

**JOURNAL**  
FÜR  
**PRAKTISCHE**  
**CHEMIE**

HERAUSGEGEBEN

VON

**OTTO LINNÉ ERDMANN**

ORD. PROF. D. TECHN. CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU LEIPZIG

UND

**RICHARD FELIX MARCHAND**

PRIVATDOCENT A. D. UNIVERSITÄT U. LEHRER D. CHEMIE A. D.  
K. PR. ARTILLERIE- U. INGENIEURSCHULE ZU BERLIN.

**JAHRGANG 1842.**

**DRITTER BAND.**

---

**LEIPZIG 1842.**

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

# JOURNAL

FÜR

PRAKTISCHE

# CHEMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

**OTTO LINNÉ ERDMANN**

ORD. PROF. D. TECHN. CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU LEIPZIG

UND

**RICHARD FELIX MARCHAND**

PRIVATDOCENT A. D. UNIVERSITÄT U. LEHRER D. CHEMIE A. D.  
K. PR. ARTILLERIE- U. INGENIEURSCHULE ZU BERLIN.

**SIEBEN UND ZWANZIGSTER BAND.**

UNTER MITWIRKUNG

DER HERREN

ARTUS, HERMANN, HOCHSTETTER, LEHMANN, NASSE, SCHEFFER  
VOGEL jun., WERTHER

---

**LEIPZIG 1842.**

VERLAG VON JOHANN AMBROSIVS BARTH.

	Seite
XXI. Ueber die Umwandlung des Baldriansäles in Borneocampher und in Laurineencampher. Von Gerhardt.	141
XXII. Porcellanerde.	147
XXIII. Literarische Nachweisungen.	148

### Drittes Heft.

XXIV. Apparat zur organischen Analyse. Von O. L. Erdmann und R. F. Marchand.	129
XXV. Beschreibung einiger neuer organischer Basen, dargestellt durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf Verbindungen der Kohlenwasserstoffe mit Untersalpetersäure. Von N. Zinin. Bemerkung zu vorstehender Abhandlung des Hrn. Zinin. Von J. Kritzsche.	140 153
XXVI. Ueber die Galle.	153
XXVII. Untersuchungen über die Fäulnis des Holzes. Von Hermann.	165
XXVIII. Ueber die wie Kork auf Wasser schwimmenden Mauersteine der alten Griechen und Römer, deren Nutzen, leichte Nachbildung, und reichlich vorhandenes Material in Deutschland und Berlin. Von Ehrenberg.	178
XXIX. Ueber den Granit des Riesengebirges. Von G. Rose.	182
XXX. Ueber die Ausdehnung der Gase. Von G. Magnus.	190
XXXI. Literarische Nachweisungen.	192

### Viertes Heft.

XXXII. Untersuchungen über einige Gegenstände aus dem Gebiete der Atomtheorie. Von R. F. Marchand und Th. Scheerer.	197
Ueber die Zusammendrückbarkeit der Metalle.	198
I. Kupfer.	207
II. Antimon.	209
III. Wismuth.	210
XXXIII. Ueber die Galvanographie. Von Jacobi.	210
XXXIV. Untersuchungen über die Zusammensetzung der eingeschlossenen Luft. Von Leblanc.	215
XXXV. Ueber den Siedepunct des Wassers in Gefässen verschiedener Natur.	228
XXXVI. Ueber die Dragonreihe. Von A. Laurent.	232
XXXVII. Ueber die Entstehung der Baldriansäure aus Indigo.	250
XXXVIII. Bereitung der Chromsäure.	252
XXXIX. Ueber den Copal.	252
XXXX. Cetin, Aethyl und einige ätherische Oele, analysirt von J. Stenhouse.	253

Journal de Chimie Analytique  
Fünftes Heft.

XLI. Untersuchungen über den menschlichen Harn. Von Dr. C. G. Lehmann.	Seite 257
XLII. Ueber die Bestandtheile der Knochen in einigen Krankheiten. Von H. Nassé.	277
XLIII. Untersuchung der Moleculärveränderungen, welche der Zucker, unter dem Einflusse des Wassers, und der Wärme erleidet. Von R. Soubeiran.	281
XLIV. Ueber verschiedene Verbindungen, das Azocinnamylhydrat, Imabenzyl etc. Von A. Laurent.	309
Zusatz.	317
XLV. Geschmolzene Verbindung von Kieselerde und Kohle.	318
XLVI. Bereitung von Sauerstoffgas.	—
XLVII. Basisch-schwefelsaures Quecksilberoxyd.	319
XLVIII. Literarische Nachweisungen.	—
Literatur.	330

Sechstes Heft.

