \\ \text{oder:} \\ 3\text{R}^2 \ddot{\text{Si}} + (\text{R})^3 \text{Si} \end{array}$$

Beide Formeln entsprechen dem angegebenen Verhältnisse; die erstere dürfte die wahrscheinlichere seyn.



Der Antigorit kann also betrachtet werden, als bestehend aus 2 Atomen Serpentin und 1 Atom Talk.

5) Talk.

Der Talk vom kleinen Bernhardt und vom St. Foix hat, nach Berthier's Analysen, eine Zusammensetzung, welche

wie ich bereits früher gezeigt habe, durch die Formel:



ausgedrückt werden kann. Andere Talke, und zwar anscheinend die meisten, haben eine andere Zusammensetzung, wie folgende Sauerstoffverhältnisse zeigen:

- 1) T. v. St. Gotthardt, n. Klaproth (0,5 H) 32,19 : 13,26
- 2) T. v. - - - n. Vauquelin (6,0 H) 31,49 : 13,22
- 3) T. v. Greiner, n. v. Kobell (2,3 H) 32,14 : 13,93
(T. v. Proufsiansk hat dieselbe Zusammens.)
- 4) T. v. Zillerthal, n. Delesse (3,4 H) 32,70 : 14,37
- 5) T. v. Chamouny, n. Marignac (0,04 H) 32,42 : 14,63.

Als Mittel aus den Sauerstoffverhältnissen dieser Talke, deren Wassergehalt zwischen 0,04 und 6,0 Proc. liegt, ergibt sich:

$$\text{berechnet } \left. \begin{array}{l} 32,19 : 13,88 \\ 32,19 : 14,30 \end{array} \right\} \text{Mg}\ddot{Si} + (\text{Mg})^3 \ddot{Si}^2.$$

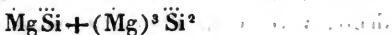
Dies ist die Hornblendeformel; allerdings mit dem erheblichen Unterschiede, daß die Kalkerde unter den Basen der Hornblende eine wesentliche Rolle spielt, was bei den Talken durchaus nicht der Fall ist. Zufolge des Baues ihrer Formeln könnte man den Talk vom kl. Bernhardt und den von St. Foix *augitischen*, die anderen angeführten Talkarten dagegen *amphibolitischen Talk* benennen.

6) Meerschaum.

Der Meerschaum aus der Levante hat, nach Lychnell's Analyse, eine von anderen Meerschaumarten (deren Formel früher $= (R)^3 \ddot{Si}^2$ entwickelt wurde) abweichende Zusammensetzung. Das Sauerstoffverhältniß desselben ist, bei einem Wassergehalte von 11,29 Proc.:

$$31,62 : 14,45;$$

nähert sich also sehr dem des vorigen Minerals, daß auch für diesen Meerschaum die Formel



angenommen werden kann. Hiernach scheint es, daß die Meerschaume, gleich den Talken, in eine *augitische* und eine *amphibolitische* Abtheilung zerfallen.

7) Speckstein.

Lychnell hat fünf Specksteine verschiedener Fundorte analysirt. Die diesen Analysen entsprechenden Sauerstoffproportionen sind folgende:

	Si.	Mg, Fe.
1) Speckstein von Wunsiedel	34,08	: 12,74
2) Speckstein vom Sala	32,80	: 13,79
3) Speckstein vom Mont Canegou	34,65	: 12,25
4) Speckstein aus Schottland	33,52	: 12,28
5) Speckstein aus China	34,56	: 12,94

im Mittel $33,92 : 12,80$.

Zugleich enthielten alle diese Specksteine geringe Mengen Wasser, welche aber Lychnell, da er sie für unwesentlich hielt, nicht näher angegeben hat. Nur so viel scheint gewiß, daß dieser Wassergehalt nicht beträchtlich über 1 Proc. ging. Nehmen wir einen mittleren Wassergehalt von 1 Proc. an, so verändert sich obiges mittlere Verhältniß zu:

$$\left. \begin{array}{l} 33,92 : 13,10 \\ 33,5 : 13,4 \end{array} \right\} 3R \text{ Si} + (R)^3 \text{ Si}^2.$$

Bei dieser Formel, gleich wie bei einigen der zuvor entwickelten, wurde angenommen, daß der Wassergehalt auf dasjenige Formelglied beschränkt sey, welches den geringsten Kieselerdegehalt besitzt.

B. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen, verbunden mit Aluminaten oder Eisenoxydaten.

(Chlorit und verwandte Mineralien.)

1) Chlorit.

Die Annahme, daß der Chlorit kein Fe, sondern nur $\ddot{\text{F}}\text{e}$ enthalte, wird durch die Farbe dieses Minerals hinreichend

wi-

widerlegt. Chlorite, welche längere Zeit der Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt waren, besitzen natürlich keine grüne Farbe, und können möglicherweise nur $\ddot{\text{Fe}}$ enthalten. Jeder Zweifel in dieser Beziehung wird aber durch die Delesse'sche Analyse des Chlorits von Mauléon gehoben. Dieser Chlorit, welcher nur 0,6 Proc. $\ddot{\text{Fe}}$ enthält, hat folgendes Sauerstoffverhältnifs:

	$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Al}}$	(R)
gefunden	16,7	8,6	18,5
berechnet	16,5	8,3	19,3

welches zur Formel



führt, die bereits früher, nach dem Mittel aus v. Kobell's, Varrentrapp's und Brüel's Analysen, für den Chlorit aufgestellt wurde.

2) Thuringit.

Das Sauerstoffverhältnifs dieses von Breithaupt entdeckten und von Rammelsberg ¹⁾ analysirten Minerals ist:

$\ddot{\text{Si}}$	$\ddot{\text{Fe}}$	(R)	
11,64	6,58	13,44	}
12,00	6,00	14,00	

$$2(\ddot{\text{Fe}})^3 \ddot{\text{Si}} + (\text{R}) \ddot{\text{Fe}}$$

Der Thuringit ist daher ein Chlorit, in welchem die Thonerde durch Eisenoxyd, und fast sämmtliche Talkerde durch Eisenoxydul ersetzt ist. Da das Mineral beide basische Oxydationsstufen des Eisens enthält, so ist es leicht möglich, dafs die Menge des Eisenoxyds bei der Bestimmung etwas zu grofs ausgefallen ist. Diefs angenommen, kann das der Analyse entsprechende Sauerstoffverhältnifs verändert werden zu:

$$11,64 : 6,00 : 13,96,$$

in welcher Form es noch schärfer mit dem nach der Formel berechneten übereinstimmt:

$$(\text{R}) = 42,6 \text{ Fe} , 1,16 \text{ Mg} , 11,89 \text{ H}.$$

1) Diese Annalen, Bd. 68, S. 515.

Poggendorff's Annal. Bd. LXX.

C. Silicate von Talkerde und Thonerde, und damit isomorphen Basen.

a) Glimmer und verwandte Mineralien.

1) N a k r i t.

Mit diesem Namen hat Thomson einen schuppigen Glimmer von Brunswick, Provinz Maine, in den Vereinigten Staaten belegt, dessen Zusammensetzung folgende ist:

Kieselerde	64,440
Thonerde	28,844
Eisenoxydul	4,428
Wasser	1,000
	98,712.

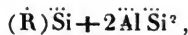
Diefs führt zur Sauerstoffproportion:

$$33,46 : 13,47 : 1,28.$$

Nimmt man an, dafs der stattgefundene Verlust von etwa 1,3 Proc. aus Wasser bestehe, so verändert sich dies Verhältnifs zu:

$$\left. \begin{array}{l} 33,46 : 13,47 : 1,66 \\ 33,00 : 14,10 : 1,60 \end{array} \right\} (\text{R})\ddot{\text{S}}\text{i} + 3\ddot{\text{A}}\text{l}\ddot{\text{S}}\text{i}^2.$$

Diese Formel harmonirt sehr gut mit der des Glimmers von Brättstad:



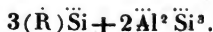
welche ich in meiner früheren Abhandlung angeführt habe.

2) P y r o p h y l l i t.

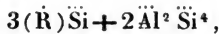
Nach Rammelsberg's Analyse sind die Sauerstoffmengen im Pyrophyllit von Spaa:

$$\left. \begin{array}{l} 34,36 : 12,08 : 2,35 \\ 34,00 : 12,36 : 3,09 \end{array} \right\} 3(\text{R})\ddot{\text{S}}\text{i} + 4\ddot{\text{A}}\text{l}\ddot{\text{S}}\text{i}^2$$

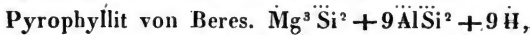
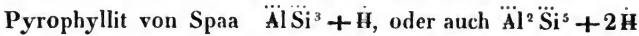
(R) = 1,49 Mg , 0,39 Ca , 5,59 H. Die Formel des Pyrophyllit von Beresowsk (Hermann) wurde früher entwickelt zu:



Die Formel des Pyrophyllit von Spaa kann aber auch geschrieben werden:



in welcher Form sie die nahe Verwandtschaft beider Mineralien noch augenfälliger zeigt. Nach der älteren Betrachtungsweise des Wassergehalts erhielten dieselben durchaus von einander abweichende Formeln, nämlich:



in welchen ersteren beiden Formeln überdieß noch ein Gehalt von 1,49 Mg und 0,39 Ca gänzlich übersehen werden mußte, welcher Fall sich bei nicht wenigen anderen Mineralien wiederholt. — Der verschiedene Kieselerdegehalt der Pyrophyllite von Spaa und Beresowsk bedingt nicht nothwendig verschiedene Krystallgestalten ¹⁾.

3) Talcit.

So hat Thomson ein im Granite der Grafschaft Wicklow vorkommendes glimmerartiges Mineral benannt. Short und Tennant haben es analysirt:

	Short.	Tennant.
Kieselerde	46,000	44,55
Thonerde	35,200	33,80
Kalkerde	9,608	1,30
Eisenoxydul	2,880	7,70
Manganoxydul	3,944	2,25
Talkerde	—	3,30
Wasser	2,000	6,25
	99,632	99,15.

Die hieraus sich ergebenden Sauerstoffverhältnisse sind:

nach Short 23,89 : 16,44 : 4,85

nach Tennant 13,12 : 15,79 : 5,75

im Mittel $\frac{23,51 : 16,12 : 5,30}{24,00 : 16,00 : 5,33}$ } $(\dot{R})^2\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si}$.

1) S. diese Annalen, Bd. 68, S. 337.

Diese Formel steht in Harmonie mit der des Chlorophyllits, Ottrelit, des Glimmers von Rosendal u. s. w.

b) Nicht glimmerartige Mineralien.

α) Krystallinische.

1) Pyrosklerit.

(v. Kobell.)

$$\left. \begin{array}{l} 19,22 : 6,73 : 16,62 \\ 19,94 : 6,65 : 16,62 \end{array} \right\} 5(\text{R})^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}}^2 \ddot{\text{Si}}.$$

In meinem früheren Aufsätze habe ich die Formel des Chonikrit, ebenfalls nach v. Kobell's Analyse, berechnet zu:



Beide Mineralien, mit einander verwachsen, bilden Gänge im Serpentin bei Porto Ferrajo auf Elba. Durch die obigen Formeln wird sowohl die Verwandtschaft derselben unter sich, als auch zu dem sie einschließenden Serpentin dargelegt. Gleichwohl ist es möglich, daß ihre Zusammensetzung auf eine andere Art, von der in dem folgenden Aufsätze die Rede seyn wird, noch naturgemäßer betrachtet werden kann.

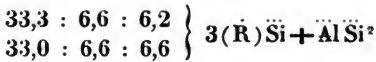
2) Saccharit.

Nach Schmidt's Untersuchung dieses von Glocker aufgefundenen Minerals kommt demselben folgende Sauerstoffproportion zu:

$$\left. \begin{array}{l} 30,61 : 11,35 : 4,44 \\ 30 \quad : 12 \quad : 4 \end{array} \right\} 2(\text{R})\ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}}^2 \ddot{\text{Si}}^3$$

(R) = 5,67 Ca, 7,42 Na, 0,93 Ni, 0,56 Mg, 0,05 K und 2,21 H. Der Saccharit kommt mit einem nickeloxydulhaltigen Speckstein (Pimelit) in den Chrysopras-Gruben von Frankenstein in Schlesien vor.

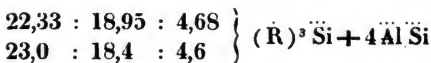
3) Beaumontit.
(Delesse.)



($\dot{\text{R}}$) = 4,8 Ca , 1,7 Mg , 1,2 Fe , 13,4 H , 0,6 Na und Verlust.

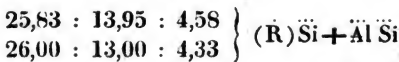
β) Nicht krystallinische.

1) Steinmark von Clausthal.
(Rammelsberg.)



($\dot{\text{R}}$) = 0,47 Ca , 15,50 H. Dieses Steinmark hat also dieselbe Formel wie der zu den steinmarkartigen Mineralien gehörende Halloysit.

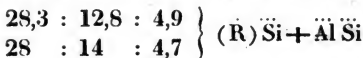
2) Steinmark von Zorge.
(Derselbe.)



($\dot{\text{R}}$) = 1,47 Mg , 0,43 Ca , 6,35 K , 5,48 H.

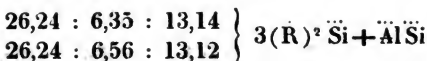
3) Razoumoffskin.

Nach Zellner's Analyse dieses steinmarkartigen Minerals ergibt sich die Sauerstoffproportion:



($\dot{\text{R}}$) = 2,00 Ca , 0,37 Mg , 0,25 Fe , 14,25 H. Die Analyse gab 1,4 Proc. Verlust; besteht dieser in Thonerde, so entspricht die gefundene Proportion der berechneten sehr nahe.

4) Nephrit.
(Kastner.)



($\dot{\text{R}}$) = 31,00 Mg , 2,75 H.

II. Arseniate und Phosphate.

A. Arseniate und Phosphate von 1- und 2atomigen Basen.

1) Euchroit.

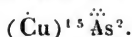
Der Euchroit ist von Wöhler und von Kühn aufs Neue untersucht worden. Das aus der Analyse von Wöhler abgeleitete Sauerstoffverhältniß ist:

$$\begin{array}{ccc} \ddot{\text{As}} & \text{Cu} & \text{H} \\ 11,53 & : & 9,70 & : & 16,35 \end{array}$$

(Cu.)

$$\begin{array}{l} = 11,53 : 11,90 : 11,95 \\ 11,80 : 11,80 : 11,80 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} = 11,53 : 11,90 : 11,95 \\ 11,80 : 11,80 : 11,80 \end{array}} \right\} (\text{Cu})^5 \ddot{\text{As}} + 5 \text{H},$$

welcher Ausdruck sich auch umformen läßt zu:



Die zuerst angeführte Formel ist dieselbe, welche ich früher aus der Turner'schen Analyse für den Euchroit abgeleitet habe. Die Kühn'sche Analyse weicht von der Wöhler'schen nur wenig ab.

2) Kupferglimmer.

Hermann untersuchte neuerlich den Kupferglimmer von Cornwall, und fand denselben anders zusammengesetzt als früher Chenevix, nämlich:

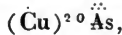
Arseniksäure	17,51
Kupferoxyd	44,45
Eisenoxydul	2,92
Wasser	31,19
Phosphorsäure	} 3,93
Thonerde	
	100,00.

Wird die phosphorsaure Thonerde als zufällige Beimischung außer Betracht gesetzt, so erhält man:

As.	Cu.	H.
6,08	9,61	27,73

$$\begin{array}{l}
 \text{(Cu).} \\
 = 6,08 : 11,91 : 23,13 \\
 6 : 12 : 24
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{(Cu).} \\ = 6,08 : 11,91 : 23,13 \\ 6 : 12 : 24 \end{array}} \right\} (\text{Cu})^{10} \text{As} + 20 \text{H.}$$

Jedoch kann diese Formel auch umgeformt werden zu:



und es läßt sich vor der Hand nicht ausmachen, welche von diesen Formeln die richtige sey.

3) Huraulit.
(Dufrenoy.)

P.	R.	H.
21,29	9,83	16,00

$$\begin{array}{l}
 \text{(R).} \\
 = 21,29 : 10,16 : 15,00 \\
 20,50 : 10,25 : 15,37
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{(R).} \\ = 21,29 : 10,16 : 15,00 \\ 20,50 : 10,25 : 15,37 \end{array}} \right\} 2(\text{R})^3 \text{P}^2 + 15 \text{H} = (\text{R})^{15} \text{P}^3.$$

Auch die Formel $(\text{R})^{10} \text{P}^3$ kommt dem Resultate der Analyse nahe. $(\text{R}) = 32,85 \text{ Mn}, 11,10 \text{ Fe}, 18,00 \text{ H.}$

4) Strahlerz.

Das Strahlerz von Cornwall (Breithaupt's Klinoklas) hat, nach Rammelsberg, folgendes Sauerstoffverhältniß:

As.	Cu.	H.
10,67	12,10	6,79

$$\begin{array}{l}
 \text{(Cu).} \\
 = 10,67 : 15,50 \\
 10,50 : 15,75
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{(Cu).} \\ = 10,67 : 15,50 \\ 10,50 : 15,75 \end{array}} \right\} \dots (\text{Cu})^{15} \text{As}^2.$$

5) Phosphorocalcit.

Der Phosphorocalcit von Rheinbreitenbach ist früher von Lynn und neuerlich von Kühn analysirt worden.

	Lynn.	Kühn.
Phosphorsäure	21,69	21,52
Kupferoxyd	62,85	68,74
Wasser	15,45	8,64
	<hr/> 99,99	<hr/> 98,90.

Die hieraus abgeleiteten Sauerstoffverhältnisse

	$\ddot{\text{P}}$.	Cu.	H.
nach Lynn	12,15	: 12,68	: 13,73
nach Kühn	12,06	: 13,86	: 7,68

werden, wenn sämtliches Wasser als basisches betrachtet wird, verändert zu

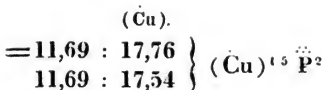
	$\ddot{\text{P}}$.	(Cu.)
	12,15	: 19,54
	12,06	: 17,70
im Mittel	12,10	: 18,62
	12,10	: 18,15

} (Cu)^{1,5} $\ddot{\text{P}}^2$.

Phosphorocalcit und Strahlerz, das vorige Mineral, sollten hiernach isomorph seyn. Vollkommen genau ist die Krystallform derselben noch nicht ermittelt, theils wegen der Seltenheit, theils wegen der Kleinheit ihrer Krystalle. So viel ist jedoch bekannt, daß beide Mineralien in klinorhombischen Säulen mit sehr wenig geneigter Basis krystallisiren. Die klinorhombische Säule des Strahlerzes hat Winkel von etwa 56° , und die des Phosphorocalcits von 39° . Es verhält sich aber $\text{tang } \frac{56^\circ}{2} : \text{tang } \frac{39^\circ}{2} = 2,82 : 1,88$, also genau wie 3 : 2. Die Form des einen Minerals scheint daher als eine aus der des anderen abgeleitete betrachtet werden zu können.

Die Formel des Phosphorocalcits ist zugleich die des phosphorsauren Kupfers von Hirschberg, welche ich früher entwickelt habe zu:

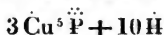
$\ddot{\text{P}}$.	Cu.	H.
11,96	: 15,61	: 6,46



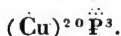
$\text{Cu} = 71,73 \text{ Cu} , 7,40 \text{ H.}$ Ueber die Krystallform dieses Minerals ist nichts bekannt, da dasselbe bisher nur in malachitartigen Massen gefunden wurde.

6) Phosphorsaures Kupfer
von Ehl bei Rheinbreitenbach.
(Bergemann.)

Die früher von mir für dieses Mineral entwickelte Formel:



kann auch geschrieben werden:

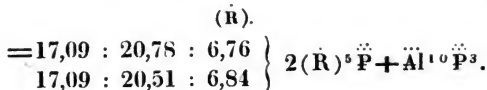
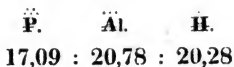


Das Mineral hat in seinem Aeußeren Aehnlichkeit mit Kupferglimmer.

B. Arseniate und Phosphate von 2- und 3atomigen, und 1- und 1atomigen Basen.

1) Peganit.

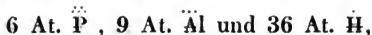
Hermann hat dies von Breithaupt aufgefundene Mineral analysirt. Die seiner Analyse entsprechende Sauerstoffproportion ist:



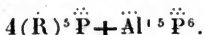
Das Sauerstoffverhältniß zwischen Base und Säure im ersten Gliede dieser Formel ist $=1 : 1$, im zweiten Gliede $=2 : 1$. (R) enthält nur *basisches Wasser*, welches auch bei den folgenden Mineralien, mit Ausnahme des Linsenerzes und Arsenioderits, der Fall ist.

2) Wawellit.

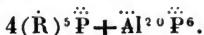
Nach den neuesten Analysen des Wawellit von Hermann, besteht die Mineral aus:



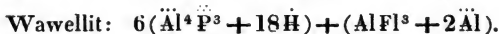
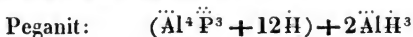
wobei ein kleiner Theil des Sauerstoffs der Thonerde durch Fluor ersetzt ist. Die Atomenverhältnisse, welches sowohl mit der von Berzelius als der von Hermann durch die Analyse gefundenen Zusammensetzung sehr nahe übereinstimmt, führt genau zu der Formel:



Die Formel des Peganit, des vorhergehenden Minerals, kann aber auch geschrieben werden:



Hierdurch giebt sich die im Aeußern in so hohem Grade ausgesprochene, durch die betreffenden älteren Formeln aber nur in geringerem Grade dargelegte, nahe Verwandtschaft zwischen Peganit und Wawellit zu erkennen. Diese älteren Formeln sind nämlich:



Nach den neueren Formeln, in denen alles vorhandene Wasser als basisches betrachtet wird, besteht der ganze chemische Unterschied zwischen diesen beiden Mineralien darin, daß im zweiten Gliede der Peganitformel der Sauerstoff der Thonerde $1\frac{1}{2}$ Mal, im zweiten Gliede der Wawellitformel aber 2 Mal so groß ist, als der der Phosphorsäure. — Wawellit und Peganit krystallisiren beide rhombisch, nur mit dem Unterschiede, daß die Säule des Peganits Winkel von 127° , und die des Wawellits Winkel von $126^\circ 25'$ hat.

3) Fischerit.

Die in der Gegend von Nischnei Tagilsk vorkommende Mineral wurde ebenfalls von Hermann untersucht. Werden 5 Proc. verschiedene Stoffe (phosphorsaurer Kalk, Kupferoxyd, Gangart u. s. w.), welche, nach Hermann's

Meinung, nur als zufällige Verunreinigungen zu betrachten seyn dürften, in Abrechnung gebracht, so ergibt sich:

$$\begin{array}{r}
 \ddot{\text{P}}. \quad \ddot{\text{Al}}. \quad \text{H}. \\
 16,27 : 17,96 : 24,45 \\
 \quad \quad \quad (\text{R}). \\
 = 16,27 : 17,96 : 8,15 \quad \left\{ \begin{array}{l} 3(\text{R})^5\ddot{\text{P}}+\ddot{\text{Al}}^1\ddot{\text{P}}^3=6(\text{R})^5\ddot{\text{P}}+\ddot{\text{Al}}^2\ddot{\text{P}}^6. \\ 17 \quad : 17 \quad : 8,5 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Dieser Ausdruck ist nur durch den Coëfficienten des ersten Gliedes von der Formel des Peganits verschieden. Der Fischerit kommt in kleinen sechsseitigen Säulen vor, deren näherer krystallographischer Charakter sich aber, wegen der Unvollkommenheit ihrer Ausbildung, bisher nicht bestimmen liefs.

4) Arseniosiderit.
(Rammelsberg.)

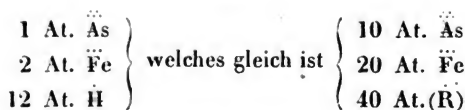
$$\begin{array}{r}
 \ddot{\text{As}}. \quad \ddot{\text{Fe}}. \quad \text{Ca}. \quad \text{H}. \\
 13,59 : 12,00 : 3,46 : 7,69 \\
 \quad \quad \quad (\text{R}). \\
 = 13,59 : 12,00 : 6,02 \quad \left\{ \begin{array}{l} 3(\text{R})^5\ddot{\text{P}}+\ddot{\text{Fe}}^1\ddot{\text{P}}^4=6(\text{R})^5\ddot{\text{P}}+\ddot{\text{Fe}}^2\ddot{\text{P}}^8. \\ 14 \quad : 12 \quad : 6 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Der Sauerstoff des Eisenoxyds ist $1\frac{1}{2}$ Mal so groß als der der damit verbundenen Phosphorsäure.

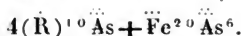
5) Eisensinter.

Zwei Mineralien dieses Namens von wesentlich verschiedener Zusammensetzung sind von Stromeyer und Kersten analysirt worden. Kersten untersuchte einen Eisensinter vom Tiefen Fürstenstollen bei Freiberg, und Stromeyer einen solchen von der Grube Christbescheerung bei dieser Stadt.

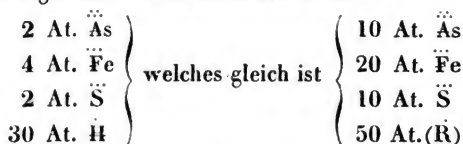
Der Eisensinter vom Tiefen Fürstenstollen besitzt nach Kersten's Analyse ein Atomenverhältniß von:



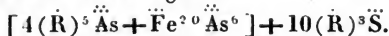
Dies führt zur Formel:



Der Eisensinter von der Grube Christbescheerung ist durch einen beträchtlichen Schwefelsäuregehalt ausgezeichnet. Das sich nach Rammelsberg's Berechnung aus Stromeyer's Analyse ergebende Atomenverhältniß ist:

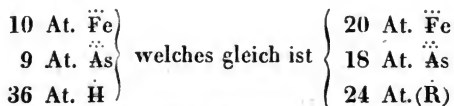


woraus sich die Formel ergibt:

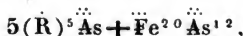


Das Einklammerte ist gleich der Formel des vorigen Minerals, nur mit dem Unterschiede, daß das Sauerstoffverhältniß im ersten Gliede 1 : 1 ist, während es in jener Formel 2 : 1 war. An dieser Verschiedenheit ist wahrscheinlich die Schwefelsäure Schuld, welche im Eisensinter von der Grube Christbescheerung der schwächeren Arseniksäure einen Theil (die Hälfte) ihrer Base entzog.

Ein dritter Eisensinter, von Nertschinsk, wurde von Herman untersucht, und von demselben zusammengesetzt gefunden aus:



Nimmt man eine kleine Veränderung in dem Verhältnisse zwischen der Arseniksäure und dem Wasser vor, welches wohl erlaubt seyn dürfte, da der eine dieser Bestandtheile nur aus dem Verluste bestimmt wurde, so ergibt sich die Formel:



welche $20 \ddot{\text{Fe}}$, $17 \ddot{\text{As}}$ und $25 (\text{R})$ erfordert. Das Sauerstoffverhältniß ist in beiden Formelgliedern wie 1 : 1.

6) Diadochit.

Nach Plattner's Analyse ist die Zusammensetzung dieses Minerals:

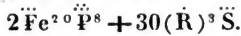
Phosphorsäure	14,811
Schwefelsäure	15,145
Eisenoxyd	39,690
Wasser	30,354
	<hr/>
	100,000

welches einer Sauerstoffproportion entspricht von:

$$\begin{array}{cccc} \ddot{\text{P}} & \ddot{\text{S}} & \ddot{\text{Fe}} & \text{H} \\ 8,29 & : & 9,06 & : & 12,17 & : & 26,98 \\ & & & & & & (\text{R}). \end{array}$$

$$= 8,29 : 9,06 : 12,17 : 9,00$$

woraus folgende Formel resultirt:



Das nach derselben berechnete Sauerstoffverhältniß ist:

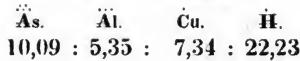
$$8 : 9 : 12 : 9,$$

also mit dem durch die Analyse gefundenen sehr nahe übereinstimmend.

Bei dem Diadochit und dem Eisensinter von der Christbescheerung habe ich angenommen, daß die ganze Quantität der in diesen Mineralien vorhandenen Schwefelsäure an Wasser gebunden sey. Hierbei liegt die durch Stromeyer's, Plattner's und Rammelsberg's Versuche gewonnene Thatsache zu Grunde, daß fast der ganze Schwefelsäuregehalt dieser Mineralien durch kochendes Wasser extrahirt werden kann, ohne daß sich hierbei Eisenoxyd auflöst. Wäre die Schwefelsäure an Eisenoxyd gebunden, so könnte dieses Verhalten unmöglich stattfinden. Nehmen wir an, wie Rammelsberg thut, Schwefelsäure und Eisenoxyd seyen zu $\ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}^2$ verbunden, so würde diese Verbindung, nach Maus, bei der Behandlung mit Wasser zuerst in ein unlösliches basisches und in ein sich auflösen-

des (annähernd) neutrales Salz zerfallen. Ich habe aber gezeigt, daß 1 Th. neutrales schwefelsaures Eisenoxyd in 1000 Th. Wasser gelöst und gekocht, keinesweges seinen ganzen Eisenoxydgehalt, sondern nur etwa $\frac{9}{100}$ desselben als basisches Salz absetzt, während $\frac{1}{100}$ aufgelöst bleibt. Bei 800facher Verdünnung bleibt etwa $\frac{1}{4}$, bei 400facher Verdünnung $\frac{1}{3}$, und bei 200facher Verdünnung $\frac{1}{2}$ des Eisenoxyds gelöst ¹⁾. — Von der ungefähr 15 Proc. betragenden Menge der Schwefelsäure im Diadochit extrahirte Rammelsberg 12,6 Procent durch Kochen mit Wasser. Warum nicht die ganze Menge der Schwefelsäure ausgezogen werden konnte, ist leicht einzusehen.

7) Linsenerz.
(Hermann.)



(Cu).



Das Sauerstoffverhältniß im ersten Gliede ist wie 2 : 1, im zweiten Gliede wie 3 : 1.

Zur besseren Uebersicht der für die Arseniate und Phosphate dieses Abschnitts aufgestellten Formeln will ich dieselben hier zusammenstellen:

		Sauerstoffverhältniß im 2. Gliede.
Peganit	$4(\text{R})^5 \ddot{\text{P}} + \ddot{\text{A}}\text{l}^{20} \ddot{\text{P}}^5$	2 : 1
Wawellit	$4(\text{R})^5 \ddot{\text{P}} + \ddot{\text{A}}\text{l}^{15} \ddot{\text{P}}^5$	3 : 2
Eisensinter v. Christbescheerung	$4(\text{R})^5 \ddot{\text{A}}\text{s} + \text{Fe}^{20} \ddot{\text{A}}\text{s}^6 + 10(\text{R})^3 \text{S}$	2 : 1
Fischerit	$6(\text{R})^5 \ddot{\text{P}} + \ddot{\text{A}}\text{l}^{20} \ddot{\text{P}}^6$	2 : 1
Arsenosiderit	$6(\text{R})^5 \ddot{\text{A}}\text{s} + \text{Fe}^{20} \ddot{\text{A}}\text{s}^8$	3 : 2
Diadochit	$2\text{Fe}^{20} \ddot{\text{P}}^8 + 30(\text{R})^3 \text{S}$	3 : 2
Eisensinter v. T. Fürstenstollen	$4(\text{R})^{10} \ddot{\text{A}}\text{s} + \text{Fe}^{20} \ddot{\text{A}}\text{s}^6$	2 : 1
Linsenerz	$5(\text{Cu})^{10} \ddot{\text{A}}\text{s} + \ddot{\text{A}}\text{l}^3 \ddot{\text{A}}\text{s}$	3 : 1

Die Formel des Eisensinters von Nertschinsk habe ich, als weniger sicher, hier nicht aufgeführt.

1) Diese Annalen, Bd. 44, S. 453.

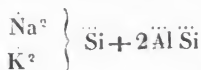
XI. *Chemische Untersuchung einiger Silicate, die Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure enthalten; von Whitney aus Boston.*

Vor einem Jahre kam ich, durch die Güte des Hrn. Dr. C. T. Jackson in Boston, in Besitz einiger in Litchfield, Maine, neu entdeckter Mineralien, deren chemische Untersuchung ich unter der Leitung des Hrn. H. Rose Gelegenheit hatte auszuführen. Gewisse Eigenschaften einiger dieser Mineralien, nämlich der Silicate, die Chlor und Kohlensäure enthalten, führten mich zu der Untersuchung anderer, die mit diesen gewissermaßen verwandt schienen, und deren Zusammensetzung noch nicht vollkommen ausgemittelt war.

Die in Litchfield vorkommenden Mineralien zeigen in ihrer chemischen Beschaffenheit sowohl wie in ihrem Vorkommen neben einander eine wirklich merkwürdige Aehnlichkeit mit den in dem Miascit des Ilmengebirges vorkommenden Mineralien. Bis jetzt aber hat man sie nur in Granitblöcken gefunden, die vielleicht weit von ihrer ursprünglichen Lage fortgerissen sind; findet man sie später in dem festen Granit, so wird wahrscheinlich die Vergleichung sich weiter ausführen lassen. Der Granit, der die in Litchfield aufgefundenen Mineralien enthält, ist kein Miascit, das heißt, kein Granit, in dem der Quarz durch Elaeolith vertreten ist, doch ist Elaeolith vorhanden und mehr oder weniger mit dem Gesteine eingemengt. Der Granit besteht aus einem Gemenge von Quarz, Feldspath und schwarzem Glimmer, welcher letztere in sehr verschiedener Menge vorhanden ist, theils in einzelnen dünnen Streifen zwischen den anderen Bestandtheilen, theils in großen Blättern mit Elaeolith und einem, dem Cancrinit sehr nahe stehendem, Minerale eingemengt. Folgende Mineralien kommen in diesem Granit vor, und es sind gerade diejenigen, die den Miascit auszeichnen.

Zircon in schönen zimtbraunen Krystallen; **Sodalit** von schön saphirblauer Farbe in kleinen spaltbaren Stücken; **Elaeolith**, in derben Massen von fleischrother Farbe, und das dem **Cancrinit** so nahe stehende Mineral, das weiter unten beschrieben wird.

Der **Elaeolith** ist in den Stufen, die ich habe, in verhältnißmäßsig sehr kleiner Menge vorhanden, und kommt meistens mit dem **Cancrinit** vor. Auf der Oberfläche einiger Stufen bildet er einen, einige Linien starken Ueberzug, in dem der **Sodalit** eingewachsen ist. Seine Farbe ist licht fleischroth und licht gelblichbraun. Fettglanz; derb; undurchsichtig. Löst sich in einem großen Ueberschufs von einer nicht zu verdünnten Säure zu einer klaren Flüssigkeit auf, ohne dabei Kohlensäure zu entwickeln. Enthält keine Schwefelsäure und nur Spuren von Chlor. Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht zu einem blasigen Glase, und verhält sich im übrigen wie **Elaeolith**. Es wurde keine Analyse von dem **Elaeolith** gemacht, denn die Analysen von **Scheerer** haben die Formel:

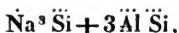


für dieses Mineral festgestellt. Als solches Thonerde-Natron-Silicat kommt es in Verbindung mit einem Atom Kalkspath als **Cancrinit** vor, den es im Ilmengebirge begleitet; in dem **Litchfield-Granit** verbinden sich zwei Atome **Elaeolith** mit einem Atom Kalkspath und einem Atom kohlensaurem Natron mit zwei Atomen Wasser; oder, gerade die Hälfte des im **Cancrinit** enthaltenen Kalkspaths ist in dem Mineral von **Litchfield** durch kohlensaures Natron ersetzt, unter Aufnahme von einem Atom Wasser.

Der **Cancrinit** (**Davyn**) gehört, wie der **Elaeolith**, dem **hexagonalen** Systeme an.

Der **Sodalit**, der in den beiden vorher erwähnten Localitäten mit **Elaeolith** und **Cancrinit** vorkommt, enthält aber nach den meisten mit einander übereinstimmenden Analysen nicht ein Atom **Elaeolith** nach der neueren Formel, sondern:





oder die vor den Untersuchungen von Scheerer aufgenommene Formel, in Verbindung mit einem Atom Chlor-natrium. Auch bildet letztere Formel, in Verbindung mit schwefelsaurem Natron, Nosean; mit schwefelsaurem Kalk, Häüyn. Letztere drei Mineralien gehören alle dem *tesseralen* Systeme zu, und sind alle nach den Flächen des Dodecaëders spaltbar. Ob die Verbindung $\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$ für sich existirt, ist noch unbestimmt.

Alle die oben erwähnten Mineralien zeigen einige gemeinschaftliche Reactionen.

Sie lösen sich alle in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit auf. Oxalsäure, Essigsäure und Weinsteinsäure und wahrscheinlich andere organische Säuren haben dieselbe Wirkung wie die starken Mineralsäuren, und lösen das fein gepulverte Mineral zu einer klaren Flüssigkeit auf. Es versteht sich von selbst, dafs, wenn die auflösende Säure eine in der Säure unauflösliche Verbindung mit Kalkerde bildet, so wird die in dem Mineral vorhandene Kalkerde ausgeschieden.

Diese Eigenschaft ist schon früher bei dem Sodalit und auch bei dem Cancrinit theilweise beobachtet worden. Arfwedson sagt bei seiner Analyse des Sodalits (Schweigger's Journal, Bd. 34, S. 211): »Die Analyse wurde dagegen mit reiner Salpetersäure wiederholt, weil das Fossil die Eigenschaft hat, in geschlämmten Pulver von dieser Flüssigkeit aufgelöst zu werden«. Wahrscheinlich hat er sich einer stärkeren Chlorwasserstoffsäure beim Aufschließen des Minerals bedient, und daher geglaubt, dafs diese Reaction nur mit Salpetersäure hervorgebracht werden könnte. Mit einer concentrirten Säure gelatiniren alle diese Mineralien, mit Ausnahme des Cancrinit, der sich erst klar auflöst, wie diefs auch schon Hr. Prof. G. Rose bei dem Cancrinit vom Ilmengebirge beobachtet hat ¹⁾, und nachher beim Kochen plötzlich gelatinirt. Einmal vollständig auf-

1) Siehe G. Rose, „Reise nach dem Ural etc.“, Bd. II, S. 56.

gelöst, läßt sich die Auflösung leicht filtriren, und beim Abdampfen gelatinirt sie erst nachdem beinahe alles Wasser fortgetrieben ist. Der Davyn zeigt genau dieselbe Reaction wie der Cancrinit bei der Auflösung in Säuren, und es scheint daher sehr wahrscheinlich, daß dieses Mineral nichts anderes wie Cancrinit sey, wie jetzt wohl von den meisten Mineralogen angenommen wird.

Die Eigenschaft dieser Mineralien, ungeachtet ihres nicht unbedeutenden Kieselsäuregehalts, sich in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit aufzulösen, halte ich für sehr merkwürdig, und dieß Verhalten scheint für eine Klasse Thonerde-Natron-Silicaten sehr bezeichnend.

Der Gang der Analyse war folgender:

Das feingepulverte und bei 100° sorgfältig getrocknete Mineral wurde in heißer verdünnter Chlorwasserstoffsäure zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst. War das angewandte Material nicht vollkommen rein ausgesucht, so blieb die fremde Substanz zurück, und konnte durch Filtration getrennt werden. Hatte sich bei der Auflösung eine Spur von Kieselsäure ausgeschieden, so wurde der erhaltene Rückstand mit einer Auflösung von kohlen saurem Natron gekocht, wobei sich alle Kieselsäure auflöste und die fremde unzersetzte Substanz zurückblieb. Die Auflösung wurde darauf in einer großen Platinschale auf dem Wasserbade abgedampft, bis die Masse staubig trocken erschien, und die Kieselsäure auf die gewöhnliche Weise getrennt. Die so erhaltene Kieselsäure kann als vollkommen rein angesehen werden, denn mit Flußsäure abgedampft, läßt sie eine kaum wägbare Spur eines Rückstandes. Auf diese Weise erhält man zwar nicht die ganze Menge der in dem Mineral enthaltenen Kieselsäure, denn es bleibt gewöhnlich von 1 bis 5 Procent, die sich theils in dem mit Ammoniak erhaltenen Niederschlage befindet, theils bei der Auflösung der Alkalien zurückbleibt. Wird aber die Hitze bei der Abdampfung über 100° gesteigert, so verbindet sich ein Theil der Kieselsäure mit einem Theil der Thonerde, und die erhaltene Kieselsäure löst sich in kohlen saurem Natron gar nicht auf.

Zu der von der Kieselsäure abfiltrirten Flüssigkeit wird so viel an Ammoniak zugefügt, daß die Flüssigkeit schwach danach riecht. Wird zu viel Ammoniak zugesetzt, so löst sich mehr oder weniger Thonerde wieder auf, die nachher bei der Behandlung der Alkalien mit Wasser zurückbleibt. Enthält das Mineral Schwefelsäure, so wird diese erst vor dem Fällen mit Ammoniak mit Chlorbarium gefällt, und der Ueberschuß an Baryt mit Schwefelsäure entfernt. Der mit Ammoniak erhaltene Niederschlag wurde getrocknet, geglüht und gewogen, und nachher auf folgende Weise untersucht. Der Niederschlag wird von den Filteraschen getrennt, feingepulvert, noch einmal geglüht und eine gewogene Menge mit concentrirter reiner Schwefelsäure erhitzt, bis er gelatinirt, und darauf mit vielem heißen Wasser verdünnt und gekocht. Der unaufgelöste flockige Rückstand besteht größtentheils aus Kieselsäure, die aber immer, trotz allem Bemühen, ein wenig Thonerde zurückhält. Beide wurden auf die gewöhnliche Weise durch Schmelzen mit kohlen-saurem Natron von einander getrennt.

In der Auflösung der Thonerde in Schwefelsäure wurde die kleine Menge Eisenoxyd durch Kali getrennt, und das Gewicht, mit dem der erhaltenen Kieselsäure, von dem des mit Ammoniak erhaltenen Niederschlags abgezogen.

In der von der Thonerde abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Kalkerde mit Oxalsäure und Ammoniak gefällt. Die erhaltene kohlen-saure Kalkerde löst sich in Säuren auf, ohne den kleinsten Rückstand zurückzulassen.

Die von der Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde in einer Platinschale abgedampft, und die ammoniakalischen Salze durch Erhitzen bis zum schwachen Glühen fortgejagt. Darauf wurde der Rückstand in wenig Wasser aufgelöst, in einem tarirten Tiegel abgedampft, und, je nachdem die Alkalien als schwefelsaure Salze oder als Chloride vorhanden waren, zum schwachen Glühen erhitzt, oder unter Zusatz von kohlen-saurem Ammoniak so lange geglüht, bis das Gewicht constant blieb. Darauf wurde die gewogene Masse in heißem Wasser aufgelöst und das Zurückblei-

bende abfiltrirt, ausgestüft, geglüht und gewogen, nachher mit kohlenurem Natron geschmolzen und wie ein gewöhnliches Silicat analysirt. Dieser Rückstand ist zuweilen sehr unbedeutend, und darf ohne merklichen Fehler als Kieselsäure angenommen werden. Zuweilen bleiben ziemlich große Mengen Thonerde oder Manganoxyd zurück, die in einer genauen Analyse durchaus nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Kali und Natron wurden auf die gewöhnliche Weise von einander getrennt, und das Natron als Chlornatrium bestimmt. Die von dem Kaliumplatinchlorid abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit vielem Wasser verdünnt, in einer kleinen Platinschale abgedampft und unter Zusatz von einigen Krystallen Oxalsäure geglüht. Nach Abfiltriren des reducirten Platins wurde das Filtrat abgedampft und als Chlornatrium gewogen. Die Methode mit Schwefelwasserstoff ist mir nie gelungen, denn ich habe auf keine Weise alles Platin mit Schwefelwasserstoff ausfällen können.