XLIX. Ueber die chemischen Typen. Von J. Dumas und Piria.	331
L. Ueber die Umwandlung der Benzoësäure in Hippursäure im thierischen Organismus. Von Garrod.	356
LI. Ueber die Zusammensetzung des Paraffins. Von Lewy.	360
LII. Ueber eine neue Verbindung von Chlor und Sauerstoff. Von Millon.	363
LIII. Ueber die Tension der concentrirten Schwefelsäure in getrockneter Luft. Von A. Vogel jun.	369
Nachschrift.	372
LIV. Ueber das Verhalten des Quecksilberoxyds gegen eine Auflösung von Chlorcalcium. Von Carl Hochstetter.	373
LV. Untersuchung über die Zusammensetzung einiger Mineralien. Von Carl Hochstetter.	375
LVI. Bericht über einige Producte der gegenseitigen Einwirkung von Aethyl und Schwefelkohlenstoff. Von de la Provostaye und Desains.	378
LVII. Analyse des Schiesspulvers.	379
LVIII. Anwendung des Boraxglases zur quantitativen Analyse.	380
LIX. Atomgewicht des Stickstoffes.	381
LX. Zur Bereitung des Goldschwefels (Sulphur auratum antimonii). Von Wilibald Artus.	—
Literatur.	383

## Siebentes und Achstes Heft.

	Seite
<b>LXI.</b> Ueber einige Verbindungen der Urans. Von Ebelmen.	385
<b>LXII.</b> Bemerkungen über die Bildung von Verbindungen des Bors und Siliciums mit Stickstoff und gewissen Metallen. Von W. R. Balmain.	423
<b>LXIII.</b> Ueber ein neues Doppelsalz von oxalsaurem Chromoxyd und Kalk. Von Henry Croft.	431
<b>LXIV.</b> Ueber die Bereitung eines sehr wirksamen, an Kohlensäure reichen Eisen- oder Stahlwassers. Von Willibald Artus.	485
<b>LXV.</b> Untersuchungen über die chemische Classification der organischen Substanzen. Von Ch. Gerhardt. I. Theoretischer Theil.	486
<b>LXVI.</b> Untersuchungen über die Verdauung. Von Buchardat und Sandras.	488
Nachschrift. Von C. G. Lehmann.	490

130	
133	
134	
135	
136	
137	
138	
139	
140	
141	
142	
143	
144	
145	
146	
147	
148	
149	
150	
151	
152	
153	
154	
155	
156	
157	
158	
159	
160	
161	
162	
163	
164	
165	
166	
167	
168	
169	
170	
171	
172	
173	
174	
175	
176	
177	
178	
179	
180	
181	
182	
183	
184	
185	
186	
187	
188	
189	
190	
191	
192	
193	
194	
195	
196	
197	
198	
199	
200	

## I.

# Ueber die Verbindungen des Chlors mit den Basen.

Von

GAY-LUSSAC.

(*Compt. rend. Juin 1842. p. 927.*)

Der grössere Theil der Chemiker hatte die Ansicht von Berthollet angenommen, dass das Chlor, wenn es in eine alkalische Auflösung tritt, sich direct mit der Basis verbindet und ein Chlorür des Oxyds bildet, das sich so lange als solches erhält, bis die Unlöslichkeit, welche durch die Sättigung der Basis und eine genügende Concentration der Flüssigkeit thätig wird, die Theilung in Metallchlorür und chlorsaures Salz bedingt.

Berzelius erschütterte diese Meinung zuerst, indem er zeigte, dass eine Auflösung von kohlensaurem Kali, gesättigt mit Chlorkalium, in welche man einen Chlorstrom leitet, bald, ohne das geringste Auftreten von Sauerstoff, Chlorkalium absetzt, welches er für neu gebildet hält. Dieses Resultat würde wirklich zu beweisen scheinen, dass in derselben Zeit, da sich das Chlorkalium niederschlägt, eine oxydirte Verbindung sich bilden müsse, welche in der Auflösung bleibe; allein man kann fragen, ob nicht die Bildung von Chlorkalium vielmehr einer Störung der Löslichkeitsverhältnisse zuzuschreiben sei, welche durch das Hinzutreten des Chlors zu der Auflösung bewirkt werde, als der Bildung einer neuen Menge dieses Salzes. Wenigstens ist es gewiss, dass der Versuch von Berzelius, so interessant er auch ist, nicht entscheidend genug ist, um zu

## § Gay-Lussac, üb. die Verbind. d. Chlors mit d. Basen.

beweisen, dass das in eine Kallauflösung geleitete Chlor nicht eine directe Verbindung mit dieser Basis, sondern vielmehr zugleich Chlorkalium und ein Kalisalz bilde, welches letztere von chlorsaurem Kali verschieden ist, da es eine sehr energisch entfärbende Kraft besitzt.

Man verdankt dem Hrn. Soubeiran zwei Versuche, welche des Hrn. Berzelius Theorie unterstützen und sehr wahrscheinlich machen \*).

Dieser geschickte Chemiker zersetzte eine Auflösung von Chlorkalk durch kohlensaures Ammoniak und erhielt eine entfärbende Flüssigkeit, welche, wenn sie nicht allzu concentrirt ist, sich bei gewöhnlicher Temperatur ohne merkliche Zersetzung erhält. Da nun eine Auflösung von Chlor und Ammoniak sich unter denselben Umständen augenblicklich zersetzt, so muss es ziemlich wahrscheinlich erscheinen, dass in dem Chlorür des Ammoniaks und eben so in dem Chlorür des Kalkes, wodurch man es hervorgebracht hat, das Chlor weder mit Kalk noch mit Ammoniak verbunden ist, und dass es darin im Zustande einer besondern Säure, einer wahren Chlorsäure, sich befindet \*\*).

Der andere Versuch des Hrn. Soubeiran ist viel entscheidender. Er dampfte eine Auflösung von Chlornatron im luftleeren Raume bei niedriger Temperatur ein und erhielt Krystalle von Kochsalz und einen Rückstand, der, mit Wasser verdünnt, bis zum ursprünglichen Volumen der Flüssigkeit gebracht wurde und entschieden die entfärbende Kraft derselben behalten hatte.

Demzufolge muss dieser bleichende Rückstand die ganze Sauerstoffmenge des Natrons, das in Kochsalz verwandelt ist, enthalten, und dieser Sauerstoff muss nach allen Analogien mit Chlor, nicht aber mit Natron verbunden sein.

Es war mithin sehr wahrscheinlich geworden, dass in dem Augenblicke, wo das Chlor sich mit einer Sauerstoffbasis verbindet, sich eine Sauerstoffverbindung des Chlors bilde. Aber

---

\*) *Ann. de chim. et de phys. T. XLVIII. p. 113.*

\*\*\*) Man könnte jedoch mit Recht bemerken, dass, obgleich das Ammoniak bei der unmittelbaren Berührung mit Chlor zersetzt wird, daraus noch nicht folgt, dass dasselbe bei dem Versuche des Hrn. Soubeiran stattfinden müsse; die Umstände sind nicht mehr durchaus dieselben.

## Gay-Lussac, üb. die Verbind. d. Chlors mit d. Basen. 3

was war die Natur derselben? Denn weder Berzelius's noch Soubeiran's Versuch lehrt irgend etwas hierüber.

Berzelius war geneigt, anzunehmen, dass diese Sauerstoffverbindung des Chlors diejenige sei, welche Graf Stadion entdeckt hat und welche nach den Versuchen von H. Davy und mir die Formel  $\text{Cl}_2\text{O}_4$  erhalten hat; aber der berühmte Chemiker, von dem Gedanken ausgehend, dass die Oxydationsreihe des Chlors 1, 3, 5, 7 sein müsse, erhob Zweifel über diese Formel und nahm die Formel  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  an; Soubeiran, einer so gewichtigen Meinung nachgebend, hat gleichfalls dieselbe Formel angenommen. Wenn nun auch die vom Grafen Stadion entdeckte Chlor- und Sauerstoffverbindung  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  statt  $\text{Cl}_2\text{O}_4$  war, so blieb doch nichtsdestoweniger immer das Auftreten derselben in den Chlorüren der Oxyde, ja selbst ihre Zusammensetzung noch nachzuweisen, welche später durch theoretische Analogien in Zweifel gesetzt wurde.

So war der Stand der Frage, als Hr. Balard seine schönen Untersuchungen über die Natur der bleichenden Chlorverbindungen (*Ann. de chim. et de phys.* LVII. 225) \*) bekannt machte.

Dieser Chemiker behandelte rothes, in Wasser zertheiltes Quecksilberoxyd mit Chlor und erhielt eine besondere Säure, aus gleichen Äquivalenten Chlor und Sauerstoff gebildet, welcher er den Namen *unterchlorige Säure* gab, in Folge der Analogie, welche er mit der unterschwefligen Säure zu entdecken glaubte. Das Chlor wird vom Quecksilberoxyd mit grosser Energie absorbirt; es bildet sich nach Balard unterchlorigsaures Quecksilber und ein Oxychlorür des Quecksilbers; erhitzt man dann, so trennt sich die unterchlorige Säure vom Quecksilberoxyd und verflüchtigt sich mit dem Wasser. Es gelang nun Balard, sie davon zu trennen und in Gasgestalt aufzufangens und zwar durch salpetersauren Kalk, der das Wasser aufnimmt.

Diese merkwürdige Verbindung hat dieselbe Farbe wie Chlor, nur ein wenig dunkler. Der Geruch, obgleich an einen schwachen Chlorgeruch erinnernd, ist doch ganz eigenthümlich. Sie ist wenig beständig und zersetzt sich in wenigen Minuten am Sonnenlichte ohne Detonation. Das Wasser löst wenigstens da, Hundertfache seines Volumens auf, und diese Lösung ist selbst

\*) D. Journ. IV. 153.



#### 4 Gay-Lussac, üb. die Verbind. d. Chlors mit d. Basen.

farblos und ausgezeichnet entfärbend. Diese Säure entwickelt mit Aufbrausen Kohlensäure aus den Carbonaten, ja vertreibt sogar die Essigsäure und bildet mit den Alkalien entfärbende Verbindungen, welche alle Eigenschaften derjenigen haben, die man mit dem Chlor erhält. Ihre Einwirkung auf die Körper gehört zu den allerkräftigsten, und sowohl durch ihre leichte Zersetzbarkeit, als durch die eigenthümliche Verwandtschaft jedes ihrer Elemente, des Chlors und des Sauerstoffes, übertrifft sie sogar die Salpetersäure durch die Stärke ihrer Einwirkung.

Eben so oxydirt sie Brom und Jod und verwandelt Selen augenblicklich in Selensäure. Endlich erkannte noch Hr. Balard, dass sie aus 2 Vol. Chlor und 1 Vol. Sauerstoff gebildet wird, und dass eben so, wie bei dem Wasser, die Condensation  $\frac{1}{3}$  des ganzen Volumens ihrer Elemente beträgt.