Analyse des Sodalits aus Litchfield,

Der Sodalit ist in kleinen krystallinischen Massen in Elaeolith eingewachsen. Vollkommen spaltbar. Durchscheinend. Farbe: schön saphyrblau.

Vor dem Löthrohr verliert er augenblicklich seine Farbe und wird durchscheinend; stärker erhitzt, schmilzt er unter starkem Aufschäumen zu einem farblosen blasigen Glase. Verhält sich übrigens gerade wie der Sodalit vom Ilmengebirge, dem er überhaupt vollkommen ähnelt.

Er löst sich mit der größten Leichtigkeit in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit auf; enthält keine Spur von Schwefel.

Es wurden zwei Analysen gemacht, zu I wurde das Mineral in Salpetersäure aufgelöst, um das Chlor zu bestimmen; zu II wurden 2,1725 Grm. in Salzsäure aufgelöst.

	I.	II.	Berechnet.
Kieselsäure	37,30	37,63	37,60
Thonerde	} 32,88	30,93	31,57
Eisenoxyd		1,08	
Natron	23,86	25,48	25,47
Kali	59		
Chlor	6,97		7,21.

Die Analysen stimmen mit der von v. Kobell aufgestellten Formel



sehr gut überein.

Das Mineral verdankt seine schöne blaue Farbe vielleicht einer Verbindung von Eisensäure. Wird das Eisen als Eisenoxyd betrachtet, so hat man einen kleinen Ueberschufs an K in beiden Analysen. Dafs diese blaue Farbe von einer organischen Substanz herrühre, wie man vermuthet hat, scheint kaum möglich in einem im Granit sitzenden Minerale.

Analyse des Noseaus vom Laacher See.

Die merkwürdige Eigenschaft des Sodalits, von den organischen Säuren sowohl, wie von den starken Mineralsäuren zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst zu werden, führte mich zu einer weiteren Untersuchung der Silicate, die Schwefelsäure enthalten, bei denen sich dieselbe Eigenschaft zeigte. Die mit einander sehr wenig übereinstimmenden Analysen von Bergmann und Varrentrapp lassen keine wahrscheinliche Formel construiren; doch macht Berzelius ¹⁾ darauf aufmerksam, dafs bei dem Häüyn und Nosean vielleicht dieselbe Art von Verbindung stattfindet, wie bei dem Sodalit und Cancrinit, in welchen sich kieselsaures Thonerde-Natron nach basischen Sättigungsgraden mit einem Salze von einem anderen elektronegativen Körper, nämlich mit einem Chlorür oder einem Carbonat verbunden hat. Auch bemerkt er, dafs wenn solche Ver-

1) Rammelsberg, Wörterbuch, Suppl. 1, S. 68.

bindungen in mehreren Verhältnissen stattfinden können, so können sie auch in zufälligen relativen Quantitäten mit einander vermischt vorkommen, und dadurch die Ungleichheit in den Resultaten erklärt werden. Es ist klar, daß man aus diesen nicht eher eine Formel ableiten kann, als bis man zufällig eine oder zwei unvermischte Verbindungen getroffen hat, die eine wahrscheinliche Formel geben. Durch die Güte des Hrn. Krantz kam ich in Besitz einiger sehr schönen Stücke Nosean und Häüyn aus Niedermendig und dem Albanergebirge, die ich einer chemischen Untersuchung unterwarf, indem ich nichts vernachlässigte, was bei der Schwierigkeit der Trennung der Thonerde von der Kieselsäure in dieser Art Verbindungen auf die Genauigkeit der Resultate Einfluß haben konnte.

Der Nosean, den ich untersuchte, ist der den Mineralogen bekannte vom Laacher See.

Vor dem Löthrohr wird er lichter, und schmilzt an den Kanten zu einem blasigen Glase.

Löst sich in allen Säuren auf, ohne dabei Schwefelwasserstoff zu entwickeln.

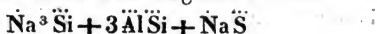
Es wurden zwei Analysen ausgeführt, wobei das Mineral in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wurde.

Die Resultate auf Hundert berechnet gaben:

	I.	II.	Sauerstoff.
Kieselsäure	36,52	36,53	18,96
Thonerde	29,54	29,42	13,79
Eisenoxyd	44		0,13
Kalkerde	1,09	1,62	0,30
Natron	23,12	22,97	5,91
Chlor	61	61	
Glühverlust	1,37	1,37	
Schwefelsäure	7,66	7,13	4,58
	<hr/> 100,34	<hr/> 99,65	

Besondere Versuche gaben die Menge des Chlors und den Glühverlust an.

Da der Sauerstoff von \ddot{S} , \ddot{R} , \ddot{R} und \ddot{Si} sich wie 3 : 4 : 9 : 12 verhält, so kann man folgende Formel



aufstellen.

Diese Formel erfordert:

Kieselsäure	36,70
Thonerde	30,58
Natron	24,75
Schwefelsäure	7,95
	<hr/>
	99,98.

Ein kleiner Theil des Natrons ist durch Kalkerde ersetzt, auch ist eine kleine Menge Chlor vorhanden, das, in Verbindung mit dem Thonerde-Natron-Silicate als Sodalit, die kleine fehlende Menge der Schwefelsäure vertritt.

Analyse des Häüyn's vom Albanergebirge und von Niedermendig.

Häüyn vom Albanergebirge.

Der Häüyn vom Albanergebirge ist in kleinen Drusen mit Vesuvian vermischt in einer aus feinen Glimmerschuppen bestehenden Masse. Die klare, homogene, schön grünlichblaue Farbe des Häüyn aus dieser Localität läßt einen ziemlich hohen Grad von Reinheit in diesem Mineral vermuthen.

In dem Kolben erhitzt, decrepitirt er heftig, bekommt allmählig eine hellere, mehr grünliche Farbe, und giebt eine Spur Wasser. In der Platinzange schmilzt er bei einer ziemlich starken Hitze zu einem blaugrünlichen blasigen Glase.

Bei dem Auflösen entwickelte sich ein kaum wahrnehmbarer Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Wegen Mangel an Material konnte nur eine Analyse des Albaner Häüyns gemacht werden, wobei 1,1563 Grm. in Salzsäure aufgelöst wurden. Diese gab, auf Hundert berechnet:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	32,44	16,856
Thonerde und wenig H	27,75	12,960
Kalkerde	9,96	2,831
Natron	14,24	} 4,050
Kali	2,40	
Schwefelsäure	12,98	7,770
	<hr/>	
	99,77.	

Die Thonerde enthielt eine Spur Eisenoxyd, das wahrscheinlich in dem Mineral als Eisen mit Schwefel verbunden war.

Von Chlor waren kaum wägbare Spuren vorhanden.

Der Sauerstoff von Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Natron mit Kali und Schwefelsäure verhält sich ziemlich nahe wie 12 : 9 : 2 : 3 : 6.

Man kann also die Formel



aufstellen; sie verlangt:

Kieselsäure	32,47
Thonerde	27,09
Natron	16,44
Kalkerde	9,89
Schwefelsäure	14,09
	<hr/>
	99,98.

Häüyn von Niedermendig.

Zwei Analysen des Häüyns von Niedermendig geben Resultate, die ziemlich mit den von Varrentrapp früher erhaltenen übereinstimmen. Sie lassen keine einfache Formel construiren.

Die Resultate auf Hundert berechnet geben:

	I.	II.
Kieselsäure	33,90	34,83
Thonerde	28,07	28,51
Eisenoxyd		31
Kalkerde	7,50	7,23
Natron	19,28	18,57
Schwefelsäure	12,01	12,13
	<u>100,76</u>	<u>101,58.</u>

Spuren von Chlor waren auch vorhanden. Das Eisen ist wahrscheinlich als Schwefeleisen in dem Minerale enthalten, denn bei dem Auflösen in Chlorwasserstoffsäure wurde ein sehr schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrgenommen.

Man hat für den Häüyn von Niedermendig mehrere von einander sehr verschiedene Ausdrücke zusammengestellt, die aber mit den gefundenen Resultaten nicht sehr gut übereinstimmen, und die auch kaum als wahrscheinlich angenommen werden dürfen. Der Häüyn vom Albanergebirge, der sich durch seine krystallinische Beschaffenheit, homogene Farbe und Durchsichtigkeit auszeichnet, darf wohl als reiner angesehen werden wie der von Niedermendig, dessen Farbe zwischen der aschgrauen des Noseans und der grünlichblauen des Häüyns vom Albanergebirge schwankt. Nimmt man die Zusammensetzung des letzteren als die des reinen Minerals, so ergibt sich, daß der Nosean sich von dem Häüyn unterscheidet, indem der erstere ein Atom $\text{R}\ddot{\text{S}}$ in Verbindung mit dem, beiden gemeinschaftlichen Gliede $\text{Na}^3\ddot{\text{Si}} + 3\text{Al}\ddot{\text{Si}}$ enthält, in dem der Häüyn $2\text{R}\ddot{\text{S}}$ erfordert, um seine Zusammensetzung auszudrücken.

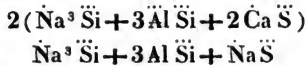
Der Häüyn von Niedermendig hat aber etwas mehr Kieselsäure wie die Formel des Häüyns vom Albanergebirge verlangt, doch etwas weniger Thonerde und Schwefelsäure, wohl aber ziemlich dieselbe Menge der Basen R. Also sieht man augenblicklich, daß der Häüyn von Niedermendig etwas Nosean enthalten muß.

In der That, berechnet man die procentische Zusam-

mensetzung eines Gemisches aus 2 Atomen Häüyn und 1 Atom Nosean, nach den früher gegebenen Formeln, so hat man:

Kieselerde	33,58
Thonerde	28,50
Natron	18,94
Kalkerde	6,82
Schwefelsäure	12,14.

Der Ausdruck:



also scheint am besten mit den Analysen des Häüyn von Niedermendig zu passen, und wird vielleicht als nicht sehr wahrscheinlich angesehen werden.

Der Nosean und der Häüyn von Niedermendig enthalten auch etwas Sodalit, doch in sehr wechselnder Menge. Der Häüyn vom Albanergebirge enthält kaum eine Spur von Chlor.

Die blaue Färbung des Häüyns scheint aber aus einer ganz anderen Ursache herzurühren, wie die der Sodalite. Die Farbe des Sodalits ist schön saphyrblau, verschwindet aber bei einer verhältnißmäßig sehr niedrigen Temperatur, indem die Probe ihre Durchsichtigkeit behält; der Häüyn vom Albanergebirge läßt sich glühen, ohne daß seine Farbe merklich verändert wird. Erst beim Schmelzen wird sie lichter, indem das Mineral ein schwach grünliches Glas giebt.

A n h a n g.

Ittnerit.

Der Ittnerit gehört zu dieser Klasse von Mineralien in sofern er Schwefelsäure und Chlor enthält, doch löst er sich nur in starken Säuren auf, wobei die Kieselsäure sich als Gallerte abscheidet.

Meine Resultate stimmen ziemlich mit den von Gmelin früher erhaltenen überein, und lassen keine mit den anderen übereinstimmende Formel aufstellen.

Kieselerde	35,69
Thonerde mit wenig H	29,14
Kalkerde	5,64
Natron	12,57
Kali	1,20
Schwefelsäure	4,62
Chlor	1,25
Verlust (Wasser)	9,83
	<hr/> 100,00.

Stellt man die Formel der Mineralien, die $\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$ enthalten, neben einander, so hat man folgende Uebersicht: $\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$, die früher für den Elaeolith angenommene Formel;

$\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + \text{Na Cl}$, Sodalit;

$\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + \text{Na S}$, Nosean;

$\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + 2 \text{Ca S}$, Häüyn vom Albanergebirge;

$\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + \text{Na S}$ } Häüyn von Niedermendig
 $2(\text{Na}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + 2 \text{Ca S})$ }

Analyse des Cancrinits aus Litchfield, Maine.

Hexagonal; nach den Flächen eines regulären sechsseitigen Prisma sehr vollkommen spaltbar.

Zwei Abänderungen dieses Minerals kommen neben einander vor.

A. In krystallinischen Massen und körnigen Aggregaten.

Härte 5,5 bis 6; spezifisches Gewicht in kleinen Stücken 2,448; citronen- bis schwefelgelb; Glasglanz auf den Spaltungsflächen, außerdem in den Fettglanz geneigt. Durchsichtig bis durchscheinend.

Im Kolben erhitzt, giebt das Mineral Wasser, und verliert augenblicklich seine Farbe; wird erst in der Glühhitze weiß und undurchsichtig, indem die ganze Menge der Kohlensäure leicht ausgetrieben wird.

In der Zange schmilzt es unter starkem Aufschäumen leicht zu einem farblosen durchsichtigen, blasigen Glase. Mit Soda schmilzt es unter Aufschäumen zu einer undurchsichtigen Perle, die von Mangan gefärbt ist. Borax löst es in großer Menge zu einem klaren farblosen Glase auf. Mit dem Phosphorsalze giebt es eine klare Perle, die beim Erkalten milchicht wird. Mit der Kobaltauflösung wird es sehr schön blau.

Es wird von allen Säuren unter starkem Brausen zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst, doch muß die Säure nicht zu concentrirt seyn; in ziemlich concentrirter Chlorwasserstoffsäure löst es sich erst klar auf, und gelatinirt plötzlich, wenn man die Auflösung einen Augenblick kocht. Oxalsäure löst es eben so gut auf, indem die ganze Menge der Kalkerde sich als oxalsaure Kalkerde ausscheidet. Essigsäure und Bernsteinsäure lösen das feingepulverte Mineral eben so schnell wie die starken Mineralsäuren auf.

Bei der Analyse der durchsichtigen, citronengelben Abänderung wurden folgende Zahlen erhalten:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	37,42	37,89	37,84
Thonerde	27,70	27,39	} 28,26
Manganoxyd	86	64	
Eisenoxyd	Spur		
Kalkerde	3,91	3,88	3,82
Natron	20,98	} 21,24	20,94
Kali	67		
Chlor	Spur		
Kohlensäure und Wasser	8,77	8,77	8,77
	<u>100,41</u>	<u>99,81</u>	<u>99,53.</u>

Durch den Glühverlust wurde die Gesamtmenge der Kohlensäure und des Wassers bestimmt, denn in der Glühhitze wird durch die Gegenwart von der Kieselsäure und Thonerde jede Spur von Kohlensäure ausgetrieben.

Die genauesten Versuche, um die Menge der Kohlensäure für sich durch den Verlust bei dem Auflösen in ei-

ner Säure zu bestimmen, gaben 5,93 und 5,96 Procent. Ein weniger genauer Versuch in einem anderen Apparate gab 6,30 Procent.

Zieht man 5,95 Kohlensäure, als Mittel der zwei genannten Versuche, von dem Glühverluste ab, so hat man die Menge des Wassers gleich 2,82 Proc. Berechnet man es aus dem Verluste in den Analysen, so ergibt sich das Wasser gleich 2,50, 3,00 und 3,12 Procent.

Die Menge des Chlors ist zwar zu klein, um ganz genau bestimmt zu werden, ein besonderer Versuch gab aber ungefähr 0,04 Procent.

Um die Schwierigkeit der Trennung der Kieselsäure in dieser Art Verbindungen zu zeigen, bemerke ich, dafs bei der Analyse dieses Minerals, wo die Kieselsäure auf dem Wasserbade getrocknet wurde, die durch Befeuchten der staubig-trockenen Masse mit Chlorwasserstoffsäure und Behandlung mit Wasser erhaltenen Kieselerde zwischen 34 und 36 Proc. schwankte. In einer Analyse, wo die Kieselsäure nach Trocknem auf dem Wasserbade, über der Berzelius'schen Lampe, doch nicht zum schwachen Glühen, erhitzt wurde, betrug ihre Menge über 40 Proc. Die auf diese Weise erhaltene Kieselsäure löste sich aber gar nicht in kohlen-saurem Natron, und enthielt eine bedeutende Menge Thonerde und Natron.

Um die Menge des Chlors bei der Analyse zu bestimmen, wo das Mineral in Salpetersäure aufgelöst wurde, hatte die erhaltene Kieselsäure ein eigenthümliches Aussehen. Sie war nämlich ganz durchsichtig und sah fast wie kleine Quarzstücke aus, hatte dabei das gewöhnliche specifische Gewicht von der chemischen Kieselerde, nämlich 2,20.

B. Analyse der grünlichen Abänderung.

In säulenförmigen stängligen Aggregaten, sehr vollkommen spaltbar; auf den Spaltungsflächen Glas- in Fettglanz übergehend; Härte 5 bis 5,5; specifisches Gewicht 2,461; gelblichgrün bis spargelgrün, durchscheinend, in sehr dünnen Stücken fast durchsichtig.

Diese Abänderung verhält sich sonst gerade wie die früher beschriebene.

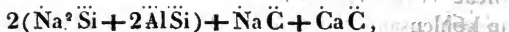
Die Resultate der Analysen auf Hundert berechnet, gaben:

Kieselsäure	37,20
Thonerde	27,59
Manganoxyd, und Eisenoxyd	27
Kalkerde	5,26
Natron	20,46
Kali	50
Chlor	Spur
Glühverlust	9,20
	<hr/>
	100,48.

Die Menge der Kohlensäure wurde gleich 5,92 gefunden.

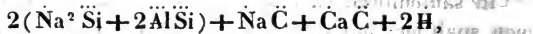
Die grüne Abänderung unterscheidet sich daher von der gelben, indem sie ungefähr 1 Proc. mehr Kalkerde und verhältnißmäßigs weniger Natron enthält.

Da in dem gelben durchsichtigen Minerale der Sauerstoff von Kalkerde, Kohlensäure, Natron, Thonerde und Kieselsäure sich wie 1 : 2 : 5 : 12 : 18 verhält, so kann man die Zusammensetzung folgenderweise ausdrücken:



oder 1 Atom wasserfreien Gay-Lussit mit zwei Atomen Elaeolith, wenn man das Wasser als unwesentlich betrachtet. Da aber in dem sorgfältig getrockneten Minerale die Menge des Wassers etwa 2,82 Proc. beträgt, und in den verschiedenen Analysen ein ziemlich constanter Verlust von 2,50 bis 3,00 Proc. stattfindet, so muß man annehmen, dafs es als chemisch verbundenes Wasser in dem Minerale vorhanden ist.

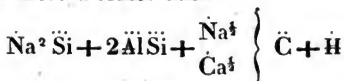
Berechnet man daher die Formel:



so hat man folgende procentische Zusammensetzung, die genau mit den Analysen der gelben Abänderung übereinstimmt:

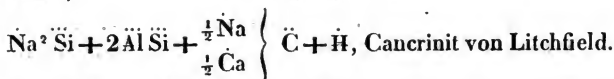
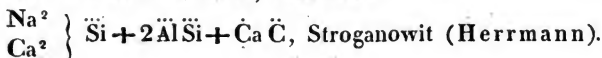
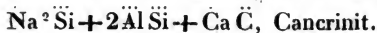
Kieselsäure	38,00
Thonerde	28,18
Natron	21,44
Kalkerde	3,86
Kohlensäure	6,03
Wasser	2,46.

Man kann diese Formel auch



schreiben, indem man das Mineral als ein Cancrinit betrachtet, in dem genau die Hälfte des Kalkspaths durch kohlen-saures Natron ersetzt wird, unter Aufnahme von einem Atom Wasser.

Folgende Zusammenstellung zeigt das Verhältniß der bisher bekannten Silicate, die Kohlensäure enthalten:



Von dem Stroganowit habe ich nie etwas gesehen; auch Davyn, der wahrscheinlich in diese Reihe gehört, habe ich nicht in hinreichend großer Menge bekommen können, um eine genaue Analyse davon auszuführen.

XII. Ueber die Zersetzung des Wassers durch bloße Hitze; von Hrn. Grove.

(Aus einem Briefe an Hrn. Louyet in Brüssel. *Ann. de chim. et de phys.*, T. XIX, p. 253.)

— **M**eine Abhandlung über die Zersetzung des Wassers durch Hitze ist noch nicht veröffentlicht; sobald sie es seyn wird, werde ich Ihnen ein Exemplar übersenden. Der Ver-

such kann auf mehrfache Weise gemacht werden, am einfachsten auf folgende:

Man schmelze vor dem Knallgasgebläse einen dicken Platindraht, bis sich an seinem Ende eine Kugel von der Gröfse einer kleinen Erbse oder eines Pfefferkorns gebildet hat. Hierauf bringe man destillirtes Wasser zum Sieden und lasse es unter der Luftpumpe erkalten, um es möglichst von Luft zu befreien. Man erwärme dies Wasser bis 93° C., fülle damit eine unten geschlossene Röhre, und kehre diese in einer mit demselben luftfreien Wasser gefüllten Platinschale um. Mittelst einer unter die Schale gestellten Weingeistlampe erhalte man das Wasser auf obiger Temperatur. Hierauf tauche man die kleine Platinkugel in den Docht eines Knallgasgebläses, erhitze sie bis sie schmelzen will, und bringe sie nun rasch unter die Röhre. Sogleich entwickelt sich ein permanentes Gas und steigt in die Röhre. Es ist ein Gemenge von Sauerstoff und Wasserstoff, nebst etwas atmosphärischer Luft oder Stickgas aus dem Wasser. Fig. 9, Taf. II, stellt die Platinkugel in natürlicher Gröfse dar, so wie ihre Gebrauchsweise.

Leitet man ferner Wasserdampf durch ein enges recht glühendes Platinrohr, so erhält man einen Strom von Knallgas. Dasselbe erfolgt, wenn man die Platinkugel durch einen elektrischen Strom weifsglühend macht. Das natürliche Osmium-Iridium, welches im Platinerz vorkommt, wirkt fast wie das Platin selbst, und eben so wirkt, so weit ich urtheilen kann, jede im Wasser unveränderliche Substanz.

Wird ein Eisendraht durch eine Batterie in Wasserdampf erhitzt, so zersetzt sich ein Theil davon, und entfernt man das Bläschen des Gasmengens, so kann ein anderer Theil des Dampfs zersetzt werden und so fort. Dieselben Resultate erhält man, wenn man einen elektrischen Funken zwischen Platinspitzen in Wasserdampf überschlagen läfst. Mittelst eines neuen, aber einfachen Apparats kann ich durch einen Eisendraht, der durch Elektrizität in Wasserdampf zum Glühen gebracht worden ist, einen Strom von Knallgas hervorbringen.

XIII. Ueber die Untersuchung der Asche organischer Körper; von Heinrich Rose.

In neueren Zeiten hat man, besonders durch Liebig's Anregungen, mehr Aufmerksamkeit als früher auf die Untersuchung der Asche von Pflanzen und von animalischen Substanzen verwandt. Wir besitzen jetzt schon eine sehr große Menge von quantitativen Analysen solcher Aschen, durch welche unsere Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung der unorganischen Bestandtheile in den organischen Substanzen sehr erweitert werden können.

Es ist indessen oft leicht möglich unrichtige Schlüsse von den Resultaten der erhaltenen Aschenanalysen, so wie diese bis jetzt angestellt worden sind, auf die Bestandtheile im unzerstörten organischen Körper zu ziehen.

Ich muß zuerst diese Bemerkung beim Durchlesen einer Abhandlung von Hrn. Enderlin machen ¹⁾, der in der Asche des Blutes nur phosphorsaures Natron ($3\text{Na} + \text{P}$) phosphorsaure Kalkerde und Talkerde, Eisenoxyd und phosphorsaures Eisenoxyd, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Kalkerde, Chlornatrium und Chlorkalium, aber keine kohlen-saure Alkalien fand. Er schloß aus den gefundenen Resultaten auf die vollständige Abwesenheit von kohlen-sauren Alkalien und von alkalischen Salzen mit organischen Säuren im Blute.

Es leuchtet indessen ein, daß diese Schlüsse in sofern trügerisch seyn können, als bei starker Hitze das gewöhnliche phosphorsaure Natron ($2\text{Na} + \text{H} + \text{P}$) aus kohlen-saurem Natron die Kohlensäure austreiben und basisch phosphorsaures Natron bilden kann.

Diese Bemerkung hinsichtlich der Schlüsse, welche Hr. Enderlin aus seinen Untersuchungen gezogen hat, ist schon

1) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. 49, S. 317 und Bd. 50, S. 53.
Poggendorff's Annal. Bd. LXX.

von Mehreren gemacht worden. Marchand ¹⁾ hat Enderlin zu widerlegen gesucht; Berzelius macht in seinem neuesten Jahresberichte ebenfalls darauf aufmerksam, und Golding Bird ²⁾ hat das basisch phosphorsaure Natron ($3\text{Na} + \text{P}$) durch Behandlung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron ($2\text{Na} + \text{H} + \text{P}$) mit essigsaurem Natron bei Rothglühhitze dargestellt.

Ich habe die Asche des Blutes (Ochsenblut) ebenfalls einer Untersuchung unterworfen, aber bei einem modificirten Verfahren andere Resultate als Hr. Enderlin erhalten.

Ich setzte das Blut in einem bedeckten Platintiegel einer sehr schwachen Rothglühhitze aus. Die erkaltete Masse wurde mit Wasser ausgezogen; der Auszug war vollkommen farblos. Zur Trockniss abgedampft bestand er aus alkalischen Chlormetallen und kohlen-sauren Alkalien, mit sehr geringen Mengen von schwefelsauren und phosphorsauren Alkalien.

Die mit Wasser ausgezogene Kohle wurde darauf der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure unterworfen. Die filtrirte Auflösung gab mit Ammoniak keinen sehr bedeutenden eisenoxydhaltigen Niederschlag; obgleich er wie fast reines Eisenoxydhydrat aussah, so enthielt er doch etwas Phosphorsäure, so wie Kalkerde und Magnesia. In der filtrirten Auflösung erhielt ich durch oxalsaures Ammoniak eine nicht ganz unbedeutende Fällung von oxalsaurer Kalkerde, woraus sich ein Gehalt von kohlen-saurer Kalkerde im verkohlten Blute ergibt, und in der davon getrennten Flüssigkeit war noch eine sehr geringe Menge von Magnesia enthalten.

Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure behandelte Kohle gab eine sehr bedeutende Menge von rothgefärbter Asche, als sie in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas verbrannt wurde. Sie war in einem halb geschmolzenen Zustand, und enthielt aufser Eisenoxyd, welches den Haupt-

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 37, S. 321.

2) Philos. Magaz., Vol. XXVI, p. 532.

bestandtheil derselben ausmachte, noch phosphorsaure Erden und Alkalien ¹⁾).

Untersucht man nach dem mitgetheilten Verfahren die feuerbeständigen Bestandtheile in den Vegetabilien, so erhält man oft ganz andere Resultate, als die Aschen-Analysen ergeben, die bis jetzt gemacht worden sind.

Die Asche der Erbsen ist von Fresenius und Will, von Bichon, Thon und Boussingault ²⁾ untersucht worden. Keiner von ihnen giebt in derselben Kohlensäure an.

Nach den Untersuchungen, welche die HH. Dr. Gibbs und Bromeis in meinem Laboratorium angestellt haben, beträgt der Gehalt an Kohlensäure in den Salzen, welche durch Wasser aus den verkohlten Erbsen ausgezogen werden, etwas über 27 Procent. Offenbar ist bei der früheren Methode der Einäscherung die Kohlensäure gänzlich verjagt worden. Phosphorsäure ist nur in geringer Menge in dem wässrigen Auszug der verkohlten Erbsen zu finden.

Werden die verkohlten Erbsen, nachdem sie durch Wasser ausgezogen worden sind, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, so erhält man in der Auflösung eine, wiewohl nicht sehr beträchtliche Fällung von phosphorsauren Erdsalzen.

Aeschert man darauf die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpften verkohlten Erbsen in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas vollständig ein, so erhält man eine sehr bedeutende Menge von Asche, die vorzüglich aus phosphorsauren Erdsalzen und Alkalien besteht.

Dafs die Art der Einäscherung der organischen Substanzen auf die Zusammensetzung der Asche einen grossen Einfluß hat, ist schon von mehreren Chemikern bemerkt worden, namentlich von Erdmann ³⁾. Er zeigte, dafs saure

1) Nachdem diese Bemerkungen schon niedergeschrieben waren, ersah ich, dafs Lehmann auf einem andern Wege auch kohlensaures Alkali aus dem Blute dargestellt hat. (Pharm. Centralblatt vom 3. Febr. 1847.)

2) Journal für practische Chemie, Bd. 38, S. 22.

3) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 54, S. 353.

Phosphate, welche weisse Fällungen mit salpetersaurer Silberoxydauflösung gaben, durch das Glühen mit Kohle einen bedeutenden Theil der Phosphorsäure verlieren, und dann die Silberoxydauflösung gelb fällen; er bemerkte ferner, daß Chlor und Schwefelsäure in sehr verschiedenen Mengen in den Aschen enthalten seyn können, je nach der Art der Einäscherung, und daß Chlor in manchen Saamenaschen gar nicht gefunden werde, während der wässrige Auszug des Saamens merkliche Mengen von Chlornatrium enthält. — Auch Mitscherlich ¹⁾ hat auf viele Umstände aufmerksam gemacht, durch welche bei der Einäscherung der organischen Substanzen die Asche derselben zersetzt und verunreinigt werden kann.

Die Art und Weise der Bestimmung der feuerbeständigen Bestandtheile in einer organischen Substanz, wie ich sie oben auseinandergesetzt habe, erscheint mir zweckmäßiger, wenigstens rationeller, als die gewöhnlichen Methoden der Einäscherung. Man kann dagegen einwenden, daß sie zeitraubender ist, als eine Analyse einer auf gewöhnliche Weise erhaltenen Asche; aber man erhält durch sie nicht nur weit richtigere Resultate, sondern es können durch dieselbe auch manche Fragen beantwortet werden, die man hinsichtlich der Art und Weise aufwerfen kann, wie oder in welchen Verbindungen die in der Asche gefundenen Bestandtheile in der organischen Substanz enthalten waren.

Nach der Methode, die ich hiemit vorschlage, verkohlt man die organische Substanz bei sehr gelinder Rothglühhitze, so daß nach dem Erkalten das Wasser, womit die verkohlte Masse behandelt wird, sich nicht gelblich oder bräunlich färbt. Bei dieser Temperatur, welche in der behandelten Substanz durch die Verflüchtigung so vieler Stoffe niedriger ist, als man vielleicht aus der angewandten Erhitzung schliessen mag, werden weder die alkalischen Chlorometalle verflüchtigt, noch kann aus ihnen das Chlor als Chlorwasserstoff durch saure phosphorsaure Salze verjagt werden. Die phosphorsauren Alkalien und Erden können nicht Kohlensäure aus den in der organischen Substanz vor-

1) Monatsbericht der Berliner Academie, 1845, S. 236.

handenen oder durch die Verkohlung gebildeten kohlensauren Alkalien austreiben; eben so wenig kann Phosphorsäure aus ihren Verbindungen durch Kieselsäure verjagt, durch Kohle reducirt und als Phosphor verflüchtigt werden.

Die Verkohlung geschieht entweder in einem geräumigen bedeckten Platintiegel über der Spirituslampe, oder in einem geräumigen bedeckten Thontiegel bei größeren Mengen der organischen Substanz, besonders wenn dieselbe nicht schmilzt. Wenn man keinen bedeutenden empyreumatischen Geruch mehr bemerkt, hört man mit der Erhitzung auf, und behandelt die erkaltete Masse mit Wasser.

Man läßt das Wasser einige Zeit in Berührung mit der verkohlten Substanz, und befördert durch Erhitzung die Auflösung der auflöselichen Salze. Das Aussüßen erfordert sehr viel Zeit und viel heißes Wasser. Wenn aber die Untersuchung nicht den höchsten Grad der Genauigkeit erreichen soll, so unterbricht man das Aussüßen, wenn mehrere Tropfen des Waschwassers nur einen fast nicht sichtbaren Rückstand beim Abdampfen auf Platinblech hinterlassen. Dieser Punkt ist nach nicht sehr langer Zeit erreicht.

In dem wässrigen Auszuge befinden sich die alkalischen Salze. Die alkalischen Chlormetalle sind als solche in der organischen Substanz vor der Verkohlung enthalten gewesen, eben so wie wenigstens zum Theil die schwefelsauren und die phosphorsauren Alkalien. Findet man, wie in den häufigsten Fällen, kohlensaures Alkali in dem wässrigen Auszuge der verkohlten Masse, so präexistirte dieses entweder in der organischen Substanz, oder das Alkali war in derselben an eine organische Säure, oder an einen andern organischen Körper gebunden, der gegen Alkali die Rolle einer Säure spielt.

Ist in der organischen Substanz schwefelsaure Kalkerde vorhanden gewesen, so ist dieselbe durch Gegenwart einer hinreichenden Menge von kohlensauren Alkalien in der verkohlten Masse bei der Behandlung derselben mit Wasser in schwefelsaures Alkali und in kohlensaure Kalkerde verwandelt worden.

Eben so ist bei Gegenwart von phosphorsaurer Kalk-

erde in der verkohlten Masse durch die kohlen-sauren Alkalien derselben eine gewisse Menge von phosphorsauren Alkalien in dem wässrigen Auszug gebildet worden. Kohlen-saures Alkali und phosphorsaure Kalkerde zersetzen sich selbst durch's Schmelzen bei sehr erhöhten Temperaturen nicht vollständig. Eben so ist die gegenseitige Zerlegung bei Gegenwart von vielem Wasser nur unvollständig, und man erhält in dem wässrigen Auszuge um so mehr phosphorsaures Alkali, je concentrirter die Auflösung ist, je mehr kohlen-saures Alkali sich darin findet, und je länger die Digestion der verkohlten Masse bei erhöhter Temperatur stattgefunden hat.

Man wird indessen schwefelsaures und phosphorsaures Alkali in weit kleineren Mengen in dem wässrigen Auszug der verkohlten Masse finden, als man es aus den bisher bekannten Aschen-Analysen vermuthen sollte. Oft sind beide, und namentlich letzteres nur vorhanden, wenn bei der Verkohlung eine zu starke Hitze angewandt worden ist.

Es ergiebt sich aber hieraus, dafs die Beschaffenheit der Salze im wässrigen Auszuge je nach der Temperatur bei der Verkohlung und dem längeren oder kürzeren Digeriren der Masse mit Wasser etwas verschieden ausfallen kann. Wenn die Verkohlung bei einer zu grofsen Temperatur geschah, so kann der gröfste Theil der kohlen-sauren Alkalien durch die phosphorsauren Erdsalze zersetzt worden seyn.

Die genaue Untersuchung der Salze im wässrigen Auszuge der verkohlten Masse von der organischen Substanz ist mit keinen grofsen Schwierigkeiten verbunden. Nur durch einen Umstand wird sie etwas schwieriger. Kohlen-saure und phosphorsaure Kalkerde und Talkerde sind oft in den Auflösungen neutraler alkalischer Salze in einem nicht ganz unbedeutenden Maafse auflöslich, namentlich in kohlen-sauren und phosphorsauren Alkalien. Durch die Länge der Zeit setzen sie sich aus den Auflösungen ab, besonders nach dem Erhitzen. Wenn man daher den wässrigen Auszug abdampft, so pflegt er sich etwas zu trüben und geringe Mengen von unlöslichen Erdsalzen fallen zu lassen.

Man muß ihn daher beinahe bis zur Trockniß abdampfen, mit Wasser verdünnen und die Auflösung längere Zeit stehen lassen. Wenn sich die Erdsalze abgesetzt haben, so wird filtrirt, die filtrirte Auflösung zur Trockniß abgedampft und dem Gewichte nach bestimmt.

Bei Abwesenheit von phosphorsaurem und kohlensaurem Alkali ist die Untersuchung sehr leicht. Man bestimmt in einem passenden Apparate die Menge der Kohlensäure durch Zersetzung mit Salpetersäure, und darauf die des Chlors durch Silberoxydauflösung, und kann nach Fortschaffung des Silberoxyds mittelst Chlorwasserstoffsäure und Concentrirung der Flüssigkeit durch Platinchlorid das Kali vom Natron scheiden.

Bei Anwesenheit von schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali ist es besser, die Menge der alkalischen Salze zu theilen, und in der einen Hälfte bloß die Menge des Chlors und der Alkalien zu bestimmen, in der andern hingegen die Menge der Kohlensäure durch Zersetzung mit Chlorwasserstoffsäure, die der Schwefelsäure durch ein Baryterdesalz, und nach Fortschaffung der Baryterde mittelst Schwefelsäure und Uebersättigung mit Ammoniak die Menge der Phosphorsäure mittelst der Auflösung eines Talkerdesalzes, welche mit Chlorammonium versetzt worden ist.

Die mit Wasser erschöpfte verkohlte Masse wird längere Zeit mit Chlorwasserstoffsäure digerirt und erhitzt, und darauf mit Wasser ausgesüßt. Diese Aussüßung erfordert weit mehr Zeit und Wasser, als die Behandlung der verkohlten Masse mit Wasser, und wollte man das Auswaschen so lange fortsetzen, bis einige Tropfen des Waschwassers keine Opalisirung mit einer Silberoxydauflösung hervorbringen, so würde man, namentlich bei Behandlung von sehr großen Mengen der verkohlten Masse, unglücklich viel Zeit, viele Monate, darauf verwenden müssen. Man süßt daher nur so lange aus, bis eine bedeutende Menge des Waschwassers, mit Ammoniak versetzt, keine Spur von Fällung zeigt. Man wird dann auch sehen, daß viel von

dem Waschwasser, auf Platinblech verdampft, keinen bemerkbaren Rückstand mehr hinterläßt. Dieses Auswaschen erfordert, besonders wenn man heißes Wasser anwendet, nicht sehr viel Zeit.

Die saure Auflösung enthält die phosphorsauren Erdsalze, welche als solche in der organischen Substanz vorhanden waren, so wie das Eisenoxyd. Man fällt sie durch Ammoniak, und nachdem man die Menge des Niederschlags dem Gewichte nach bestimmt hat, trennt man in demselben die Basen von der Phosphorsäure. Ich werde in einer späteren Abhandlung in diesen Annalen eine Methode angeben, nach welcher dies ohne besondere Schwierigkeiten geschehen kann.

Nach Abscheidung der phosphorsauren Erdsalze vermittelst Ammoniaks ist eine kleine Menge derselben in der abfiltrirten Flüssigkeit durch die Gegenwart des Chlorammoniums aufgelöst geblieben. Setzt man daher zu dieser oxalsaures Ammoniak, so erhält man einen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Aber die Menge desselben ist gewöhnlich größer, als sie der durch Chlorammonium aufgelösten phosphorsauren Kalkerde entspricht. Ein Theil der Kalkerde ist also als kohlen saure Kalkerde in der verkohlten Masse enthalten gewesen, oder hat sich durch Zersetzung der schwefelsauren und phosphorsauren Kalkerde durch kohlen saure Alkalien gebildet.

In der von der oxalsauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit findet man durch Zusatz einer Auflösung von phosphorsaurem Natron die Gegenwart von etwas Magnesia.

Die aus dem wässrigen Auszuge sich abgeschiedenen unlöslichen Erdsalze können gemeinschaftlich mit den in dem sauren Auszug der verkohlten Masse enthaltenen untersucht werden.

Was nun die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse betrifft, so sollte man vermuthen, daß sie nur Kieselsäure oder durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Silicate enthalten könne. Sie liefert aber durch vollständige Verbrennung der Kohle

noch eine sehr große Menge von Asche, auch wenn die organischen Substanzen keine Kieselsäure oder nur Spuren davon enthalten.

Die vollständige Verbrennung der Kohle habe ich früher in Glasröhren von schwer schmelzbarem Glase bewerkstelligt, in denen die Kohle bis zum Glühen gebracht wurde, während ich einen Strom von Sauerstoffgas darüber leitete. Diese Art der Verbrennung hat aber ihre Unbequemlichkeiten. Hat man eine nur einigermaßen bedeutende Menge von organischer Substanz angewandt, so hat man so viel Kohle erhalten, daß eine Glasröhre, selbst von sehr weitem Durchmesser, mehrere Male damit gefüllt werden müßte, wenn sie vollständig verbrennen soll. Die Röhre wird aber stark angegriffen, und hält selten eine zweite Erhitzung aus. Die Verbrennung geschieht in den meisten Fällen höchst unvollständig, und erfordert eine sehr lange Zeit, wenn man während der Erhitzung nur einen schwachen Strom von Sauerstoffgas hinzuleitet; es ist ein rascher Strom erforderlich, damit die Verbrennung gut gelinge. Durch einen raschen Strom kann aber leicht eine bedeutende Menge von Asche fortgerissen werden, besonders wenn sie von leichter Beschaffenheit ist. Man kann dieß zwar zum Theil dadurch verhindern, daß man das austretende Gas durch eine Wasserschicht leitet, durch deren verschiedene Höhe man einen verschiedenen Druck hervorbringen kann; aber man verhindert das Wegschleudern der Asche doch dadurch nicht vollständig; und bringt man auf diese Weise einen zu starken Druck an, so kann bei der starken Erhitzung die Glasröhre ausgeblasen werden 1).

Der größte Nachtheil der Anwendung der Glasröhren besteht aber darin, daß es fast unmöglich ist, die Asche in der Glasröhre so zu sammeln, daß sie mit Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann. Gewöhnlich ist dieselbe von der Art, daß sie bei der Verbrennungshitze eine anfangende Schmelzung erlitten hat; sie läßt sich

1) Das bei der Sperrung angewandte Wasser enthält, wenn die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern angewandt wird, Cyanverbindungen.

dann durch mechanische Mittel, oder durch Anwendung von Auflösungsmitteln nur unvollkommen vom Glase trennen. Durch Anwendung von dünnem Platin- oder Silberblech, welches man in die Glasröhre bringt, ehe die Kohle hinein gelegt wird, werden diese großen Nachtheile wenigstens nicht ganz verhindert, und es entstehen bei Anwendung desselben neue.

Ich bediene mich deshalb bei der Verbrennung der verkohlten Masse einer andern Methode, mit deren Erfolg ich zufrieden seyn kann. — Seit längerer Zeit wende ich zu Reductionen mittelst Wasserstoffgas nicht mehr sogenannte Kugelhöhren an, sondern lege die zu reducirende Substanz in einen Porcellan- oder Platintiegel, welcher mit einem Platindeckel versehen ist, der in der Mitte ein Loch hat, durch welches eine gekrümmte silberne Röhre geführt, die eine Länge von ungefähr 8 Zollen haben muß, und durch die das getrocknete Wasserstoffgas in den Tiegel geleitet wird. Das Gas entweicht während des Glühens des Tiegels zwischen Deckel und Tiegel. — Ebelmen hat sich in neueren Zeiten eines ähnlichen Apparats zur Reduction der Manganoxyde zu Manganoxydul bedient.