Diese Eigenschaften der unterchlorigen Säure können über ihre Natur als neue eigenthümliche Verbindung nicht den geringsten Zweifel übrig lassen; aber sind sie auch etwa beweisend genug nach den Umständen ihrer Bildung, um bestimmt zu entscheiden, dass sich diese Säure in dem Augenblicke der Verbindung des Chlors mit den Basen bildet?

Berzelius, der mehrere Bände der neuen Ausgabe seines *Lehrbuches der Chemie* nach den Untersuchungen von Balard herausgegeben hat, berichtet sie in einem Nachtrage im fünften Bande der deutschen Uebersetzung S. 440, ohne sie zu erörtern oder etwas daraus zu schliessen, ohne Zweifel in Erwartung neuer Aufklärungen, ehe er sich entscheide.

Hr. Martens, dem wir eine interessante Abhandlung über die Verbindungen des Chlors mit den Basen verdanken (*Ann. de chim. et de phys.* LXI. 263) \*), erörtert zuerst die Versuche von Balard und bleibt doch nichtsdestoweniger bei der Meinung, dass die bleichenden Chlorüre directe Verbindungen des Chlors mit den Basen und keine unterchlorigsaurigen Salze seien.

Endlich hat noch neuerdings Hr. Millon (*Journ. de pharm.* XXV. 595) \*\*) die Chlorüre der Oxyde angenommen und behauptet, dass das Chlor, welches sich mit den einfach oxydirten Basen

\*) Dies. Journ. VIII. 265.

\*\*) Ebendas. XVIII. 291 u. XXIII. 295.

verbindet, den Sauerstoff ersetze, den sie zur Superoxydation aufnehmen könnten, dass also das Kali, dessen Superoxyd 3 Aeq. Sauerstoff enthält, 2 Aeq. Chlor aufnehmen müsse und auch wirklich aufnehme, während das Natron nur 1 Aeq. aufnimmt; da das Superoxyd desselben nach den neuesten Untersuchungen, die er angestellt, nur 2 Aeq. Sauerstoff enthält.

Diese Theorie des Hrn. Millon ist nur eine Anwendung des allgemeinen Grundsatzes, dass die Körper von sehr nahestehenden Eigenschaften, wie Chlor und Sauerstoff, entsprechende Verbindungen in denselben Verhältnissen bilden und sich gegenseitig ganz oder theilweise ersetzen können; aber dieser Grundsatz tritt hier nicht in die Wirklichkeit und keine Thatsache leiht ihm hier einen Stützpunkt.

Es wäre mithin ohne Interesse, sich länger dabei aufzuhalten, und ich muss mich beeilen, zu den Beobachtungen zu kommen, welche von mir selbst gemacht sind. Um dieselben zu rechtfertigen, muss ich es vorausschicken, dass Hr. Balard nur eine Aehrenlese übrig gelassen hat, und ich werde mich glücklich schätzen müssen, wenn es bei dem Versuche, den ich mir vorgenommen habe, mir gelingen sollte, die letzten Zweifel, die bei einigen Chemikern zurückgeblieben sind, zu heben, nämlich Zweifel über die wahre Natur dieser entfärbenden Verbindungen, welche das Chlor bildet, wenn es sich mit den Basen vereinigt.

Chlor wirkt, wie ich schon angeführt habe, auf das in Wasser zertheilte Quecksilberoxyd \*) mit einer erstaunlichen Kraft. Wenn man passende Mengen anwendet, so bildet sich nur Quecksilberchlorid und unterchlorige Säure, welche beide im Wasser aufgelöst bleiben. Mit einem Ueberschusse der Basis würde man auch Oxychlorür des Quecksilbers erhalten, aber das Chlor würde diess später eben so angreifen wie das Oxyd, und man würde dieselben Resultate erhalten.

Die Erklärung und Würdigung dieses Versuches lässt sich auf eben so einfache als genügende Weise bewerkstelligen. Man nimmt eine wässrige Auflösung des Chlors von bekannter

---

\*) Statt des Quecksilberoxyds kann man die Rückstände vom schwefelsauren Quecksilberoxyd anwenden, die man so oft in den Laboratorien erhält.

## 6 Gay-Lussac, üb. d. Verbind. d. Chlors mit d. Bases

Stärke und schüttet in kleinen Mengen fein in Wasser zertheiltes Quecksilberoxyd hinein \*). Ein leichtes Umrühren lässt das Oxyd alsbald verschwinden; es entwickelt sich nichts und die Flüssigkeit wird vollkommen durchsichtig. Sobald sie leicht trübe und gelblich bleibt, durch einen kleinen Ueberschuss des Oxyds, das in Suspension bleibt, so lässt man sie durch Ruhe sich wieder klären. Prüft man sie nun mit dem Chlorometer, so findet man für sie dieselbe Stärke wie für die Chlorauflösung (wenn man nämlich auf die kleine, durch Zusatz des Oxyds bewirkte Volumeveränderung Rücksicht nimmt).

Ein gegebenes Volumen dieser Flüssigkeit, das man zu  $\frac{1}{2}$  abdestillirt, giebt ein Product, das, wenn es durch Verdünnung mit Wasser wieder sein ursprüngliches Volumen erhält, genau dieselbe Stärke hat wie die Flüssigkeit vor der Destillation.

Endlich lässt die Mercurialflüssigkeit während der Destillation kein Oxyd fallen und der Rückstand ist sehr reines krystallisirbares Quecksilberchlorid. Aus diesen Thatsachen ergibt sich nun *Zuerst*, dass die unterchlorige Säure, die aus der Einwirkung des Chlors auf Quecksilberoxyd entsteht, ganz frei in der Flüssigkeit bleibt, ohne mit diesem Oxyd eine Verbindung einzugehen, denn wenn diese stattgehabt hätte, so würde nothwendig die Destillation durch Zerstörung dieser Verbindung einen Niederschlag von Quecksilberoxyd bewirkt haben.

*Zweitens* dass, da sich Quecksilberchlorid bildete, ohne dass eine Entwicklung von Sauerstoff stattfand, die chlorhaltige Flüssigkeit den Sauerstoff, der das Aequivalent für das entstandene Chlorid bildet, aufgenommen haben muss.

*Drittens* dass, da die entfärbende Kraft trotz der Entfernung des Chlors keine Aenderung erlitt, der Verlust an Kraft, der aus dieser Entziehung entspringen müsste, vollkommen durch die entfärbende Kraft des aufgenommenen Sauerstoffes ersetzt worden sein muss.

*Viertens* endlich dass, da die unterchlorige Säure in der Flüssigkeit frei von aller Verbindung ist, sie die Menge des angewandten Chlors, weniger das im Quecksilberchlorid enthal-

---

\*) Das Oxyd, welches man durch Zersetzung von Quecksilberchlorid mit Kali erhält, erfüllt sämtliche Bedingungen.

## Gay-Lussac, üb. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen. 7

tere, und die Sauerstoffmenge enthalten muss, welche das Metall beim Eingehen der neuen Verbindung entweichen liess.

Die Analyse der unterchlorigen Säure beschränkt sich daher auf die Kenntniss der Chlormenge vor der Sättigung mit Quecksilberoxyd und die Zersetzung des entstandenen Quecksilberchlorids durch ein Alkali, etwa Kali, wobei man das niedergeschlagene Oxyd sammelt.

Dieses Oxyd wird zugleich die Menge des entzogenen Chlors und des ersetzenden Sauerstoffes angeben. Folgenden sind die Ergebnisse eines Versuches:

Chlorlösung	265 Cb. C.
Stärke dieser Lösung	219,5° *).
$265 \text{ Cb. C.} \times \frac{219,5^\circ}{100}$	= 581,7 Cb. C. Chlor.

Quecksilberoxyd, gesammelt	2,855 Gr.,
dessen Sauerstoff dem Volumen nach	146 Cb. C.
dem entspricht 1 Vol. Chlor	292 —

Mithin wurden 581,7 Cb. C. Chlor angewandt; man findet mittelst des Sauerstoffes im Quecksilberoxyd davon wieder 292 Cb. C. oder beinahe die Hälfte, welche sich mit dem Quecksilberchlorid verbunden hatten. Die andere Hälfte des Chlors hat sich mit 146 Cb. C. Sauerstoff verbunden, welche fast genau einander als Aequivalente entsprechen. Es ist mithin deutlich, dass bei der Einwirkung des Chlors auf Quecksilberoxyd das Chlor sich in 2 gleiche Theile theilt, deren einer sich mit dem Quecksilber verbindet, indessen der andere an den Sauerstoff tritt, um unterchlorige Säure zu bilden, welche also gleiche Aequivalente jedes ihrer Elemente enthält. Hr. Balard giebt ihr die Formel  $\text{Cl}_4\text{O}_2$ , aber wir werden beweisen, dass dieselbe modificirt werden müsse.

Hr. Balard war im Stande, sich die unterchlorige Säure in gasförmigem Zustande zu verschaffen, indem er eine concentrirte Auflösung derselben mit trockenem salpetersaurem Kalk über Quecksilber brachte, aber dieses Verfahren, welches ich mehrmals wiederholt habe, gab mir nur sehr unvollkommene

---

\*) Eine Auflösung zu 100° enthält genau ihr eigenes Volumen Chlor bei 0° und unter dem Drucke von 0,760 M.; bei 219,5° enthält sie 219,5 mal so viel.

## **S Gay-Lussac; ab. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen.**

Resultate, und wenn ich nach der gelben Farbe urtheile, welche dunkler ist als Chlor und von Hrn. Balard dieser gasförmigen unterchlorigen Säure als Eigenschaft zuertheilt wird, während die Säure, die ich durch ein abweichendes Verfahren mir darstelle, stets farblos ist, so kann er selbst die Säure auch nur sehr unrein erhalten haben.