Dieser Apparat kann mit vielem Vortheil zur Verbrennung der verkohlten Masse angewandt werden, wenn durch das Rohr ein Strom von Sauerstoffgas in den Tiegel geleitet wird. Man füllt den Tiegel mit der verkohlten Masse bis zur Hälfte oder mehr, erhitzt ihn über der Spirituslampe und leitet einen Strom von Sauerstoffgas hinein. Bei gehöriger Vorsicht verliert man durch Wegstäubung nichts von der Asche, und die Verbrennung geht rasch von staten. Man legt von Zeit zu Zeit neue Kohle in den Tiegel. Durch dieses bequeme Nachfüllen kann man nach vollendeter Verbrennung die erhaltene Asche mit einer Genauigkeit wägen, wie es so leicht nicht der Fall ist, wenn man sie auf eine andere Weise erhalten hat.

Geschieht diese Verbrennung in einem Platintiegel, so wird derselbe bisweilen etwas angegriffen. Ein silberner Tiegel kann durch die Hitze der Verbrennung in eine an-

fangende Schmelzung kommen. Am besten ist es, einen Porcellantiegel anzuwenden, der weit weniger als Glas angegriffen wird. Ist derselbe sehr dünn und etwas durchscheinend, so kann man deutlich durch das Erglühen desselben den Gang der Verbrennung beobachten.

Das Gewicht der erhaltenen Asche, hinzugefügt zu dem des abgedämpften wässrigen Auszugs aus der verkohlten Masse, und dem der unlöslichen Erdsalze, welche durch die Chlorwasserstoffsäure aufgelöst worden sind, geben die richtige Menge der feuerbeständigen Bestandtheile der angewandten organischen Substanz.

Die erhaltene Asche besteht, namentlich wenn vegetabilische Substanzen angewandt worden sind, aus ähnlichen Bestandtheilen, wie die sind, welche man in den wässrigen und den sauren Auszügen der verkohlten Masse gefunden hat. Hat man in diesen Alkalien gefunden, so findet man dieselben auch in der Asche der ausgezogenen verkohlten Substanz, sonst besteht dieselbe vorzüglich aus phosphorsauren Erdsalzen. Ich habe schon oben angeführt, daß der Eisengehalt des Blutes fast vollständig in dieser Asche angetroffen wird. Man findet nur ungefähr den zehnten Theil davon in dem sauren Auszug der verkohlten Masse, und überhaupt um so weniger, je sorgsamer die Verkohlung beim Ausschluß der Luft geschehen ist.

Wenn in der organischen Substanz keine Kieselsäure enthalten ist, so kann man verschiedene Ansichten über den Ursprung der Asche von der mit Wasser und Säure ausgezogenen verkohlten Masse aufstellen.

Die wahrscheinlichste Ansicht ist wohl die, sie von einer unvollkommenen Ausziehung der beiden Auflösungsmittel, des Wassers und der Chlorwasserstoffsäure, herzuleiten. Wenn eine organische Substanz durch die Hitze zerstört wird, so kann die entstandene Kohle solche Höhlungen bilden, daß die davon umschlossenen unorganischen Salze gegen die Auflösungsmittel geschützt werden. Die Blutkügelchen des Blutes, die Kügelchen der Hefe, die Zellen der Pflanzen bilden nach der Verkohlung vielleicht

äußerst kleine Bläschen mit so kleinen Oeffnungen, daß keine Flüssigkeit in dieselbe dringen kann. Daß die Gefäße des Holzes äußerst dünne Fasern mit kleinen Oeffnungen durch die Verkohlung bilden können, wissen wir durch Degen's Untersuchungen ¹⁾.

Es wurde indessen die verkohlte Masse einer organischen Substanz (Hefe), nachdem sie durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure sorgfältig ausgezogen worden war, auf der Agatplatte auf's feinste zerrieben. Die beiden Lösungsmittel zogen darauf nur unwägbar Spuren von feuerbeständigen Bestandtheilen aus, und nach Verbrennung der ausgezogenen verkohlten Masse erhielt ich dieselbe bedeutende Menge von Asche, die ich aus der nicht zerriebenen Kohle erhalten hatte.

Man kann indessen immer noch annehmen, daß die äußerst kleinen Bläschen durch das Zerreiben auf der Agatplatte nicht zerstört und zerrissen wurden. Die Untersuchung durch das Mikroskop gab hierüber keine Aufklärung.

Man weiß, daß durch eine Verwandtschaft schwächerer Art die Kohle gewisse Salze aus ihren Lösungen aufnimmt. Ich habe auch oben erwähnt, daß wenn die verkohlte organische Substanz mit Chlorwasserstoffsäure behandelt worden ist, es fast unmöglich ist, durch Auswaschen mit Wasser die Säure davon zu entfernen.

Wenn man aber der Asche diesen Ursprung zuschreiben will, so ist die Menge, die man erhält, zu beträchtlich; denn es ist bekannt, daß die Salze, welche Kohle aufgenommen hat, durch lange Behandlung mit Wasser von verschiedenen Temperaturen endlich ganz von derselben getrennt werden können.

Ich mengte schwefelsaures Kali und phosphorsaure Kalkerde mit Zucker, und verkohlte das Gemenge. Wasser und darauf Chlorwasserstoffsäure zogen beide Salze so vollständig aus der verkohlten Masse, daß dieselbe nach der Verbrennung in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas keine Spur von Asche zurückliefs.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 35, S. 468.

Mehrere saure phosphorsaure (metaphosphorsaure) Salze sind nach dem Glühen in Chlorwasserstoffsäure unlöslich. Es könnte dies die Ursach des Aschenrückstandes von der verkohlten Masse seyn. Aber obgleich wohl fast immer in dieser Asche Phosphorsäure angetroffen wird, so ist sie in derselben nicht immer mit den Basen als saure Salze verbunden. Es ist ferner die Asche selbst, wenn sie nicht Kieselsäure enthält, in Chlorwasserstoffsäure löslich, nachdem die Salze bei der gänzlichen Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgase einer weit höheren Temperatur ausgesetzt worden waren, als die ist, welche bei der Verkohlung der organischen Substanz stattgefunden hat.

Auch geglühtes Eisenoxyd ist in Chlorwasserstoffsäure zwar nicht unlöslich, aber etwas schwerlöslich. Man könnte annehmen, dafs es aus dieser Ursache nicht durch die Säure aus dem verkohlten Blute ausgezogen werden könne. Aber nicht nur mufs es, wenn es als Eisenoxyd darin enthalten ist, wegen seines fein zertheilten Zustandes leichter in Chlorwasserstoffsäure auflöslich seyn, sondern es ist das, nach Verbrennung der Kohle, in der Asche sich findende Eisenoxyd, das einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen ist, in Chlorwasserstoffsäure auflöslich.

Die phosphorsauren Alkalien und Erden, welche man in der Asche der ausgewaschenen verkohlten Masse findet, können auch nicht mit der Kohle als Phosphormetalle eigener Art gemengt enthalten seyn, ähnlich dem Phosphoreisen, das in Chlorwasserstoffsäure vollkommen unlöslich ist. Man könnte annehmen, dafs sie aus den phosphorsauren Alkalien und Erden durch Reduction vermittelt der Kohle entstanden wären. Es ist wohl kaum nöthig, diesen Einwand zu beantworten. Denn es ist bekannt, dafs die neutralen und basischen phosphorsauren Alkalien und Erden durch Kohle selbst nicht bei hoher Temperatur reducirt werden, wenigstens nicht bei Abwesenheit von Kieselsäure, oder einer ähnlichen feuerbeständigen Säure. Aber auch selbst aus sauren phosphorsauren Salzen kann der Ueberschufs der Phosphorsäure nicht bei der Temperatur durch

Kohle reducirt werden, welche von mir bei der Verkohl-
 lung der organischen Substanzen angewandt wurde. Es
 könnte aber, namentlich bei der Verkohl-
 lung des Bluts, aus dem phosphorsauren Eisenoxyd durch Reduction
 mittelst Kohle, sich in Chlorwasserstoffsäure unlösliches
 Phosphoreisen bilden. Obgleich ich überzeugt war, daß
 dieß nicht bei der Temperatur, welche ich bei der Ver-
 kohlung organischer Substanzen anwandte, der Fall seyn
 konnte, so mischte ich doch innig phosphorsaures Eisen-
 oxyd mit Zucker, und verkohlte das Gemenge bei einer
 Temperatur, die höher war, als sie bei den Verkohlungen
 stattgefunden hatte. Aber Chlorwasserstoffsäure zog das
 Salz so vollständig aus der verkohlten Masse, daß dieselbe
 darauf ohne Rückstand in einer Atmosphäre von Sauerstoff-
 gas verbrannte.

Man könnte annehmen, daß die Salze, welche man in der
 Asche der ausgezogenen verkohlten Masse findet, mit organi-
 schen Substanzen so innige Verbindungen bilden, daß sie
 erst nach gänzlicher Zerstörung mit Reagentien zu entdecken
 sind. Aber schon durch die Verkohlung werden die orga-
 nischen Substanzen so zerstört, daß wenn die unorgani-
 schen, in der Asche sich findenden Salze in jenen präexi-
 stierend vorhanden wären, sie durch die Auflösungsmittel aus-
 gezogen werden können, in denen sie auflöslich sind.

Es bleibt noch eine Ansicht über den Ursprung der
 Asche übrig. Die Salze, welche in derselben gefunden wer-
 den; haben vielleicht als solche in der organischen Sub-
 stanz nicht präexistirt, und haben sich erst bei der Ver-
 brennung der Kohle durch Oxydation gebildet.

Wir wissen seit langer Zeit, daß die Proteinverbindun-
 gen, sowohl die animalischen als auch die vegetabilischen
 Ursprungs; Schwefel und Phosphor in einem nicht oxydir-
 ten Zustande enthalten, aber daß auch die Radicale von
 Erden und Alkalien in den organischen Substanzen in ei-
 nem nicht oxydirten Zustande, vielleicht mit jenen Elemen-
 ten verbunden, enthalten seyn können, ist meines Wissens
 noch nicht als Muthmaßung ausgesprochen worden.

Es müßten dieß freilich Verbindungen von ganz besonderer Art seyn, wie wir ähnliche noch nicht kennen. Sind sie wirklich mit organischen Substanzen im lebenden Körper vereinigt, so müssen sie durch Zerstörung derselben mittelst der Verkohlungs noch nicht wesentlich verändert werden, oder es haben sich Verbindungen der Kohle und des Stickstoffs mit ihnen gebildet, welche im Wasser und in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind.

Ich habe im Vorhergehenden die Bemerkung geäußert, daß in der Asche der mit Wasser und Säure ausgezogenen verkohlten Masse von organischen, namentlich von vegetabilischen Stoffen ähnliche Salze sich finden, wie in dem wäßrigen und sauren Auszug derselben. Nur durch eine lange Reihe von Untersuchungen kann diese Ansicht bestätigt werden. Sollte sie sich indessen bestätigen, so sind vielleicht in den lebenden Pflanzen die Salze, welche wir nach der Zerstörung derselben in ihrer Asche finden, nur zum Theil als solche, zum Theil aber in einem desoxydirten Zustande enthalten. Die unorganischen Salze also, welche von der lebenden Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden, werden von derselben zum Theil desoxydirt, und bilden in diesem Zustande Verbindungen mit organischen Substanzen ihres Körpers.

Wahrscheinlicher noch als hinsichtlich der Pflanzen ist diese Ansicht bei manchen animalischen Substanzen, namentlich beim Blute. Schon seit längerer Zeit hat man vermuthet, daß in demselben das Eisen in einem nicht oxydirten Zustande enthalten sey, und nach neueren Untersuchungen von Mulder¹⁾ kann man sogar aus dem Hämatin den Eisengehalt desselben unter Wasserstoffgasentwicklung durch Säuren extrahiren. Durch meine oben angeführten Versuche erlangt zwar diese Ansicht noch mehr Wahrscheinlichkeit; doch ist es andererseits sonderbar, daß das Eisen sich aus dem verkohlten Blute nicht durch Chlorwasserstoffsäure ausziehen läßt.

Ich glaube, daß es von Interesse ist, diesen Gegenstand

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 32, S. 186.

stand weiter zu verfolgen. Es ergibt sich wohl aus dem Vorhergehenden, daß die mitgetheilte Ansicht nicht durch vielfältige Analysen von Pflanzenaschen, die nach den bisher üblichen Methoden dargestellt worden sind, bestätigt oder widerlegt werden kann, sondern mehr durch einen Gang, wie ich ihn im Vorhergehenden erörtert habe, und den ich daher als eine rationellere Methode der Untersuchung bezeichnete.

Ich habe im Vorhergehenden gezeigt, daß aus mehreren organischen Substanzen nach ihrer Verkohlung durch Wasser oft sehr bedeutende Mengen von kohlen-sauren Alkalien ausgezogen werden können, wenn auch aus früheren Untersuchungen hervorging, daß in der Asche derselben keine Kohlensäure gefunden wurde.

Aber nicht alle organische Substanzen geben auf die angeführte Weise kohlen-saure Alkalien, wenn auch bedeutende Mengen von Alkali in der Asche derselben enthalten sind. Merkwürdig in dieser Hinsicht verhält sich die Hefe. Aus der Untersuchung von Mitscherlich ¹⁾ geht hervor, daß in der Asche derselben keine Kohlensäure und Chlor-metalle sind, und meine Untersuchungen zeigen, daß dieselben auch im wässrigen Auszuge der verkohlten Hefe nicht zu finden sind. Beim Verkohlen verbreitete die Hefe einen ähnlichen Geruch wie die Proteinverbindungen. Der wässrige Auszug der verkohlten Masse bläute das Lackmuspapier nicht, wurde beim Abdampfen trübe und setzte eine bedeutende Menge von phosphorsauren Erdsalzen ab; die bis zur Trockniß abgedampfte Masse gab mit Wasser mit Hinterlassung derselben eine filtrirte klare Auflösung, die das Lackmuspapier sehr schwach röthete, also keine Spur von kohlen-sauren Alkalien enthielt. Es waren in ihr nur phosphorsaure Alkalien, mit sehr kleinen Spuren von schwefelsauren Alkalien und Chlormetallen aufzufinden. — Die verkohlte Masse mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, gab eine Auflösung, aus welcher Ammoniak einen starken Niederschlag von phosphorsauren Erdsalzen fällte.

Die

1) Monatsber. der Berl. Academie 1845, S. 236.

Die mit Wasser und Säure ausgezogene Kohle gab bei der Verbrennung eine sehr große Menge von Asche, welche ähnliche Bestandtheile enthielt, wie die sind, welche aus der verkohlten Masse durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure ausgezogen worden waren.

Ich habe schon oben angeführt, daß wenn diese Kohle auf der Agatplatte aufs feinste zerrieben wird, sie dennoch den Auflösungsmitteln keine salzartigen Verbindungen abtritt, und beim Verbrennen dieselbe Menge von Asche liefert, wie vor dem Zerreiben.

Zu diesen Versuchen, welche mit denen, welche Mitscherlich erhalten hat, ganz übereinstimmen, wurde eine Oberhefe angewandt, welche durch Auswaschen vollkommen gereinigt worden war. Man kann vielleicht andere Resultate erhalten, wenn nicht ausgewaschene Hefe zu den Versuchen angewandt wird.

Denn die von der Hefe durch Filtration abgedampfte bierichte Flüssigkeit verbreitete beim Verkohlen nicht den unangenehmen Geruch, wie die Hefe selbst, oder wie ihn stickstoffhaltige Substanzen im Allgemeinen bei erhöhter Temperatur zeigen. Die mit Wasser ausgezogene Auflösung der verkohlten Masse abgedampft, enthielt sehr viel kohlensaures Alkali, brauste daher stark mit Säuren, viel Chlorkalium, aber nicht sehr bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kali. Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte Kohle gab eine nicht unbedeutende Menge von Asche von leichter Beschaffenheit, die außer phosphorsäuren Salzen auch viel Kieselsäure enthielt, welche auch Mitscherlich in der Asche des Bieres gefunden hat ¹⁾.

- 1) Nachdem diese Abhandlung in der Academie der Wissenschaften vorgelesen und dem Herausgeber dieser Annalen zum Druck übergeben worden war, erhielt ich von Berzelius, dem ich das Wesentlichste aus derselben mitgetheilt hatte, einen Brief, in welchem derselbe gegen mich äußert, daß er eine ähnliche Ansicht, wie die von mir aufgestellte, über die Asche des Blutes, schon vor mehr als 40 Jahren in seinem Werke über Thierchemie ausgesprochen hat. Sie findet sich auch in Schweigger's Journ. für Chemie und Physik, Bd. 9, S. 391 (1813). In den verschiedenen Auflagen des Lehrbuches der Chemie von Berzelius ist indessen dieselbe nie geäußert worden.

XIV. *Ueber das Kreatin im Harn;*
von W. Heintz.

Vor mehr als zwei Jahren lies ich im 63. Bande dieser Annalen (S. 602) eine Notiz drucken, betitelt »Ueber eine neue Säure im menschlichen Harn.« Ich hatte damals, als ich, veranlaßt durch Liebig's schöne Arbeit »Ueber die Constitution des Harns der Menschen und der fleischfresenden Thiere, 50 Pfund frischen Harn der Untersuchung auf Milchsäure unterworfen hatte, diese Säure nicht gefunden, wie sie auch Liebig vor mir im gefaulten Harn nicht hatte auffinden können. Dagegen erhielt ich eine geringe Menge einer schwerlöslichen Zinkverbindung aus demselben, welches ich anfänglich für milchsaures Zinkoxyd hielt, später aber als eine Verbindung dieses Oxyds mit einer eigenen krystallisirbaren, in Wasser leicht löslichen Säure zu erkennen glaubte. Die ganze Menge der aus jenen 50 Pfund Harn erhaltenen und mir zu Gebote stehenden Substanz betrug aber nur $\frac{1}{2}$ Gramm. Ich fürchtete daher schon damals, manche der Eigenschaften, welche ich von derselben angegeben hatte, nicht genau genug untersucht zu haben, und so muß ich in der That in diesem Aufsätze manches von dem berichtigen, was ich für richtig hielt, als ich jene Notiz niederschrieb.

Kurze Zeit nach mir berichtete Hr. Dr. Pettenkofer in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 52, S. 97, über einen neuen stickstoffhaltigen Körper im Harn, welchen er, nach Verdampfung des mit kohlsaurem Natron gesättigten Harns und Ausziehen des Rückstands mit Weingeist, aus dieser alkoholischen Lösung durch Chlorzink fällen konnte. Er erkannte diesen Niederschlag als eine Verbindung von Chlorzink mit einer eigenthümlichen stickstoffreichen, in reinem Zustande in Wasser löslichen und krystallisirbaren organischen Substanz. Die Eigenschaften dieses Körpers stimmten sehr nahe mit denen überein, welche

ich an dem von mir kurz vorher aufgefundenen angegeben hatte, weshalb ich vermuthete, es mochte in der That derselbe Körper seyn, und die Differenzen in unseren Angaben möchten nur daher rühren, dafs ich zu wenig Substanz gehabt hatte, um ihre Eigenschaften mit Sicherheit auffinden zu können.

Etwa um die Zeit, als die eben erwähnte Notiz im Druck begriffen seyn mochte, befand ich mich auf einige Tage in Giefen. Dr. Pettenkofer hatte die Freundlichkeit, mir die von ihm erhaltene neue Substanz zu zeigen, und ich glaubte in ihrem Aeufseren einige Verschiedenheiten von der meinigen zu entdecken, welche mich zu der Meinung führten, wir möchten doch zwei verschiedene Substanzen unter Händen gehabt haben. Demnach glaubte ich nach meiner Rückkunft von jener Reise die wenigen Milligrammen meines Zinksalzes, welche mir von meinen Versuchen übrig geblieben waren, nicht besser anwenden zu können, als wenn ich sie auf einen Gehalt an Chlor untersuchte, was ich bis dahin nicht gethan hatte, weil ich der Meinung war, dieses aus dem Harn vollständig durch Bleioxyd und Alkohol entfernt zu haben. Ich erhielt in der That durch Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd zu der wässrigen Lösung derselben einen schwachen Niederschlag, der sich in Salpetersäure nicht auflöste. Demnach schien die Ansicht von der Identität beider Stoffe, die ich schon fast aufgegeben hatte, eine bedeutende Stütze zu erhalten. Allein dieser Versuch konnte nicht entscheidend seyn, da die untersuchte Substanz in zu geringer Menge zu dem Versuche angewendet, und auferdem unrein war, also auch möglicherweise noch Spuren einer Chlorverbindung beigemischt enthalten konnte.

Daher mußte ich, um die Identität beider Stoffe mit Sicherheit nachzuweisen, dazu meine Zuflucht nehmen, sie beide noch einmal genau nach den von Pettenkofer und mir bis dahin angewendeten Methoden darzustellen. Zunächst unterwarf ich eine Quantität von 100 Pfund Harn derselben umständlichen Behandlung, wie ich sie in meiner

früheren Notiz genau beschrieben habe, konnte aber trotz aller Sorgfalt auch nicht eine Spur jener schwerlöslichen Zinkverbindung erhalten. Eben so wenig jedoch gelang es mir, milchsaures Zinkoxyd auf diese Weise zu gewinnen, wodurch von Neuem die Abwesenheit der Milchsäure im Harn bestätigt wird.

Obgleich diese Arbeit mich wohl ein halbes Jahr lang beschäftigt hatte, so glaubte ich dennoch einen neuen Versuch machen zu müssen. Abermals ganz eben so behandelte 100 Pfund Harn gaben mir endlich eine höchst geringe Menge (etwa 0,2 Grm.) der gesuchten Zinkverbindung. Ich krystallisirte dieselbe mehrmals um, bis sie ziemlich weiß geworden war, und untersuchte nun die Lösung der Hälfte derselben auf einen Gehalt an Chlor. Ich erhielt durch salpetersaures Silberoxyd einen starken, weißen, in Salpetersäure unlöslichen, käsig zusammenballenden Niederschlag, der daher offenbar aus Chlorsilber bestand.

Somit war der Chlorgehalt der von mir für ein Zinkoxydsalz gehaltenen Substanz erwiesen, und nichts war daher wahrscheinlicher, als dafs die von Pettenkofer und mir auf ganz verschiedenem Wege im Harn gefundenen Stoffe identisch seyen. Um mich mit Bestimmtheit davon zu überzeugen, stellte ich mir nun Pettenkofer's Chlorzinkverbindung nach seiner Methode dar, um die Eigenschaften beider Stoffe zu vergleichen, so weit es die geringe, mir zu Gebote stehende Menge des einen derselben gestattete. Wo diese nicht ausreichte, verglich ich die Eigenschaften jener mit denen, welche ich in meiner älteren Notiz für die von mir aufgefundenene vermeintliche neue Säure angegeben hatte.

Zunächst gab ich an, dafs aus dem von mir erhaltenen Zinksalze, wenn es, in Wasser gelöst, einem Strome von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt wurde, alles Zink gefällt werden könne. Auch aus der Lösung der nach Pettenkofer's Methode dargestellten Chlorzinkverbindung kann durch einen Strom dieses Gases so viel Schwefelzink ge-

fällt werden, daß das mit demselben gesättigte Filtrat durch Ammoniak nicht mehr getrübt wird. Allein nach mehreren Stunden schieden sich doch einige Flocken von Schwefelzink ab, die jedoch äußerst unbedeutend waren. Ganz eben so verhielt sich die neuerdings nach meiner Methode dargestellte Chlorzinkverbindung.

Ferner gab ich früher an, daß die durch Schwefelwasserstoff vom Zink befreite Lösung dieser Verbindung sauer reagirte, was mich veranlaßte, die darin enthaltene organische Substanz für eine bestimmt charakterisirte Säure zu halten. Es ist klar, daß die bei der Fällung des Schwefelzinks aus dem Chlorzink sich bildende Salzsäure der Grund dieser sauren Reaction war.

Was nun die Eigenschaften der vom Chlorzink befreiten reinen organischen Substanz betrifft, so fand ich die von mir angegebenen an der nach Pettenkofer's Methode dargestellten vollkommen wieder, nur nicht die saure Reaction, die, wie oben erwähnt, bei meinen früheren Versuchen von Salzsäure herrührte.

Sie ist in der That in Alkohol viel schwerer löslich als in Wasser, so daß man wohl nicht mit Pettenkofer sagen darf, sie sey darin leicht löslich. In Wasser jedoch ist sie, wenn sie noch durch etwas der Extractivstoffe des Harns verunreinigt ist, leicht auflöslich. Im Zustande vollkommener Reinheit löst sie sich jedoch auch darin nicht ganz leicht auf. Aether löst wenig oder nichts davon auf.

In meiner früheren Notiz sagte ich, daß die organische Substanz mit Ammoniak übersättigt, wenn die Lösung zur Trockne verdampft wurde, wieder sauer reagirte. Dieselbe Erscheinung fand ich an der nach Pettenkofer's Methode dargestellten Chlorzinkverbindung bestätigt, sobald, wie in jenem Versuche, das Zink durch Schwefelwasserstoffgas gefällt und die Substanz durch Abdampfen gewonnen war. Die Reaction war jedoch nach dem Trocknen des Lackmuspapiers nur sehr schwach. Ganz gleich verhielt sich die neuerdings von mir nach meiner Methode dargestellte Chlorzinkverbindung.

Dafs der Rückstand, welcher nach dieser Verdampfung zurückblieb, mit Kali übersättigt, Ammoniak entwickeln mußte, ist klar, da nach dem, was ich oben gesagt habe, Salniak mit derselben gemengt war. Ein Versuch mit der nach Pettenkoffer's Methode dargestellten Substanz gab dasselbe Resultat. Ferner sagte ich, dafs dieser Rückstand, den ich für ein Ammoniaksalz hielt, im Wasser schwerer löslich sey, als die reine Substanz selbst. Diefs ist dadurch zu erklären, dafs die von mir für rein gehaltene Substanz noch Salzsäure enthielt, worin sie sich leichter auflöst, als in reinem Wasser. Wurde diese Salzsäure durch Ammoniak gesättigt und die Flüssigkeit verdampft, so war der Rückstand natürlich schwerer in Wasser löslich als vorher, da er nun keine freie Salzsäure mehr enthielt.

Zu den Versuchen, durch welche ich die Einwirkung verschiedener Salze auf diesen neuen thierischen Stoff zu ermitteln suchte, hatte ich die von Zinkoxyd fast vollständig durch Schwefelwasserstoff befreite Lösung der Chlorzinkverbindung zur vollständigen Trockniß eingedampft. Es war daher ohne Zweifel dadurch der grösste Theil der freien Salzsäure verflüchtigt worden, weshalb ich auch mit salpetersaurem Silberoxyd in dieser Lösung keinen Niederschlag erhielt. Die Opalisirung, welche dadurch veranlafst wurde, schrieb ich auf Rechnung einer unwesentlichen Verunreinigung mit Spuren von Salzsäure, weil dieselbe bei Zusatz von Salpetersäure nicht verschwand.

Die übrigen Eigenschaften der reinen Substanz, welche in meiner älteren Notiz angegeben sind, fand ich durch Versuche mit dem nach Pettenkoffer's Methode dargestellten Körper bestätigt. So gab weder schwefelsaures Kupferoxyd, noch Alaun, noch Chlorbaryum oder Chlornatrium mit oder ohne Zusatz von Ammoniak, noch endlich eine mit Ammoniak möglichst genau neutralisirte Eisenchloridlösung einen Niederschlag. Essigsaures Bleioxyd gab keinen Niederschlag. Wurde die Lösung dieses Stoffs mit schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt und nun Kalihydrat hinzugefügt, so färbte sich die Flüssigkeit schön dunkelblau.

Salpetersaures Silberoxyd verändert die Lösung dieser Substanz nicht, selbst wenn sie nach Zusatz von Ammoniak gekocht wird. Nach längerem Kochen jedoch wird ein wenig Silber reducirt.

Was endlich die Form anbetrifft, in welcher die nach meiner und nach Pettenkøfer's Methode dargestellte Chlorzinkverbindung sich abscheidet, so ist dieselbe durchaus gleich. Wenn sie aus der alkoholischen Lösung des Harnextracts sich abscheidet, so bildet sie concentrisch gruppirte prismatische Krystalle. Fällt man aber die reine in Spiritus gelöste Substanz mit einer Lösung von Chlorzink in Alkohol, so erhält man einzelne Krystalle, die entweder mit einer geraden Endfläche begränzt oder zweiflächig zugespitzt sind. Als ich meine frühere Notiz über diese Substanz schrieb, hatte ich nur erstere Form gesehen, weshalb ich der Meinung war, man könne dieselbe durch die Krystallform vom milchsauren Zinkoxyde unterscheiden. Diese neue Beobachtung zeigt dagegen, dafs es nicht leicht seyn möchte, sie an ihrer Krystallform allein zu erkennen. Denn das milchsaure Zinkoxyd krystallisirt gleichfalls in Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung.

Aus allem Vorhergehenden leuchtet ein, dafs der Stoff, welchen ich im Harn entdeckt habe, mit dem von Pettenkøfer nach mir aufgefundenen identisch ist.

Erst nachdem diese Identität nachgewiesen war, durfte ich die von diesem angewendete Darstellungsweise desselben als die bequemere und eine reichlichere Ausbeute liefernde anwenden, um seine Eigenschaften, seine Zusammensetzung und sein Atongewicht auszumitteln.

Es wurde zu dem Ende eine bedeutende Menge Harn bei gelinder Wärme zur Syrupconsistenz eingedampft, der Rückstand mit kohlensaurem Natron neutralisirt, und nun mit etwa einem gleichen Volumen starken Alkohol versetzt. Nachdem die Masse eine Nacht gestanden hatte, wurde filtrirt und zu dem Filtrat eine alkoholische Lösung von Chlorzink gesetzt, worauf sich die Chlorzinkverbindung allmählig abschied. Nach acht Tagen wurde der Niederschlag abfil-

trirt, allein in dem Filtrat schieden sich bei längerem Stehen von Neuem Krystalle ab. Erst nach drei Wochen war die Absonderung derselben so vollständig geschehen, dafs sich in der filtrirten Flüssigkeit nur Spuren davon absetzten.

Sämmtliche Krystalle wurden nun mit verdünntem Alkohol so lange ausgewaschen, bis in der abfiltrirten Flüssigkeit durch salpetersaures Silberoxyd nur noch eine geringe Opalisirung bewirkt wurde. Die ausgewaschene Masse wurde mit vielem destillirten Wasser gekocht und die Flüssigkeit von dem Ungelösten, welches hauptsächlich aus phosphorsaurem Zinkoxyd bestand, abfiltrirt. Im Filtrat befand sich nun die Chlorzinkverbindung aufgelöst. Ein vorläufiger Versuch, den ich machte, um zu prüfen, ob die von Pettenkofer angegebene Methode brauchbar sey, um mit Leichtigkeit die organische Substanz frei von Chlorzink und in vollkommen reinem Zustande zu erhalten, lehrte mich, dafs zwar das Chlorzink recht gut dadurch abgeschieden werden könne; allein es gelang mir nicht, sie von allen färbenden Bestandtheilen zu befreien. Das Reinigen derselben mit Knochenkohle führte eben so wenig zum Ziele, wenn auch ihre Einwirkung nicht zu verkennen war. Allein diese Methode, die Substanz zu entfärben, führt noch den Nachtheil mit sich, dafs dabei viel derselben verloren geht. Nach mehrfachen Versuchen bin ich endlich bei folgender einfacheren Methode stehen geblieben.

Die gefärbte Lösung der Chlorzinkverbindung wurde mit etwas Ammoniak versetzt, bis ein Niederschlag entstand, und dann Schwefelammonium hinzugefügt. Der Niederschlag von Schwefelzink, der gelb gefärbt war, wurde abfiltrirt, und das Filtrat vorsichtig so weit abgedampft, dafs der Rückstand eine kochende concentrirte Lösung dieser organischen Substanz darstellte, und darauf absoluter Alkohol hinzugefügt. Ein großer Theil derselben scheidet sich, besonders wenn man die Flüssigkeit 24 Stunden recht kalt stehen läfst, in Krystallen aus, während Salmiak und ein anderer Theil derselben in Auflösung bleibt. Jene Krystalle sind schon ziemlich, aber noch nicht vollkommen weifs. Ich löste sie deshalb nochmals in möglichst wenig

kochendem Wasser auf, fügte eine hinreichende Menge von Chlorzink in Alkohol und ein gleiches Volumen absoluten Alkohols hinzu. Die alkoholische Lösung, welche neben Salmiak auch noch nicht unbedeutende Mengen von jener organischen Substanz enthielt, wurde gleichfalls mit Chlorzinklösung versetzt und in der Kälte sich selbst überlassen. Beide Niederschläge wurden besonders filtrirt und mit Alkohol ausgewaschen. Ich löste sie nun beide nochmals in kochendem Wasser, fügte wieder Ammoniak und Schwefelammonium hinzu, filtrirte, und dampfte so weit ein, daß durch Zusatz von absolutem Alkohol eine reichliche Fällung eintrat. Nachdem sich der Niederschlag in der Kälte vollständig abgesetzt hatte, wurde er abfiltrirt und durch Umkrystallisation aus der wässrigen Lösung gereinigt. Auf diese Weise erhielt ich vollkommen weiße Krystalle, deren Form ein rhombisches Prisma mit schiefer Endfläche ist.

Die alkoholische Flüssigkeit, aus der sich diese Krystalle abgesetzt hatten, enthielt noch ziemlich viel derselben in Auflösung. Ich versetzte sie daher mit Chlorzinklösung. Den dadurch entstandenen weißen Niederschlag filtrirte ich ab, und löste ihn nochmals in möglichst wenig kochendem Wasser auf. Die beim Erkalten sich absetzenden vollkommen weißen Krystalle der Chlorzinkverbindung dienten zu den weiter unten angeführten Analysen.

Diese auf solche Weise aus dem Harn hergestellte interessante Substanz ist nichts anderes als das von Chevreul in der Bouillon entdeckte Kreatin, wie dies im Verfolge dieser Arbeit klar werden wird. Die Vermuthung, daß dem so seyn möchte, veranlafte mich schon im vergangenen Sommer eine geringe Menge Kreatin, welche mir durch die Güte des Hrn. Dr. Helmholtz in Potsdam zu Gebote stand, mit der von mir aus dem Harn dargestellten Substanz zu vergleichen. Allein mit der geringen Menge desselben, welche ich zu diesem Versuche anwenden konnte, gelang es mir nicht, die charakteristische Fällung mittelst Chlorzink zu erhalten. Ich zweifelte daher an der Richtigkeit meiner Vermuthung, zumal da ich noch Unterschiede in der Löslichkeit beider Stoffe zu bemerken glaubte. Al-

lein das Kreatin, welches ich bis dahin aus dem Harn gewonnen hatte, war noch nicht ganz rein gewesen, und als ich es später von vollkommener Reinheit und blendend weißer Farbe dargestellt hatte, fand ich, daß wenigstens letzterer Unterschied nicht vorhanden war. Denselben beigemengte Extractivstoffe des Harns scheinen seine Löslichkeit zu vergrößern. Diefs veranlaßte mich Chevreul's Kreatin aus dem Fleische darzustellen, um die aus Harn erhaltenen Krystalle mit demselben zu vergleichen, und zunächst namentlich zu untersuchen, ob auch dieses jene schwerlösliche Verbindung mit Chlorzink eingeht.

Zunächst jedoch will ich hier die Resultate meiner Analysen des Kreatins aus dem Harn und seiner Verbindung mit Chlorzink anführen, um die chronologische Reihenfolge bei Beschreibung meiner Untersuchungen nicht zu verlassen.

Die bei 110° C. getrockneten Krystalle des reinen Kreatins gaben im Sauerstoffstrom, jedoch mit der Vorsicht verbrannt, daß stets hinreichend metallisches Kupfer zur Reduction der sich etwa bildenden salpetrigen Säure im Verbrennungsrohr vorhanden war, folgende Resultate:

Aus 0,2217 Grm. derselben erhielt ich 0,296 Grm. Kohlensäure und 0,1363 Grm. Wasser. Diefs entspricht 0,0807 Grm. oder 36,41 Proc. Kohlenstoff und 0,01514 Grm. oder 6,83 Proc. Wasserstoff.

0,251 Grm. derselben Substanz gaben 0,335 Grm. Kohlensäure und 0,1558 Grm. Wasser, entsprechend 0,09136 Grm. oder 36,37 Proc. Kohlenstoff und 0,0173 Grm. oder 6,89 Proc. Wasserstoff.

0,2895 Grm. gaben nach der Methode von Will und Varrentrapp 0,6463 Grm. Platin, was 0,0917 Grm. oder 31,64 Proc. Stickstoff entspricht.

Die Zusammensetzung der bei 110° C. getrockneten Substanz ist also folgende:

	I.	II.	Berechnet.	
Kohlenstoff	36,41	36,37	36,64	8C
Wasserstoff	6,83	6,89	6,87	9H
Stickstoff	31,64	31,64	32,06	3N
Sauerstoff	25,12	25,10	24,43	4O
	100	100	100.	

Die empirische Formel für die bei 110° C. getrocknete Substanz ist also $C^8 H^9 N^3 O^3$. Allein dies ist nicht die Zusammensetzung des krystallisirten Kreatins, denn dieses verliert bedeutend an Gewicht, wenn es jener Temperatur ausgesetzt wird.

0,2675 Grm. der lufttrocknen Substanz verloren, bei 110° C. getrocknet, 0,035 Grm. an Gewicht. Dies entspricht 13,08 Proc. Wasser.

Offenbar waren die Krystalle, welche zu diesem Versuche dienten, nicht frei von hygroskopischem Wasser. Ich suchte sie daher in einem abgeschlossenen Raume über Schwefelsäure davon zu befreien. Allein sie zerfielen dadurch zum Theil, wurden wenigstens auf der Oberfläche von einem weissen Mehl überzogen, ein Beweis, daß sie an trockner Luft verwittern.

0,329 dieser zum Theil verwitterten Krystalle verloren bei 110° C. noch 0,0337 Grm. an Gewicht. Dies entspricht 10,24 Proc. Wasser.

Da zu diesem Versuche Substanz angewendet wurde, welche schon etwas von ihrem Krystallwasser durch das Trocknen über Schwefelsäure verloren hatte, so muß die wahre Menge etwas größer seyn, als ich hier gefunden habe. Der wahre Werth muß also zwischen 10,24 und 13,08 liegen. Die Rechnung ergiebt für zwei Atome Wasser 12,08 Proc. Die Formel für das krystallisirte Kreatin ist also $C^8 H^9 N^3 O^3 + 2H$.

Um nun das Atomgewicht dieses Stoffes zu bestimmen, war es wichtig seine Chlorzinkverbindung einer genauen Untersuchung zu unterwerfen. Diese verliert, bei 120° C. getrocknet, nur Spuren von hygroskopischem Wasser.

0,3857 Grm. der bei 120° C. getrockneten Substanz gaben 0,3725 Grm. Kohlensäure und 0,140 Grm. Wasser. Dies entspricht 0,1016 Grm. oder 26,34 Proc. Kohlenstoff, und 0,0155 Grm. oder 4,03 Proc. Wasserstoff.

Aus 0,3845 Grm. derselben erhielt ich 0,370 Grm. Kohlensäure und 0,135 Grm. Wasser, d. h. 0,1009 Grm. oder

26,24 Proc. Kohlenstoff, und 0,015 Grm. oder 3,90 Proc. Wasserstoff.

Den Stickstoff in dieser Substanz konnte ich nicht nach der Methode von Will und Varrentrapp bestimmen, da dieselbe sich dabei so aufblähte, daß das Brennrohr verstopft wurde und sprang. Ich verbrannte daher das Krea-tinchlorzink in einem Strome von Kohlensäure, nachdem es mit Kupferoxyd gemengt und hinreichend metallisches Kupfer vorgelegt worden war.

Der so aus 0,4875 Grm. erhaltene, über Quecksilber aufgefangene feuchte Stickstoff betrug, nachdem die Kohlen-säure durch kaustisches Kali absorhirt worden war, 94 Kubc. bei 3° C. und 0,7457 Millim. Barometerstand. Diefs ist gleich 90,5 Kubc. trocknen Stickstoffs bei 0° C. und 0,760 Millim. Barometerstand, oder gleich 0,1147 Grm. oder 23,54 Proc. Stickstoff.

Das Chlor und das Zink in dieser Verbindung bestimmte ich auf folgende Weise. Die getrocknete Substanz wurde in Wasser und etwas Salpetersäure gelöst, und das Chlor durch salpetersaures Silberoxyd gefällt. Die davon abfil-trirte Flüssigkeit wurde ammoniakalisch gemacht, und das Zink nebst dem überflüssig zugesetzten Silber durch Schwefelammonium gefällt, der ausgewaschene Niederschlag in Sal-petersäure gelöst, das Silber mit Salzsäure gefällt, und end-lich das Zink aus der abfiltrirten Flüssigkeit auf die bekannte Weise mittelst kohlen-sauren Natrons niedergeschlagen.

Bei dem weiter unten zuletzt angegebenen Versuche be-stimmte ich das Zink durch Zerstören der Substanz mit erhitzter concentrirter Schwefelsäure, Auflösen des rückstän-digen Zinksalzes mit Hülfe von etwas Salzsäure und Fällen des Zinkoxyds durch kohlen-saures Natron.

0,6717 Grm. gaben 0,521 Grm. Chlorsilber und 0,148 Grm. Zinkoxyd. Diefs entspricht 0,1285 Grm. oder 19,13 Proc. Chlor, und 0,1186 Grm. oder 17,66 Proc. Zink.

Aus 0,7575 Grm. erhielt ich 0,589 Grm. Chlorsilber und 0,1685 Grm. Zinkoxyd; woraus sich ein Gehalt von 0,1453 Grm. oder 19,18 Proc. Chlor, und 0,135 Grm. oder 17,82 Proc. Zink ergibt.

0,425 Grm. gaben 0,095 Grm. Zinkoxyd, d. h. 0,0761 Grm. oder 17,91 Proc. Zink.

Die Ergebnisse der Analyse sind folgende:

	I.	II.	III.	Berechnet.
Kohlenstoff	26,34	26,24		26,57 8 C
Wasserstoff	4,03	3,90		3,87 7 H
Stickstoff	23,54	23,54		23,25 3 N
Sauerstoff	9,30	9,32		8,86 2 O
Zink	17,66	17,82	17,91	17,85 1 Zn
Chlor	19,13	19,18		19,60 1 Cl
	100	100		100.

Die Formel für diese Verbindung ist also $C^8 H^7 N^3 O^2 + Cl Zn$. Da die Formel des krystallisirten Kreatins $C^8 H^9 N^3 O^4 + 2H$ ist, so folgt hieraus, daß es, wenn es sich mit Chlorzink verbindet, nicht allein die beiden Atome Krystallwasser verliert, sondern noch fernere zwei Atome Wasser abgibt, an deren Stelle ein Atom Chlorzink tritt.

Die Zusammensetzung des hypothetisch wasserfreien Kreatins ist daher folgende:

Proc.	Atomgewicht.
8 C = 42,48	= 600
7 H = 6,19	= 87,5
3 N = 37,17	= 525
2 O = 14,16	= 200
100	1412,5.

Das Atomgewicht des Kreatins ergibt sich danach gleich 1412,5.