Dieses sehr einfache Verfahren besteht darin, dass man trocknes Chlor und trocknes Quecksilberoxyd mit einander in Berührung bringt. Man füllt eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel von 100—150 Cb.C. Inhalt, deren Stöpsel an dem obern Drittel seines Umfangs ein wenig betalg't ist, mit Chlor, so dass die Flasche hermetisch geschlossen ist, ohne dass das Chlor oder die unterchlorige Säure den Talg angreifen kann. Ist die Flasche mit Chlor gefüllt, so nimmt man eine an einem Ende geschlossene Glasröhre, die in die Flasche hineingeht, und füllt dieselbe ungefähr bis auf  $\frac{2}{3}$  Drittel mit Quecksilberoxyd und das übrige Drittel mit feinem getrocknetem Sande, bringt sie, mit dem geschlossenen Ende nach unten, in die Flasche hinein, und nachdem man den Stöpsel aufgesetzt hat, schüttet man den Sand und das Quecksilberoxyd heraus. Nach einigen Secunden verschwindet die Farbe des Chlors und die Operation ist beendigt. Öffnet man die Flasche unter Quecksilber, so füllt sie sich damit fast bis zur Hälfte; mit Wasser ist die Absorption sehr heftig und fast vollständig.

Ich habe verschiedene Versuche über die Volumenverminderung der Elemente der unterchlorigen Säure angestellt; da ich aber einige Schwierigkeiten antraf, die von der spätern Einwirkung des Ueberschusses an Quecksilberoxyd auf die Säure herrühren, einer Einwirkung, welche allmählig die Zersetzung derselben unter Ausscheidung von Sauerstoff bewirkt, so habe ich es für unnütz gehalten, mich bei Ueberwindung dieser Schwierigkeiten aufzuhalten, zumal da Hr. Balard eine Contraction erhalten hat, die der bei den Elementen des Wassers vor sich gehenden entspricht, und meine Resultate ganz ähnlich ausgefallen sind.

Hr. Balard schreibt, wie ich schon erwähnt habe, der gasförmigen unterchlorigen Säure eine intensivere gelbe Färbung zu als dem Chlor. Ich habe sie immer nur ganz

farblos gehen, selbst in den wässrigen oder alkalischen Auflösungen, welche mehr als ihr 20faches Volumen enthalten.

Diese Säure ist sehr wenig beständig; im gasförmigen Zustande explodirt sie bisweilen bei gewöhnlicher Temperatur; im Wasser aufgelöst, hat sie grössere Beständigkeit, dennoch zersetzt sie sich auch hier freiwillig nach und nach. Das Sonnenlicht beschleunigt namentlich ihre Zersetzung, besonders wenn sie concentrirt ist; sie zerfällt in Chlor, Sauerstoff und Chlorsäure; die Lösung enthält auch ein wenig Chlorwasserstoffsäure, aber diese ist gewiss durch die spätere Einwirkung des frei gewordenen Chlors auf Wasser hervorgebracht.

Die unterchlorige Säure ist in Wasser sehr auflöslich. Ohne einen genauen Versuch darüber gemacht zu haben, glaube ich mit Hrn. Balard, dass es mehr als sein 100faches Volumen von derselben aufzulösen vermag.

Da ein gegebenes Volumen unterchlorige Säure ein gleiches Volumen Chlor und ein halbes Volumen Sauerstoff enthält und diese beiden Körper in der Säure genau dieselbe bleichende Kraft haben, so geht daraus hervor, dass die Stärke einer Auflösung von unterchloriger Säure seiner einen Hälfte nach dem Chlor, der andern Hälfte nach dem Sauerstoffe zugeschrieben werden muss.

Wenn also eine Auflösung die Stärke von  $1100^{\circ}$  hat, so würden davon  $550^{\circ}$  dem Chlor und  $550^{\circ}$  dem Sauerstoffe angehören, sie würde  $5\frac{1}{2}$  mal ihr Volumen an unterchloriger Säure enthalten, oder das  $5\frac{1}{2}$  fache Volumen Chlor und das  $2\frac{1}{2}$  fache Volumen Sauerstoff.

Wenn man eine Lösung von unterchloriger Säure bei der Temperatur des siedenden Wassers erhält, so zersetzt sie sich wie im Lichte, es bildet sich dann chlorige Säure und ein Gemenge von Chlor und Sauerstoff, in welchem das Chlor überwiegt. In einem Versuche fand ich das Volumen des Chlors 5mal so gross als das des Sauerstoffes. Die Zersetzung der unterchlorigen Säure ist kräftig, wenn die Stärke  $900-1000^{\circ}$  übersteigt; darunter wird sie langsamer. Diess gestattet, die chlorige Säure von  $700-800^{\circ}$  zu destilliren, ohne einen beträchtlichen Verlust, wenn man die Operation nicht zu langsam leitet. Ein Beispiel wird nützlich sein, um den Gang derselben zu zeigen. Man nahm ein bekanntes Volumen einer Lösung von

## 10 Gay-Lussac, äth. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen.

der Stärke 909° und lag das Destillationsprodukt in 10 fast gleichen Mengen auf.

Erste Partie, von der Stärke	9500°
zweite — — — —	1925°
dritte — — — —	1470°
vierte — — — —	943°
fünfte — — — —	624°
sechste — — — —	400°
siebente — — — —	222°
achte — — — —	106°
neunte — — — —	30°
zehnte — — — —	0°
	8220°.

Diese Zahl 8220°, mit 10 dividirt, giebt eine Stärke von nur 822° statt 909°, welche die angewandte Auflösung besass, aber dieser Unterschied findet seine Erklärung in der Zersetzung eines Theils der Säure während der Destillation. Man kann es wunderbar finden, dass man eine Auflösung von unterchloriger Säure durch Destillation sich theilweise zersetzen sieht, während sie doch Producte liefert, die viel concentrirter sind als die Auflösung selbst, und zwar unter Umständen, die dem Anscheine nach einer Zersetzung viel günstiger sind. Woher kommt diess? Es scheint schwierig, auf diese Frage zu antworten, ohne den Wänden der Gefässe einen grossen Einfluss auf die Zersetzung der unterchlorigen Säure zuzuschreiben. Giebt man diesen zu, so ist die Wirkung folgende:

*Erstens* findet das Phänomen nur bei den unbeständigen Verbindungen statt, welche auf dem Grenzpunkte ihrer Zersetzung stehen.

*Zweitens* würde eine flüssige Masse, die man sich frei im Raume denkt, ohne dass sie feste Wände berührt, unter übrigens ganz gleichen Umständen sich viel später zersetzen, als wenn sie wirklich mit solchen in Berührung stände.

Diese Behauptung ist nur der Ausdruck einer täglichen Erfahrung und muss zugegeben werden.

Denken wir uns nun die Auflösung der unterchlorigen Säure in einer Glasretorte und ihrem Zersetzungsunkte ganz nahe, so wird sie sich an einigen Punkten der Oberfläche des Glases unter Entwicklung von kleinen Blasen Chlor und Sauer-

stoff zersetzen, ohne dass eine Destillation stattfinden könnte, und die unterchlorige Säure wird am Ende sich vollständig zersetzen. Die Wirkung muss, entsprechend der Ursache, durch welche sie hervorgerufen wird, langsam und allmählig sein.

Wenn dagegen die Auflösung zum Sieden gebracht ist, so wird die erste Einwirkung der Hitze stets eine Zersetzung der unterchlorigen Säure an einigen Punkten der Glasoberfläche sein und wird kleine Gasblasen von Chlor und Sauerstoff hervorrufen, aber dann wird eine andere Wirkung eintreten, diese kleinen Blasen werden allmählig an Volumen zunehmen durch die Dämpfe des Wassers und der Säure, die sich mit ihnen vereinigen, und die Operation wird in eine wirkliche Destillation übergegangen sein, welche sich in gleicher Weise fortsetzen wird. So wird man auf der einen Seite einsehen; weshalb die Zersetzung der unterchlorigen Säure so allmählig ist, statt rasch zu sein, wie sie es nothwendig sein müsste, wenn sie an jedem Punkte der Auflösung stathätte, und auf der andern Seite, warum die Destillation einen Theil der Säure zersetzt und einen andern Theil sehr stark concentrirt.

Eine gleiche Erscheinung zeigt sich bei vielen anderen Gelegenheiten, aber ich beschränke mich auf die Bemerkung, dass sie nicht ohne Analogie mit denen ist, welche Thénard am oxydirten Wasser beobachtet hat.

Unterwirft man stärkere Auflösungen als die erwähnte der Destillation, etwa von  $1200-1500^{\circ}$ , so wird die Zersetzung der Säure beträchtlich sein; im Gegentheil wird bei Auflösungen von  $6-700^{\circ}$  der Verlust unmerklich sein.

Es ereignet sich zuweilen, dass man in einer Auflösung zugleich Chlor und unterchlorige Säure hat; man kann diese beiden mit hinreichender Genauigkeit scheiden, wenn man die Flüssigkeit einige Zeit lang im Wasserbade lässt; das Chlor allein wird sich entwickeln. War die Auflösung zu concentrirt, so würde man sie mit Wasser auf  $600-700^{\circ}$  verdünnen müssen.

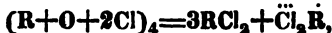
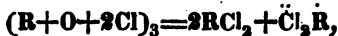
Die Unbeständigkeit der unterchlorigen Säure und die kräftige Einwirkung ihrer beiden Elemente erklären zur Genüge die mächtige Einwirkung, welche sie auf andere Körper ausübt. Bald wird sie blos durch die Verwandtschaft des Chlors,



## 12. Gay-Lussac, üb. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen

bald durch die des Sauerstoffes, aber in den meisten Fällen doch durch die Verwandtschaft beider Stoffe bestimmt. Da Hr. Balard dieses in seiner Abhandlung mit Umsicht behandelt hat, so darf ich mich hierbei nicht aufhalten; werde aber dagegen die Aufmerksamkeit auf die Constitution der unterchlorigen Säure lenken.