Das Kreatin aus dem Fleisch suchte ich auf folgende Weise darzustellen: Drei Pfund Rindfleisch wurde in kleine Stücke geschnitten und mit destillirtem Wasser ausgekocht, die klare Flüssigkeit bis auf ein geringes Volumen eingedampft und mit einer hinreichenden Menge Alkohol versetzt, um die dadurch fällbare Substanz abzusondern. Die filtrirte Flüssigkeit wurde bis fast zur Trockne abgedampft und der Rückstand mit Alkohol ausgekocht. Den abfiltrirten Alkohol liefs ich längere Zeit recht kalt stehen, um die Abscheidung des Kreatins zu befördern. Allein bei einem ersten Versuche sonderten sich keine Krystalle aus. Ich setzte daher zu der alkoholischen Flüssigkeit eine gleichfalls alkoholische Lösung von Chlorzink, worauf sich nach einiger Zeit Kryställchen absetzten, die ganz das Ansehen der Chlorzinkverbindung des Kreatins aus dem Harn hatten. Diese Krystalle löste ich in kochendem Wasser, schied die Lösung von dem Unge lösten durch Filtration und dampfte sie zur Krystallisation ab. Die so erhaltenen Krystalle wusch ich zuerst mit etwas Wasser, dann mit verdünntem Spiritus aus, bis in der Waschflüssigkeit kaum Spuren von Chlor zu entdek-

ken waren. Eine geringe Menge der so erhaltenen Substanz in Wasser und etwas Salpetersäure gelöst, gab dagegen einen reichlichen käsigen Niederschlag von Chlorsilber. Hieraus ging schon mit höchster Wahrscheinlichkeit hervor, daß diese Kryställchen aus der Chlorzinkverbindung desselben Stoffes, welchen ich im Harn gefunden habe, bestehen.

Allein um mit Bestimmtheit nachzuweisen, daß dieser Niederschlag wirklich das von Chevreul entdeckte Kreatin enthalte, mußte ich dieses nach seiner Methode rein darstellen, und nun versuchen, ob es jenen Niederschlag mit Chlorzink giebt.

Bei einem zweiten Versuche, es aus dem Fleisch zu erhalten, sonderten sich in der That ziemlich viel Krystalle des reinen Kreatins aus der alkoholischen Lösung ab. Sie wurden mit Alkohol gewaschen, und durch Umkrystallisiren aus Wasser vollkommen weiß erhalten. Eine concentrirte Lösung derselben in Wasser, zu der etwas Alkohol gesetzt worden war, gab nach einiger Zeit einen reichlichen krystallinischen Niederschlag.

Die Form, welche diese Kryställchen unter dem Mikroskope zeigten, war genau dieselbe, wie ich sie von der reinen Chlorzinkverbindung der von mir und Pettenkofer im Harn gefundenen Substanz beschrieben habe. Die gut ausgewaschenen Krystalle enthielten viel Chlor und Zink. Genug das Kreatin aus dem Fleisch verhielt sich gegen Chlorzink genau wie das aus dem Harn dargestellte. Allein diese Verbindung ist mittelst vollkommen reinen Kreatins, mag es aus dem Fleisch oder dem Harn dargestellt seyn, schwerer zu erhalten, als wenn es noch unrein und mit Extractivstoffen gemengt ist. Denn das reine Kreatin ist in kaltem Wasser nicht eigentlich ganz leicht löslich ¹⁾, so daß eine Lösung von Kreatin in Wasser, aus der sich bei $+2^{\circ}$ Krystalle desselben abgeschieden hatten, mit einer concentrirten alkoholischen Lösung von Chlorzink versetzt, selbst nach mehreren Tagen kein Kreatinchlorzink absetzte. Man erhält diese Verbindung aber immer, wenn man eine concentrirte Lösung von Kreatin in kochendem Wasser mit Chlorzinklösung versetzt. Ist dagegen das Kreatin mit Extractivstoffen verunreinigt, so scheidet es sich weit weniger leicht aus seiner wässrigen Lösung ab, wogegen die Chlorzinkverbindung sich ohne Schwierigkeit daraus fallen läßt, namentlich wenn noch Alkohol der Lösung zugesetzt wird.

1) Nach Chevreul lösen sich in 1000 Theilen Wasser nur 12,04 Theile auf. Journ. f. pract. Chemie, Bd. 6, S. 123.

Im Uebrigen besitzt das Kreatin aus dem Fleisch durch-
aus alle Eigenschaften des aus dem Harn dargestellten, so
dafs ich nicht mehr an der Identität beider zweifelte.

Um aber alle noch möglichen Zweifel zu beseitigen, war
ich eben im Begriff auch die Elementaranalyse des Krea-
tins aus dem Fleisch anzustellen, als mir die No. 3 der
diesjährigen *Comptes rendus de l'académie des sciences* in
die Hände kam. Seite 69 dieses Hefts findet sich ein kur-
zer Auszug aus einer gröfseren im Druck befindlichen Ab-
handlung von Liebig. Dieser hat das Kreatin aus dem
Fleische dargestellt und analysirt. Er fand dafür die For-
mel $C^8 H^9 N^3 O^3 + 2H$, dieselbe, welche ich oben für das
Kreatin aus dem Harn angegeben habe.

Diese Arbeit von Liebig überhebt mich der Mühe auch
das aus dem Fleisch dargestellte zu analysiren, und giebt
den Beweis, dafs dieses mit dem aus dem Harn gewonnenen
nicht allein, wie ich oben gezeigt habe, gleiche Eigenschaf-
ten, sondern auch gleiche Zusammensetzung hat.

Um nun auch nachzuweisen, dafs die Chlorzinkverbin-
dung des Kreatins aus dem Fleisch eben so zusammenge-
setzt ist, wie die des aus dem Harn erhaltenen, habe ich
die Menge des Chlors und des Zinks bestimmt, welche je-
nes in dieser Verbindung aufnimmt.

0,467 Grm. derselben, die aus dem nach Chevreul's
Methode erhaltenen Kreatin dargestellt waren, lieferten 0,363
Grm. Chlorsilber. Diefs entspricht 0,0895 Grm. oder 19,18
Proc. Chlor.

Aus 0,780 Grm. der Chlorzinkverbindung, die aus Krea-
tin dargestellt war, welches ich nach der neuen besseren
Methode von Liebig gewonnen hatte, wurden 0,174 Grm.
Zinkoxyd erhalten. Diefs entspricht 0,1394 Grm. oder 17,87
Proc. Zink.

Diese Zahlen stimmen genau genug mit der Rechnung
überein, welche 17,85 Proc. Zink und 19,60 Proc. Chlor
verlangt.

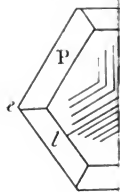
Man war früher zweifelhaft, ob das Kreatin fertig ge-
bildet im Fleisch enthalten sey, oder erst durch das Ko-
chen desselben erzeugt werde. Aus Liebig's Arbeit geht
hervor, dafs ersteres der Fall ist, da er es aus demselben
durch Waschen mit kaltem Wasser auszuziehen vermocht
hat. Eben so liefert das Vorhandenseyn desselben im Harn
einen weiteren Beweis dafür.

Man mufs annehmen, dafs das Kreatin im thierischen
Organismus gebildet wird, weil es im Pflanzenreiche, na-

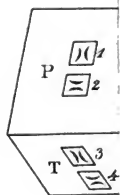
mentlich in der Nahrung der Pflanzenfresser, nicht aufgefunden ist, Liebig aber es im Fleisch vom Huhn, Pferde, Ochsen, Kalb, vom Hammel, Schwein und vom Hasen nachgewiesen hat, wie auch ich es im Harn von Menschen und Pferden gefunden habe. Wenn daher die Nahrung derselben kein Kreatin enthält, so kann das im Harn und Fleisch enthaltene nur in ihnen selbst erzeugt werden.

Da Liebig das Kreatin nur in solchen Theilen des thierischen Körpers gefunden hat, welche aus Muskelfasern bestehen, also aufser in dem gewöhnlichen Muskelfleisch, auch in dem Herzen, da es aber, nach ihm, in der Lunge, der Leber, dem Gehirn, den Nieren nicht enthalten ist, so ist höchst wahrscheinlich, dafs es aus der Muskelsubstanz gebildet wird. Ob es aber ein Product derjenigen chemischen Veränderung ist, welche bei der Muskelbewegung stattfindet, diese wichtige Frage bedarf, obgleich es wahrscheinlich ist, noch der directen Bestätigung, welche ich mir vorbehalte. Ist aber das Kreatin wirklich ein Zersetzungsproduct der Muskelsubstanz, und wird es nur in dieser gebildet, so ist es klar, dafs das Kreatin, welches sich im Harn der pflanzenfressenden Thiere findet, seinen Ursprung in den Muskeln nimmt, als ein für den Organismus unbrauchbarer Stoff von den Gefäfsen resorbirt und durch die Nieren aus dem Blute wieder secernirt wird. Es ist also nicht einer der Stoffe, welche zur Ernährung dienen, sondern es darf nur als ein excrementeller Stoff betrachtet werden. Obgleich es daher in der Fleischbrühe stets enthalten und sogar zuerst gerade darin von Chevreul aufgefunden worden ist, so ist es dennoch in sofern nicht als ein wesentlicher Bestandtheil derselben anzusehen, als es nicht zu ihrer Nahrhaftigkeit beiträgt.

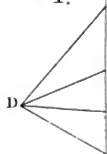
Bei den fleischfressenden Thieren kann das in ihrem Harn enthaltene Kreatin natürlich doppelten Ursprungs seyn. Einerseits nämlich mag es aus dem Fleische, welches von ihnen als Nahrung genossen wird, in ihren Harn übergehen. Ein anderer Theil wird offenbar in ihren Muskeln gebildet, aus ihnen von den Gefäfsen aufgenommen, und endlich durch die Nieren secernirt. Ob aber das Kreatin aus der Fleischnahrung dieser Thiere in der That in das Blut derselben unverändert übergehe, so dafs es gleichfalls unverändert im Harn wieder abgesondert werden könne, das ist eine bis jetzt noch unerledigte Frage.



5.



4.



Digitized by Google

I. Untersuchung über die Cohäsion der Flüssigkeiten; von C. Brunner, Sohn.

E i n l e i t u n g.

Die Gesetze, nach welchen die Körpermassen in den größten Entfernungen auf einander einwirken, sind mit absoluter Schärfe bekannt; von der Kraft hingegen, welche die Theilchen ein und desselben Körpers an einander bindet, sind die Kenntnisse kaum aus dem Gebiete der Vermuthungen getreten, und während die Bahnen der Weltkörper, welche durch die Gravitation in ihrer ewigen Bewegung an einander gebunden sind, in allen denkbaren Combinationen sich mit der größten Schärfe berechnen lassen, sind wir nicht im Stande voraus zu bestimmen, wie die Kraft, mit welcher ein Wassertropfen an dem andern haftet, sich unter verschiedenen Umständen verhalte.

Der Grund dieser mangelhaften Kenntnisse der Cohäsionskraft liegt wohl darin, daß die meisten Erscheinungen, bei welchen die Cohäsion wirkt, durch eine Menge anderer Kräfte mitbedingt werden, deren Antheil es schwer hält von demjenigen der Cohäsion zu isoliren. Es giebt aber eine Klasse von Erscheinungen, welche ausschließlichs durch die Kräfte bedingt sind, mit welchen die kleinsten Theilchen der Körper an einander haften, und ihre Untersuchung gestattet, Dank den Arbeiten der ausgezeichnetsten Mathematiker, diesen noch so mysteriösen Verhältnissen der Cohäsion uns mehr zu nähern, als vielleicht irgend ein anderer Theil der Physik.

Nachdem die Lehre von der Capillarität durch Montanari ¹⁾ die erste wissenschaftliche Begründung erhalten

1) *Geminiano Montanari. Pensieri fisico-matematici. Bologna 1667.*

Poggendorff's Annal. Bd. LXX.

hatte, wurden bis in die neueste Zeit fortwährend die hier gehörenden Erscheinungen durch viele einzelne Beobachtungen bedeutend vermehrt. Sie blieben jedoch nur fragmentarisch, bis das Young ¹⁾ und Laplace ²⁾ sie durch umfassende Theorien vereinigten. In Bezug auf letztere Arbeit äußerte ein Berichterstatter im J. 1807: »*Lorsqu'une série nombreuse de phénomènes se trouve ramenée à une même cause naturelle, dont l'existence est incontestable, et qu'elle y est assujétie jusque dans ses plus petits détails au moyen d'un calcul rigoureux, elle sort du domaine de la physique vulgaire, et ne forme plus qu'un ensemble de vérités mathématiques; c'est ainsi que la théorie des phénomènes capillaires doit être considérée maintenant*« ³⁾.

Wirklich schien man jetzt geneigt, diese ganze Klasse von Erscheinungen durch diese Arbeiten als abgeschlossen zu betrachten, und unterließ fernere Experimente, da man in denselben nichts als eine Bestätigung der Lehre von Laplace erwartete. Um so mehr fand dieses statt, nachdem Hr. Gauß durch die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten ⁴⁾ und Poisson ⁵⁾ durch seine neue Theorie der Capillarität diese Lehre auf eine Stufe der mathematischen Entwicklung gebracht hatten, die nur wenige Theile der Physik einnehmen.

Bei der großen Aufmerksamkeit, welche die theoretischen Physiker den Capillarphänomenen geschenkt haben, sind der experimentellen Untersuchungen verhältnißmäßig

- 1) *An Essay on the Cohesion of Fluids. Philosophical Transactions* 1805.
- 2) *Sur l'action capillaire: Supplément au X livre du traité de mécanique céleste, und Supplément à la théorie de l'action capillaire.* Beide im *Traité de mécanique céleste, T. IV.* Paris 1805.
- 3) Biot, *Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire. Journal de Physique, T. LXV.* 1807. p. 95.
- 4) *Principia generalia theoriae fluidorum in statu aequilibrü.* In den *Comment. soc. scient. Gottingensis, Vol. VII.* 1829.
- 5) *Nouvelle théorie de l'action capillaire.* Paris 1831.

nur wenige ausgeführt worden. Die große Genauigkeit, welche dieselben verlangen, wenn ihre Resultate als Prüfstein der mathematischen Deductionen angesehen werden sollen, mag der Grund seyn, warum Laplace sowohl, als auch Poisson, außer den wenigen von Gay-Lussac ausgeführten Experimenten, keine andern als Belege für ihre mathematischen Speculationen anführen.

Es ist nicht meine Aufgabe, die Formeln für die Capillaritätserscheinungen abzuleiten, eine Arbeit, welcher sich die größten Mathematiker der Zeit unterzogen haben. Aber für meine Untersuchung ist es von großer Wichtigkeit, die Kräfte zu kennen, durch welche diese Erscheinungen bedingt sind. Ich werde daher im Folgenden sowohl aus den theoretischen Arbeiten, als auch aus den experimentellen Untersuchungen, die hieher gehörenden Daten zu ziehen suchen.

Wenn ein flüssiger Körper mit einem festen in Berührung kommt, so wirkt letzterer auf den ersten vermöge der Anziehungskraft zwischen festen und flüssigen Körpern, welche man als *Adhäsion* bezeichnet, wofür Hr. Frankenheim den Ausdruck »Prosaphie« eingeführt hat ¹⁾. Vermöge dieser Kraft hat die Flüssigkeit das Bestreben, den festen Körper in's Unendliche zu überziehen. Ihr setzt eine Gränze: die *Cohäsion* (»Synaphie«, Frankenheim) des flüssigen Körpers, welche bewirkt, daß die Flüssigkeitstheilchen, die das Bestreben haben den festen Körper zu überziehen, nur in sofern der Adhäsion folgen können, als sie eine ganze Masse der Flüssigkeit mit sich fortreißen. Wenn die Wirkung dieser Kräfte die Flüssigkeit über das Niveau zu erheben sucht, welches durch die Gesetze des hydrostatischen Gleichgewichts bedingt wird, so wird die Flüssigkeit so lange in die Höhe steigen, als drittens die *Schwere* es gestattet.

Durch Combination dieser drei Kräfte entsteht die Form der Flüssigkeitsoberfläche, welche einen aus der Flüssigkeit hervorragenden festen Körper berührt.

1) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835. S. 61.

Ist die Wirkung der Cohäsion größer als diejenige der Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit convex, indem sich der feste Körper wie ein Widerstand verhält, der sich dem Bestreben der Flüssigkeit, das durch das hydrostatische Gleichgewicht bedingte Niveau anzunehmen, entgegensetzt. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper nicht.

Ueberwiegt hingegen die Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit concav. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper.

Wendet man diese allgemeinen Betrachtungen auf die Erscheinungen in Capillarröhren an, so findet im ersten Falle, wo die Cohäsion überwiegt, Capillardepression statt; im zweiten, wo die Adhäsion größer ist, Ascension.

Laplace leitet nach seiner zweiten Methode ¹⁾ eine Formel für die Höhe ab, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, welche wegen ihrer Einfachheit beinahe in allen Lehrbüchern der Physik aufgenommen ist. In dieser Formel

$$g D. V = (2\varrho - \varrho')c$$

ist $g D. V$ das Gewicht der gehobenen Flüssigkeitssäule ϱ und ϱ' sind Größen, wovon erstere die Wirkung des Glases auf die Flüssigkeit, und letztere die Wirkung der Flüssigkeit auf sich selbst bezeichnet, c endlich der Umfang des Querschnittes der Röhre.

Die schon von Jurin ²⁾ beobachtete Erscheinung, daß in einer Capillarröhre, deren unterer Theil so sehr erweitert ist, daß er nicht mehr capillar ist, die Flüssigkeit eben so hoch steht, wie in einer cylindrischen Röhre, wenn nur die Stelle, wo der Meniscus steht, in beiden Röhren die nämliche Weite hat, verträgt sich nicht mit der Ableitung dieser Formel, bei welcher die anziehende Wirkung des unteren Randes der Capillarröhre gegen die darunter be-

1) *Second supplément au X^{me} livre de la mécanique céleste*, p. 14.

2) *Philosoph. Transact.*, No. 355, p. 739; nach: Musschenbroek, *Dissertatio de tubis capillaribus vitreis*. 1729. p. 309.

findliche Flüssigkeit gleich derjenigen angenommen ist, welche am oberen Ende der Flüssigkeitssäule wirkt.

Die Formel selbst enthält auch, wie ich sogleich nach Laplace's eigenen Betrachtungen darthun werde, eine Vorstellung, welche leicht zu einer ganz falschen Anschauungsweise der Capillarerscheinungen führt.

Nach dieser Formel ist die Capillarröhe bedingt durch den Ueberschuß der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand über die Cohäsion der Flüssigkeit selbst. Wie verträgt sich damit das Experiment? — Der Alkohol erhebt sich in ein und derselben Capillarröhre bei weitem nicht so hoch als das Wasser. Damit die Formel dieser Erscheinung entspreche, kann man zweierlei annehmen: entweder daß 2ρ (die Adhäsionskraft) beim Alkohol geringer als beim Wasser sey, oder zweitens, daß ρ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol größer sey als beim Wasser. Beide Annahmen sind unhaltbar. Obgleich wir kein Mittel haben, die Adhäsionskraft isolirt zu beobachten, so scheinen doch einige Erscheinungen geeignet, Aufschluß über die relative Adhäsionskraft der beiden Flüssigkeiten zu geben. Wenn man nämlich auf einen mit Wasser befeuchteten festen Körper einen Tropfen Alkohol bringt, so verbreitet sich dieser über die Oberfläche, indem er sichtlich das Wasser zurückdrängt, was dafür spricht, daß die Adhäsion des Alkohols, entgegengesetzt jener Annahme, größer ist als die des Wassers ¹⁾.

Es bleibt nur noch die Annahme übrig, daß ρ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol größer sey als beim Wasser. Die Methode, welche am directesten einen Vergleich der Cohäsionskraft verschiedener Flüssigkeiten darbietet, ist

1) Wenn auch die gegenseitige Abstofsung des Alkohols und Wassers, welche nach den hübschen Versuchen von J. Mile (Poggend. Annal. Bd. 45, 1838, S. 521) angenommen werden muß, nicht verwechselt werden darf mit dem Verhalten der beiden Flüssigkeiten gegen den festen Körper, so geht doch, wie aus oben angeführtem Versuche, so auch aus allen Versuchen von Mile hervor, daß Alkohol eine größere Adhäsion zum Glase hat als Wasser.

die der Adhäsionsscheiben, durch welche wir die Kraft messen, welche nothwendig ist, um die Flüssigkeitstheilchen von einander zu trennen: es findet sich nun, dafs eine viel bedeutendere Kraft dazu gehört, ein und dieselbe Scheibe von Wasser zu reißen, als von Alkohol, was unmittelbar beweist, dafs die Cohäsionskraft des Wassers gröfser ist, als die des Alkohols. Also auch diese Betrachtung widerspricht jener Formel, welche überhaupt die fehlerhafte Annahme enthält, dafs der Fall eintreten kann, wo mit Zunahme der Cohäsion die Capillarhöhe fällt.

Betrachten wir den Vorgang bei den Erscheinungen der Capillarascension, so ergibt sich, dafs vermöge der Adhäsion ein unendlich dünner Ueberzug von Flüssigkeit die Röhrenwand überkleidet ¹⁾, und erst dieses Flüssigkeitsröhrchen hebt die ganze innere Säule vermöge der Cohäsion, wie schon Laplace dargethan hat (*Supplément au X^{me} livre de la mécanique céleste*, p. 9): „*Si l'intensité de l'attraction du tube sur le fluide surpasse celle de l'attraction du fluide sur lui-même, il me paraît vraisemblable qu'alors le fluide, en s'attachant au tube, forme un tube intérieur qui seul élève le fluide dont la surface est concave et celle d'une demi-sphère. On peut conjecturer avec vraisemblance, que ce cas est celui de l'eau et des huiles, dans les tubes de verre.*“ (Ferner: *Supplément à la théorie de l'action capillaire*, p. 15 und p. 71.)

Wenn also die gehobene Flüssigkeitssäule von einer Flüssigkeitsröhre getragen wird, so kommt bei Beurtheilung der Höhe, bis zu welcher eine benetzende Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, die Adhäsion nicht mehr in Betracht, und jene Bedingungen für die Form im Allgemei-

1) Poisson, *Nouvelle théorie*, p. 105: „*On doit conclure que quand l'attraction du tube sur le liquide l'emporte sur l'attraction propre du liquide, une couche de ce fluide, d'une épaisseur aussi petite que l'on voudra, s'élève au-dessus de la surface capillaire, le long de la paroi du tube et jusqu'à son extrémité supérieure. Dans ce cas, on pourra remplacer la paroi du tube par une surface cylindrique, tracée dans l'intérieur du liquide et indéfiniment prolongée au-dessus et au-dessous de la surface capillaire.*“

nen, welche die Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung mit einem festen Körper annimmt, findet bei Bestimmung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, nicht mehr statt. Poisson hat daher diese ganze Betrachtungsweise von Laplace nicht aufgenommen. Laplace selbst führt sie nur anhangsweise an, und durch eine geschickte Wendung führt er die Formel $(2\rho - \rho')c$ auf einen Ausdruck zurück, welchen er aus der Wirkung des Meniscus abgeleitet hat ¹⁾, so daß seine Betrachtungsweise keinen weiteren Einfluß auf seine Theorie der Capillarattraction ausübt. Clairaut ²⁾ hingegen beging den Fehler, eine solche Formel für die Capillarrhöhe anzuwenden, in welcher die Wirkung der Röhre auf die Flüssigkeit enthalten ist, aber eben wegen dieses Fehlers hat Clairaut, wie Poisson bemerkt ³⁾, nur den Weg eröffnet und nicht das Experimentalgesetz ableiten können.

In den meisten Lehrbüchern der Physik ist nur allein jene, oben angeführte Betrachtungsweise von Laplace aufgenommen, und somit entlehnt man gewöhnlich von den schönen Untersuchungen des großen Mathematikers keineswegs den Glanzpunkt der *Théorie de l'action capillaire*; denn ich glaube, nach dem Angeführten, keinen Anstand nehmen zu dürfen, die Unhaltbarkeit dieser Auffassungsweise auszusprechen.

Wenn also die Kräfte, welche die Höhe bedingen, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nur Functionen der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sind, so sind die Erscheinungen in Capillarröhren durch die nämlichen Ursachen bedingt, welche die Kraft bestimmen, mit welcher benetzbare Scheiben von Flüssigkeiten abgerissen werden. Gestützt darauf, theilt Poisson eine Formel mit, zur Reduction der Capillarrhöhe auf das Gewicht, welches nothwendig ist, um Scheiben von be-

1) *Second supplément*, p. 17.

2) *Théorie de la figure de la terre*. Paris 1743. Chap. X.

3) *Nouvelle théorie de l'action capillaire*. Préambule, p. 2.

stimmter Größe benetzt von der Flüssigkeit abzureißen ¹⁾, eine Formel, deren Berechnung vollkommen zu den nämlichen Resultaten führt, wie die von Hrn. Gay-Lussac angestellten directen Versuche, wodurch die Richtigkeit der Ansicht, von welcher Poisson ausgegangen ist, vollkommen dargethan wird.

Nicht allein auf theoretischem, sondern auch auf experimentellem Wege ist man zu dem Schlusse gelangt, daß das Material des festen Körpers keinen Einfluß auf die Höhe hat, bis zu welcher die Flüssigkeit sich an demselben erhebt, in sofern nur der feste Körper von der Flüssigkeit vollständig benetzt wird. Hr. Oersted hat mit einer eigenen Vorrichtung, welche ihm gestattet die Capillarerscheinungen auch bei undurchsichtigen Körpern zu studiren, gefunden, daß die Capillarität des Wassers in Glas und in amalgamirtem Kupfer gleich groß ist ²⁾. In neuester Zeit hat Hr. Hagen die Ascension des Wassers an Scheiben von Buxbaum, Thonschiefer und Glas beobachtet, und gefunden, daß die Erhebung der Oberfläche jedesmal mit der an einer Messingscheibe beobachteten so genau übereinstimmt, daß die sehr geringen Abweichungen nur als Folge der Beobachtungsfehler angesehen werden müssen ³⁾.

Wenn auf diese Weise dargethan ist, daß die Materie des festen Körpers auf die Capillarröhe keinen Einfluß ausübt, so ist dieses eine fernere Bestätigung der theoretischen Betrachtung, daß überhaupt die Adhäsion bei Be-

1) *Nouvelle théorie*, p. 234.

2) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1840. Bd. 53, S. 614, aus: *Oversigt over det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandling og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1840*. — Eine Abbildung des Apparates findet sich in: Buys-Ballot, *Disquisitio physica inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum* 1844.

3) G. Hagen: Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der Königlichen Academie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. S. 27. (Auch dies. Ann. Bd. 67, S. 1 und S. 152.)

urtheilung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nicht in Betracht komme ¹⁾).

Wir finden also in diesen Erscheinungen ein Mittel, die Cohäsion der flüssigen Körper beinahe unmittelbar zu studiren. Sie führen zu der Ansicht, daß die Cohäsion selbst keine einfache Kraft ist; aber die Betrachtung dieser Kraft bewegt sich bis jetzt noch in jenem Gebiete der Vermuthungen, welche nur als einstweiliges Hülfsmittel zum Verständniß der Erscheinungen angesehen werden dürfen.

Die Cohäsion wird betrachtet als das Resultat der Molecularkräfte, und diese sind zusammengesetzt aus einer Molecularanziehung und einer in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kraft, die man als Molecularabstofsung, oder, nach Poisson's Ausdruck, als »Abstofsung der Wärme« bezeichnet. Die hieher gehörende Stelle in dessen Werke lautet ²⁾:

- 1) Mit der Betrachtungsweise der Capillar-Erscheinungen, wie sie aus dem oben Entwickelten hervorgeht, stimmen auffallenderweise Ansichten überein, welche schon im 17ten Jahrhundert sich bei Montanari finden, jedoch, wie es scheint, später unbeachtet blieben. Er sagt in seinen *Pensieri fisico-matematici*, Bologna 1667, p. 30: „*Habbiamo fatti lunghi essami, per riconoscere in qual proportione rispondessero frà di loro le viscosità di diversi liquidi, ed altre particolarità, e da questa adesione delle parti frà loro nasce, che non puo facilmente muoversi una-d'esse, che seco non ne tragga molt' altre, che per tal cagione a lei s'attaccano.*“ In Bezug auf die erste Ursache der Erhebung der Flüssigkeit an einem festen Körper sagt er p. 35: „*I liquidi quasi invisibilmente sormontano lungo le sponde dei vasi a molta altezza, ungendole, per cosi dire, sottilissimamente ma perche hanno le particole acquee questa viscosità fra loro, ne segue, che nell' ascendere presso la sponda le prime di loro sono seguitate da tanta copia d'altre con esso loro invischiate, che in vece di stendersi in sottij velo, come dicemmo, piu tosto a forma di cuneo, o bietta lungo la sponda in poca altezza rimangono.*“ In Bezug auf die Ursache, welche die Höhe bestimmt, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, sagt er p. 36 „*Allora le particole non piu alto salgono quando sono in equilibrio queste forze, cioè quando le particole, che toccano la sponda sono pervenute a quell' altezza, ove maggior mole d'acqua non possino con la viscosità loro sustinere in quel cunco.*“

- 2) *Nouvelle théorie*, p. 267.

» Toutes les parties de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles. L'une de ces forces est attractive, . . . et produit la pesanteur universelle et tous les phénomènes qui sont du ressort de la mécanique céleste. L'autre est en partie attractive et en partie répulsive; elle dépend de la nature des molécules et de leur quantité de calorique. On attribue la partie attractive à la matière pondérable, et la partie répulsive au calorique; et, en effet, celle-ci change d'intensité, quoique le poids des molécules n'ait pas changé. L'excès de l'une sur l'autre est ce qu'on appelle proprement la force moléculaire. Elle tend à rapprocher ou à écarter les molécules, selon que l'action de la matière pondérable est plus grande ou moindre que l'action calorifique.«

Die erstere Kraft, die Molecularanziehung, folgt wahrscheinlich den Gesetzen der Gravitation, denn sie ist eine reine Wirkung der Massen. Die entgegengesetzt wirkende Kraft folgt Gesetzen, die bisher noch unbekannt sind. Nur so viel ist bekannt, daß sie sich mit der Temperaturerhöhung bedeutend verstärkt, aber mit der Entfernung der Molekel außerordentlich schnell abnimmt. Sie ist der Wirkung einer Feder zu vergleichen, welche die Molekel aus einander hält, und deren Elasticität mit der Temperaturerhöhung wächst, die Spannung aber mit der gegenseitigen Entfernung der Molekel schnell abnimmt. Sie ist, nach der alten Annahme eines Wärmestoffs, die Repulsionskraft dieses Stoffes, oder, nach der Ampère'schen Theorie, der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen proportional. Ihre Gesetze sind bis jetzt nur bei den Gasarten untersucht, wo die Wirkung der Molecularanziehung unendlich klein ist, und alle Erscheinungen vorzüglich durch die Repulsionskraft bedingt sind ¹⁾. Diese ist es aber auch, welche die Ausdehnung der Körper durch Wärme und alle jene physikalischen Erscheinungen bei Volumenveränderung bedingt,

1) Der Beweis, daß jedoch selbst bei den Gasarten der attractorische Theil der Molecularkräfte noch einen, wenn gleich geringen, Einfluß ausübt, ist der Umstand, daß das Mariotte'sche Gesetz nur annähernd richtig ist.

in denen man bis jetzt vergeblich bestimmte Gesetze gesucht hat: vergeblich, weil man den Antheil der Repulsionskraft nicht trennen konnte von demjenigen der Molecularattraction.

In den Analysen der Capillarerscheinungen nahm man eben so wenig diese Trennung vor, obgleich wohl die Wirkung beider Kräfte anerkannt war. Man konnte diese Trennung um so eher vernachlässigen, als zu all' den gewöhnlich beobachteten Erscheinungen die Betrachtung der aus beiden Kräften Resultirenden vollkommen hinreichte. Laplace sowohl, als auch Poisson nehmen im Calcul nur allein auf diese Resultirende Rücksicht, welche Poisson schlechthin »*force moléculaire*« nennt. Sie betrachten dieselbe als, unter jeden Umständen, constant oder nur allein den Veränderungen unterworfen, welche mit der Entfernung der Molekel eintreten, und halten die Veränderung, welche die Repulsionskraft erleidet, für so unbedeutend, daß sie dieselbe vernachlässigen.

Es soll die Hauptaufgabe dieser Arbeit seyn, zu zeigen, daß bedeutende Veränderungen im Verhältniß der beiden Componenten eintreten; so daß die Erscheinungen nicht mehr mit der Berechnung übereinstimmen, welche auf jener Voraussetzung der Constanz der Resultante der anziehenden und abstossenden Kraft, der »*force moléculaire*« beruhen.

Ein Mittel, um zu erreichen, daß die beiden Kräfte in ungleichem Verhältnisse sich verändern, bietet uns die Erhöhung der Temperatur dar: Während durch den Temperaturwechsel die Molecularanziehung nur in sofern eine Veränderung erleidet, als die Dichtigkeit eine andere wird, vermehrt oder vermindert sich die Intensität der Repulsionskraft in einem so großen Maafsstabe, daß sie nicht mehr im unveränderlichen Verhältnisse zu der attractorischen Componente steht.

Ansichten von Laplace und Poisson über die Veränderung der Cohäsion durch Temperaturveränderung.

Schon Laplace und später Poisson kamen durch ihre Ansichten über das Wesen der Molecularkräfte zu dem Schlusse, daß eine Veränderung der Temperatur keinen andern Einfluß auf die Flüssigkeiten ausübe, als daß sie eine Veränderung der Dichtigkeit bewirken.

Laplace sagt in dieser Beziehung ¹⁾: *„L'élévation d'un fluide qui mouille exactement les parois d'un tube capillaire, est, à diverses températures, en raison directe de la densité du fluide,* und Hr. Biot bemerkt zu diesem Satze ²⁾: *„cela se trouve d'accord avec les observations de M. le comte de Rumford,*“ welche ich aber leider nirgends finden konnte.

Poisson ³⁾, von der Formel ausgehend:

$$h = \frac{\pi}{4g\rho\alpha} \int_0^\infty Rr^4 dr,$$

— worin h die Höhe, g das Gewicht, ρ die Dichtigkeit der Flüssigkeit bezeichnet, welche in einer Capillarröhre von einem Radius $=\alpha$ gehoben wird, R endlich die gegenseitige Wirkung der Molecüle bei einem Abstände $=r$ bezeichnet, — sagt: *„Supposons que la température change, et que h , ρ , R , deviennent h' , ρ' , R' ; on aura de même*

1) *Mécanique céleste. Paris 1805. T. IV. Second supplément au X livre (Supplément à la théorie de l'action capillaire), p. 39.*

Hr. Muncke sowohl (Gehler's physik. Wörterb., Bd. 5, Abth. 2, S. 49 u. 58), als auch Hr. Frankenheim (Erdmann's und Marchand's Journ. f. pract. Chemie, Bd. 23, 1841, S. 404) schieben Laplace die sehr fehlerhafte Ansicht unter: „daß die Höhe der Capillarsäule dem spec. Gew. *umgekehrt* proportional sey und mit der Zunahme der Temperatur steige.“ — Woher die beiden Physiker diese Aeußerung schöpfen, ist mir unbekannt. Das oben angeführte Citat aus Laplace's Werke ist die einzige Aeußerung, welche ich über das Verhalten der Capillarität bei verschiedenen Temperaturen gefunden habe. — Dasselbe spricht aber gerade die entgegengesetzte Proportionalität aus.

2) *Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire par Biot. — Journal de Physique, T. LXV. Juillet. 1807. p. 92.*

3) *Nouvelle théorie de l'action capillaire, p. 106.*

$$h' = \frac{\pi}{4g\varrho'\alpha} \int_0^{\infty} R'r^4 dr,$$

en négligeant la petite variation de α qui pourra avoir lieu. Or quant la densité augmente ou diminue, le nombre des molécules que renferme chaque unité de volume, varie suivant le même rapport; par cette raison la quantité R , qui représente l'action mutuelle de deux unités de volume du liquide, devra varier dans le rapport du carré de la densité. D'ailleurs, la force attractive de deux molécules ne change pas avec leur température, mais seulement leur répulsion mutuelle, qui dépend de la quantité de chaleur qu'elles contiennent. La première de ces deux forces étant prépondérante dans la valeur de $\int_0^{\infty} Rr^4 dr$, si l'on fait abstraction de la variation de la seconde, il suffira donc de faire

$$R' = \frac{R\varrho'^2}{\varrho^2}.$$

et en comparant l'une à l'autre les valeurs précédentes de h et h' , on aura

$$h' = \frac{h\varrho'}{\varrho}.$$

L'expérience montre, en effet, que pour un même liquide à différentes températures, l'élévation du point le plus inférieur du ménisque croît proportionnellement à la densité; ce qui donne lieu de croire que la force répulsive de la chaleur, ou du moins sa variation, que nous avons négligée, n'a qu'une influence insensible sur l'intégrale

$$\int_0^{\infty} Rr^4 dr. \text{ —}$$

Die Experimente, von welchen Poisson spricht, werden nicht weiter angeführt. Zwei Beobachtungen bei 8° , 5 und 16° von Hrn. Gay-Lussac, welche an andern Stellen in Poisson's Werke angeführt sind ¹⁾, wurden nicht mit dem Zwecke angestellt, den Einfluss der Temperatur zu untersuchen, und können auch wegen ihres allzugeringen Intervalls nicht zur Prüfung des Gesetzes dienen, nach welchem die Cohäsion sich verändert.

1) *Nouvelle théorie de l'action capillaire.* 1831. p. 112. und p. 181.

Andere hieher gehörende Untersuchungen.

Von älteren hieher gehörenden Versuchen finde ich zunächst eine Arbeit von Achard ¹⁾, welcher, wie er sagt, »in der Absicht, das Verhältniß der Cohäsion des Glases mit verschieden erwärmtem Wasser zu bestimmen,« das Gewicht beobachtete, das nothwendig war, um eine Glasplatte von Wasser bei verschiedenen Temperaturen abzureißen. Durch diese Experimente erreichte jedoch Achard nicht seinen Zweck, denn was er beobachtete war keineswegs der Zusammenhang des Wassers mit dem Glase, welches letztere ja nach dem Abreißen benetzt blieb, sondern er bestimmte dadurch die Cohäsion des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, und führte somit das nämliche Experiment aus, welches man durch Beobachtung der Capillarrhöhe bei verschiedenen Temperaturen erreicht. — Obgleich Achard's Versuche keineswegs die Genauigkeit darbieten, welche die Aufstellung physikalischer Gesetze erheischt, so zeigen dennoch seine Resultate Abweichungen vom Poisson'schen Gesetze, welche kaum Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können.

Nach der Ansicht einiger Physiker über die Kräfte, welche die Ausflusgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren bedingen, möchten die Versuche darüber bei verschiedenen Temperaturen hieher gehören. Solche hat schon Gerstner ²⁾ angestellt, welcher fand, dafs erwärmtes Wasser bedeutend schneller ausfließe, als kaltes. Bei Betrachtung seiner sorgfältig ausgeführten Versuche scheint die Temperatur der geringsten Geschwindigkeit nicht diejenige der größten Dichtigkeit, sondern die des schmelzenden Eises zu seyn.

- Sehr genaue Versuche über den Ausfluß von Flüssig-

1) Achard, Chemisch-physische Schriften. Berlin 1780. S. 358.

2) Neue Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 3. Prag 1798. Daraus in Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 5. J. 1800. S. 160.

keiten aus Capillarröhren hat später Girard ¹⁾ ausgeführt, und ist im Allgemeinen zu den nämlichen Resultaten gelangt, wie Gerstner. Girard glaubt, daß die bedeutenden Unterschiede, welche bei ungleichen Temperaturen in der Ausflusgeschwindigkeit stattfinden, davon herrühren, daß eine flüssige Schicht von merklicher Dicke sich an der Röhrenwand festhalte, wodurch der wahre Durchmesser des Kanals, aus dem das Ausfließen stattfindet, verringert werde: Da, nach Girard, die Bildung dieser Schicht in der Anziehung der Röhrenwand gegen die Flüssigkeit ihren Grund haben soll, so ist die verzögernde Wirkung um so bedeutender, je größer die Dichtigkeit der Flüssigkeit ist, und somit schreibt er die Wirkung einer erhöhten Temperatur auf die Ausflusgeschwindigkeit der verminderten Dichtigkeit zu. Aber diesem widersprechen seine eigenen Versuche, denn während von 4° bis 0° die Dichtigkeit des Wassers abnimmt und somit ebenfalls die Verzögerung geringer werden sollte, geht aus Girard's Versuchen im Gegentheil hervor, daß der Ausfluß bei 0° mehr verzögert ist als bei 4°.

Hr. Frankenheim glaubt ²⁾, daß die Ausflusgeschwindigkeit verschiedener Flüssigkeiten aus Capillarröhren in directem Verhältniß zur Synaphie stehe, d. h. je größer die Synaphie, desto schneller der Ausfluß sey, was in so fern mit den Beobachtungen übereinstimmt, als z. B. Alkohol, der eine geringere Synaphie hat, langsamer ausfließt als Wasser. Aber schon das Resultat, daß Salpeterlösung schneller ausfließt als Wasser, während diese Lösung in Capillarröhren nicht so hoch steht als reines Wasser ³⁾, verträgt sich nicht mit dieser Betrachtungsweise. Vor Allem

1) *Mémoires de l'Académie*. 1816. I, p. 186—276. Ein Auszug davon in *Annales de Chimie et de Physique*, T. I, 1816, p. 436, und T. IV, 1817, p. 146.

2) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835. S. 220.

3) Girard, *Annales de Chimie et de Physique*, T. IV, 1817, p. 155 und 156.

aber widerspricht ihr die Art der Einwirkung der Wärme: während nämlich eine Temperaturerhöhung die Synaphie vermindert, wird durch sie die Ausflufgeschwindigkeit gröfser.

Ganz besonders wichtig ist eine von Hrn. Dr. Poiseuille ¹⁾ über Ausflufgeschwindigkeit von Gemengen von Wasser und Alkohol angestellte Versuchsreihe, worin er gleichzeitig die Höhe beobachtete, bis zu welcher diese Gemenge in ein und derselben Capillarröhre stiegen. Die Capillarhöhe, welche beim absoluten Alkohol am geringsten ist, wächst in demselben Verhältnifs, als der Gehalt an Wasser zunimmt. Anders verhält sich die Ausflufgeschwindigkeit: beim absoluten Alkohol ist sie etwas geringer als beim Wasser, nimmt dann, auffallenderweise, bei Verdünnung mit Wasser ab, bis sie ein Minimum erreicht, von welchem aus sie bei fortgesetzter Verdünnung mit Wasser wieder zunimmt. — Diese mit grofser Sorgfalt ausgeführten Versuche liefern den schlagendsten Beweis, dafs Cohäsion und Ausflufgeschwindigkeit ganz verschiedenen Gesetzen folgen.

Die Ausflufgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren ist offenbar ein sehr complicirtes Phänomen. Schon die Beobachtung von Du Buat ²⁾, dafs bei gleichem Drucke die Flüssigkeiten langsamer aus einem Haarröhrchen fliefsen als aus einer Oeffnung von gleichem Durchmesser, welche in einer dünnen Platte angebracht ist, und dafs diese Verzögerung mit der Länge der Capillarröhre zunimmt, beweist, dafs die Erscheinung von der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand abhängt. Ebenso weist darauf hin die Beobachtung von Lehot ³⁾, dafs die Flüssigkeiten,

1) Experimentelle Untersuchungen über die Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren von sehr kleinem Durchmesser. — Poggend. Annalen der Physik und Chemie, Bd. 58, 1843, S. 437. — *Annales de Chimie et de Physique*, Ser. III, T. VII, p. 50.

2) *Principes d'Hydraulique vérifiés par un grand nombre d'expériences*. 1786.

3) Gilbert's Annalen, Bd. 65, 1820, S. 64. — *Annales de Chimie et de Physique*, T. XIII, 1820, p. 5. Auszüge aus einer besonderen Schrift: *Observations sur l'écoulement des fluides*. Paris 1819.

deren Oscillationen in heberförmigen Röhren mehr verzögert werden, — eine Erscheinung, die offenbar von der Reibung gegen die Wand abhängt, — auch diejenigen sind, welche langsamer ausfließen.

Auf die Abhängigkeit der Ausflusgeschwindigkeit von der Adhäsion weist auch die Betrachtung von Hrn. Hagen ¹⁾, „dafs nicht ein Wassercylinder, sondern ein Wasserkegel aus der engen Röhre trete.“

Wenn auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft der flüssigen Körper, welche ihre Klebrigkeit genannt werden kann, auf die Ausfluserscheinungen einwirkt, wie die Versuche von Schübler ²⁾ und Dollfußs ³⁾ beweisen, so ist doch jedenfalls die Ausflusgeschwindigkeit aus Capillarröhren auch eine Function der Adhäsion, so dafs mit Abnahme der Adhäsion die Ausflusgeschwindigkeit steigt. Dagegen scheint sie weniger mit der Cohäsion in Beziehung zu stehen, wie schon oben (S. 496) angedeutet wurde, und was der interessante Versuch von Girard ⁴⁾ beweist, dafs nämlich Quecksilber, welches die Wände der gläsernen Capillarröhre nicht benetzt, bei jeder Temperatur gleich schnell ausfließt. Ich glaube deshalb, dafs die Versuche über Ausflusgeschwindigkeit aus Capillarröhren bei Untersuchung der Veränderung, welche die Cohäsion durch die Temperatur erleidet, nicht in Betracht gezogen werden dürfen.

Versuche mit Capillarröhren bei verschiedenen Temperaturen stellte in neuerer Zeit Emmet an ⁵⁾. Er selbst machte jedoch später auf die Ungenauigkeit seiner Beobachtungen aufmerksam ⁶⁾, so dafs Poisson keine Rücksicht darauf nehmen konnte.

1) Ueber die Beweglichkeit des Wassers in engen cylindrischen Röhren.

— Poggend. Ann. der Physik und Chemie, Bd. 46, 1839, S. 433.

2) Erdmann, Journ. f. techn. u. oekonom. Chemie, Bd. 2, 1828, S. 349.

3) *Bulletin de la société industrielle de Mulhausen*, No. 21, p. 14 bis 32, und Erdmann, Journ., 1833, Bd. 16, S. 226 und 233.

4) *Annales de Chim. et de Phys.*, T. IV, 1817, p. 159.

5) *The philosophical Magazine*, Vol. I, 1827, p. 117.

6) c. l. p. 332.

Auch Hr. Frankenheim führt Versuche an¹⁾, welche er mit Weingeist bei verschiedenen Temperaturen angestellt hat, und deren Resultat dahin geht, dafs die Abnahme der Synaphie bei erhöhter Temperatur nur sehr gering sey.

Erst nach Beendigung meiner Versuche kam mir die lehrreiche Arbeit von Hrn. Sondhaufs zu Gesicht, durch welche er sich im J. 1841 die Doctorwürde erwarb²⁾, und ebenso ein Auszug davon durch Hrn. Frankenheim³⁾. In dieser Arbeit behandelt Hr. Sondhaufs den nämlichen Gegenstand, welchen ich mir als Aufgabe gestellt hatte. — Ich würde mir einen Vorwurf machen, diese Arbeit nicht gekannt zu haben, wenn nicht andere Physiker, die sich eben so speciell mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, in dem nämlichen Falle gewesen wären, und keineswegs die Resultate des Hrn. Sondhaufs allgemein angenommen würden.

So finde ich in einer gelehrten Dissertation von Buys-Ballot⁴⁾, worin er eine sehr lehrreiche Zusammenstellung der bisherigen Kenntnisse der Capillarerscheinungen liefert, jene Sondhaufs'sche Arbeit nicht erwähnt. Er selbst stellt Versuche mit Adhäsionsscheiben zur Ermittlung des Verhaltens der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen an, ohne jedoch aus diesen Versuchen irgend eine Folgerung zu ziehen.

Artur, ein französischer Physiker, welcher ebenfalls in neuerer Zeit diesen Gegenstand behandelte⁵⁾, scheint eben so wenig die Sondhaufs'sche Arbeit gekannt zu ha-

1) Lehre von der Cohäsion, S. 86.

2) *Dissertatio de vi quam calor habet in fluidorum capillaritatem. Vratislaviae MDCCCXLI.*

3) Erdmann und Marchand, Journ. f. pract. Chemie, Bd. 23, J. 1841, S. 401.

4) *Dissertatio inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum. MDCCCXLIV.*

5) Artur, *Théorie élémentaire de la capillarité. Paris 1842.*

ben. Beim Durchlesen seines Werkes fand ich mitten in einer Masse von Beobachtungen und Betrachtungen einige speciell hieher gehörende Resultate ¹⁾, welche er durch eigene Beobachtungen mit Capillarröhren erlangt hat. Er findet, daß sich die Capillarrhöhe proportional der Temperatur vermindere. Da er seine Methode nicht angiebt, läßt sich über die Zuverlässigkeit derselben nichts entscheiden. Seine Zahlen stimmen weder mit den Sondhaufs'schen noch den meinigen.

Hr. Becquerel führt Versuche an ²⁾, welche er gemeinschaftlich mit Hrn. Edmond Becquerel mit Adhäsionsscheiben und Wasser zwischen 12° C. und 73° an gestellt hat. Er fand, daß während die Dichtigkeit durch diesen Temperaturunterschied nur um $\frac{1}{1000}$ sich vermindere, das Gewicht, welches nothwendig ist, um die Platten abzureißen; um den vierten Theil seines Werthes kleiner werde.

Was mir vor Allem den Beweis lieferte, daß meine Arbeit nicht überflüssig sey, war eine Bemerkung, die ich in einer der gelehrtesten Abhandlungen, welche über die Capillarerscheinungen in neuerer Zeit bekannt gemacht wurden, gelesen habe ³⁾: »Einige Temperaturveränderung, und selbst die Abkühlung bis zum Gefrierpunkte ließen (beim Wasser) gar keinen Einfluß auf die Capillarerscheinung bemerken« — während ich wohl sagen kann, daß mir die Capillarrhöhe jeden Temperaturgrad anzeigte.

Es möchte daher nicht überflüssig seyn, noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und ich nehme um so weniger Anstand meine, unabhängig von den Sondhaufs'schen Versuchen, erhaltenen Resultate zu veröffentlichen, als ich eine andere Methode angewandt habe, die

1) Artur, *Théorie élément. de la capillarité.* Paris 1842. p. 104.

2) M. Becquerel, *Traité de Physique.* Paris 1844. T. II, p. 243.

3) G. Hagen, über die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der Königlichlichen Academie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. S. 39. (diese Ann., Bd. 67, S. 1 und 152.)

eine grössere Genauigkeit erlaubte als die SONDHAUFS'sche, und deshalb auch etwas abweichende Resultate lieferte, wenn auch im Allgemeinen die von SONDHAUFS gefundenen Thatsachen bestätigte. Aber auch die Ueberzeugung, dafs jede Bestätigung interessanter Thatsachen, namentlich bei so subtilen Untersuchungen, wie die hierhergehörenden sind, als eine Bereicherung für die Wissenschaft angesehen werden mufs, veranlafste mich, meine Arbeit zu vollenden.

Methode zur Bestimmung der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

Die Bestimmung der Cohäsion von Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen ist, so einfach sie auch erscheinen mag, mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, wenn man Resultate bezweckt, auf die man sich nur einigermafsen verlassen kann.

Als ich noch mit der Prüfung meiner Methode beschäftigt war, legte Herr Hagen der hiesigen Academie der Wissenschaften im Mai des Jahres 1845 seine interessante Abhandlung über die Capillarerscheinungen vor. Er bespricht darin die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Cohäsion. Meine besondere Aufmerksamkeit erregte eine Aeuferung auf S. 21 1): »In Capillarröhren läfst sich die Erhebung der Oberfläche mit keiner grossen Schärfe messen, und überdies ist die genaue Ermittlung der Röhrenweite gleichfalls sehr schwierig.« Die Ermittlung des inneren Durchmessers der Röhre durch Bestimmung des Gewichts einer sie füllenden Quecksilbersäule scheint mir indefs, wie alle physikalischen Experimente, welche auf die Anwendung des genauesten Instrumentes, der Wage, zurückgeführt werden können, mit der gröfsten Sicherheit ausführbar, wenigstens wenn man calibrirte Röhren anwendet. Diefs bestätigen auch die Bestimmungen von Hrn. GAY-LUSSAC, welcher bei seinen Versuchen über Capillarascension den Radius der Röhren bis auf den $\frac{1}{100000}$ Theil ei-

1) Diese Annalen, Bd. 67, S. 24.

nes Millimeters anzugeben vermag ¹⁾, um die Richtigkeit der Poisson'schen Formeln zu beweisen. Hr. Hagen beobachtete die Ascension zwischen zwei parallelen Messingplatten, wobei, wie er selbst erwähnt, es vorzugsweise darauf ankam, die beiden Scheiben möglichst parallel zu einander aufzustellen und ihren Abstand genau zu ermitteln, was der Verfasser dadurch zu erreichen suchte, daß er eine dritte Scheibe, deren Dicke überall gleich und genau bestimmt war, dazwischen brachte. Die Höhe der gehobenen Flüssigkeit beobachtete er dadurch, daß er eine bewegliche Stahlspitze, welche mit einem Maafsstabe in Verbindung stand, von oben bis auf die Oberfläche der Flüssigkeit hinabschraubte. Ich glaube, daß die Bestimmung der Dicke jener dazwischen gelegten Platte gröfsere Schwierigkeiten darbiete als die Messung des inneren Durchmessers enger Röhren. — In seinen Versuchen mit Capillarröhren ²⁾ mißt Hr. Hagen die Höhe durch einen, in ganze Linien getheilten Maafsstab, welcher vertical daneben gestellt wird. Diese Methode ist, wie Hr. Hagen selbst zugeibt, keine sehr genaue, da beim Visiren nach dem Maafsstabe das Auge leicht etwas höher oder tiefer stehen kann. Indessen können darauf jene Abweichungen, die, wie Hr. Hagen angiebt ³⁾, oft eine ganze Linie betragen, schwerlich beruhen. Sondern diese hängen offenbar zusammen mit dem Einwurfe, welchen Hr. Hagen ausserdem der Anwendung von Capillarröhren macht, daß die nothwendige Erneuerung der Oberfläche der Flüssigkeit in der Capillarröhre und die vollständige Benetzung der Röhrenwand schwierig zu erreichen sey; aber während Hr. Hagen zur Benetzung seiner Messingplatten vor jeder Beobachtung dieselben längere Zeit in die Flüssigkeit tauchen und mit einem Pinsel benetzen mußte ⁴⁾, habe ich mich überzeugt,

1) *Nouvelle théorie*, p. 112.

2) c. I. S. 37. (*Annalen*, Bd. 67, S. 164.)

3) c. I. S. 21. (*Ebendasselbst*, S. 24.)

4) c. I. S. 32. (*Ebendasselbst*, S. 158.)

dafs in Capillarröhren, welche durch Weingeist und Salpetersäure vollständig gereinigt waren, durch ein leichtes Aufsaugen stets eine constante Höhe der Flüssigkeit erreicht wurde. — Ich fand mich daher nicht veranlafst, die Anwendung der Capillarröhren aufzugeben.

Hr. Sondhaufs brachte die zu untersuchende Flüssigkeit in ein heberförmig gebogenes Glasrohr ¹⁾, das aus zwei cylindrischen Röhren von ungleicher Weite bestand. Die enge hatte einen Radius von 0,15 bis 0,40 Millimeter, die weitere von 5 bis 7 Millim. Diese Vorrichtung senkte er in ein erwärmtes Flüssigkeitsbad ein, welches bei niedrigen Temperaturen Wasser, bei höheren Oel war. Er bestimmte durch ein, an einem senkrechten Maafsstabe verschiebbares Fernrohr das Niveau der Flüssigkeit in beiden Schenkeln der Röhre. Da in beiden Röhren Capillarascension stattfand, mußte zur Berechnung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in einer Röhre von 1 Millim. Radius steigt, eine ziemlich complicirte Formel angewandt werden, welche zudem keine absolute Genauigkeit gestattete, indem nur bei sehr engen Röhren die Oberfläche des Meniscus als sphärisch betrachtet werden darf, und nicht mehr bei jenen weiten Röhren von 5 bis 7 Millim. Radius, während doch die von Sondhaufs angewandte Formel von der Voraussetzung des sphärischen Meniscus ausgeht ²⁾, und daher auch seine berechneten Zahlen nicht vollständig mit den früher von Hrn. Gay-Lussac und Hrn. Frankenheim gefundenen übereinstimmen ³⁾.

Bei meinen Versuchen befolgte ich im Allgemeinen die durch ihre Einfachheit und Schärfe sich auszeichnende Methode des Hrn. Gay-Lussac ⁴⁾. Derselbe befestigte die Capillarröhre in einer Scheibe, die auf dem Rande eines Cylinderglases aufliegt, bestimmte durch das Fernrohr ei-

1) *Dissertatio*, p. 5.

2) *Dissertatio*, p. 20.

3) *c. l.* p. 25.

4) Biot, *Traité de physique*, I, p. 441.

nes Kathetometers den Stand der Flüssigkeit in der Röhre, schob dann die Scheibe mit der Capillarröhre auf die Seite und legte eine andere daneben, welche eine Metallspitze enthielt, diese wurde bis zum Niveau der Flüssigkeit geschraubt; nun schöpfte der Experimentator mit einem kleinen Gefäße etwas Flüssigkeit aus dem Cylinderglase, so dafs er nach der Spitze visiren konnte.

Dieses Verschieben der Capillarröhre, das Aufsetzen einer neuen Scheibe, das Auf- und Abschrauben einer Metallspitze, und endlich das Ausschöpfen von Flüssigkeit — Manipulationen, welche jedenfalls große Unbequemlichkeiten und leicht auch Fehler in den Beobachtungen mit sich bringen, umging ich bei meinen Versuchen dadurch, dafs ich die Capillarröhre und die Metallspitze ein für alle Mal feststellte, und durch Eintauchen eines voluminösen Körpers in die Flüssigkeit das Niveau derselben nach der Spitze einstellte und durch Herausziehen wieder senkte, wenn nach der Spitze visirt werden sollte. — Mit Dankbarkeit bemerke ich bei dieser Gelegenheit, dafs ich manche Verbesserungen des Apparates dem Rathe meines hochgeschätzten Lehrers, Hrn. Prof. Magnus, verdanke, in dessen Laboratorium ich die Versuche ausführte.

Vorerst suchte ich durch Calibriren mit Quecksilber solche Röhrchen aus, bei welchen der innere Durchmesser überall gleich war: eine lange und beschwerliche Arbeit, die aber unumgänglich ist.

Der Apparat zu den Beobachtungen ist folgendermaßen zusammengestellt. Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem Cylinderglase (Fig. 1, Taf. III), das ungefähr zum vierten Theile damit angefüllt ist. Das Glas wird in ein Blechgefäfs (Fig. 2, Taf. III) gestellt, welches eine doppelte Wand hat, jedoch durch eine vier Linien breite Spalte das Visiren durch das Glas gestattet. Dieses Blechgefäfs wird mit Oel angefüllt, so dafs das Glas mit der zu untersuchenden Flüssigkeit von einem Oelbade umgeben ist, welches durch eine darunter angebrachte Weingeistlampe erwärmt werden kann.

Die Capillarröhre, welche erst durch Salpetersäure gereinigt worden, ist in einer starken Messingscheibe (Fig. 3 *a*) befestigt, und diese liegt auf einem Messingstative (Fig. 3 *b, b, b, b*) das über das Blechgefäß gestellt wird, so daß alsdann die Capillarröhre (*c*) in die Flüssigkeit taucht. Diese steigt darin in die Höhe, darf jedoch nicht über das Blechgefäß hinaus aufsteigen, was durch gehörige Auswahl der Dimensionen der Gefäße leicht zu erreichen ist. Zugleich ist in der Messingscheibe zur Bestimmung des Niveaus der Flüssigkeit eine Stahlspitze (*d*) befestigt, welche nicht so tief hinabreicht als die Capillarröhre. — Es ist dabei die Vorrichtung getroffen, daß sowohl die Capillarröhre als auch die Metallspitze vor die Spalte im Blechgefäße zu stehen kommen, so daß, wenn man durch dieselbe visirt, beide beobachtet werden können.

In der Messingscheibe ist ferner zur Seite der Capillarröhre ein Thermometer (*e*) angebracht, dessen Kugel in die Flüssigkeit taucht, und ein zweites (*f*), dessen Kugel auferhalb der Flüssigkeit möglichst nahe der Capillarröhre steht, und endlich eine kleine Oeffnung, durch welche ein Pferdehaar sich bewegen läßt, an dem eine Glasmasse (*g*) hängt. Das Pferdehaar geht über eine, an einem besonderen Stative befestigte Rolle nach einer Schraube (*h*) an welcher man durch Auf- und Abwinden das Pferdehaar verkürzen und verlängern und dadurch die Glasmasse beliebig aus der Flüssigkeit ziehen oder darin einsenken kann.

Zur Beobachtung der Höhen benutzte ich das genaue Kathetometer des Hrn. Prof. Magnus, welches durch dessen eigene Versuche ¹⁾ bekannt ist, und eine Ablesung von $\frac{1}{10}$ Millim. mit Sicherheit schätzen läßt. Das Instrument war so aufgestellt, daß das Fadenkreuz des Fernrohrs ungefähr drei Fufs von dem Blechgefäße entfernt war.

Die Beobachtungen wurden nun auf folgende Weise angestellt:

Die innere Wand der Capillarröhre mußte vor jeder Beobachtung gehörig benetzt werden. Zu diesem Ende

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 61. 1844. S. 225.

stülpe ich über das, aus der Messingscheibe hervorragende Ende der Capillarröhre eine weitere Glasröhre (Fig. 3, i, Taf. III), die fest auf dem Korke, in welchem die Capillarröhre befestigt ist, aufgesetzt wird, wodurch ich einen annähernd luftdichten Verschluss erziele. Durch diese Glasröhre kann man mit dem Munde die Flüssigkeit aufsaugen. Vermittelst Baumwolle und Stückchen von Chlörcalcium wird jeder Eintritt von Unreinigkeit und Feuchtigkeit aus dem Munde in die Capillarröhre verhütet.

Nun stelle ich das Niveau der Flüssigkeit so ein, daß es eben die Metallspitze berührt. Diefs geschieht durch Einsenken oder Herausziehen der Glasmasse: man dreht die Schraube, welche das Pferdehaar auf- und abwindet, so lange, bis man sieht, daß die Spitze und ihr in der Oberfläche der Flüssigkeit scharf abgespiegeltes Bild eben zusammentreffen.

Das Oelbad wird nach und nach erwärmt, während die zu beobachtende Flüssigkeit durch Auf- und Niederbewegen der Glasmasse umgerührt wird. Bei jeder Beobachtung wurde abgewartet bis die Temperatur der beiden Thermometer möglichst gleich war. — Die Zusammenstellung des Apparates bringt es mit sich, daß nicht allein die Flüssigkeit im Grunde des Gefäßes, sondern auch die in der Capillarröhre befindliche dieselbe Temperatur annimmt. Zu den Versuchen bei niedrigen Temperaturen wird, an die Stelle des Oeles im umgebenden Blechgefäße, Eis oder eine kaltmachende Mischung gebracht.

Um die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre zu messen, stellt man zuerst das Fadenkreuz des Fernrohrs auf den niedrigsten Punkt des Meniscus ein und liest den Stand des Fernrohrs ab. Nun muß die Höhe des Flüssigkeitsniveaus, oder, was dasselbe ist, der Metallspitze bestimmt werden. Bei dieser Zusammenstellung kann aber die Spitze durch das Fernrohr nicht gesehen werden, indem sie von der, an den Seitenwänden des Glases etwas in die Höhe steigenden, Flüssigkeit bedeckt wird. Ich hebe deshalb die Glasmasse aus der Flüssigkeit: dadurch sinkt

ihr Niveau, die Metallspitze wird frei und kann jetzt durch das Fernrohr beobachtet werden.

Damit man sich während der Beobachtung nicht von dem Kathetometer zu entfernen brauche, ist eine Vorrichtung angebracht, um von dort die Glasmasse aus der Flüssigkeit emporzuziehen: es wird dieses dadurch erreicht, daß ein zweiter Faden (Fig. 3, h' , Taf. III), der mit dem ersten verbunden ist, durch eine, am Gestelle des Kathetometer selbst angebrachte, Schraube aufgewunden wird.

Der Unterschied der zuerst beobachteten Höhe der Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre und derjenigen des Niveaus der Flüssigkeit ist die gesuchte Gröfse.

Es könnte der Einwurf gemacht werden, daß die Unebenheiten des Cylinderglases, durch welches man die Beobachtungen macht, einen Einfluß auf das Resultat der Messungen haben könnten. Ich überzeugte mich jedoch durch Beobachtung der Theilstriche eines Maafsstabes, den ich sowohl *in* dem Glase als auch *aufserhalb* desselben mit dem Kathetometer untersuchte, daß jedenfalls dieser Einfluß ohne Bedeutung für die Genauigkeit der Versuche ist.

Die innere Weite der Capillarröhre wurde dadurch bestimmt, daß ich genau die Länge der Röhre maafs, sie durch Aufsaugen mit Quecksilber füllte, und das Gewicht dieses Quecksilbers bestimmte. Aus dem Volumen und der Länge des Quecksilbercylinders berechnete ich dessen Radius.

Genau Resultate waren nur von solchen Flüssigkeiten zu erwarten, welche weder durch erhöhte Temperatur, noch durch Einwirkung der Luft eine Veränderung erleiden. In der Ueberzeugung, daß zum Studium der Gesetze, welche die Körper beherrschen, die genaue Untersuchung einiger weniger Substanzen vorzuziehen sey den Beobachtungen an einer großen Menge von Körpern, von denen man erwarten muß, daß die Erscheinungen zum Theil durch fremde Einwirkungen getrübt werden, wählte ich nur Wasser, Aether und Olivenöl zu meinen Versuchen, und vervielfältigte die Experimente, indem ich mehrere Versuchsreihen mit den nämlichen Flüssigkeiten vornahm. — Eine mit englischer

Schwefelsäure angestellte Versuchsreihe mußte verworfen werden, weil nicht zu verhüten war, daß die Flüssigkeit während der Dauer des Experiments durch Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft sich veränderte.

Beobachtungen über die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen sich in Capillarröhren erheben.

Die Resultate der Untersuchung sind in folgenden Tabellen enthalten. Ich habe geglaubt, für das Wasser, die unmittelbaren Beobachtungen mittheilen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten würde dies zu weitläufig gewesen seyn, ohne einen besonderen Nutzen zu gewähren; denn die vielen Beobachtungen, welche ich angestellt habe, konnten unmöglich bei den später zu erwähnenden Berechnungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate sämmtlich benutzt werden; beim Wasser dagegen glaubte ich mich dieser Arbeit unterziehen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten schien es mir das Gebügneste, aus den angestellten Beobachtungen die Werthe für die ganzen Temperaturgrade von 5 zu 5 Grad aus den zunächstliegenden Beobachtungen durch graphische Interpolation zu bestimmen.

1) Versuche mit Wasser.

Das destillirte Wasser wurde vor den Versuchsreihen ausgekocht, um die darin enthaltene Luft möglichst zu entfernen, deren Gegenwart durch das Aufsteigen von Blasen bei höheren Temperaturen sehr störend wirkt. Hr. Hagen äufsert ¹⁾, daß Wasser, welches gekocht hat und wieder abgekühlt ist, seine Capillarität nachher bedeutend vermindert zeige. Wie es scheint, wurde das Wasser gekocht, während die Capillarröhre darin stand. Wenn nun Wasser auf einer Fläche verdunstet, so hinterläßt namentlich gewöhnliches Brunnenwasser, welches Hr. Hagen zu den meisten seiner Versuche anwandte, aber auch destillirtes

1) c. l. p. 32 und 38.

Wasser, Spuren von Unreinigkeiten, welche hinreichen die Benetzbarkeit der Fläche aufzuheben. Wird nach dem Kochen in den Capillarröhren nicht für eine neue Reinigung der Röhrenwand gesorgt, so ist natürlich die Capillarascension vermindert. — Auf ähnlichen Veränderungen durch Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur mag die Erscheinung beruhen, dafs wenn der Apparat mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt war und nicht für neue Benetzung gesorgt wurde, sich die Capillarascension sowohl zwischen parallelen Platten, als auch in Röhren vermindert zeigte ¹⁾.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei verschiedenen Temperaturen vom niedrigsten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 10°,5 C. = 0^{mm},29274.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	<i>mm</i>		<i>mm</i>
0° C.	52,300	40° C.	48,325
3	51,923	41,5	48,375
5	51,750	42	48,300
8	51,425	42,5	48,275
11	51,075	44,75	47,875
12	51,025	47,25	47,675
14,75	50,750	49	47,500
15,75	50,625	55	46,935
20,75	50,275	57	46,800
24	49,975	59	46,475
25	49,900	60,5	46,400
27,75	49,625	62	46,200
28	49,600	64,25	45,950
31,5	49,150	66,75	45,700
31,75	49,200	69,75	45,400
33	49,050	71	45,250
34	48,925	73,75	44,975
35	48,825	79,5	44,400
37	48,675	82	44,000

2) Versuche mit Aether.

Der Aether war zwei Tage lang mit Chlorcalcium digerirt und dann abdestillirt worden, so dafs er als vollkommen wasserfrei zu betrachten war.

1) *c. l. p. 33.*

Höhe der Flüssigkeitssäule des Aethers bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äußeren Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 24° C. = 0^{mm},21540.

Temperatur	Capillarhöhe.	Temperatur	Capillarhöhe.
0° C.	mm 24,700	20° C.	mm 22,225
5	24,025	25	21,325
10	23,575	30	20,875
15	23,125	35	20,225

3) Versuche mit Olivenöl.

Das angewandte Oel war feines Provenceröl.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Olivenöls bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äußeren Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 24° C. = 0^{mm},21540.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.
15° C.	mm 34,015	60° C.	mm 31,550	105° C.	mm 29,483
20	33,850	65	31,325	110	29,266
25	33,575	70	31,175	115	29,050
30	33,190	75	30,950	120	26,512
35	32,805	80	30,700	125	28,462
40	32,469	85	30,450	130	28,050
45	32,045	90	30,200	135	27,987
50	31,975	95	30,095	140	27,775
55.	31,900	100	29,650	145	27,745
				150	27,500

Um die Beobachtungen sowohl unter sich vergleichbar als auch zur Untersuchung der Gesetze passender zu machen, reducirte ich alle gefundenen Höhen auf die Länge eines Cylinders von Flüssigkeit, der in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius getragen wird. Ich benutzte dazu die Poisson'sche Formel ¹⁾:

$$h = \frac{a^2}{\alpha} - \frac{\alpha}{3} + \frac{\alpha^3}{3a^2} (\log 4 - 1),$$

wo h die Capillarhöhe, a^2 eine Constante und α der Radius der Capillarröhre ist. Das letzte Glied dieser Gleichung hat nur einen Einfluss auf die dritte Decimalstelle

1) *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, p. 112.

weshalb ich dasselbe bei der Berechnung vernachlässigte. Dann wird die Formel zur Reduction der Beobachtungen folgende:

$$H = \alpha \left(h + \frac{\alpha}{3} \right)^{-1},$$

wo h die beobachtete Capillarrhöhe in einer Röhre, deren Radius $= \alpha$ ist, und H die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders, welcher in einer Röhre von 1 Millim. Radius getragen wird.

Da sich mit der Temperatur die Weite der Capillarröhre verändert, so sind eigentlich die angeführten Versuchsreihen bei den verschiedenen Temperaturen in Röhren von verschiedenem Radius angestellt. Bei der Reduction der Beobachtungen mußte ich daher diese Veränderung des Radius berücksichtigen, welche offenbar der linearen Ausdehnung des Glases proportional ist. Sie beträgt für die Röhre von 0,29274 Millim. Radius bei einem Temperaturunterschied von 100° C, 0,00024 Millim., für die Röhre von 0,21540 Millim. Radius 0,00019 Millim.

Reduction der Beobachtungen auf die Höhe eines Flüssigkeitscylinders, welcher durch eine Röhre von 1 Millim. Radius gehoben wird.

1) Wasser.

Temper.	Capillarrhöhe.	Temper.	Capillarrhöhe.	Temper.	Capillarrhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	15,338	31°,5 C.	14,429	55° C.	13,774
3	15,230	31,75	14,434	57	13,734
5	15,177	33	14,390	59	13,640
8	15,082	34	14,354	60,5	13,618
11	14,980	35	14,324	62	13,559
12	14,969	37	14,281	64,25	13,486
14,75	14,886	40	14,179	66,75	13,413
15,75	14,840	41,5	14,193	69,75	13,326
20,75	14,747	42	14,172	71	13,282
24	14,660	42,5	14,165	73,75	13,201
25	14,638	44,75	14,048	79,5	13,034
27,75	14,557	47,25	13,989	82	12,917
28	14,550	49	13,938		

1) Die Formel für die Höhe der Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius vom untersten Punkte des Meniscus bis zum äufse-

2) Aether.

Temper.	Capillarröhe.	Temper.	Capillarröhe.	Temper.	Capillarröhe.
	mm		mm		mm
0° C.	5,335	15° C.	4,996	30° C.	4,512
5	5,189	20	4,802	35	4,372
10	5,093	25	4,609		

3) Olivenöl.

Temper.	Capillarröhe.	Temper.	Capillarröhe.	Temper.	Capillarröhe.
	mm		mm		mm
15° C.	7,343	60° C.	6,813	105° C.	6,370
20	7,306	65	6,765	110	6,324
25	7,247	70	6,733	115	6,278
30	7,165	75	6,685	120	6,163
35	7,082	80	6,631	125	6,151
40	7,010	85	6,578	130	6,063
45	6,919	90	6,524	135	6,049
50	6,904	95	6,475	140	6,004
55	6,888	100	6,406	145	5,998
				150	5,945

Prüfung des Laplace-Poisson'schen Gesetzes der Veränderung der Cohäsion durch Wärme und Aufstellung anderer Formeln.

Betrachten wir diese Resultate in Bezug auf das Laplace-Poisson'sche Gesetz, so muß, wenn die Höhe der Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre bei verschiedenen Temperaturen direct der Dichtigkeit proportional ist, $\frac{h'}{d'}$, wo h' die Capillarröhe und d' die Dichtigkeit bezeichnet, bei jeder Temperatur die nämliche Gröfse haben ¹⁾.

ren Niveau ist $h' = \alpha \left(h + \frac{\alpha}{3} \right) - \frac{1}{3}$. Der Unterschied dieser Formel von der oben angegebenen $\left(-\frac{1}{3} \right)$ beruht darauf, daß bei Berechnung der Höhe des Flüssigkeitscylinders von 1 Millim. Radius die Masse, welche den Meniscus bildet, als Cylinder berechnet wird. Da der Meniscus angesehen werden kann als von einer halben Kugeloberfläche begrenzt, deren Radius der Radius der Capillarröhre ist, so ist die Masse des Meniscus $= \frac{\alpha}{3}$ und, in dem Falle, wo der Radius = 1 angenommen wird, $= \frac{1}{3}$.

1) Siehe oben S. 493.

Nach diesem Gesetze muß auch die Capillarhöhe bei jeder Temperatur $= \frac{h}{v'}$ seyn, wo h die Capillarhöhe bei 0° und v' das Volumen der Flüssigkeit bei den entsprechenden Temperaturen bezeichnet, dasjenige bei $0^\circ = 1$ gesetzt.

Ich will in Folgendem die Capillarhöhe berechnen, wie sie nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze stattfinden sollte, und die erhaltenen Werthe mit den durch Beobachtung gefundenen vergleichen. Ich will in diesen Tabellen für h (die Capillarhöhe bei 0°) den aus allen Versuchen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechneten wahrscheinlichsten Werth nehmen.

1) Wasser 1).

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe		Differenz.
		nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	nach meinen Beobachtungen.	
		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	15,332	15,332	+0,000
3	0,99989	15,332	15,230	+0,102
5	0,99989	15,334	15,177	+0,157
8	1,00000	15,332	15,082	+0,250
11	1,00023	15,329	14,980	+0,349
12	1,00034	15,327	14,969	+0,358
14,75	1,00070	15,324	14,886	+0,438
15,75	1,00084	15,319	14,840	+0,479
20,75	1,00179	15,305	14,747	+0,558
24	1,00251	15,293	14,660	+0,633
25	1,00277	15,290	14,638	+0,652
27,75	1,00349	15,279	14,557	+0,722
28	1,00356	15,278	14,550	+0,728
31,5	1,00423	15,267	14,429	+0,838
31,75	1,00431	15,266	14,434	+0,832
33	1,00470	15,260	14,390	+0,870
34	1,00509	15,254	14,354	+0,900
35	1,00545	15,248	14,324	+0,924
37	1,00645	15,236	14,281	+0,955
40	1,00749	15,218	14,179	+1,039
41,5	1,00816	15,208	14,193	+1,015
42	1,00849	15,203	14,172	+1,171
42,5	1,00882	15,198	14,165	+1,033

Tem.

1) Dieser Tabelle sind die neuesten Angaben über die Dichtigkeit zu Grunde gelegt, welche Isidore Pierre in den *Annales de chimie et de physique*, Ser. III, T. XV, Nov. 1845, p. 325, mittheilt.

Temperatur.	Volumen.	Capillarröhe		Differenz.
		nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	nach meinen Beobachtungen.	
		mm	mm	mm
44°,75 C.	1,00952	15,187	14,048	+1,139
47,25	1,01059	15,171	13,989	+1,182
49	1,01138	15,160	13,938	+1,222
55	1,01444	15,114	13,774	+1,340
57	1,01520	15,102	13,734	+1,368
59	1,01597	15,091	13,640	+1,451
60,5	1,01741	15,069	13,618	+1,451
62	1,01826	15,057	13,559	+1,498
64,25	1,01954	15,038	13,486	+1,552
66,75	1,02096	15,017	13,413	+1,604
69,75	1,02278	14,990	13,326	+1,664
71	1,02367	14,977	13,282	+1,695
73,75	1,02533	14,953	13,201	+1,752
79,5	1,02895	14,901	13,034	+1,867
82	1,03066	14,876	12,917	+1,959

2) Aether ¹⁾.

		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	5,354	5,354	+0,000
5	1,00761	5,313	5,189	+0,124
10	1,01540	5,272	5,093	+0,179
15	1,02286	5,234	4,996	+0,238
20	1,03150	5,190	4,802	+0,388
25	1,03989	5,148	4,609	+0,539
30	1,04854	5,106	4,512	+0,594
35	1,05749	5,063	4,372	+0,691

3) Olivenöl ²⁾.

		mm	mm	mm
15° C.	1,01111	7,382	7,343	+0,039
20	1,01488	7,355	7,306	+0,049
25	1,01861	7,328	7,247	+0,081
30	1,02241	7,300	7,165	+0,145
35	1,02618	7,274	7,082	+0,192
40	1,03001	7,247	7,010	+0,237
45	1,03457	7,215	6,919	+0,296
50	1,03767	7,193	6,904	+0,289
55	1,04159	7,166	6,888	+0,278

1) Das Volumen des Aethers nach J. Pierre, c. 1.

2) Das Volumen des Olivenöls nach: A. Erman, *Rationis quae inter volumina corporis ejusdem: solidi, liquescentis, liquidi intercedit, specimen. Dissertatio. Berolini 1826. (Ann., Bd. 9, S. 557.)*

Poggendorff's Annal. Bd. LXX.

33

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe		Differenz.
		nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	nach meinen Beobachtungen.	
		mm	mm	mm
60° C.	1,04528	7,141	6,813	+0,328
65	1,04951	7,112	6,765	+0,347
70	1,05332	7,086	6,733	+0,353
75	1,05722	7,060	6,685	+0,375
80	1,06122	7,033	6,631	+0,402
85	1,06519	7,007	6,578	+0,429
90	1,06921	6,981	6,524	+0,457
95	1,07325	6,954	6,475	+0,479
100	1,07731	6,928	6,406	+0,522
105	1,08140	6,902	6,370	+0,532
110	1,08551	6,876	6,324	+0,552
115	1,08964	6,850	6,278	+0,572
120	1,09436	6,820	6,163	+0,657
125	1,09799	6,798	6,151	+0,647
130	1,10199	6,773	6,063	+0,710
135	1,10644	6,746	6,049	+0,697
140	1,11049	6,721	6,004	+0,717
145	1,11498	6,694	5,998	+0,696
150	1,11930	6,668	5,945	+0,723

Aus dieser Berechnung geht die Unrichtigkeit des Laplace-Poisson'schen Gesetzes hervor, denn sie zeigt, daß die Capillarhöhe mit Erhöhung der Temperatur viel schneller abnimmt als der Verminderung der Dichtigkeit entsprechen würde. Die Abnahme der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, scheint überhaupt nicht mit der Dichtigkeit, sondern vielmehr mit der Zunahme der Temperatur in Proportionalität zu stehen. Um die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Annahme zu prüfen, habe ich, mit zu Grundelegung dieser Proportionalität zwischen Capillarhöhe und Temperatur die Beobachtungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechnet, und dadurch für alle untersuchten Flüssigkeiten die vollkommenste Bestätigung dieser Annahme gefunden.

Nach dieser Berechnung kann der Flüssigkeitscyliner, welcher in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius gehoben wird, bei jeder beliebigen Temperatur durch folgende Formeln ausgedrückt werden:

- 1) für Wasser $h = 15,33215 - 0,0286396 \cdot t$
 2) für Aether $h = 5,3536 - 0,028012 \cdot t$
 3) für Olivenöl $h = 7,4610 - 0,010486 \cdot t$

In diesen Formeln bezeichnet h die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders, und t die Temperatur, in Graden der 100theiligen Scale ausgedrückt.

Diese Berechnung belehrte mich zugleich über die Genauigkeit der Beobachtungen.

Versuche über die Capillarität des Wassers bei niedrigen Temperaturen.

Bei Olivenöl und Aether ist die Curve, welche entsteht, wenn die Temperaturgrade als Abscissen und die entsprechenden Dichtigkeiten als Ordinaten genommen werden, nahe eine gerade Linie, und somit könnte bei diesen beiden Flüssigkeiten die Capillarrhöhe auch als proportional der Dichtigkeit betrachtet werden. Beim Wasser aber weicht die Curve für die Veränderung bedeutend ab von der geraden Linie, und zeichnet sich namentlich durch jene auffallende Anomalie zwischen 0° und 4° aus.

Das Wasser giebt uns also das sicherste Mittel an die Hand zur Prüfung, ob die Capillarrhöhe mit der Dichtkeitszunahme oder der Temperaturabnahme in Proportionalität stehe. Am deutlichsten wird sich dieses aus der Beobachtung des Verhaltens der Capillarität zwischen 0° und 4° herausstellen, wo die Dichtigkeit und die Temperatur sich in gleicher Richtung verändern, während sie bei höheren Temperaturen in entgegengesetzter Richtung ab- und zunehmen. Wenn daher die Capillarrhöhe in Proportionalität mit der Dichtigkeit steht, so muß sie von 0° bis 4° *zunehmen*, hier ein Maximum erreichen und bei höheren Temperaturen wieder abnehmen; nimmt sie aber in dem Verhältnisse ab, als die Temperatur zunimmt, so muß sie schon von 0° bis 4° *abnehmen*.

Ich stellte daher mit besonderer Sorgfalt in wenigstens acht Versuchsreihen wohl bei 200 Beobachtungen innerhalb der Temperaturgränzen von 0° bis 8° an. Ich kehrte öfters

die Capillarröhre um, so dafs an verschiedenen Theilen der Röhre die Beobachtungen gemacht wurden; ich sorgte dafür, dafs die Temperatur der Luft im Glase bei jeder Beobachtung die nämliche war, wie die der Flüssigkeit; endlich stellte ich die Versuchsreihen sowohl auf die Weise an, dafs ich nach und nach die Flüssigkeit abkühlte, als auch dadurch, dafs ich sie, von 0° ausgehend, allmählig erwärmte. Ich will einige der Versuchsreihen hier anführen.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei niedrigen Temperaturen in einer Capillarröhre, deren Radius bei 10°,5 C. = 0,29274 ist.

Erste Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			
0° C.	52,350	52,300	—	52,325
0,5	52,150	050	—	52,100
2,25	52,075	050	—	52,062
3	51,950	51,925	51,750	51,875
3,5	51,875	850	—	51,862
4,5	51,750	—	—	51,750
5	51,825	800	—	51,812
7	51,510	—	—	51,510

Zweite Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			
0° C.	52,325	52,275	52,225	52,275
0,25	52,165	150	110	52,140
1,75	52,025	000	—	52,012
2	52,000	51,925	51,900	51,941
3,25	51,900	875	800	51,858
3,75	51,900	800	—	51,850
5	51,800	—	—	51,800

Dritte Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			
1° C.	52,075	52,000	51,950	52,008
1,25	52,135	125	51,900	52,080
1,5	52,175	075	51,825	52,033
1,75	52,125	050	—	52,000
2	52,025	51,975	—	52,000
2,5	52,025	975	—	52,000
3,25	51,950	900	—	51,925
3,75	51,900	—	—	51,900
4	51,850	750	—	51,800
5	51,850	700	—	51,775
6	51,500	—	—	51,500

Vierte Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillärhöhe.			Mittel.
	mm			mm
1° C.	52,075	52,050	—	52,062
2	51,950	—	—	51,950
3	51,900	51,890	51,875	51,888
3,25	51,900	—	—	51,900
3,75	51,900	875	—	51,887
4	51,800	725	700	51,741
4	51,775	—	—	51,775
5	51,800	725	650	51,725
5,5	51,575	—	—	51,575
6	51,650	575	550	51,575
7,25	51,410	400	390	51,400
7,5	51,465	—	—	51,465
8	51,425	370	320	51,371
8,5	51,375	250	—	51,312
9,25	51,300	—	—	51,300
9,5	51,200	—	—	51,200

Fünfte Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillärhöhe.	Temperatur.	Capillärhöhe.
	mm		mm
0° C.	52,258	5° C.	51,675
1	52,100	6,5	51,600
1,75	52,000	7	51,525
2	51,975	7,75	51,425
3	51,900	8	51,350
4,25	51,750	8,75	51,350
4,75	51,700		

Mittel aus den fünf Versuchsreihen.

Temperatur.	Capillärhöhe.	Reducirt auf eine Capillarröhre von 1 ^{mm} Radius.
	mm	mm
0° C.	52,286	15,334
1	52,057	15,266
2	51,966	15,240
3	51,888	15,228
4	51,770	15,183
5	51,743	15,175
6	51,558	15,133
7	51,500	15,104
8	51,371	15,067
9	51,325	15,053

Diese Tabelle bestätigt vollkommen die Thatsache, daß zwischen 0° und 4° die Höhe, bis zu welcher das Wasser in einer Capillarröhre gehoben wird, *nicht mit der Dichtigkeit in Proportionalität steht, sondern in demselben Verhältniß abnimmt, wie die Temperatur zunimmt.*

Auch Hr. Sondhaufs gelangt zu einem ähnlichen Resultate, sagt aber dabei ¹⁾: *»rem gravissimam satis exploratam esse non existimo.«*

Ich möchte zugleich auf ein Resultat aufmerksam machen, welches ziemlich sicher aus meinen Beobachtungen hervorgeht: es scheint nämlich, daß der für die höheren Temperaturen berechnete Coëfficient der Abnahme der Capillarröhre für 1° C. (0,0286396, Siehe S. 515) bei den Temperaturen unter 4° größer werde. Aus den Beobachtungen ergiebt sich:

zwischen	Unterschied
0° und 1°	0,068
1 - 2	0,026
2 - 3	0,012
3 - 4	0,045
Mittel für 1° C.	0,0377

Diese Vergrößerung des Coëfficienten in den Temperaturen unter 4° erklärt sich vielleicht auf folgende Weise: Die Kraft, welche die Flüssigkeitssäule hebt, wird durch die Höhe der gehobenen Säule gemessen: es ist dieß aber ein Maafs, welches wegen Veränderung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen einen verschiedenen Werth hat; während also ein Flüssigkeitscyliner von ein und derselben Gröfse von den höheren Temperaturen bis $+4^{\circ}$ stets schwerer wird, nimmt er von $+4^{\circ}$ bis 0° wieder an Gewicht ab. Von den höheren Temperaturen bis 4° nimmt also die hebende Kraft und unser Maafs für diese Kraft in gleicher Richtung zu, von 4° abwärts ist die hebende Kraft immer noch in Zunahme, aber das Maafs derselben ist jetzt in Abnahme be-

1) *Dissertatio*, p. 28.

griffen. Wenn also die hebende Kraft auch von $+4^\circ$ abwärts in dem nämlichen Verhältniß wie in höheren Temperaturen zunimmt, so muß, weil der gehobene Cylinder leichter wird, seine Länge in stärkerem Verhältniß wachsen als in den höheren Temperaturen.

Folgerungen aus den Beobachtungen in Bezug auf die Theorie der Cohäsion.

Schon am Eingange dieser Abhandlung (S. 487) habe ich geäußert, daß die Capillarhöhe eine Function der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sey. Wenn daher die Capillarität als Maafs der Cohäsion betrachtet wird, so müssen die Gewichte der gehobenen Flüssigkeitssäulen verglichen werden; denn man sieht leicht ein, daß bei ein und derselben Cohäsionskraft die Capillarhöhe größer seyn muß, wenn die specifische Schwere kleiner wird. Die Cohäsion wird daher ausgedrückt durch $h \cdot d$. — Da jedoch die Veränderung von d durch Temperaturerhöhung im Vergleiche zu der bedeutenden Veränderung von h sehr klein ist, so muß die Veränderung der Cohäsion nahe den Veränderungen der Capillarhöhe proportional seyn. Um daher die Abhandlung nicht unnöthigerweise mit Tabellen zu überladen, habe ich hier die Rechnung von $h \cdot d$ nicht ausgeführt, welche aber bei den theoretischen Betrachtungen über die Veränderung der Cohäsion durch die Wärme und den Vergleichen derselben mit andern Molecularkräften unumgänglich ist.

Die allgemeinen Resultate, welche ich in Folgendem anführe, bedürfen dieser Rechnung nicht.

Es ergibt sich aus allen Versuchen der Schluß, daß die Wärme einen andern Einfluß auf die Cohäsion ausübe, als den, welcher durch Veränderung der Dichtigkeit bedingt wird.

Wenn man die Cohäsion als eine Function der Molecularattraction und einer Repulsionskraft betrachtet, so ist kaum anzunehmen, daß die Attractionskraft, welche in einer Massenanziehung ihren Grund hat, durch Wärme ir-

gend eine Veränderung erleide, und somit ist die Betrachtungsweise von Laplace und Poisson eine ganz natürliche: daß die Attraction der Moleculé eine Function der Dichtigkeit sey: Wenn aber Poisson äußert¹⁾, daß die Veränderung des repulsiven Theiles der Molecularkräfte durch die Wärme eine zu vernachlässigende Gröfse sey, so widerstreitet dieser Ansicht das Experiment, aus welchem im Gegentheil hervorgeht, daß die Veränderung der Attractionskraft, gegenüber den bedeutenden Veränderungen, welche die Repulsionskraft erleidet, eine beinahe zu vernachlässigende Gröfse ist.

Wenn auch hier nicht der Ort ist in alle theoretische Speculationen einzugehen, auf welche diese experimentellen Untersuchungen führen können, so beweisen dieselben doch, daß die theoretische Betrachtung der Capillarscheinungen keineswegs durch die *Théorie de l'action capillaire* und die *Nouvelle théorie* desselben Gegenstandes abgeschlossen ist, und, wie Hr. Biot sagt, aus dem Gebiete der gemeinen Physik tretend, ein abgeschlossenes Ganzes von mathematischen Wahrheiten bildet²⁾; vielmehr zeigen dieselben, daß der Ausspruch eines älteren französischen Academikers³⁾ immer noch wahr bleibt: *«Partout dans la nature il y a de la géométrie: mais elle est ordinairement fort compliquée et celle qui avait fondé nos raisonnemens était trop simple pour attraper juste les effets tels qu'ils sont!»* —

1) Siehe die S. 493 angeführte Stelle aus der *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, p. 107.

2) *Extrait du supplément à la théorie de l'action capillaire. — Journal de Physique, T. LXXV, Juillet 1807, p. 95.*

3) In: *Historie de l'Académie royale des sciences de 1723*, p. 90. Wahrscheinlich von Fontenelle, dem damaligen Secretair der Academie.

Vergleichung der gefundenen Werthe für die Capillarhöhe des Wassers, Aethers und Olivenöls mit früheren Beobachtungen.

Es bleibt mir noch übrig, die aus meinen Beobachtungen hervorgehenden absoluten Zahlenwerthe der Capillarhöhe mit früheren Bestimmungen zu vergleichen. Da letztere zum Theil bei den wichtigen Untersuchungen von Laplace und Poisson als Prüfung der theoretischen Betrachtungen gedient haben, so möchte es vielleicht nicht ohne Interesse seyn, zu sehen, in wie weit meine Zahlen mit jenen übereinstimmen.

1) Wasser.

Die besten von den älteren Versuchen über die Capillarhöhe des Aethers sind wohl die von Hrn. Gay-Lussac angestellten, welche, nach dem Ausdrucke des Hrn. Biot, die Genauigkeit astronomischer Bestimmungen erreichen.

Gay-Lussac fand die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre von 0,6472 Millim. Radius bei $8^{\circ},5$ C. = $23^{\text{mm}},1634$ ¹⁾, was nach der oben (S. 509) angeführten Formel für eine Röhre, deren Radius = 1 Millim. ist, einem Flüssigkeitscyliner von $15^{\text{mm}},130$ entspricht. Aus meinen Beobachtungen ergibt sich für die nämliche Temperatur eine Säule von $15^{\text{mm}},089$, was mit der Gay-Lussac'schen Zahl bis auf den $\frac{1}{23}$ sten Theil eines Millimeters übereinstimmt.

Poisson reducirt nach seinem Gesetze der Veränderung der Cohäsion bei Temperaturerhöhung eine Beobachtung von Hrn. Gay-Lussac, welche bei 16° zwischen parallelen Platten angestellt ist, auf die Temperatur von

1) Poisson, *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, p. 112. An dieser Stelle im Poisson'schen Texte hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, indem bei einer zweiten, hier angeführten Beobachtung der Radius der Röhre zu $9^{\text{mm}},9519$ statt $0,9519$ angegeben ist. — Dieser Druckfehler ist mit den beiden Gay-Lussac'schen Beobachtungen in andere physikalische Schriften übergegangen.

8°,5¹⁾, um dieselbe mit den Beobachtungen in Capillarröhren zu vergleichen. Die so erhaltene Gröfse stimmt, wie vorauszusehen, nicht mit der bei niedriger Temperatur beobachteten, so dafs der Unterschied sogar 0^{mm},4826 beträgt. Poisson schreibt denselben den Beobachtungsfehlern zu, welche aber bei den genauen Messungen des Hrn. Gay-Lussac kaum in so grossem Verhältnifs vorkommen können. Dieser Unterschied reducirt sich auch wirklich auf weniger als die Hälfte, wenn die Beobachtung bei der höheren Temperatur nach meiner Formel reducirt wird.

Ich will die zuverlässigsten mir bekannten Beobachtungen in folgender Tabelle zum Vergleiche mit meinen Resultaten zusammenstellen.

1) Wasser.

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitssylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1mm Radius gehoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Gay-Lussac ²⁾	8°,5 C.	15,130	15,089	+0,041
Idem ³⁾	11	15,033	15,017	+0,016
Frankenheim ⁴⁾	0	15,30	15,332	-0,032
Idem	16°,5	14,84	14,859	-0,019
Idem ⁵⁾	0	15,42	15,332	+0,088
Sondhaufs ⁶⁾	0	15,523	15,332	+0,191
Artur ⁷⁾	0	15,165	15,332	-0,167
Hagen ⁸⁾	10	15,878	15,046	-0,168

1) *c. l. p.* 181.2) *c. l. p.* 112.3) *c. l. p.* 295.4) *Lehre von der Cohäsion*, S. 79. Die zweite Beobachtung ist hier als bei 6°,5 gemacht angeführt. Hr. Frankenheim corrigirt jedoch diese Angabe in *Erdmann und Marchand's Journal*, 1841, Bd. 23, S. 404, In derselben Zahl hat Hrn. Sondhaufs's *Dissertation*, S. 25, den Druckfehler 10°,5 statt 16°,5.5) *Erdmann und Marchand's Journal*, Bd. 23, S. 421.6) *Dissertatio*, p. 25.7) *Théorie élémentaire de la capillarité*, p. 104.8) *Die Oberfläche der Flüssigkeiten*, 1845, S. 38. Hr. Hagen führt Beobachtungen an, welche er mit sechs Röhren von verschiedenem Durch-

2) Aether.

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1mm Radius erhoben wird	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
Frankenheim ¹⁾	19° C.	mm 5,10	mm 4,821	mm +0,279
Idem	14,5	5,37	4,947	+0,423
Idem ²⁾	0	5,40	5,354	+0,046
Artur ³⁾	0	5,208	5,354	-0,146

3) Olivenöl.

Beobachter.	Temperatur.	mm	mm	mm
Frankenheim ⁴⁾	13° C.	7,40	7,328	+0,072
Haüy ⁵⁾	8	7,50	7,381	+0,119

Es sey mir erlaubt zum Schlusse noch einige Relationen zu betrachten, in welchen die Cohäsion mit andern Kräften steht, und die in mehr oder weniger directer Beziehung zu meinen Resultaten stehen.

messer anstellte. Da seine Angaben in altem französischen Maasse sind, so reducirte ich sie auf Millimeter und dann auf eine Röhre von 1 Millimeter Radius. Die sechs Beobachtungen geben:

$$\left. \begin{array}{lll} 14^{\text{mm}},726 & 14,714 & 14,872 \\ 14,805 & 15,176 & 14,972 \end{array} \right\} \text{Mittel} = 14,878.$$

Die Temperatur wird hier nicht angegeben. An einer späteren Stelle sagt jedoch der Hr. Verfasser, dafs alle seine Beobachtungen bei etwa 8° R. angestellt seyen. Ich habe daher die Temperatur = 10° C. angenommen.

- 1) *Lehré von der Cohäsion*, S. 83.
- 2) Erdmann und Marchand's *Journal*, 1841, Bd. 23, S 426.
- 3) *Théorie élémentaire de la capillarité*, p. 112.
- 4) *Lehre von der Cohäsion*, S. 83. (Mandelöl.)
- 5) Nach einer Berechnung von Frankenheim (*Lehre von der Cohäsion*, S. 77) aus den Angaben, welche Laplace anführt.

Ueber die Frankenheim'sche Ansicht des Zusammenhanges
der Synaphie mit der lichtbrechenden Kraft.

Hr. Frankenheim glaubt eine gewisse Beziehung zwischen Cohäsion und lichtbrechender Kraft gefunden zu haben ¹⁾. Er berechnet nämlich das Product der Synaphie in die lichtbrechende Kraft ($n^2 - 1$), mit Zugrundelegung der Brewster'schen Bestimmungen. Er schließt aus seiner Rechnung, daß dieses Product bei allen Flüssigkeiten nahezu eine constante Gröfse sey, und stellt die Regel auf, »daß das Licht um so stärker gebrochen werde, je kleiner die Synaphie sey.«

In Folge dieses Satzes müfste die brechende Kraft ein und derselben Flüssigkeit mit Temperaturerhöhung in eben so großem Verhältnifs zunehmen als die Synaphie abnimmt. Vergleichen wir die Beobachtungen mit diesem Schlusse, so geht schon aus der älteren Arbeit von HH. Arago und Petit ²⁾ hervor, daß die lichtbrechende Kraft mit Temperaturerhöhung abnimmt. Die genauesten Versuche über die Refraction der Flüssigkeiten hat in neuester Zeit Hr. Mitscherlich angestellt, und, was namentlich von dem größten Interesse ist, er untersuchte ein und dieselbe Flüssigkeit bei verschiedener Temperatur. Hr. Mitscherlich hat seine Arbeiten zwar bis jetzt noch nicht einem größsern Publicum mitgetheilt, wohl aber der hiesigen Academie der Wissenschaften vorgelegt. Die Resultate, welche ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Verfassers verdanke, lauten dahin, daß die lichtbrechende Kraft bei erhöhter Temperatur geringer ist, obgleich sich bis jetzt noch nicht entscheiden liefs, ob diese Abnahme der Refraction der Dichtigkeit oder der Temperaturzunahme proportional sey. — Es findet also gerade das Umgekehrte von dem statt, was sich nach der Frankenheim'schen Regel ergeben müfste.

Wenn es gleich wahrscheinlich ist, daß zwischen die-

1) Lehre von der Cohäsion, S. 91.

2) *Annales de Chimie et de Physique*, T. I. 1816. p. 1.

sen beiden Molecularwirkungen eine gewisse Relation stattfinde, so muß doch vorläufig ausgesprochen werden, daß sie nicht eine solche ist, wie Hr. Frankenheim sie annahm. Die genaue Vergleichung des Verhaltens der Cohäsion und Refraction bei verschiedenen Temperaturen, welche ohne Zweifel geeignet ist, einen Aufschluß über diese noch so dunkeln Molecularkräfte zu geben, wird jedoch erst dann möglich seyn, wenn die schönen Versuche des Hrn. Mitscherlich beendigt seyn werden.

Relationen zwischen Cohäsion und Elektrizität.

In neuester Zeit hat Hr. Draper in New-York eine Ansicht geäußert, nach welcher die Cohäsion in elektrischen Wirkungen ihre Ursache habe ¹⁾. Obgleich es kaum ein Fortschritt zu nennen ist, wenn zur Erklärung einer dunkeln Erscheinung eine allgemeine Bezeichnung einer wenig bekannten Kraft eingeführt wird, so möchten doch die Experimente, welche Hr. Draper zur Bestärkung seiner Ansicht anführt, die Aufmerksamkeit der Physiker in Anspruch nehmen.

Das erste Experiment ist folgendes: Bringt man einen Wassertropfen auf eine reine Quecksilberoberfläche, und taucht die negative Elektrode eines galvanischen Stromes in das Quecksilber, während man die positive in das Wasser bringt, so zieht sich der Wassertropfen zu einer Halbkugel zusammen. — Dieses Experiment, welches schon Hr. Erman im J. 1808 beobachtet hat ²⁾, ist vollkommen richtig. Ich tauchte nun umgekehrt die positive Elektrode in das Quecksilber und die negative in den Wassertropfen, wobei sich die entgegengesetzte Erscheinung einstellte, indem alsbald das Wasser sich über die Quecksilberoberfläche ausbreitete. (Auf vollkommen gereinigtem Platinbleche wiederholte sich die Erscheinung nicht.)

Es hängen diese Erscheinungen mit der Bewegung zu-

1) *Philosophical Magazine. Third Series.* 1845. p. 184.

2) *Gilbert's Annalen der Physik*, Bd. 32. 1809. S. 269

sammen, welche die HH. Erman, Herschel, Pfaff und Schweigger ¹⁾ bei Flüssigkeiten beobachtet haben, welche das Quecksilber vollständig bedeckten, wenn ein elektrischer Strom durch diese Verbindung geht. Sie scheinen einerseits ihren Grund zu haben in der allgemeinen Tendenz der Körper, durch welche ein Strom geht, sich in der Richtung dieses Stromes zu bewegen; da aber auch die Bewegungen je nach der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeiten verschieden sind, so scheinen sie zweitens von den chemischen Veränderungen abzuhängen, welche die Oberfläche des Quecksilbers erleidet. Aber die Annahme einer veränderten Intensität der Cohäsionskraft ist nirgends durch die Beobachtungen begründet. Dafs vielmehr letztere keine Veränderung erleide, beweist auf's Bestimmteste schon das alte Experiment von Hrn. Erman ²⁾, welcher die Kraft, mit welcher Adhäsionsplatten von Wasser gerissen wurden, wenn sie als Elektroden eines elektrischen Stromes benutzt wurden, gleich fand, wie wenn kein Strom durch die Verbindung ging. Ich habe auch durch einen Versuch mit einer Capillarröhre mich überzeugt, dafs auch bei dem Draper'schen Experimente die Cohäsion keine merkbare Veränderung erleidet: in den auf dem Quecksilber befindlichen Wassertropfen taucht eine Capillarröhre, in welcher das Wasser von dem Tropfen zum Theil aufsteigt; in die gehobene Wassersäule reicht von oben herab ein Platindraht als Elektrode, so dafs die elektrische Verbindung mit dem Quecksilber durch die Wassersäule stattfindet. Würde, wenn ein elektrischer Strom durch die Vorrichtung geht, die Cohäsion eine Modification erleiden, so müfste sich dies durch Aenderung der Capillarröhre zeigen. Ich fand jedoch bei Ausführung des Experiments die Höhe der gehobenen Säule bei durchgehendem Strome nur in sofern etwas verändert, als das äufsere Niveau des Wassers durch

1) Erman in Gilbert's Annalen, Bd. 32, S. 269. — Herschel in Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik, 1825. Bd. 41, S. 182. — Pfaff ebendasselbst. — Schweigger ebendasselbst, S. 214

2) Gilbert's Annalen, Bd 32, S. 263

die Verbreitung über die Quecksilberoberfläche sich veränderte.

Ich glaube daher mit Sicherheit aussprechen zu dürfen, daß die Cohäsion der Flüssigkeiten, durch welche ein elektrischer Strom geht, keine merkbare Veränderung erleide, und daher das von Hrn. Draper angeführte Experiment nichts beweise für den Zusammenhang der Capillarerscheinungen mit der Elektrizität.

Ein zweites Experiment, welches Hr. Draper anführt, ist folgendes: in ein heberförmig gebogenes Glasrohr, dessen einer Schenkel capillar ist, gießt er Quecksilber. Dasselbe steht wegen der Capillardepression im engen Schenkel tiefer als im weiten. Bringt man auf das Quecksilber im engen Schenkel etwas Wasser, und taucht in dasselbe die positive Elektrode und die negative in das Quecksilber des weiten Schenkels, so soll das Quecksilber in dem engen Schenkel in die Höhe steigen. — Bei Wiederholung glückte mir dieses Experiment einige Male; ebenso, wenn umgekehrt die positive Elektrode in das Quecksilber und die negative in das Wasser tauchte.

Dieses Steigen des Quecksilbers in dem engen Rohre erklärt sich leicht aus einem längst bekannten Experimente von Erman ¹⁾, welcher das Verhalten des Quecksilbers beobachtete, welches mit Wasser vollständig bedeckt war: wenn nämlich die positive Elektrode in das Wasser und die negative in das Quecksilber taucht, so findet eine auffallende Krümmung und Erhöhung der Oberfläche des Quecksilbers statt. Bei dem Draper'schen Versuche zeigt sich diese Erscheinung in der Capillarröhre, worin das Quecksilber wie beim Erman'schen Versuche sich erhebt.

Es gehört diese Erscheinung offenbar in die nämliche Kategorie mit den Schwankungen, welche eine Quecksilbersäule zeigt, die sich in einer horizontalen Röhre zwischen Wasser befindet, in welches die Elektroden eines elektrischen Stromes tauchen. Schon Hr. Erman hat diese

1) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 32. 1809. S. 268.

Beobachtung gemacht ¹⁾, und neuerlich hat sie Hr. De la Rive in noch größerem Maasstabe ausgeführt ²⁾.

Man kann endlich auch das Steigen des Quecksilbers in der Capillarröhre eben so leicht aus dem ersten Versuche des Hrn. Draper erklären. Wenn nämlich Wasser in dem engen Schenkel des Heberrohres auf das Quecksilber gebracht wird, so findet die Capillardepresion des Quecksilbers in einem Wasserröhrchen statt. Wird die positive Elektrode in das Wasser gebracht, während die negative in das Quecksilber taucht, so zieht sich das Wasser, welches sich zwischen Quecksilber und Glasröhrchen gedrängt hatte, wie beim ersten Experimente zurück; dadurch nimmt die Convexität der Quecksilberoberfläche ab, was eine Erhebung des Quecksilbers zur Folge hat. — Jedenfalls erklärt sich die Erhebung des Quecksilbers auf eine leichte Weise durch solche secundäre Wirkungen, und man braucht eben so wenig hier, als beim ersten Experimente eine Veränderung der Cohäsion durch den elektrischen Strom anzunehmen.

Wenn überhaupt eine Relation zwischen Electricität und Cohäsion stattfindet, so glaube ich, das dieselbe auf einem ganz andern Wege zu suchen sey. Die wichtige Entdeckung von Hrn. Faraday ³⁾, das ein Körper, durch welchen ein polarisirter Lichtstrahl geht, die Fähigkeit erlangt, die Polarisationsebene zu drehen, wenn der Körper von einem elektrischen Strome umkreist ist, scheint zu beweisen, das der Körper durch diesen Strom eine Veränderung im Molecularzustande erleide. Bei dieser Auffassung der Erscheinung liegt der Gedanke sehr nahe, das die Cohäsion, welche ebenfalls in einer Wirkung der Molecularkräfte ihren Grund hat, unter den nämlichen Umständen eine Modification erleide. Gleich nachdem die erste Nach-

1) *c. l.* p. 275.

2) *Compt. rend. de l'Acad. des scienc.*, T. XXII, No. 10. 1846. p. 431.

3) Ueber die Magnetisirung des Lichts. *Poggend. Annalen*, Bd. 68. 1846. S. 105. Aus: *Phil. Mag.*, Ser. III, Vol. XXVIII, p. 294.

Nachricht von der Faraday'schen Entdeckung hier bekannt wurde, wiederholte Hr. Magnus das Experiment mit dem besten Erfolge. Ich benutzte nun den nämlichen Apparat so, daß ich in die Drahtspirale an die Stelle des Körpers, durch welchen der Lichtstrahl geht, eine Flüssigkeit brachte, in welche eine Capillarröhre tauchte: ich sorgte dafür, daß der oberste Theil der gehobenen Flüssigkeitssäule noch innerhalb der Drahtspirale sich befand, und beobachtete nun den Stand des Meniscus, während ein Strom durch die Spirale ging. Ich wandte nach einander Wasser, Aether, Alkohol, Steinöl, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und eine Lösung von Kupfervitriol an, ohne jedoch irgend eine Veränderung in der Capillarröhre zu bemerken, wenn der Strom durch die Drahtspirale ging. Wenn man indessen bedenkt, wie gering überhaupt die Wirkung auch auf die Lichterscheinung ist, so darf man die Hoffnung nicht aufgeben, wenn es gelingen sollte, das Faraday'sche Experiment in einem größeren Maasstabe auszuführen, vielleicht auch eine Veränderung der Cohäsion unter den nämlichen Umständen zu beobachten.

Wir müssen glauben, daß alle Wirkungen, welche durch den Molecularzustand der Körper bedingt sind, im engsten Verbande unter sich stehen, und daß demnach durch die Gesetze, welche von den einen Molecularwirkungen bekannt sind, auch die andern erläutert werden; dann ist aber auch jede neue, mit Genauigkeit ausgeführte Versuchsreihe, welche über die Gesetze der einen dieser Molecularwirkungen Aufschluß giebt, geeignet, die Kenntnisse der innersten Constitution der Körper zu erweitern. — Möge meine Arbeit auch in dieser Beziehung benutzt werden können!

II. Neues Hygrometer.

Veranlaßt durch das Instrument von Majocchi (Ann., Bd. 54, S. 148) empfiehlt Hr. Regnault (*Ann de chim. et de phys.*, 1847, T. XIX, p. 84) den auf Taf. II, Fig. 8, abgebildeten hygrometrischen Apparat.

Ein Ballon von sehr dünnem Glase, etwa 800 C.C. fassend, hat zwei Tubulaturen, eine o , versehen mit dem Hahn r und der darauf stehenden getheilten Röhre st , die andere, versehen mit dem Hahn r' , der mittelst der Röhre pq zu einem Aspirator führt. Die Röhren ab , cd sind mit Quecksilber gefüllt bis zu einem auf ab gezogenen Strich, der dem Nullpunkt eines den Röhren angelegten Maafsstabes entspricht. Läßt man bei geöffneten Hähnen den Aspirator wirken, so füllt sich der Ballon mit der äusseren atmosphärischen Luft, und wenn dies hinreichend geschehen, verschließt man die Hähne r und r' , und beobachtet an einem neben dem Ballon befindlichen Thermometer die Temperatur. Hierauf gießt man etwas Wasser in die Röhre st , öffnet und verschließt sogleich den Hahn r , wodurch ein Tropfen, dessen Volum man aus der Senkung des Wassers in der kleinen getheilten Röhre erkennt, in den Ballon fällt. Ist die Luft mit Dampf gesättigt, so führt man das Niveau des Quecksilbers auf den Strich mn zurück, indem man Quecksilber in die Röhre bc gießt. Dann mißt man den Niveau-Unterschied beider Säulen.

Dieser Apparat hat Vorzüge vor dem Majocchi'schen, daneben aber immer den Nachtheil, dafs es zur Sättigung der Luft im Ballon mit Wasserdampf einer beträchtlichen Zeit bedarf, und dafs sich während der Zeit die Temperatur bedeutend ändern kann.

III. Ueber den Pleochroismus des Amethysts; von Wilhelm Haidinger.

(Mitgetheilt am 8. Juni v. J. der Versammlung von Freunden der
Naturwissenschaften in Wien.)

In einem früheren Aufsatze über den Pleochroismus der Krystalle ¹⁾ suchte ich auch einige der Erscheinungen, welche der Amethyst wahrnehmen läßt, nach den Krystallformen zu orientiren. Doch blieb so Vieles dabei noch unbestimmt, daß ich die Angabe mehr nur deswegen machte, um Optiker, die bessere Krystalle besäßen, zu einer weiteren Forschung einzuladen.

Ich habe seitdem selbst Gelegenheit gefunden, Einiges von den Beobachtungen zu ergänzen, die in den früheren Angaben fragmentarisch waren, aber sich nun bereits besser zu einem Ganzen abrunden.

Die erste Veranlassung dazu war eine senkrecht auf die Axe geschnittene Platte von Amethyst in dem physikalischen Kabinet der hiesigen Universität, die Hr. Regierungsrath von Ettinghausen von Paris mitgebracht hatte, aus der Werkstätte des verdienstvollen Mechanikers und Optikers Soleil, dessen schöne Platten so vielen Physikern Gelegenheit zu Studien dargeboten haben. Zwischen gekreuzten Polarisirern zeigte die Platte die Ringe mit einem schwarzen Kreuz so vollkommen als Kalkspath, ein Beweis, daß die rechts und links circular polarisirenden Individuen mit einander genau im Gleichgewichte standen, auch nicht eine Dicke die andere überdeckte, denn sonst wären die entweder rechts oder links gerichteten Airy'schen Spiralen sichtbar gewesen.

An einer Platte von ganz weißem Quarz oder Bergkrystall, man müßte ihn, nach Brewster ²⁾, wohl auch Ame-

1) Abhandlungen der K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, 3. Bd. — Poggendorff's Annalen, 1845. Bd. 65, S. 1.

2) *Transact. of the Royal Society of Edinburgh*, Vol. IX, p. 139.

thyst nennen, im K. K. Montanistischen Museo beobachtet man leicht beide Arten von Spiralen; dazwischen liegen Stellen, die das schwarze Kreuz regelmässig geben; endlich gegen die Mitte zu, und zwar in der Figur etwa eines sechsstrahligen Sternes, dessen Enden gegen die Winkelpunkte des regelmässig sechsseitigen Querschnitts der Platte auslaufen und von parallelen Seiten eingefasst sind, breitet sich eine große Stelle von einfacher circularer Polarisation aus.

Die Amethystplatte, von der Spitze eines Krystals abgeschnitten, zeigt schon bei genauer Betrachtung durch die Lupe eine Streifung von abwechselnd lichterem und dunklerem Violblau parallel drei Linien, *ak*, *al* und *ah*, Fig. 2, Taf. II, welche in der Projection auf die Fläche der Basis dieselbe Lage haben, wie die projecirten Durchschnitte zwischen den abwechselnden Flächen *P* und *P'*.

Noch deutlicher erscheinen sie, wenn man die Platte durch polarisirtes Licht beleuchtet. Die dichroskopische Lupe wirkt dann schon als Analysirer. Die Linien zeigen die scharf an einander abschneidenden schönen Farben der Ringe, wie sie uns Sir David Brewster zuerst als Eigenthümlichkeit des Amethysts gezeigt hat. Aber auch auf den Flächen mancher, besonders der brasilianischen Krystalle, sieht man die den Kanten parallele Streifung der Fig. 3, Taf. II, deren auch G. Rose gedenkt ¹⁾. Glanzlose Streifen wechseln mit glänzenderen ab. Sie werden ohne Zweifel durch die Abwechslung dünner Schalen von rechten und linken Individuen hervorgebracht. Parallel einer jeden der *P* Flächen liegen mehr und weniger tief gefärbte Schichten, die man vorzüglich leicht erkennt, wenn man in den Richtungen hinsieht, welche in der *P* Fläche selbst liegen.

In Fig. 2 liegen nun die farbigeren Schichten, etwa in dem Theile *lah*, parallel der Fläche *P'*. Neigt man die Platte dergestalt, sie um die Linie *ef* herumdrehend, dass man *senkrecht* auf die Fläche *P'* hinsieht, so erscheint die Farbe dieses Theils *lah* mehr röthlichviolett als vorher,

1) Ueber das Krystallisationssystem des Quarzes, S. 42.

während die beiden Drittel *lak* und *kah* mehr bläulich erscheinen. Neigt man sie dagegen so, daß man möglichst *in der Richtung* der Fläche *P'* hinsieht, so erscheint derselbe Theil *lak* bläulichviolett, die andern zwei Drittel mehr röthlich.

Stellt man eine dichroskopische Lupe auf die Platte und beobachtet die Farbentöne, wie sie in Fig. 2, Taf. II, mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind, so erhält man das Violblau in

- 1) röthlich,
- 2) bläulich,
- 3) bläulich,
- 4) röthlich.

Man sieht den Wechsel der Farben, indem man die Lupe in einer geraden Linie senkrecht auf die Seiten des Sechsecks bewegt. Nur die Mitte giebt einen neutralen Farbenton, oder einen solchen, in welchem das obere und das untere Bild der dichroskopischen Lupe gleichfarbig erscheinen. Bewegt man die Lupe im Kreise herum, so ist im ordentlichen, dem Mittelpunkte des Krystalls näheren Bilde in *ag*, Fig. 4, Taf. II, das Maximum des Blau, in *ah* 60° davon entfernt das Maximum des Roth, im Violblau. Die Linie *ai*, in welcher beide Bilder gleich gefärbt sind, macht begreiflich mit *ag* einen Winkel von 45° . Die Fläche besteht demnach durch die dichroskopische Untersuchung aus drei Keilen von 90° mit steigendem Blau, und aus drei Keilen von 30° mit steigendem Roth im ordentlichen Bilde.

Die Fläche senkrecht auf der Axe, welche bei allen einaxigen Krystallen sonst durchgängig zwei gleichfarbige Bilder giebt, ist also hier *dichromatisch*, übereinstimmend mit den zwei Paaren in entgegengesetzter Richtung mit ungleicher Geschwindigkeit stattfindenden circularen Schwingungen. Aber die dichroskopische Lupe zeigt in diesen Flächen noch nicht das Maximum der Farbenunterschiede überhaupt. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, einen

der Theile wie *lah*, Fig. 2, für sich abzutrennen, und durch Schleifen besonders herzurichten.

Verglichen mit der Stellung des Krystalls, Fig. 3, erhält der von drei Paaren senkrecht auf einander stehender Flächen begränzte parallelepipedische Körper die Lage wie Fig. 5, Taf. II. Die Flächen *P* sind den breiteren Hemiquarzoid- oder Rhomboëderflächen des Amethysts parallel; ihnen parallel sieht man im Innern die Lagen der violetten Färbung. Die Flächen *M* stehen senkrecht auf diesen, und sind zugleich der Axe der sechsseitigen Prismen parallel. Die Flächen *T* stehen senkrecht auf den beiden vorhergehenden. Die Kante *PT* ist horizontal. Die Zeichnung ist gröfser als man die Platten leicht haben kann, vorzüglich in Bezug auf die Dicke zwischen *P* und der entgegengesetzten Fläche; aber man kann leicht zwei oder mehrere Platten, die aus den kleineren brasilianischen Krystallen geschnitten sind, an einander kitten. Bei dunkler gefärbten Amethysten genügen ziemlich kleine Stücke, um alles genau zu beobachten.

Bei den Stücken, wie Fig. 5, kann man nun, genau nach der Gestalt orientirt, die folgenden Farben beobachten. Schon im gewöhnlichen Lichte ist die Fläche *P* lebhaft röthlichviolblau, die Fläche *T* giebt ein bläuliches Violblau, *M* hat einen mittleren Farbenton.

Durch die dichroskopische Lupe werden die Flächenfarben auf eine ganz eigenthümliche, von allen trichromatischen Krystallen abweichende Weise zerlegt. Die Bilderpaare auf den Flächen zeigen durch die hineingezeichneten Büschelfiguren die Lage der Polarisationsebenen, nach welcher die Färbung zerlegt wird.

Auf der Fläche *P* ist das in der Richtung der Krystallaxe polarisirte Bild 1, durch den ordentlichen Strahl hervorgebracht, ein schönes Violblau, das nur durch den Contrast bläulich erscheint, den es mit dem reinen Rosenroth des senkrecht auf der Axe polarisirten Bildes 2 hervorbringt, welches durch den außerordentlichen Strahl entsteht. In dunkleren Stücken geht das Rosenroth in Kermesinroth über,

das Violblau wird dunkler Violblau. Das Maximum des Contrastes findet statt, wenn die zwei Bilder genau senkrecht unter einander stehen. Die Bilder zeigen eine gleichförmige Farbenvertheilung, und sind nicht gestreift.

Auf der Fläche T besitzt das obere Bild 3, durch den ordentlichen Strahl hervorgebracht und in der Ebene der Krystallaxe des Amethysts polarisirt, die rein violblaue Farbe, wie das Bild 1 auf der P Fläche; aber das Bild 4 bringt einen schneidenden Gegensatz mit demselben hervor, indem es als ein rein blauer Ton ohne Roth bezeichnet werden kann. Es ist klarer als das rosenrothe oder violblaue, und erscheint in wenig gefärbten Stücken blafsblau oder blaulichweifs, oft beinahe farblos, in dunklern, durch bläulichgrau in eine Art Indigblau übergehend, und der Farbe einer stark verdünnten Dinte ähnlich. In manchen Krystallen hat es selbst einen blafsgrünlichen Stich. Das Maximum des Contrastes findet statt, wenn die zwei Bilder in der Richtung der Axe unter einander stehen. Hellere und dunklere Streifen, der P Fläche parallel, wechseln mit einander ab.

In der Ordnung der Helligkeit folgen sie:

- | | |
|-----------------------|-----------|
| 1) Hellster Farbenton | Blafsblau |
| 2) Mittlerer | Rosenroth |
| 3) Dunkelster | Violblau. |

Klebt man die Fläche M auf einen Wachscylinder und dreht diesen vor der Lichtöffnung der dichroskopischen Lupe, also um die Kante PT herum, wodurch man abwechselnd die Flächen P und T beobachtet, so liegen natürlich die zwei Bilder senkrecht unter einander in der Richtung senkrecht auf den Kanten PM und TM . Das untere Bild ist dann rundherum violblau, das obere wechselt zwischen rosenroth und bläulichweifs. Diese Erscheinung ist ähnlich den gewöhnlichen Beobachtungen an trichromatischen Krystallen, in welchen die Farben nach den drei Elasticitätsaxen vertheilt sind, und jede Flächenfarbe aus den Farben derjenigen zwei Axen besteht, welche in dieser Fläche liegen.

Nach dem Gesetze des Trichroismus bei orthotypen Formen würde man die Farbe der Fläche M , als aus dem Rosenroth und Blafsblau gemischt, blafs Violblau erwarten, die Maxima der Farbencontraste durch die dichroskopische Lupe würden bei der Stellung der zwei Bilder wie 5 und 6 oder senkrecht darauf stattfinden. Diefs ist jedoch nicht der Fall, und die drei einzelnen Theile der Amethystkrystalle, wie lah , lak und kah , unterscheiden sich durch die Farbenaustheilung streng und höchst eigenthümlich von den gewöhnlichen Fällen des Trichroismus in orthotypen, augitischen oder anorthischen Krystallen.

Die Fig. 6, Taf. II, stellt ein ganzes Quarzoïd vor, durch und durch von der Structur zunächst jeder einzelnen P Fläche des Amethysts. Die Fläche P , auf welcher die Farben Violblau und Rosenroth beobachtet wurden, erscheint als Linie AC , die Fläche T mit ihren Farben Violblau und Blafsblau, erscheint als Linie CF , senkrecht auf AC . Die Fläche senkrecht auf den beiden vorhergehenden ist $AGHC$. Die Farbe derselben ist Violblau. Die dichroskopische Lupe zeigt in der Stellung der Bilder nach der Axe des Quarzoïdes:

- 1) Röthlich Violblau, eben so 4.
- 2) Bläulich Violblau, eben so 3.

Der Farbenton des röthlichen Violblau erscheint als gemischt aus dem im Vorhergehenden erwähnten Violblau und Rosenroth, der des bläulichen Violblau als aus Violblau und Blafsblau, so nahe sich diefs durch unmittelbare Vergleichung durch das Auge ergibt.

In der Richtung EB unter 45° gegen AB und gegen BC geneigt, ist die neutrale violblaue Farbe in den zwei Bildern vollkommen einander gleich. In der Richtung DB dagegen senkrecht auf der Fläche P , senkrecht also auch auf den denselben in den Amethystkrystallen parallel erscheinenden Farbenstreifen zeigt sich schon wieder ein beginnender Contrast. Das Bild 5 ist merklich mehr in's Blaue geneigt als das Bild 6.

Der Winkel $A CH$, die Basis des Quarzoïds ist $= 103^\circ 35'$,

der Winkel $ACB = ABD$, also $51^{\circ} 47\frac{1}{2}'$. Hievon den Winkel $ABF = 45^{\circ}$ abgezogen, läßt für EBD den Winkel von $6^{\circ} 47\frac{1}{2}'$.

Man beobachtet diese Contraste leicht, wenn man auf die abwechselnden Seitenflächen der sechsseitigen Prismen von Amethyst Glasprismen von 30° dergestalt aufklebt, daß man durch zwei parallele Flächen der Glasprismen und den dazwischen liegenden Krystall hindurchsieht. Uebereinstimmend mit dieser Farbentheilung erscheinen auch gut gefärbte in den drei Richtungen ziemlich gleich ausgedehnte Amethystfragmente mehr röthlichviolblau in der Richtung der Axe, mehr bläulichviolblau in allen Richtungen senkrecht auf dieser Axe.

An den rohen brasilianischen Amethysten, die um und um von Bruchflächen begrenzt sind, wie sie sich bei den Händlern finden, wo also die Beobachtung der regelmässigen Gestalt fehlt, kann man dennoch leicht, wo es wünschenswerth ist, die Richtung der Krystallaxe durch die Farbenverhältnisse auffinden, selbst wenn keine Spur von Krystallflächen mehr übrig bleibt. Man sucht zu diesem Zweck erst mit freiem Auge diejenige Richtung, in welcher das Violblau am meisten in's Blaue fällt. Diefs ist die Lage der oben, Fig. 5 und 6, durch T bezeichneten Fläche. Hält man diese nun dem Auge gerade entgegen und untersucht sie mit der dichroskopischen Lupe, so findet sich sehr bald der Contrast des Violblau mit dem Blafsblau, und indem man das erste Bild gerade über das zweite bringt, die Lage des Hauptschnittes oder der Ebene, in welcher die Axe des Krystalls liegt. Ob man von der Seite der Spitze A oder der der Basis C begonnen hat, zeigt endlich die Austheilung der röthlich- oder bläulichvioletten Farbe auf der Fläche $AGHC$, die senkrecht auf P und T ist. Gewöhnlich sind noch Streifungen vorhanden, die das Aufsuchen erleichtern.

Vor längerer Zeit hatte ich einen Amethystkrystall in die Gestalt einer Kugel schleifen lassen. Die bläulichviolette Färbung zeigte sich allerdings auch hier sehr deutlich,

aber die sich so nahe liegenden violetten Farbentöne wechselten so rasch durch fast unmerkliche Uebergänge, daß ich es aufgab, auf diesem Wege die Farben zu orientiren. Erst die von Hrn. von Eettingshausen erhaltene Platte veranlaßte mich den Weg einzuschlagen, der zum Ziele führte.

Die Angaben in meinem früheren Aufsätze verlangen nun noch eine Vervollständigung. Hat man eine Platte parallel der Fläche P geschnitten und untersucht sie wie Fig. 5, so erhält man, so wie es dort, als durch parallele P Flächen an einem Krystall erwähnt ist, das obere Bild mehr bläulich, das untere mehr röthlich. Durch zwei parallele Flächen z erhält man allerdings auch das obere Bild röthlich, das untere bläulich und klar, aber dieß ist mit dem charakteristischen Contraste nur dann der Fall, wenn man die Lichtöffnung der dichroskopischen Lupe zunächst der Krystallspitze des Amethystes auf die Fläche z stellt. Dieß ist nahe die Lage der Beobachtung der in Fig. 5 durch T bezeichneten Fläche. In einer, tiefer herab auf der Fläche z gelegenen Stelle verändern sich die Farben. Die Bilder verlieren ihre Farbe, ja das obere wird rosenroth, das untere violblau; weil man eigentlich die Farben der zwei entfernten Drittheile des Amethystkrystalls Fig. 2 in das Gesichtsfeld bringt. Zu oberst auf der Fläche z beobachtet man nämlich die Farbe der Schichten parallel der über die Spitze hinüber liegenden P Fläche, weiter unten aber die Summen der den beiden angränzenden P Flächen parallelen Schichten.

Auf der Fläche des sechsseitigen Prismas erscheint aber das obere Bild, das ordentliche, stets mehr bläulich, das untere röthlich, daher ersteres den, wenn auch nur schwach ausgesprochenen Eindruck eines dunkleren Farbentons macht.

Sir David Brewster hat vor langer Zeit bereits die höchst merkwürdigen einzelnen Farbentöne beobachtet, und in den *Philosophical Transactions* für 1819, p. 11, beschrieben wie folgt:

Axe des Krystalls

in der | senkrecht auf der
Ebene der primitiven Polarisirung.

Amethyst, Blau		Rosenroth (<i>pink</i>).
Derselbe, Gräulichweifs		Rubinroth.
Derselbe, Röthlichgelb		Rubinroth.

Orientirt man diese Angabe der Stellung des Krystalls mit der dichroskopischen Lupe, so entspricht die erte Columne dem ordinären oberen Bilde *O*, die zweite dem extraordinären unteren Bilde *E*, aber die Farbentöne erscheinen dann zum Theil in der entgegengesetzten Lage. Gewifs ist »blau« und »gräulichweifs« die oben als Blafsblau angegebene hellste Farbe; das »*pink*« ist Rosenroth, die zweite; für das »Rubinroth« bleibt wohl nichts als das schönste reine Violblau übrig, welches theils durch den Contrast mit dem Blau mehr den Eindruck von Kermesinroth machen konnte, theils auch schon mit dem Gelb des so häufig in Schichten abwechselnden anders gefärbten Amethystes der brasilianischen Varietäten durch Juxtaposition gemengt war. So entstand auch gewifs das in demselben dritten Stücke vorkommende »Röthlichgelb.«

An mehreren Stücken in dem K. K. Montanistischen Musco und dem K. K. Hof-Mineralienkabinet habe ich auch solche Farbentöne bestätigt gefunden. So zeigten an einem Exemplare drei unter einander zu beobachtende verschiedene Bilderpaare der dichroskopischen Lupe; auf der wie *T* senkrecht gegen *P* gelegenen Fläche

1) *O* oben; Violblau.

E unten, blafs Himmelblau in's Berggrüne.

2) *O* oben Rosenroth } die obigen Farben mit einer
E unten Spargelgrün } Beimischung von Gelb.

3) *O* oben } Weingelb } Roth und Blau bereits ver-
E unten } } schwunden.

Eine violette äußere Schale überzog den gelben Kern des Krystalls.

Die beiden auf *P*, Fig. 5, zu beobachtenden Bilder waren 1) *O* Violblau und 2) *E* Kermesinroth. Auch diese

Farben sind bereits durch das Gelb des Kerns, durch welchen man hindurchsieht, bedeutend erhöht.

Die reinen honiggelben Farbentöne des sogenannten Citrins, die, wie die violblauen, oft in lichterem und dunkleren Schichten in den Krystallen abwechseln, werden durch die dichroskopische Lupe nicht zerlegt, *O* und *E* ist gänzlich gleich gefärbt. Das Nelkenbraun des Rauchtropases wird in ein ordinäres Nelkenbraun und in ein extraordinäres Citronengelb zerlegt, aber rein in Beziehung auf die Hauptaxe, nicht nach der combinirten Lage der Farbensichten, und der Hauptaxe, wie das Violblau im Amethyst. Es kommen also an den verschieden gefärbten Quarzvarietäten, selbst das Weisse oder Farblose nicht berücksichtigt, dreierlei verschiedene chromatisch-polarische Wirkungen auf das Licht vor, die jedoch so viele Zwischenglieder unter einander zeigen, als es wahrscheinlich Modificationen des Zustandes gab, in welchen sich die Krystalle bildeten.

Es wurde oben bemerkt, daß die Farbe der Flächen des Hemiquarzoïdes oder Rhomboëders *P*, Fig. 5, gleichförmig ist, die Farbe der senkrecht auf dieser und auf dem Hauptschnitt stehenden künstlichen Fläche *T* aber heller und dunkler gestreift erscheint. Diefs wird dadurch hervorgebracht, daß die färbende Materie parallel den *P* Flächen in den schichtenweise aus rechten und linken Individuen gebildeten Amethyst-Zwillingskrystallen in größerer oder geringerer Menge abgelagert ist.

Aber die in den Schnitten senkrecht auf der Axe erscheinenden Streifen, parallel einer jeden, wie *ah*, Fig. 2, oder parallel der Kante *ah*, Fig. 3, gelegenen Linien sind ebenfalls abwechselnd heller und dunkler, oder weiß und violblau. Die färbende Materie nimmt also zugleich die symmetrische Stellung an, welche in der Krystallreihe des Quarzes dem regelmäßigen sechsseitigen Prisma ∞R entspricht, also der Gränze der Rhomboëder, oder hier der Trionoïde.

Man kann demnach einen Amethystkrystall in seiner

vollkommensten Ausbildung als aus Schichten zusammengesetzt betrachten, die sich zugleich parallel den Flächen P oder krystallographisch $r \cdot \frac{Q}{2}$ und $l \cdot \frac{Q}{2}$, und parallel drei in der Axe zusammenschließenden Flächen eines dreiseitigen Prismas ah, ak, al , Fig. 2, auf einander aufgelegt haben.

Diese eigenthümliche Anordnung giebt noch Veranlassung zu besonderen Erscheinungen, die hier kürzlich erwähnt werden sollen.

Es wurde gezeigt, dafs in der dichroskopischen Lupe das obere ordinäre Bild 3, Fig. 2, bläulich, das untere extraordinäre Bild 4 röthlich erscheine, beides violblau. Man betrachte nun eine, wie das Bild 3 senkrecht polarisirte Fläche, also etwa einen unter dem Polarisationswinkel geneigten liegenden Spiegel, durch den Theil lah der Krystallplatte, ohne dichroskopische Lupe. Begreiflich mufs derselbe bläulichviolette Farbenton erscheinen, was auch vollkommen durch die Beobachtung bestätigt wird. Will man den röthlichvioletten Ton sehen, so ist es erforderlich, dafs man die Platte, immer ihre senkrechte Lage auf der Sehaxe beibehaltend, um einen Azimutalwinkel von 90° drehe. Man hält dabei die Platte in dem Brennpunkte einer gewöhnlichen Lupe.

Läfst man die Lupe weg und hält die Platte vor das Auge, so dafs man durch dieselbe nach dem polarisirten Lichtfelde hinsieht, so erscheinen zwar zunächst der Sehaxe auch die erwähnten bläulich- und röthlichvioletten Farben, aber sie bilden dann nur den Mittelpunkt einer sehr überraschenden Erscheinung. Man gewahrt nämlich die von der rhomboëdrischen Krystallaxe abhängige kreuzweise Austheilung der Farben, mit den begleitenden Zwischenräumen, aber nicht durch Weifs oder Schwarz, mit der regelmässigen Aufeinanderfolge der Newton'schen Ringe, sondern durch die violetten Farbentöne des Amethysts ausgeführt.

Die erste bläulichviolette Lage zeigt ein bläulichviolettes Kreuz, dessen Balken sich in der Richtung der ursprünglichen linearen Polarisation des betrachteten schwarzen Spie-

gels und senkrecht darauf ausdehnen. In den Kreuzwinkeln, 45° von der Ausdehnung der Balken verschieden, erscheinen rundliche Räume, deren Farbe die röthlichviolette ist, aber sich in dem Punkte des höchsten Contrastes in ein blasses Grün verläuft; die zweite Lage giebt ein, wie das vorige in Bezug auf die Polarisationssebene des Spiegels gelegenes, aber röthlichviolettes Kreuz, die im Geviert erscheinenden farbigen Flecke sind bläulichviolett. Das bläuliche Violett erscheint hier überall dunkler als das röthliche.

Die Erklärung der Erscheinung ist nicht schwierig, aber sie ist durch die eigenthümliche *schichtenartige* Zusammensetzung des Amethysts bedingt. Das Kreuz selbst ist die den einaxigen Krystallen gemeinsame Erscheinung der senkrecht auf die Axe geschnittenen Platten im polarisirten Lichte. Es ist vollständig, man beobachtet nicht die dem Quarz eigenthümliche Circularpolarisation, weil die rechten und linken Individuen in der Axe parallelen Flächen so nahe an einander liegen, und ihre entgegengesetzten Wirkungen daher so schnell mit einander abwechseln, dafs sie collectiv wie ein gewöhnlicher einaxiger Krystall wirken.

Die Platte *AB*, Fig. 7, Taf. II, erhält vollständig in einer Richtung polarisirtes Licht von dem Spiegel *CD*. Sie zerlegt dieses Licht und verwandelt es in das Aggregat von ordinär und extraordinär polarisirten Strahlen, deren Polarisationssebene für die ersten radial, für die letzteren tangential um die Axe herumliegen. Aber die Platte selbst zerlegt das Licht auch wieder durch die Aufeinanderfolge der der Fläche *P* parallelen Schichten, der rechten und linken Individuen, und der dazwischen liegenden färbenden Materie. Der Einfallswinkel des Strahles *GF* auf diese Schichten oder *EFG* ist $= 51^\circ 47\frac{1}{2}'$, nur um $5^\circ 10\frac{1}{2}'$ verschieden von $56^\circ 58\frac{1}{2}'$ dem Polarisationswinkel des Quarzes. Es findet also hier schon ein bedeutender Grad von Polarisation statt, und zwar, da sie durch Transmission geschieht, in der Richtung senkrecht auf der Einfallsebene *EFG*, Fig. 7, oder übereinstimmend mit der Lage des Far-

benbildes 4, Fig. 2. Die Wirkung der Platte als Schichtensäule in Bezug auf Polarisation ist also mit der Wirkung der reflectirenden Spiegelfläche in *gekreuzter* Lage, man erhält also das Minimum von Licht in's Auge, oder das dem schwarzen analoge dunklere bläulichviolette Kreuz mit den hellen Räumen. Um 90° Azimuth gedreht stimmen die beiden Polarisations Ebenen überein, und man erhält das Maximum an Licht, oder das hellere röthlichviolette Kreuz mit den dunkleren Winkelräumen.

Legt man auf die Amethystplatte eine gewöhnliche Turmalinplatte als Analysirer dergestalt auf, daß die Polarisations Ebene der letzteren mit der der ersteren übereinstimmt, oder die Lage hat wie das Bild 4, Fig. 2, so behält die Analyse denselben Charakter, oder die Wirkung des Amethysts wird verstärkt; für das dunkelviolette Kreuz erhält man ein schwarzes. Das Entgegengesetzte findet statt, wenn man ihr die Lage des Bildes 3 giebt, dann wirkt sie der Amethystplatte entgegen und überwindet ihre Wirkung vollständig. Man erhält dann statt des dunkleren Violblau ein helles Kreuz.

Ein sehr schöner optischer Effect wird hervorgebracht, wenn man die Amethystplatte in der Lage von Fig. 7 durch die dichroskopische Lupe betrachtet, so wie dieß oben bemerkt worden ist. Die Streifen der violetten Färbung werden, wie in Fig. 2, nach den Bildern 3 und 4 zerlegt, aber durch die Beimischung der Interferenzfarben bedeutend erhöht. Die daselbst beschriebene Platte zeigt in 3 die röthlichen und gelblichen, in 4 die mehr bläulichen und violetten Farbentöne.

Die zuletzt beschriebene Erscheinung der röthlich- und bläulichvioletten Kreuze und Räume hängt auf das Genaueste mit den Resultaten zusammen, welche Biot ¹⁾ am Alaun erhalten, und *Polarisation lamellaire* genannt hat. Diese Krystallblättchen-Polarisation eröffnet in ihren mannigfaltigen Combinationen mit den eigenthümlichen Wirkungen der Krystalle eine tiefere Einsicht in die wundervollen Erschei-

1) *Mémoires de l'Académie des Sciences, T. XVIII, p. 681.*

nungen, die Brewster, Herschel und Biot am Apophyllit, am Analcim, am Borazit, am Idokras, am Flufs, am Steinsalz, am Salmiak untersuchten, und welche der grofse französische Physiker auf das allgemeine Gesetz der Uebereinstimmung der optischen mit den krystallographischen Erscheinungen zurückgeführt hat.

IV. *Diamant in Nordcarolina.*

Prof. Shepard zu New-Haven, der schon i. J. 1845 aus dem von ihm nachgewiesenen Vorkommen des Itacolumits (des Muttergesteins der Diamanten) an mehreren Punkten der Goldregion der Vereinigten Staaten die Wahrscheinlichkeit einer baldigen Auffindung des Diamanten selbst in dieser Region vorher gesagt hat, macht im *Americ. Journ. of Science and arts Ser. II, Vol. II, p. 253*, bekannt, dafs ihm kürzlich durch einen seiner Freunde der erste Fund dieser Art zugesandt worden sey. Der erhaltene Krystall fand sich in den Goldwäschen von Hrn. Twitty's Grube, die in der Itacolumit-Region der Grafschaft Rutherford, Nord-Carolina, liegt. Er wiegt 4,12 Gran, besitzt die in Fig. 10, Taf. II, abgebildete, verlängerte Gestalt, und das spec. Gewicht = 3,334. Er ist durchsichtig, und zeigt nur einen schwachen Stich in's Gelbliche, fast ohne Risse. Härte und Glanz sind normal.

V. *Ueber die chemische Constitution der Augite, Amphibole und verwandter Mineralien;*
von Th. Scheerer in Christiania.

Die bekannte Ansicht v. **Bonsdorff's**, dafs in den thonerdehaltigen Augiten und Amphibolen ein Theil der Kieselerde möglicherweise durch Thonerde, in dem Verhältnisse von $2\text{Si} : 3\text{Al}$, isomorph ersetzt sey, dürfte wohl jetzt, da sie durch Thatsachen ähnlicher Natur unterstützt wird, einer gröfseren Aufmerksamkeit würdig erscheinen, als ihr bisher zu Theil geworden ist. Durch die nachfolgende Zusammenstellung von Resultaten wird man sich, glaube ich, überzeugen, dafs die Richtigkeit dieser Ansicht kaum noch länger in Zweifel gezogen werden kann. — Zugleich wird sich aus dem Folgenden ergeben, dafs auch in mehreren augitischen und hornblendeartigen Mineralien basisches Wasser auftritt, dafs also die polymere Isomorphie in diesen Mineralkörpern eine zwiefache Rolle spielt, einerseits bei den elektronegativen, und andererseits bei den elektropositiven Bestandtheilen derselben.

A. **Augit und verwandte Mineralien.**

1) **Augit.**

Kudernatsch hat eine Reihe sehr werthvoller Analysen von thonerdehaltigen Augiten geliefert. Berechnet man die Sauerstoffverhältnisse dieser Augite, und legt zwei Drittel von dem Sauerstoff der Thonerde zu dem der Kieselerde, so erhält man folgende Proportionen:

$\ddot{\text{Si}}, \ddot{\text{Al}}(\frac{1}{3}), \ddot{\text{R}}$

1) A. a. d. Fassathal	(4,02 $\ddot{\text{Al}}$)	27,30 : 13,44
2) A. a. d. Eifel	(6,00 -)	27,54 : 13,37
3) A. a. d. Rböngebirge	(6,47 -)	28,35 : 13,48
4) A. v. Aetna	(4,85 -)	27,77 : 13,10
5) A. v. Vesuv	(5,37 -)	28,11 : 13,44

im Mittel

27,81 : 13,37

nach der Berechnung

27,81 : 13,90

} $\ddot{\text{R}}^3 [\ddot{\text{Si}}]^2$

Durch die eckige Klammer in der Formel $\ddot{\text{R}}^3 [\ddot{\text{Si}}]^2$ soll angedeutet werden, daß ein Theil der Kieselerde auf die gedachte Weise durch Thonerde ersetzt ist ¹⁾. Das durch die Analyse gefundene mittlere Sauerstoffverhältniß kommt dem berechneten in der That so nahe, als man nur erwarten kann. So gut wie vollkommen erreicht es dasselbe aber, wenn man berücksichtigt, daß die Sauerstoffgehalte der Kalkerde, Talkerde und des Eisenoxyduls hier noch nach den älteren Atomgewichten (356,02; 258,35; 439,21) anstatt nach den neueren (351,94; 251,33; 450,53) berechnet wurden. Bringt man die letzteren in Anwendung, so vermehrt sich der mittlere Sauerstoffgehalt der Basen etwa um 0,5, und das Verhältniß verändert sich daher zu 27,81 : 13,87, was fast mathematisch genau mit dem berechneten übereinstimmt.

2) Diallag (Broncit).

Vom Diallag besitzen wir zwei Reihen ausgezeichneter Analysen, die eine von Köhler, die andere von Regnault. Köhler's sieben Analysen umfassen fünf Species verschiedener Fundstätten, nämlich 1) Diallag von der Baste, sowohl den gewöhnlichen (zwei Analysen) als den krystallisirten; 2) Diallag aus dem Salzburgischen; 3) Diallag von Prato bei Florenz; 4) Broncit vom Ultenthal in Tyrol; 5) Broncit von Marburg. Alle diese Diallage und Bron-

1) Um basisches Wasser anzudeuten, bediene ich mich stets einer runden Klammer ().

cite zeigten sich sowohl thonerdehaltig als wasserhaltig. Ihr Thonerdegehalt wechselt zwischen 0,70 und 4,39 Proc., und ihr Wassergehalt zwischen 0,22 und 3,76 Proc. Als Durchschnittsresultat sämtlicher sieben Analysen ergibt sich:

Kieselerde	54,01
Thonerde	2,34
Kalkerde	11,49
Talkerde	21,91
Eisenoxydul	8,96
Wasser	1,51
	<hr/>
	100,22,

welches entspricht:

$$\left. \begin{array}{l} [\ddot{\text{Si}}]. \quad (\ddot{\text{R}}). \\ \text{gefunden } 28,77 : 14,43 \\ \text{berechnet } 28,77 : 14,39 \end{array} \right\} (\ddot{\text{R}})^3 [\ddot{\text{Si}}]^2.$$

Bei der Berechnung der Sauerstoffmengen wurden die neueren Atomgewichte zu Grunde gelegt.

Regnault untersuchte 1) Diallag vom Frauenstein (Salzburg); 2) Diallag von Piemont; 3) Diallag vom Ural; 4) Broncit vom Gulsen (Steiermark); 5) Broncit vom Ulenthal. Der Thonerdegehalt dieser Diallage und Broncite liegt zwischen den Gränzen 0 und 3,98, ihr Wassergehalt zwischen 1,59 und 3,32 Proc. Das mittlere analytische Resultat ist:

Kieselerde	53,23
Thonerde	2,18
Kalkerde	9,45
Talkerde	23,68
Eisenoxydul	8,28
Manganoxydul	0,66
Wasser	2,24
	<hr/>
	99,72

und das entsprechende Sauerstoffverhältniſs:

$$\left. \begin{array}{l} 28,32 : 14,76 \\ 28,32 : 14,16 \end{array} \right\} (\ddot{\text{R}})^3 [\ddot{\text{Si}}]^2.$$

Obgleich das Durchschnittsresultat dieser Analysen eine weniger vollkommene Uebereinstimmung mit der Formel zeigt, als das der vorigen, so ist doch die Abweichung keineswegs gröfser, als dafs sie auf Rechnung der gewöhnlichen analytischen Fehlerquellen geschoben werden könnte.

Ferner will ich hier noch eines Minerals erwähnen, welches in dem Euphotid von Fiumalto auf Corsica vorkommt, und von Boulanger untersucht worden ist. Es hat, nach ihm, ein ganz diallagartiges Ansehen, und besteht aus:

Kieselerde	40,8
Thonerde	12,6
Chromoxyd	2,0
Kalkerde	23,0
Talkerde	11,2
Eisenoxydul	3,2
Manganoxydul	1,4
Wasser	5,2

99,4.

Diese Zusammensetzung führt zu folgender Sauerstoffproportion:

$$\left. \begin{array}{l} 25,5 : 13,5 \\ 26 : 13 \end{array} \right\} (\text{R})^3 [\text{Si}]^2.$$

Der Sauerstoff des Chromoxyds, als einer mit der Thonerde isomorphen Base, wurde hier auf gleiche Weise in Rechnung gebracht, wie der der Thonerde. Die Zusammensetzung dieses Minerals konnte früher auf keine Weise gedeutet, am wenigsten mit dem diallagähnlichen derselben in Harmonie gebracht werden. (S. Rammelsberg's Handwörterbuch, Th. 2, S. 117.)

3) Hypersthen (Paulit).

Muir untersuchte 1) Hypersthen von der Paulinsel; 2) Hypersthen von der Insel Skye, und 3) Hypersthen von der Baffinsbay. Der Thonerdegehalt dieser Hypersthene wechselt zwischen 0 und 4,07 Proc.; ihr Wassergehalt war nur unbedeutend, nämlich zwischen 0 und 0,5 Proc. Die mittlere Zusammensetzung derselben ist:

Kieselerde	51,91
Thonerde	2,02
Kalkerde	2,41
Talkerde	18,64
Eisenoxydul	20,35
Manganoxydul	3,88
Wasser	0,33
	<hr/>
	99,54

und das daraus folgende Sauerstoffverhältnifs:

$$\left. \begin{array}{l} 27,58 : 13,59 \\ 27,58 : 13,79 \end{array} \right\} R^3 [Si]^2.$$

Ein hypersthenartiges Mineral vom Thale Heas in den Pyrenäen hat Dufrénoy analysirt, und dasselbe Gedrit genannt. Es besteht aus:

Kieselerde	38,81
Thonerde	9,31
Kalkerde	0,67
Talkerde	4,13
Eisenoxydul	45,83
Wasser	2,30
	<hr/>
	101,05,

welche Zusammensetzung entspricht:

$$\left. \begin{array}{l} 23,1 : 12,6 \\ 24 : 12 \end{array} \right\} (R)[Si]^2,$$

Der Gedrit dürfte also ein Hypersthen von ungewöhnlich grossem Thonerde- und Eisenoxydulgehalt seyn.

B. Hornblende und verwandte Mineralien.

1) Hornblende (Grammatit, Pargasit, Uralit).

v. Bonsdorff's vorerwähnte Ansicht stützte sich besonders auf fünf Analysen verschiedener Hornblendens, welche folgende Sauerstoffproportionen gaben:

- 1) Lichter Grammatit
v. Åker (4,32ÄI ; 0,50II) 29,64 : 13,27
- 2) Dunkler Grammatit
v. Åker (13,94 - ; 0,44 -) 28,09 : 12,66
- 3) Hornblende v. Nordmark
(7,48 - ; 0,50 -) 26,89 : 12,63
- 4) Pargasit v. Nordmark (11,48 - ; 0,61 -) 26,83 : 12,15
- 5) Hornblende v. Pargas (12,18 - ; 0,00 -) 26,96 : 12,87

im Mittel $\left. \begin{array}{l} 27,68 : 12,71 \\ 27,68 : 12,30 \end{array} \right\} \text{R}\ddot{\text{S}}\text{i}+\text{R}^3[\ddot{\text{S}}\text{i}]^2$

Diese Verhältnisse wurden nach älteren Atomgewichten berechnet; führt man die neueren ein, so wird das mittlere Verhältnifs

zufolge der Analyse 28,5 : 13,0

zufolge der Berechnung 28,5 : 12,7

und stimmt also in dieser veränderten Form noch vollkommener als in der alten.

Kudernatsch zerlegte drei verschiedene Hornblenden:

- 1) Uralit v. Baltym-See (4,56ÄI) 28,36 : 12,97
- 2) Hornbl. v. Kongsberg (4,31 -) 28,96 : 12,21
- 3) Hornbl. v. la Prese (11,88 -) 27,22 : 11,72

im Mittel 28,18 : 12,30

nach d. älteren Atomg. ber. $\left. \begin{array}{l} 28,18 : 12,52 \\ - - \text{neueren} - - 28,18 : 12,40 \end{array} \right\} \text{R}\ddot{\text{S}}\text{i}+\text{R}^3[\ddot{\text{S}}\text{i}]^2$

2) Anthophyllit.

Vopelius hat den Anthophyllit von Kongsberg, und Thomson den von Perth in Ober-Canada analysirt.

	Vopelius.	Thomson.
Kieselerde	56,74	57,60
Thonerde	—	3,20
Kalkerde	—	3,55
Talkerde	24,35	29,30
Eisenoxydul	13,94	2,10
Manganoxydul	2,38	—
Wasser	1,67	3,55
	<hr/> 99,08	<hr/> 99,30.

Die entsprechenden Sauerstoffverhältnisse sind:

Anthophyllit v. Kongsberg 29,5 : 13,8

Anthophyllit v. Perth 30,4 : 13,9

im Mittel	29,95 : 13,85	}	$\ddot{R}\ddot{Si} + (\ddot{R})^3 [\ddot{Si}]^2$.
	30 : 13,33		

C. Einige andere Mineralien.

1) Asbest von Pitkaranda.

Dieser Asbest hat, nach der Analyse von Hefs, eine von anderen Asbesten abweichende Zusammensetzung. Er besteht aus:

Kieselerde	45,57
Thonerde	3,00
Kalkerde	4,40
Talkerde	23,40
Eisenoxydul	19,73
Wasser	2,00
	98,10.

Hieraus ergibt sich:

24,5 : 15,5	}	$(\ddot{R})^3 \ddot{Si} + \ddot{R}^3 [\ddot{Si}]^2$.
24 : 16		

Man kann dieses Mineral also aus 1 At. Serpentin und 1 At. Augit zusammengesetzt betrachten.

2) Schillerspath.

Berechnet man das, aus der Köhler'schen Analyse sich ergebende Sauerstoffverhältniß mit Anwendung der neueren Atomgewichte, und führt Al und Cr auf gedachte Weise als elektronegative Bestandtheile ein, so ergibt sich:

23,77 : 17,32	}	$2(\ddot{R})^3 \ddot{Si} + (\ddot{R})^3 [\ddot{Si}]^2$.
23,5 : 17,6		

Dies ist die nämliche Formel, welche ich bereits früher für dieses Mineral angeführt habe.

3) Pyrosklerit und Chonikrit.

In meiner vorigen Abhandlung bemerkte ich, dafs sich die Zusammensetzung dieser beiden von v. Kobell analysirten Mineralien noch auf eine andere Art als die damals gedachte betrachten liefse. Diefs geschieht nämlich durch die Annahme, dafs die Thonerde in diesen Mineralien nicht die Rolle eines elektropositiven, sondern, wie bei den Augiten, Amphibolen u. s. w., die eines elektronegativen Körpers spiele. Die Bestandtheile beider Mineralien sind folgende:

	Pyrosklerit.	Chonikrit.
Kieselerde	37,03	35,69
Thonerde	13,50	17,12
Chromoxyd	1,43	—
Kalkerde	—	12,60
Talkerde	31,62	22,50
Eisenoxydul	3,52	1,46
Wasser	11,00	9,00
	<hr/> 98,10	<hr/> 98,37,

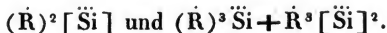
woraus resultirt:

Pyrosklerit	23,71 : 16,62
Chonikrit	23,87 : 15,50.

Die Sauerstoffverhältnisse beider (mit einander verwachsen vorkommenden) Mineralien nähern sich also sehr der Proportion

$$24 : 16,$$

welche zugleich das Sauerstoffverhältnifs des Asbests von Pitkaranda ausdrückt. Aus dieser Proportion können aber, mit gleicher Schärfe, zwei Formeln abgeleitet werden, nämlich:



Aus Gründen, welche es hier zu weitläufig wäre auseinanderzusetzen, habe ich die zweite dieser Formeln für den Asbest von Pitkaranda und die erste für den Pyrosklerit und Chonikrit angenommen.

4) Xanthophyllit.

Dieses chloritartige Mineral besteht nach Meitzen-
dorff aus:

Kieselerde	16,30
Thonerde	43,95
Kalkerde	13,26
Talkerde	19,31
Eisenoxydul	2,53
Natron	0,61
Wasser	4,33
	100,29,

Die ungewöhnlich kleine Menge der Kieselerde und die große Menge der Thonerde machen es wahrscheinlich, daß die letztere theilweise die Rolle der ersteren spielt. Nimmt man dies an, so kann das sich aus der Analyse ergebende Sauerstoffverhältniß:

$$\ddot{\text{Si}}. \quad \ddot{\text{Al}}. \quad (\text{R}).$$

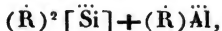
$$8,47 : 20,53 : 13,45,$$

welches in dieser Gestalt zu keiner wahrscheinlichen Formel führt, umgeformt werden zu:

$$[\ddot{\text{Si}}]. \quad \ddot{\text{Al}}. \quad (\text{R}).$$

$$13,30 : 13,30 : 13,45,$$

entsprechend der einfachen Formel:



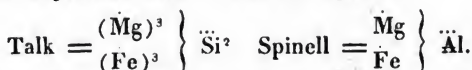
welche in vollkommener Harmonie mit den der übrigen zum Chloritgeschlechte gehörigen Mineralien steht.

Obgleich es zufolge der beigebrachten Belege als ausgemacht erscheinen dürfte, daß 2 At. $\ddot{\text{Si}}$ durch 3 At. $\ddot{\text{Al}}$ isomorph ersetzt werden können, so stellt sich uns gleichwohl, wenn wir diese Annahme weiter verfolgen, ein anscheinend nicht leicht zu beseitigender Widerspruch in den Weg. Als eine unmittelbare Folgerung aus dem ausge-

sprochenen Satze ergibt sich nämlich, dass die beiden Verbindungen



isomorph seyn müssen. Nun giebt es wirklich zwei Mineralien, deren Formeln von dieser Beschaffenheit sind, nämlich der *augitische Talk* 1) und der *Spinell*.



Der Talk krystallisirt aber in *rhombischen Säulen* von etwa 120° und Spinell in *regulären Octaëdern*. Diefs sieht in der That nicht günstig aus für unsere Theorie. Anders gestaltet es sich aber bei näherer Betrachtung. Inzwischen würde es zu weit führen, bei dieser Gelegenheit näher auf den Grund dieses Factums einzugehen, was sich nicht bewerkstelligen lässt, ohne entfernt liegende Hülfsätze anzuwenden. Einstweilen möge es daher genügen, wenn ich hier vorläufig mittheile, dass die von einander verschiedenen Krystallformen des Spinells und augitischen Talkes beweislich als *kein* Einwurf gegen die polymere Isomorphie der Kieselerde und Thonerde zu betrachten sind.

VI. Beschreibung des Diphanits, eines neuen Minerals aus den Smaragdgruben des Urals, unweit Katherinenburg;

von Nils Nordenskiöld.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem *Bullet. phys. math. de l'acad. de St. Petersb., T. V., p. 17.*)

Von Sr. Excellenz dem Hrn. Minister des Innern Perowsky wurde mir gütigst eine grössere Stufe aus den bekannten Smaragdgruben des Urals zur genaueren Unter-

1) Der Augit kann, wegen seines wesentlichen Gehaltes an *Kalkerde*, hier nicht in Betracht kommen.

suchung mitgetheilt, auf welcher sich, neben einem weissen glimmerartigen Mineral, einige bläuliche, durchsichtige, prismatische Krystalle befanden, welche dem Apatit sehr ähnlich waren. Bei näherer Untersuchung ergab es sich, dafs diese beiden verschieden aussehenden Substanzen ein und dasselbe Mineral sind, welches sich durch gröfsere Härte und verschiedenes Verhalten vor dem Löthrohre sowohl vom Glimmer wie vom Apatit unterscheidet. Dieses Mineral gehört, wie ich weiter unten zeigen werde, zu der Ordnung der wasserhaltigen Doppelsilicate, und ich schlage für dasselbe den Namen *Diphanit* vor, von $\delta\iota$ und $\varphi\alpha\nu\eta\varsigma$, auf die Eigenschaft hindeutend, dafs es in verschiedener Richtung ein ganz verschiedenes Ansehen hat.

Der Diphanit krystallisirt in regulären sechsseitigen Prismen, mit einem ausgezeichnet vollkommenen Blätterdurchgange rechtwinklig auf die Hauptaxe, und gehört mithin dem rhomboëdrischen Krystallsystem an. Andere Endflächen, als die durch den Blätterdurchgang hervorgebrachten, sind nicht zu bemerken.

Die Prismen, von der Seite angesehen, haben eine bläuliche Farbe, Glasglanz und sind durchsichtig; auf die vollkommene Spaltungsfläche aber gesehen, ist das Mineral weifs, perlmutterglänzend und undurchsichtig, wenn man nicht sehr dünne Blättchen nimmt.

Seine Härte ist 5,0 bis höchstens 5,5; auf der vollkommenen Spaltungsfläche ist sie etwas geringer. Es ist sehr spröde; Bruchflächen sind der sehr vollkommenen Spaltungsfläche wegen nicht bemerkbar.

Sein specifisches Gewicht ist 3,04 bis 3,07.

Vor dem Löthrohr verhält es sich folgendermassen: Im Kolben nimmt es eine dunklere Farbe an, giebt einen brenzlichen Geruch und setzt Feuchtigkeit ab, die auf Curcumpapier keine Einwirkung von Fluorsäure zeigt. Für sich allein wird es opak, schwillt an, blättert sich und schmilzt in der inneren Flamme zu einem blasenfreien Email. Mit saurem schwefelsauren Kali giebt es keine rothe Flamme. Von Borax wird es leicht zu einem wasserhellen, nach der

Erkaltung etwas in's Gelbliche spielenden Glase aufgelöst. Phosphorsalz löst es leicht mit Hinterlassung eines Kiesel-skeletts zu einem klaren Glase auf, das unter der Abkühlung gelber erscheint, als man bei der weissen Farbe des Minerals vermuthen sollte; mit wenig Soda giebt es ein blasiges, an der Oberfläche dunkles Glas, mit mehr Soda ein unschmelzbares, etwas von Mangan gefärbtes Email. — Hr. Oberstlieutenant von Jewreinoff hat dieses Fossil mit vieler Sorgfalt und Genauigkeit analysirt. Von drei wenig von einander abweichenden Analysen gab die vollständigste:

		Sauerstoff.	Sauerstoff.
Kieselerde	34,02		17,66 (15)
Thonerde	43,33		20,23 (18)
Kalkerde	13,11	3,66 (16)	} 4,57 (4)
Eisenoxydul	3,02	0,68 (3)	
Manganoxydul	1,05	0,23 (1)	
Wasser	5,34		4,73 (4)
	<hr/>		
	99,87.		

Hieraus ergibt sich die Zusammensetzung dieses Minerals: $2\text{Ca}^2\text{Si} + 3\text{Al}^2\text{Si} + 4\text{H}$, wo Ca das zusammengesetzte Atom $\text{Mn} + 3\text{Fe} + 16\text{Ca}$ repräsentirt. Nach dieser Formel hätte die Analyse geben sollen:

Kieselerde	33,21
Thonerde	44,33
Kalkerde	13,11
Eisenoxydul	3,04
Manganoxydul	1,13
Wasser	5,18
	<hr/>
	100.

Der Diphanit kommt in den oben genannten Gruben mit Cymophan, Smaragd und Phenakit auf einem braunen Glimmerschiefer vor.

VII. *Die Steinsalzablagerung bei Staffsurth, und über das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge;*

von C. J. B. Karsten.

(Aus den Monatsberichten der Academie. Januar 1847.)

Die Reichhaltigkeit der Salzsoole aus dem Soolbrunnen der Saline zu Staffsurth — sie enthält 17,16 Proc. Rohsalz — und das Gebirgsverhalten in der Umgebung der Saline ließen es nicht bezweifeln, daß die Steinsalzablagerung, aus welcher der Soolbrunnen genährt wird, ganz in der Nähe desselben anzutreffen seyn werde. Der Hauptbrunnen ist 171,5 Fufs tief; er steht 34,5 Fufs in Alluvialschichten und im Schuttgebirge, welches die Bode aufgehäuft haben mag, denn der Brunnen liegt ganz nahe am rechten Ufer des Flusses. Die folgenden 137 Fufs sind in milden, thonigen, rothgefärbten Sandsteinschichten des bunten Sandsteins niedergebracht. In einer Entfernung von nur 170 Fufs von diesem Soolbrunnen ward im Jahr 1839 zur Niederbringung eines Bohrlochs geschritten, um die Steinsalzablagerung aufzusuchen. Der zu diesem Zweck abgeteufte Bohrschacht erreichte eine Tiefe von 62 Fufs, worauf das weitere Abteufen eingestellt und zur Bohrarbeit geschritten ward, weil man feste, zum Bohren geeignete Gebirgsschichten in jener Tiefe angetroffen hatte. Die Alluvialschichten haben im Bohrschacht eine Mächtigkeit von 26 Fufs; die folgenden 36 Fufs stehen schon in einem roth gefärbten, glimmerreichen Thon, welcher unbezweifelt zum bunten Sandstein gehört. Die Hängebank des Bohrschachts liegt 221 Fufs über dem Meer. In dem Bohrloch wurden die Schichten des bunten Sandsteins in einer Mächtigkeit von 520' 2" durchbohrt, dann folgte, 67' 5½" mächtiger, milder Gyps, worauf der Anhydrit angetroffen und in einer Gesamtmächtigkeit von 147' 9½" durchbohrt ward. Das Bohr-

och hatte jetzt eine absolute Tiefe von 797 Fufs 5 Zoll oder eine Tiefe unter dem Meeresspiegel von 576' 5" erreicht, und stand

26 Fufs	Zoll in Alluvialschichten,
556 - 2	- im bunten Sandstein,
67 - 5 $\frac{1}{2}$	- im Gyps,
147 - 9 $\frac{1}{2}$	- im Anhydrit.

797 Fufs 5 Zoll.

Schon in einer Tiefe von 790' und 794' zeigten sich die ersten Spuren von Steinsalz in dem Anhydrit. Als dieser aber in der angegebenen Tiefe von 797' 5" durchbohrt worden war, traf man auf 28' 10 $\frac{1}{2}$ " mächtige Schichten, deren Beschaffenheit nur nach dem Bohrschmand und nach einzelnen von dem Bohrer abgetrennten und erst bei dem Reinigen des Bohrlochs heraufgebrachten derbereren Stücken beurtheilt werden konnte. Dem Anschein nach bestanden sie aus blaugrauen Mergeln, aus weifs und röthlich gefärbtem Gyps und aus grauem Kalkstein, welche in ganz unbestimmter und rascher Folge wechselten. Aus dieser 28' 10 $\frac{1}{2}$ " mächtigen Schicht, deren nähere Untersuchung ungewein wünschenswerth gewesen wäre; welche aber leider nun nicht eher geschehen kann, als bis man sie in der Folge mit einem neuen Bohrloch, oder, noch besser, mit einem Schacht durchhörtern wird, rührt unbezweifelt auch ein Fossil her, auf welches erst später, beim Aufräumen des schon im Steinsalz stehenden Bohrlochs, die Aufmerksamkeit gerichtet ward. Dafs jene Schichten dem Steinsalzgebirge angehören, ist nicht zweifelhaft; man würde auch wahrscheinlich das Steinsalz in dem Bohrschmand gefunden haben, wenn es nicht durch das Wasser im Bohrloch ausgelaugt worden wäre. Nachdem die Schichten in der Mächtigkeit von 28' 10 $\frac{1}{2}$ " durchbohrt waren, traf man das Steinsalzlager in der Bohrlochstiefe von 826' 3 $\frac{1}{2}$ ", also 605' 3 $\frac{1}{2}$ " unter dem Meeresspiegel. In dem Steinsalz ist das Bohrloch bis zur Mitte des Monats December 1846 154' 5 $\frac{1}{2}$ " niedergebracht, und das Bohrloch hatte bis dahin die Tiefe von 980' 9" erreicht.

Schon bei dem Abteufen des Bohrschachtes zeigte sich eine Soole von 7,9 Proc. Rohsalzgehalt, welche nach beendigter Niederbringung des Schachtes bis 18' unter der Hängebank aufstieg, und sich dabei ganz unabhängig von dem Soolenstande im Soolbrunnen verhielt. Als das Bohrloch in den Schichten des bunten Sandsteins eine Tiefe von 550' erreicht hatte, war der Rohsalzgehalt bis 12,7 Proc. gestiegen; er nahm schnell bis 18,3 Proc. zu, als der weisse, milde Gyps angebohrt worden war, und erhöhte sich in den Anhydritschichten bis 21,8 Proc. Leider ist die chemische Untersuchung und die Vergleichung der Bestandtheile dieser Soole mit derjenigen der Soole in dem nahen Soolbrunnen, deren Rohsalz nur 5,507 Proc. fremde Salze und 94,493 Proc. Kochsalz enthält, versäumt worden. Diefs ist besonders deshalb zu bedauern, weil der Rohsalzgehalt der Bohrlochsoole, sogar in den festen und geschlossenen Anhydritschichten, in der Bohrlochstiefe von 776' 9" fast plötzlich bis 27,401 Proc., also bis zur Sättigung zunahm. Die Freude über die erbohrte reiche Soole, deren specifisches Gewicht, folglich auch deren Rohsalzgehalt, noch zunahm, als man das Steinsalz erbohrt hatte, ward jedoch durch die bei der Untersuchung derselben gefundenen Resultate getrübt, indem sich unter den 31,1 Proc. Rohsalz, welche sie enthielt, nur 15,815 Kochsalz befanden, also die gröfsere Hälfte aus anderen Salzen bestand, unter denen das Chlormagnium mit 12,99 Proc. vorwaltete. Die Soole enthielt also weniger Kochsalz als die aus dem nahen Soolbrunnen von nur 1,13 specifischem Gewicht. Die nicht erwartete und für die Benutzung der Soole sehr ungünstige Beschaffenheit derselben führte zur Untersuchung des eben erst erbohrten Steinsalzes, wobei sich ergab, dafs dasselbe aus Kochsalz und Bittersalz bestehe, und dafs die Verhältnisse beider Salze zu einander sehr veränderlich waren, weil sie ohne Zweifel durch die Bohrlochsoole selbst verändert und theilweise aufgelöst wurden, ehe sie mit dem Bohrlöffel zu Tage gebracht werden konnten. Nur einmal gelang es, einige Stücken Steinsalz in einem anscheinend

unveränderten Zustande zu erhalten. Die Analyse ergab die eigenthümliche Zusammensetzung des Salzes zu 10 Mischungsgewichten Kochsalz und 1 Mischungsgewicht wasserfreiem Bittersalz, so daß der *Martinsit* aus 90,73 Kochsalz und 9,27 Bittersalz besteht. Gefunden wurden, nach drei übereinstimmenden Analysen, 90,98 Kochsalz und 9,02 Bittersalz, ohne Rücksicht auf den 0,3 Proc. betragenden, im Wasser unauflöslichen Rückstand, welcher als Gyps angesehen ward, bis eine spätere Veranlassung eine genauere Prüfung nothwendig machte, aus welcher sich ergab, daß der unauflösliche Rückstand nur zum geringsten Theil aus Gyps und größtentheils aus Boracit bestehe. Der *Martinsit* giebt beim Reiben einen bituminösen Geruch, und löst sich mit sehr schwachem Knistern, ähnlich dem Knistersalz von Wieliczka, im Wasser auf.

In der Hoffnung, daß sich die Beschaffenheit des Steinsalzes, also auch die der Soole ändern werde, ward die Bohrarbeit fortgesetzt; obgleich aber das Bohrloch in der Mitte des December 1846 schon 154' 5 $\frac{1}{2}$ " im Steinsalz stand, so ist die erwartete Aenderung bis jetzt nicht allein noch nicht erfolgt, sondern das Steinsalz ist sogar ungleich unreiner geworden, als in den oberen Teufen, sowohl hinsichtlich des Gehaltes an Bittersalz, als vorzüglich hinsichtlich der im Wasser unauflöslichen erdigen Beimengungen, welche im *Martinsit* nur die Höhe von 0,3 Proc. erreichten. Die Einwirkung der Soole im Bohrloch auf das Salz, wodurch dasselbe so mürbe wird, daß es sich zwischen den Fingern zerdrücken läßt, macht es unmöglich, die Zusammensetzung mit Zuverlässigkeit zu ermitteln, um zu erfahren, ob das Salz die Zusammensetzung des *Martinsit* behalten habe, oder ob ein anderes Verhältniß beider Salze zu einander, durch den vergrößerten Bittersalzgehalt im Steinsalz, eingetreten sey, sich also etwa ein Gemenge von *Martinsit* mit Bittersalz gebildet haben möge. Nur so viel hat sich ermitteln lassen, daß der im Wasser unauflösliche Rückstand des bitteren Salzes aus den größeren Bohrlochstiefen so beträchtlich zugenommen hat, daß er bei dem Stein-

Steinsalz aus 939 Fufs Tiefe 4,37 Proc. betrug. Aus der Tiefe von 959 Fufs fanden sich nur noch 3,85 Proc. erdige Beimengungen bei dem Steinsalz, und es hatte den Anschein, als ob dasselbe in gröfseren Tiefen wieder reiner werde angetroffen werden. Dieser Rückstand besteht aus Gyps, aus Kieselthon (Salzthon, jedoch ohne Spuren von Dolomit) und aus etwas Eisenoxydhydrat. Durch diese Beimengung von Kieselthon und oxydirtem Eisen erhält das Steinsalz das Ansehen eines salzhaltigen Mergelgebirges, welches sich durch die Einwirkung der unreinen Bohrlochssoole in einem fast aufgeweichten Zustande befindet. Ein Boracitgehalt ist in dem unauflösliehen Rückstand von diesem Salz nicht mehr aufzufinden. — Ferner hat sich ergeben, dafs der Gehalt der Bohrlochssoole an Bittersalz und an Chlormagnium sehr bedeutend zugenommen hat. Die Bildung des letzteren in der Bohrlochssoole ist sehr problematisch; ohne Zweifel wird sie durch hinzutretendes Chlorcalcium veranlafst, worauf die Menge von frisch entstandenen Gypsflimmern hindeutet, welche ununterbrochen mit der Soole aus dem Bohrloch hervorkommen. Das zur Zersetzung des Bittersalzes erforderliche chemische Aequivalent an Chlorcalcium mufs also in der gröfseren Tiefe der Steinsalzablagerung nicht mehr in demselben Verhältnifs, in welchem der Gehalt an Bittersalz zugenommen hat, hinzutreten können. Die Bohrlochssoole aus der Tiefe von 963 Fufs geschöpft, enthielt 33,28 Proc. Rohsalz, in welchem aber nur 7,15 Proc. Kochsalz enthalten sind. Die wesentlichen Gemengtheile des Rohsalzes sind Bittersalz und Chlormagnium. Die Soole war mit Gyps und Kieselthon sehr stark verunreinigt, und klärte sich erst nach mehrtägiger Ruhe. Der Gehalt des beim Abdampfen der Soole erhaltenen Rohsalzes an Eisenoxydhydrat ist in der Soole nicht als Eisenoxydul an Kohlensäure gebunden vorhanden, sondern als ein salzsaures Eisenoxydul, indem sich durch langes Stehen der geklärten Soole an der Luft basisches salzsaures Eisenoxyd aus derselben absetzte. — Unerklärbar bleibt die grofse Verschiedenartigkeit der Bohrlochs-

soole von der Soole aus dem nur 170 Fufs davon entfernten Soolschacht, eine Verschiedenartigkeit, welche die Hoffnung rechtfertigt, dafs man bei tieferem Niedergehen mit dem Bohrloch endlich das reine Steinsalz antreffen werde.

Die Niederbringung des Bohrlochs in der Steinsalzablagerung hat jedoch nicht ohne Unterbrechung bewerkstelligt werden können. Es zeigte sich nämlich eine so grofse Menge von nachfallendem Gebirge aus den Gebirgsschichten, dafs das Bohrloch in Gefahr kam, verschüttet oder verschlämmt zu werden. Deshalb ward es nöthig, zu einer gründlichen Aufsäuberung zu schreiten und die Verröhrung mit Eisenblech vorzunehmen, welche bei der Niederbringung des Bohrlochs vom Tage nieder nur bis zu der Tiefe stattgefunden hatte, wo der Anhydrit angebohrt worden war. Bei dieser Arbeit ergab sich, dafs der Nachfall von den Gebirgsschichten herrühren müsse, die unter dem festen Anhydrit in einer Mächtigkeit von 28' 10 $\frac{1}{2}$ " durchbohrt worden waren, und welche oben als zum Steinsalzgebirge gehörend bezeichnet worden sind. Bei dieser Aufsäuberarbeit, welche, wegen des ununterbrochen fortdauernden Nachfallens der zum Steinsalzgebirge gehörenden Bildungen, nicht ohne grofse Sorgfalt und Zeitaufwand vollbracht werden konnte, bemerkte man unter dem Nachfall ein derbes Fossil, welches sich durch seine schöne reine weisse — fast schneeweisse — Farbe auszeichnete. Ob es früher, beim Durchbohren der zum Salzgebirge gehörenden Schichten schon in dem Bohrmehl — wie wahrscheinlich — vorgekommen ist, hat sich nicht mehr ermitteln lassen. Diefs Fossil ward in gröfseren und kleineren Stücken zu Tage gebracht. Es veränderte seine schneeweisse Farbe sehr bald in eine schmutzigweisse, oder vielmehr in eine lichte gelblichweisse Farbe. Das spec. Gewicht ergab sich zu 2,9134 (bei 12° C.), Härte zwischen 4 und 5. Das äufsere Ansehen des Fossils stimmt fast mit dem des weissen Kalksteins überein. Qualitative Untersuchungen ergaben, dafs es Boraxsäure, Bittererde, kein Wasser und etwas kohlen-saures Eisenoxydul nebst einer nicht bestimm-

baren Menge von Eisenoxydhydrat enthalte. Bei der **quantitativen Analyse**, welche zur Bestimmung der Menge der **Boraxsäure** nicht anders als durch Verflüchtigung derselben **mittelst concentrirter Flußsäure und Schwefelsäure ausgeführt** werden konnte, ward folgende Zusammensetzung des **Fossils** ermittelt:

29,48 Bittererde,

69,49 Boraxsäure,

1,03 Kohlensaures Eisenoxydul, mit Spuren von kohlen-
saurem Manganoxydul und von Eisenoxydhydrat.

100.

Das Fossil hat also genau die Zusammensetzung des **Boracit**, der bis jetzt nur krystallisirt im Gyps bei Lüneburg und zu Segeberg in Holstein gefunden worden ist. Dieser derbe Boracit löst sich in verdünnter Salz- und Salpetersäure, auch in verdünnter Schwefelsäure leicht auf; die Auflösung in concentrirter Flußsäure erfolgt ebenfalls ohne Anwendung äußerer Wärme. Mit kohlen-saurem Natron geschmolzen, bleibt beim Auflösen des geschmolzenen Gemenges in Wasser noch ein Theil der Boraxsäure an der Bittererde gebunden zurück. Der Rückhalt ist um so größer, je geringer das Verhältniß des kohlen-sauren Natrons zum Boracit genommen wird. Ob den basischen Salzen eine bestimmte Zusammensetzung zukommt, ist nicht untersucht worden.

Der derbe Boracit hat häufig ein zerfressenes Ansehen auf der Oberfläche. Die Bruchfläche ist dicht und eben, zuweilen sogar von erdigem Ansehen, letzteres jedoch nur auf der nicht frisch geschlagenen Bruchfläche, wenn dieselbe längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen ist. Unter den zu Tage geförderten Stücken befinden sich einige, deren Oberflächen mit kleinen Steinsalzwürfeln bekleidet sind. Ein ganz besonders merkwürdiges Verhalten ward bei einem Stück dieses derben Boracits bemerkt, indem sich beim Aufschlagen desselben ein breitgedrückter Abdruck von einer großen trichterförmig-treppen-

artigen Kochsalzkrystallgruppe zeigte, deren Wände zum Theil noch mit den Steinsalzwürfelchen besetzt waren, zum Theil aber durch später erfolgtes Wiederauflösen der Salzwürfel in Wasser nur noch die Räume und Eindrücke zeigten, welche früher von den Salzkristallen erfüllt gewesen seyn mußten.

Die beträchtliche Menge von derbem Boracit, welche aus dem geringen räumlichen Inhalt des nur 4 Zoll weiten Bohrlochs zu Tage gebracht worden ist, berechtigt zu der Voraussetzung, daß der Boracit, wenigstens in der Stafsurther Salzablagerung, wesentlich an der Zusammensetzung des Steinsalzgebirges Theil nimmt. Die mechanische Beimengung von Boracit in dem Martinsit wird daraus erklärbar. Ist schon das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart, in gewiß nicht beschränkter Ausdehnung, an sich schon eine interessante Thatsache, so gewinnt dasselbe noch dadurch an Interesse, daß die enge Verbindung der Boraxsäure-Exhalationen in Italien und aus den Boraxseen in Tibet dadurch eine sehr schöne Erläuterung erhält. Es ist zu erwarten, daß man den derben Boracit auch auf andern Steinsalzlagerstätten auffinden wird, indem er, bei seiner äußeren Aehnlichkeit mit Kalkstein, leicht verkannt oder übersehen worden seyn mag. Die das Vorkommen des Boracits in der Steinsalzablagerung zu Stafsurther begleitenden Erscheinungen geben übrigens Zeugniß von einem großen Umbildungsproceß, der nach der bereits erfolgten Bildung des Steinsalzgebirges dort stattgefunden haben muß.

VIII. *Pseudomorphe Bildungen;*
von Professor Sillem in Braunschweig.

Federerz (Plumosit, Hd.), pseudomorph nach Plagionit.

Am Wolfsberge bei Neudorf im Anhaltischen, dem Fundorte der Plagionite, kommen Krystalle und derbe Massen vor, welche, mit Beibehaltung der früheren Form des Plagionits, völlig aus kleinen haarförmigen Krystallen des Federerzes zusammengesetzt erscheinen. Auf den Krystallflächen liegen die haarförmigen Krystalle neben einander, vom Scheiteleck abwärts, oder sternförmig auseinanderlaufend aus dem Mittelpunkte der Krystallflächen. In den derben Massen folgen sie keiner bestimmten Richtung, und sind mehr durcheinandergewachsen. Ungeachtet der ziemlich dunkel bleigrauen Farbe, ist die Masse metallisch starkglänzend.

Es besteht der Plagionit aus $4\overset{\prime}{\text{Pb}} + 3\overset{'''}{\text{Sb}}$; das Federerz dagegen aus $2\overset{\prime}{\text{Pb}} + \overset{'''}{\text{Sb}}$. Es würde, um die erste Formel in die zweite zu verwandeln, 1 Atom $\overset{'''}{\text{Sb}}$ abgezogen werden müssen, und dieses scheint auch bei diesen Umwandlungspseudomorphosen verloren gegangen zu seyn.

Durch H. Rose's Untersuchungen ist bekannt, daß Aragonit und Kalkspath durch Hitze in einander umgewandelt werden, und ihre Structur völlig verändern. Ist nicht vielleicht eine ähnliche Umwandlung durch Hitze mit den Plagioniten vorgegangen, wobei ein Theil des leichtflüchtigen Antimons, und drei Theile des noch flüchtigeren Schwefels verloren gingen, und der Rest in den Zustand kam, die haarförmigen Krystalle zu bilden, aus welchen die Masse jetzt zusammengesetzt ist?

Antimonblüthe, pseudomorph nach Antimonit.

Auf einer kleinen Druse spiefsiger Krystalle des Antimonits von Braunsdorf, in Sachsen, liegen ganz übliche

Krystalle, fast mit noch deutlicheren Krystallflächen, welche in Antimonblüthe umgewandelt sind. Der Schwefel ging verloren und wurde durch Sauerstoff ersetzt. Wie diese Umwandlung stattgefunden, ist schwer zu erklären. Wäre Hitze im Spiel gewesen, so würde die ganze Masse des Antimonits den Schwefel eingebüßt haben. Unläugbar muß hier eine örtliche, auf einen sehr kleinen Raum beschränkte Kraft gewirkt haben.

Kupfergrün, pseudomorph nach Libethenit.

Ausgezeichnete Libethenitkrystalle liegen in großer Menge auf Quarz. An mehreren Stellen hat sich Kupfergrün in traubigen Gestalten aufgelagert, und ein Theil der Libethenitkrystalle ist völlig in Kupfergrün umgewandelt. Fundort Libethen in Ungarn.

Pharmakolith, pseudomorph nach Realgar.

Zu Joachimsthal in Böhmen kommt der Pharmakolith pseudomorph in den Formen des Realgar vor; zum Theil in deutlichen, zuweilen hohlen Krystallen, zum Theil in säulenförmig verwachsenen unvollkommenen Krystallen, wie selbige sich häufig beim Realgar finden.

Pinit, pseudomorph nach Augit.

Unter mehreren Krystallen von Manzal in der Auvergne, welche die gewöhnliche Form haben und pseudomorph sind nach Cordierit, findet sich ein an beiden Enden völlig ausgebildeter Krystall, der unläugbar vom Augite herrührt, und die gewöhnliche Krystallform desselben zeigt:

$$-\frac{A2}{2} A_{00} . \bar{D}00.$$

Speckstein, pseudomorph nach Pleonast.

Am Monzoniberge in Tyrol kommen in Speckstein umgewandelte Krystalle des Pleonasts vor, von ungewöhnlicher Größe, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll. Es sind Octaëder mit abgestumpften Kanten (Granatoëder). Die Oberfläche der

Krystalle ist rauh und gekörnt. Auch die an demselben Stücke befindlichen Diopsidkrystalle sind mit Speckstein überzogen. Die Farbe ist gelblichweifs.

Skapolith und Granat, pseudomorph nach Idocras.

Zu Eg bei Christianssand in Norwegen finden sich Pseudomorphosen nach ziemlich großen Idocraskrystallen, welche aus einem Gemenge von Skapolith und Granat bestehen, ersterer aber vorherrschend. Die Krystalle sind rauh und drusig, und mit Höhlungen versehen. An einzelnen Stellen zeigen sich auf den pseudomorphen Krystallen kleine Skapolithkrystalle, und an den aus Granat bestehenden Parthien scheinen einzelne Krystallflächen dieser Art hervorzutreten. An demselben Stücke finden sich Granatkrystalle, auf denen die pseudomorphen Krystalle zum Theil aufliegen.

Amphibol, pseudomorph nach Augit.

Auf einer Druse von braunem Granat liegen Augitkrystalle, welche in Amphibol umgewandelt sind. Sie besitzen vollkommen die Theilbarkeit des Amphibol und den dieser Art eigentümlichen Glanz. Sie sind der Axe parallel zart gestreift, und die Endflächen nicht glatt und glänzend. Die Farbe ist grün; auf den Theilungsflächen grünlichgrau mit Perlmutterglanz. Sie gleichen im Aeußern manchen Varietäten des sogenannten Strahlsteins. Das Stück ist, ohne nähere Angabe des Fundortes, aus dem sächsischen Erzgebirge.

Bothkupfererz, pseudomorph nach Kupferkies.

Diese pseudomorphen Bildungen scheinen nicht selten zu seyn, da selbige von verschiedenen Orten vorliegen, von Schlackenwalde in Böhmen, von Lichtenberg in Baiern und vom Cap Lizard in Cornwallis. Die Krystalle vom Cap Lizard sind zum Theil so rein ausgebildet, so glänzend, so glattflächig, und den Krystallen der Art so ähnlich, dafs man geneigt seyn möchte, selbige, bei oberflächlicher Be-

trachtung, für hemiédrische Krystalle des Rothkupfererzes anzusprechen.

Wären diese pseudomorphen Bildungen durch Umwandlung entstanden, indem Schwefel und Eisen entwichen, und Sauerstoff zutrat, so würde sich ihre Vollkommenheit eher erklären lassen. Durch Hitze würde sich wohl der Schwefel, aber nicht leicht das Eisen verflüchtigen. Eine heisse saure Auflösung, in welcher die Säure eine nahe Verwandtschaft zum Eisen gehabt, und welche den Sauerstoff zur Oxydation des Kupfers geliefert, würde vielleicht einen solchen Proceß möglich gemacht haben. Dagegen spricht aber, daß auf dem Stücke von Lichtenberg, nur einzelne Krystalle verändert, in Kupferbraun umgewandelt sind, derbe Massen von Kupferkies aber zwischen derben Kupferbraun liegen. Auf dem Stücke von Schlackenwalde liegen Hemipyramiden der Grundgestalt mit abgestumpften Ecken, wie selbige beim Kupferkiese nicht selten vorkommen, mit schön krystallirtem Flußspathe und Apatit, und hie und da einzelne Parthien derber Kupferkies. Auf der andern Seite liegen auf dem Flußspathe ausgezeichnet kugliger Spatheisenstein mit concentrisch schaligen Absonderungen.

Von den beiden Stücken vom Cap Lizard zeigt das eine glänzende, glatte, cochenillrothe Hemipyramiden der Grundgestalt, auch einige Krystalle, welche beide Hälften in ziemlich gleichen Dimensionen zeigen. Die Krystalle liegen auf Kupferpecherz und Quarz. Das zweite Stück besteht aus zusammengehäuften Krystallen von bleigrauer Farbe, die Oberfläche drusig, auf Quarz aufliegend. Spitzere Hemipyramiden $2P'$ lassen sich deutlich erkennen.

Brauneisenstein, pseudomorph nach Berill.

Zu Zwiesel in Baiern kommt der Berill in Quarz eingewachsen vor. Auf dem vorliegenden Stücke finden sich Berillkrystalle in sechsseitigen Säulen. An einer solchen Säule ist die Berillmasse durch Brauneisenstein ersetzt, und der Kern, der ungefähr ein Drittel der Masse beträgt, scheint Quarz durch Eisenoxyd gefärbt zu seyn, und besteht aus

körnigen Zusammensetzungsstücken von 4 Zoll Länge und 5 Linien Dicke.

Markasit, pseudomorph nach Kalkspath.

Zu Freiberg in Sachsen kommt Markasit pseudomorph in den Krystallen des Kalkspaths vor. Auf einer Druse krystallisirten Markasits liegt eine solche Pseudomorphose; $\frac{1}{2}R.Roo$. Die Flächen Roo sind sehr klein. Die sämtlichen Flächen sind gekörnt. Die oberen Rhomboëderflächen, so wie die Flächen Roo sind matt und angelaufen, die unteren Flächen glänzend, und einzelne Flächen von Markasitkrystallen darauf erkennbar.

Auf einer zweiten Druse liegt Markasit in regelmäßigen sechsseitigen Tafeln, die sämtlichen Flächen gekörnt und metallisch glänzend. Sie sind von krystallisiertem Arsenikkies, krystallisiertem Quarz und derber Blende begleitet. Auch diese sind wahrscheinlich pseudomorphose Bildungen nach Kalkspath.

Buntkupfererz, pseudomorph nach Kupferglanz.

Das Buntkupfererz kommt zu Nadruth in Cornwallis in Pseudomorphosen nach Kupferglanz vor. Es erscheint in den säulenförmigen Krystallen desselben, und sind durch die rauhe drusige Oberfläche und ein körnig zusammengesetztes Ansehen als solche leicht zu erkennen.

Bleiglanz, pseudomorph nach Kalkspath, Weifsbleierz und Bournonit.

Die Pseudomorphosen des Bleiglanzes nach Grünbleierz sind hinlänglich bekannt. Aber auch nach anderen Mineralien kommt der Bleiglanz pseudomorph vor.

Auf einer Druse von Przibram in Böhmen liegt auf krystallisiertem Quarz und Schwerspath pseudomorpher Bleiglanz nach Formen des Kalkspaths $\frac{1}{2}R.Roo$. Die Krystalle sind knospenförmig zusammengelagert.

An demselben Orte findet sich der Bleiglanz pseudomorph nach Weifsbleierz. Die Krystalle sind glänzend

und zeigen die Streifung der ursprünglichen Krystalle. Theilbarkeit ist deutlich vorhanden, aber nicht parallel den Flächen des Hexaëders, sondern die Theilungsrichtungen liegen parallel den Theilungsflächen des Weifsbleierztes, so dafs ein von vollkommen glatten Flächen umgebener Krystall in der Form des Weifsbleierztes sich herauspalten läfst. Sollten Schwefeldämpfe diese Umwandlung bewirkt haben, und das Weifsbleierz mit metallischem Glanze in der Metamorphose begriffen seyn?

Zu Ragnick in Ungarn kommt der Bleiglanz pseudomorph nach Bournonit vor. Viele Krystalle liegen auf einer Druse von krystallisirtem Kupferkies, Blende und Quarz. Die der Axe parallelen Flächen sind gekörnt, die Endflächen nicht rein ausgebildet, oft die Krystalle von oben herein löchrich und hohl.

Grünerde, pseudomorph nach Hornblende.

In der Gegend von Verona, namentlich an Monte Baldo, kommen grofse Massen Grünerde vor, welche dort einen Handelsgegenstand bilden. Unter derben Stücken findet sich eins, an welchem die Abstammung von einem grofsen Krystall der Hornblende deutlich zu erkennen ist durch drei noch vorhandene Säulenflächen. Sollte vielleicht die Grünerde, wenigstens zum Theil, ihre Entstehung Hornblende und Augitgesteinen, etwa dem Hornblendeschiefer, verdanken? Das angeführte Stück ist von Verona, ohne nähere Angabe des Fundorts.

Kalk, pseudomorph nach Feldspath.

In einer röthlichen specksteinartigen Masse, welche wahrscheinlich auch pseudomorph ist, liegen viele gelblichgraue deutliche Krystalle nach Formen des Feldspaths, welche durch Kalkmasse ersetzt sind. Alle diese Krystalle und solche Stellen, wo Feldspath in kleinen Parthien gelegen zu haben scheint, brausen mit Säuren. Das Stück ist von Mannbach in Thüringen.

Quarz, pseudomorph nach ?

Im Michlenthal, bei Elbingerode, kommen Pseudomorphosen im Quarz vor, welche ursprünglich augitischen (hemiprismatischen) Krystallen anzugehören scheinen. Sie liegen in Zoll grossen und selbst grösseren Säulen, und Fig. 4, Taf. III, giebt einen Begriff ihrer Form. An einem derselben findet sich noch die Fläche σ . Es liegen auf dem Stücke sehr viele, zum Theil aber verbrochene säulenförmige Krystalle, und nur an zweien sind die Endflächen erkennbar. Die Krystalle sind ziemlich scharf und von der Farbe des Prasem.

Quarz, pseudomorph nach Quarz.

An einem derben Stücke Quarz, faserig körnig zusammengesetzt, so dafs die unvollkommen körnige Zusammensetzung deutlich gleichlaufende Fasern bildet, liegen an einem Ende vier Krystallflächen, von denen zwei der Pyramide Q , die beiden andern der Säule Qoo des Quarzes angehören, und zusammen eine Länge von drei Zoll haben. Die Fasern liegen nicht parallel, sondern senkrecht auf der Axe des Krystalls. Auch an anderen Stellen der derben Masse finden sich noch einzelne Flächen. Alle sind matt und gekörnt, und zeigen keine Ueberreste der beim Quarz so häufigen Streifung. Es scheint mir keinem Zweifel unterworfen, dafs diese derbe Masse sich in Abdrücken zerstörter grosser Quarzkrystalle gebildet hat.

IX. Ueber die Säure im Columbit von Nordamerika;
von Heinrich Rose.

Der Columbit von Nordamerika, der dieselbe Krystallform wie der von Bodenmais in Baiern hat, zeichnet sich im Allgemeinen durch ein niedrigeres specifisches Gewicht von letzterem aus. Aber eben so, wie die verschiedenen Krystalle des Bodenmaiser Columbits unter sich eine große Verschiedenheit im spec. Gewicht zeigen, so findet eine ähnliche Verschiedenheit auch bei dem amerikanischen Minerale statt. Die leichtesten Krystalle des Bodenmaiser Columbits haben dasselbe specifische Gewicht (5,704) wie die schwersten Krystalle des nordamerikanischen (5,708) ¹⁾.

Ich habe früher nur zwei Analysen von nordamerikanischen Columbiten angeführt. Von einem derselben war es überhaupt zweifelhaft, ob er aus Amerika stamme. — Ich theile jetzt noch die Resultate einer neuen Analyse des amerikanischen Columbits mit, welche Hr. Grewink in meinem Laboratorium angestellt hat:

Säure	80,06
Eisenoxydul	12,59
Manganoxydul	5,97
Zinnoxyd	0,96
Kupferoxyd mit Bleioxyd	0,44
	<hr/> 100,02.

Das spec. Gewicht war in Stücken 5,323, in Pulverform 5,3202.

Durch die Zusammensetzung, so wie auch durch das spec. Gewicht nähert sich dieser Columbit dem, welchen Hr. Schlieper untersucht hat.

Ich habe früher gezeigt, daß das verschiedene spec. Gewicht der Krystalle des bayerschen Columbits von dem verschiedenen Verhältniß der Niobsäure und der Pelopsäure

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 63, S. 334.

herrühre, welche sich in den verschiedenen Krystallen finden. Das spec. Gewicht dieser beiden Säuren ist sehr verschieden von einander, aber ungleich je nach den Temperaturen, denen sie vor der Wägung ausgesetzt worden waren. Ich werde von diesem merkwürdigen Umstande in einer späteren Abhandlung ausführlich berichten.

Es war mir früher wegen Mangel an Material nicht möglich, gründliche Untersuchungen über die Säuren anzustellen, welche im nordamerikanischen Columbit enthalten sind. Ich erkannte zwar schon früh bei der Entdeckung der Niobsäure, dafs diese den Hauptbestandtheil in der Säure des amerikanischen Columbites ausmache; ob dieselbe indessen mit Pelop- oder mit Tantalsäure verunreinigt sey, konnte ich nicht entscheiden.

Ich wandte mich deshalb an Hrn. Silliman in New-Haven, und derselbe verschaffte mir mit der grössten Bereitwilligkeit eine sehr bedeutende Menge des Minerals (ein halbes Pfund), was um so mehr anzuerkennen ist, als in neueren Zeiten der Columbit in Massachusetts ganz ausserordentlich selten geworden ist.

Eine bedeutende Menge dieses Columbites wurde zur Darstellung der Säure angewandt. Diese auf dieselbe Weise behandelt, wie die aus dem bairischen Columbite, zeigte sich vorzugsweise aus Niobsäure bestehend, mit Pelopsäure verbunden. Aber die Menge der letzteren war bei weitem geringer, als die in dem Bodenmaiser Minerale, so dafs ich glaube, es wäre mir nicht möglich gewesen, die Eigenschaften der Pelopsäure so vollständig zu untersuchen, als es nöthig ist, um dieselbe als eine von der Tantalsäure wesentlich verschiedene Säure zu erkennen, wenn ich nur das amerikanische Mineral, und nicht auch das bairische zu meiner Verfügung gehabt hätte.

Beide Säuren aber waren in allen ihren Eigenschaften so vollkommen gleich den beiden aus dem Bodenmaiser Columbite dargestellten, dafs ich in keiner Hinsicht, auch nicht hinsichtlich des spec. Gewichts, Unterschiede gefunden habe.

Da das spec. Gewicht der Pelopsäure bedeutend höher als das der Niobsäure ist, wenn beide auf gleiche Weise erhitzt worden sind, so erklärt sich dadurch das höhere spec. Gewicht des bairischen Columbites genügend.

Uebrigens habe ich auch in den Säuren aus dem amerikanischen Columbit sehr kleine Mengen von Wolframsäure gefunden, wie in den aus dem Bodenmaiser Fossile.

X. Ueber das Schillern der Krystallflächen; von W. Haidinger.

(Aus den Berichten von den Versammlungen der Freunde der Naturwissenschaften in Wien. Jan. 1847.)

Durch den hier vorgeschlagenen Ausdruck wird das in bestimmten Richtungen orientirte Erscheinen durch Zurückstrahlung von der Oberfläche von nichtmetallischen und metallischen Farben, im gewöhnlichen oder im polarisirten Lichte ausgedrückt.

Hr. H. hatte bereits in einer früheren Versammlung, am 4. Mai des vorigen Jahres, die höchst merkwürdige und wunderschöne Farbenvertheilung am Magnesium-Platin-Cyanür erläutert ¹⁾. Während er seitdem mehre Krystalle, die ähnliche Verhältnisse zeigen, einzeln untersuchte, verschob er die Zusammenstellung zu dem Zwecke der Entwicklung allgemeiner Gesetze auf eine spätere Zeit. Seitdem hat der große schottische Physiker Sir David Brewster, an dessen Namen sich so viele der wichtigsten Entdeckungen in dem gegenwärtigen Zustande unserer optischen Kenntnisse anknüpfen, auch der hier berührten Eigenschaft seine Aufmerksamkeit zugewandt, und die schönen Farbenercheinungen des *chrysamminsäuren Kalis* bei der vorjährigen Versammlung der englischen Naturforscher in Southampton beschrieben. Das 12. Heft von Poggen-dorff's Annalen, 1846, enthält die näheren Angaben. Wenn

1) Annalen, Bd. 68, S. 302.

aber auch die Erscheinungen dort beschrieben werden, so vermifst man doch die Orientirung der Farben zu der Krystallgestalt, und diese ist es, welche der ganzen Erscheinung noch ein viel größeres Interesse verleiht. Hr. Haidinger bemerkte, daß die Krystalle, welche er zu untersuchen Gelegenheit hatte, auch noch sehr Vieles im Dunkeln lassen, was durch künftige Untersuchungen aufgeklärt werden muß, daß es aber doch schon einigermaßen gelungen ist, die einzelnen Erscheinungen auf allgemeinere Gesetzmodificationen zurückzuführen.

Das *Magnesium-Platin-Cyanür*, das Hr. Haidinger Hrn. Prof. Redtenbacher verdankte, in dessen Laboratorium es von Hrn. Dr. Quadrat dargestellt worden ist, wurde bereits früher ausführlicher beschrieben, und es mag hier nur auf die karminrothe Farbe der vierseitigen Prismen, den lasurblauen Glanz der Endfläche und den metallgrünen der der Axe parallelen Seitenfläche verwiesen werden, die sich durch die Anwendung der dichroskopischen Lupe sehr schön beobachten lassen. Das Lasurblaue ist auf allen Krystallflächen unter allen Azimuten vorhanden, aber stets senkrecht auf die Einfallsebenen polarisirt. Der grasgrüne Goldschiller, ähnlich den Flügeldecken gewisser Käfer, ist senkrecht auf die Axe polarisirt. In einer Querstellung erscheint im oberen Felde der dichroskopischen Lupe das metallische Grün, im unteren Blau; in der Längstellung geht sowohl das Grün als das Blau in das untere Bild. Hr. Dr. Springer bestimmte durch Messung den Winkel an der Basis der Grundpyramide dieser Krystalle zu $79^{\circ} 12'$.

Eine andere, gleichfalls von Hrn. Dr. Quadrat dargestellte Verbindung, das *Baryum-Platin-Cyanür*, ist gelb. Es krystallisirt in schwefelgelben Prismen von 100° nach Hrn. von Hauer's Messung, und den beiden Diagonalen. Es zeigt einen schönen lasurblauen Lichtschein auf sämtlichen Prismen- und Diagonalflächen, aber nicht auf der Endfläche. Der Lichtschein ist stets in einer Ebene senkrecht auf die Axe polarisirt.

Das schon von L. Gmelin dargestellte *Kalium-Platin-Cyanür* zeigt auf bloßen gelblichen Krystallen einen bläulichen Lichtschein auf der Endfläche der nadelförmigen vierseitigen Prismen, der in allen Azimuten senkrecht auf die Einfallsebenen polarisirt ist. Auf den Seitenflächen ist der Lichtschein senkrecht auf die Axe polarisirt.

Das *Murexid*, von den HH. Prof. Redtenbacher und Ragski mitgetheilt, ist schwach durchscheinend, sehr dunkelroth, mit einem pistacien-goldgrünen Metallschiller der Oberfläche. Er zerlegt sich auf den breiten Flächen der Quere nach gehalten in ein ordinäres Goldgelb und extraordinäres Smaragdgrün; der Länge nach gehalten, eben so in Messinggelb und Goldgelb in das Tombackbraune geneigt.

Das *grüne Hydrochinon* Wöhler's, von ihm selbst mitgetheilt, ist noch viel dunkler roth, mit einer metallisch goldgrünlänzenden Oberfläche. Diese ist senkrecht auf die feinen wellenförmigen Krystalle orientirt.

Das *oxalsaurer Platin*, von Hrn. Dr. Schneider mitgetheilt, hat einen kupferrothen Schiller in der Richtung senkrecht auf die Axe.

Krystallisirter Indigo ist nach allen Richtungen gleich, im oberen Bilde glänzend, im unteren matt, kupferroth.

Aus der Vergleichung der Cyanüre entwickelte Hr. Berg-rath Haidinger drei verschiedene Arten oder Gesetze des Vorkommens vom Oberflächenschiller, nämlich:

1) Auf der Basis der Prismen in jedem Azimut. Auf den Seitenflächen in die Ebene senkrecht auf der Axe. Kalium-Platin-Cyanür.

2) Kein Schillern auf der Basis. Auf den Seitenflächen in der Ebene senkrecht auf der Axe. Baryum-Platin-Cyanür blau. Magnesium-Platin-Cyanür grün.

3) Schillern auf jeder Fläche unter jedem Azimut. Magnesium-Platin-Cyanür blau.

Der physikalische Vorgang bei der Erscheinung wurde an dem Beispiele des Magnesium-Platin-Cyanürs erläutert. Ein Lichtstrahl fällt auf die Seitenflächen der Krystalle, und zwar in einer durch die Krystallaxe gehenden Ebene.

An

An der Oberfläche wird ein Theil weissen Lichtes zurückgeworfen, natürlich in der Einfallsebene polarisirt. Durch die doppelte Strahlenbrechung bilden sich nun aus dem gebrochenen Theile zwei Spectra, nahe zusammenfallend, aber senkrecht auf einander polarisirt. Nur der rothe Strahl, und zwar für beide Spectra, geht durch den Krystall hindurch. Die übrigen Farben werden von dem Spectrum des ordinären Strahles absorbirt, die von dem Spectrum des extraordinären Strahles aber werden von einer Fläche zurückgeworfen, die, so nahe man will, an, doch stets unter der Oberfläche des Krystalls liegt.

Es wurde dabei bemerkt, daß diese Annahmen der gewöhnlichen Vorstellung von der Natur des Lichtäthers nicht widersprechen, indem erst, nachdem die Lichtwelle durch die erste innere Aetherschicht des brechenden Mittels gedungen sey, sie als in gleichförmiger Materie befindlich betrachtet werden könne.

Hr. Haidinger ersuchte noch um freundliche Mittheilung ähnlicher metallisch schillernder Krystalle zur Untersuchung, die den mit der Darstellung derselben beschäftigten Herren vorkommen sollten.

XI. *Neue Quecksilberwanne;*
 von Professor *Louyet* in *Brüssel*.

Diese Wanne, welche einen möglichst ökonomischen Verbrauch von Quecksilber bezweckt, besteht aus einem länglich vierseitigen Kasten von Eichenholz, in dessen Boden eine sorgfältig abgeschliffene und polirte Glasplatte eingekittet ist, welche in der Mitte einer ihrer kleinen Seiten und parallel ihren langen einen schmalen Ausschnitt besitzt, der einem Loche in dem Boden des Kastens entspricht (siehe Fig. 5, Taf. III). Um die Wanne zu gebrauchen, bedarf man Glasglocken, die am unteren Rande wohl abgeschliffen und durch Glasstöpsel dicht verschließbar sind. Eine solche Glocke wird, nachdem ihr Rand etwas eingefettet worden, mit der einen Hand fest auf den Boden des Kastens niedergedrückt, mit Quecksilber gefüllt, und darauf durch den in der andern Hand gehaltenen Stöpsel verschlossen. Wird nun etwas Quecksilber in den Kasten gegossen, so viel nämlich als nöthig ist, um den Ausschnitt

zu füllen und den Boden einige Millimeter hoch zu bedecken, so läßt sich die Glocke über das Loch schieben, in das die gekrümmte Röhre eingefügt seyn muß, durch welche das aufzufangende Gas entwickelt wird. Um nach dem Gebrauch das Quecksilber ablassen zu können, muß der Kasten in einer Ecke des Bodens mit einem eisernen Hahn versehen seyn. Der Kasten ist 23 Centimet. lang, 17 breit und $4\frac{1}{2}$ hoch. (*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p. 406.*)

XII. *Das Reflexions-Anemometer und sein Gebrauch; von G. Aimé.*

Das Reflexions-Anemometer besteht aus einem Spiegel und einer Bussole, die zusammen auf einem Brettchen befestigt sind. Die Bussole ist von 2 zu 2 Graden in 360° getheilt, und der Nullpunkt der Theilung entspricht einem auf die Bussole eingeschnittenen Pfeil, der den Buchstaben *N* (Nord) trägt. Durch Parallelstriche, die in Berührung mit der Folie auf der Rückseite des Glases mit dem Diamant gezogen sind, ist der Spiegel in mehre Streifen getheilt. Einige dieser Linien sind mit dem Pfeil der Bussole parallel, die anderen winkelrecht darauf. Um das Instrument zur Messung der Wolkenrichtung anzuwenden, setzt man zunächst die Magnetnadel in Freiheit, indem man eine kleine Feder niederdrückt. Dann stellt man das Instrument mitten in einem Hof oder an einem Ort, wo man einen großen Theil des Himmels übersehen kann, horizontal auf. Man beobachtet die Bewegung der Wolken im Spiegel, indem man letzteren so dreht, daß die Wolken in Richtung der mit dem Pfeile parallelen Striche gehen. Ueberdies muß das Brettchen so gestellt werden, daß die Wolken auf die Spitze des Pfeiles zugehen, d. h. diese Spitze gegen die auf das Zenith zugehenden Wolken gerichtet sey. Hat man sich überzeugt, daß die Wolken den auf dem Spiegel gezogenen Strichen gut parallel gehen, so liest man den entsprechenden Theilpunkt am Nordpol oder blauen Ende der Nadel ab. Man erhält dadurch den Winkel der Windesrichtung mit dem magnetischen Meridian, und, wenn man die magnetische Abweichung kennt, auch den, welchen sie mit dem astronomischen Meridian macht.

Um die Bewegung der Wolken gegen die Striche auf dem Spiegel gehörig zu ermitteln, muß das Auge des Beob-

achters eine feste Lage haben. Zu dem Ende ist der Apparat mit kleinen zugespitzten Kupferständern versehen, die nach Belieben verkürzt oder verlängert werden können. Einer dieser Ständer wird neben dem Spiegel aufgestellt, und sein Bild im Spiegel beobachtet, indem man sich so stellt, daß das Bild der Spitze einem Durchschnitt der auf den Spiegel gezogenen Linien entspricht. Man betrachtet abwechselnd die Wolke und das Bild der Spitze. Geht die Wolke den Linien nicht parallel, so dreht man den Spiegel ein wenig in zweckmäßiger Richtung, und giebt dem Ständer eine neue Stellung, welche ebenfalls das Bild seiner Spitze mit dem Durchschnitte zweier Linien auf dem Spiegel zusammenfallen läßt.

Um sich mit dem Gebrauch dieses Instruments vertraut zu machen, muß man damit anfangen, wenn wohl begränzte, vereinzelte und sich schnell bewegende Wolken am Himmel sichtbar sind. Die Messungen sind um so genauer, je mehr man sich Wolken bedient, die dem Zenith nahe sind.

In gewissen Fällen kann das beschriebene Anemometer zur Bestimmung der Höhe oder Geschwindigkeit der Wolken dienen. Angenommen der zugespitzte Ständer sey neben den Spiegel gesetzt, und man habe sich so gestellt, daß man das Bild seiner Spitze und das einer kleinen Wolke sich decken sieht. Rückt die Wolke fort, so muß man sich anders stellen, damit die beiden Bilder sich wieder decken. Der von diesen beiden Bildern auf dem Spiegel zurückgelegte Weg wird sich zu dem in Wirklichkeit von der Wolke durchlaufenen Weg verhalten wie die Höhe der Spitze über dem Spiegel zur Höhe der Wolke über dem Beobachter, oder es wird seyn $c : C :: h : H$.

Der von der Wolke durchlaufene Weg, dividirt durch die Zeit t , giebt die Geschwindigkeit. Haben die Striche auf dem Glase einen bekannten Abstand, so wird es leicht seyn, mittelst einer Secundenuhr die Zeit zu bestimmen, welche die einander deckenden Bilder gebrauchen, um von einer Linie zur andern zu gehen. Das erste Glied: c , dividirt durch t , ist also leicht berechnet, h ist im Voraus bekannt, es bleiben also bloß C und H unbekannt. Kennt man die Höhe der Wolken, so ergiebt sich daraus ihre Geschwindigkeit; kennt man die Geschwindigkeit, so geht daraus die Höhe hervor. An Orten, wo Berge von bekannter Höhe vorhanden sind, berechnet sich die Höhe der Wolken, wenn man untersucht, an welchem Ort sie die Berge

treffen, und daraus ergibt sich ihre Geschwindigkeit. Be-
findet man sich an einem Ort, der eine große Ebene be-
herrscht, so wird es möglich seyn, die Geschwindigkeit der
Wolken aus dem Gange ihrer Schatten herzuleiten. In
diesem Falle wird auch ihre Höhe bekannt seyn. Um mit
Bequemlichkeit zu verfahren, muß man eine Specialkarte
der Gegend zur Hand haben. Man trägt mit Bleistift den
Ort des Schattens ein und zeichnet die Zeit auf, man ver-
folgt den Schatten eine Zeit lang, und wiederholt das Ver-
fahren; dadurch lernt man den von der Wolke durchlau-
fenen Weg genau kennen. (*Ann. de chim. et de phys.*,
Ser. III, T. XVII, p. 498.)

XIII. *Gefrieren des Quecksilbers innerhalb drei Secunden in einem glühenden Tiegel.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Faraday an Hrn. Boutigny.)

— Ich habe einen Versuch angestellt, den ich nicht in
Ihrem Werke finde, obgleich er sich einem von Hrn. Du-
mas ausgeführten nähert, der daselbst, p. 102, beschrieben
ist ¹⁾. Mittelst des sphäroidalen Zustands war es mir mög-
lich, Quecksilber mit der größten Leichtigkeit in einem roth-
glühenden Tiegel zum Gefrieren zu bringen. Zuvörderst
machte ich einen Platintiegel rothglühend und erhielt ihn
darin, dann brachte ich Aether hinein, darauf starre Koh-
lensäure, und endlich tauchte ich in das im sphäroidalen
Zustand befindliche Gemenge eine Metallschale mit etwa 31
Grammen Quecksilber; innerhalb zwei bis drei Secunden
war diefs erstarrt. *Es scheint sehr seltsam, das Queck-
silber aus einem rothglühenden Tiegel gefroren hervorkommt.*
(*Ann. de chim. et de phys.*, *Ser. III, T. XIX, p. 383.*)

1) Hr. D. schüttete in eine sehr flache Silberschale, die weißglühend ge-
macht war, erstlich starre Kohlensäure, dann Wasser und zuletzt was-
serfreie schwellige Säure. *C'était une véritable macédoine physico-
chimique*, sagt Hr. Boutigny, *dans laquelle il ne manquait que le*
*principe fondamental des théories de la chaleur: l'équilibre du ca-
lorique* (*Nouvelle Branche de la physique ou études sur les corps*
à l'état sphéroïdal par P. H. Boutigny d'Evreux, Paris 1847). P.

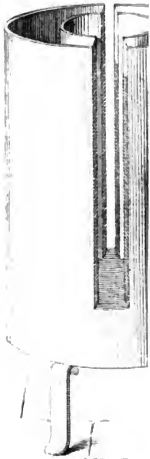
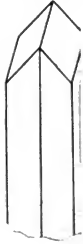


Fig. 11. III In K v Esch A del

1
2

102

2





This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

JUL 31 1936

Widener Library



3 2044 089 553 671