Nennt man R das metallische Radical, welches sich mit 1 Aeq. O, Sauerstoff, verbindet, und Cl<sub>2</sub> 2 At. oder 1 Aeq. Chlor, so hat man folgende Formeln:



„Von diesen verschiedenen Formeln, sagt Hr. Balard, ist die dritte von den Chemikern vorgezogen worden, und die chlorige Säure (seine unterchlorige Säure) ist ihrer Zusammensetzung nach mit der salpetrigen und phosphorigen Säure gleichgestellt.“

„Warum aber will man nicht die zweite annehmen, welche gewiss die einfachste ist und in der die chlorige Säure der unterschwefligen Säure entspricht? Sieht man von jedem experimentellen Beweise ab, so wäre doch diese Vermuthung viel natürlicher als jene, denn die Umstände, unter denen sich die chlorige Säure bildet, gleichen durchaus nicht denen, unter welchen man salpetrige Säure und phosphorige Säure erhält, während sie durchaus dieselben sind wie die, unter denen sich unterschweflige Säure erzeugt. Man weis, nämlich, dass durch die Behandlung der Alkalien mit Schwefel bei Anwesenheit des Wassers man Gemenge von 1 At. unterschwefligsaurem Salze und von 1 At. einer höhern Schwefelungsstufe erhält. Wenn wir in diese Reaction anstatt des Schwefels das Chlor setzen, so haben wir 1 At. chlorigsaures Salz und 2 At. Chlorür.“

„Der einzige Unterschied, der zwischen beiden Fällen obwalten wird, ist der, dass die Zahl, welche das chemische Aequivalent des Chlors bezeichnet, doppelt ist, während bei dem Schwefel die beiden Zahlen gleich sind und man also als Formel der chlo-

rigen Säure  $\text{Cl}_2$  erhalten wird, während die der unterschwefligen Säure S ist.“

„Welchen Namen muss man jetzt dieser Verbindung geben? Es ist klar, dass der Name chlorige Säure ihr schwerlich erhalten werden kann und dass es viel angemessener ist, sie *unterchlorige Säure* zu nennen, ein Name, der an die Aehnlichkeit ihrer Zusammensetzung mit der von unterschwefliger und unterphosphoriger Säure erinnert, welche wie sie aus 1 Aeq. ihres Radicals und 1 Aeq. Sauerstoff gebildet werden. Ihre Verbindungen würde man Hypochlorite, unterchlorigsaure Salze nennen müssen.“

Es geht aus den Bemerkungen des Hrn. Balard hervor, dass die unterchlorige Säure wie die unterschweflige Säure zusammengesetzt ist und mit derselben eine Aehnlichkeit der Constitution hat, sich unter ganz denselben Bedingungen erzeugt, so dass sie auch durch eine ähnliche Formel ausgedrückt werden muss. Wenn man jedoch aufmerksam diese Aehnlichkeit, welche Hr. Balard vermuthet, untersucht, so sieht man, dass sie auf rein theoretischen Betrachtungen beruht, welche kein einziger directer Versuch rechtfertigt.

Ich glaube nicht, dass es genau sei, wenn man die unterschweflige Säure durch SO bezeichnet. Ihre wahre Formel, ihr Aequivalent ist  $\text{S}_2\text{O}_2$ , was die zur Sättigung von 1 At. Basis nothwendige Säuremenge bezeichnet, und wenn die unterchlorige Säure ihr durchaus entsprechend wäre, so müsste auch sie zur Formel haben  $\text{Cl}_4\text{O}_2$ .

Während nun ein unterschwefligsaures Salz, z. B. das Kalisalz, nach der Formel  $\text{S}_2\text{O}_2\text{KO}$  zusammengesetzt, durchaus neutral ist und eine langsame Abdampfung den Sättigungsgrad desselben nicht verändert, so wird man im Gegentheil wahrnehmen, dass, wenn man eine mit Lakmus blau gefärbte bekannte Menge Kaliallösung nimmt und in dieselbe nach und nach unterchlorige Säure giesst, deren Stärke gleichfalls bekannt ist, die blaue Farbe sich nur bis zu dem Augenblicke erhält, wo man beinahe  $\frac{9}{20}$  der Verbindung  $\text{Cl}_4\text{O}_2$  hinzugethan hat \*).

\*) Es ist zu bemerken, dass, wenn das Kali kohlsauer war, die ersten Tropfen der unterchlorigen Säure schon die Lakmusfarbe vernichten würden.

Obgleich nun dieser Versuch nicht weniger als entscheidend ist, so kann derselbe doch die Formel  $\text{Cl}_4\text{O}_2$  nicht rechtfertigen, ist dagegen der Formel  $\text{Cl}_2\text{O}$  viel günstiger, denn man sieht, dass bei dem Sättigungspunkte, vorausgesetzt, er sei mit  $\text{Cl}_2\text{O}$  eingetreten, die Entfärbung des Lakmus aufzutreten beginnen wird. Ausserdem, wenn man eine Auflösung von unterchlorigsaurem Kali  $\text{Cl}_4\text{O}_2\text{KO}$  im leeren Raume und bei gewöhnlicher Temperatur stehen lässt, neben zwei Gefässen, deren eines Kali enthält, um die Dämpfe der chlorigen Säure zu absorbiren, und das andere Schwefelsäure, so verliert die Auflösung die Hälfte ihrer Säure und zeigt sich nicht wie ein unterschwefligsaures Salz, sondern vielmehr wie ein neutrales Salz, zu welchem ein Säureüberschuss hinzugesetzt ist und welches aus Mangel an Verwandtschaft diese durch eine blosse freiwillige Verdampfung sich entwickeln lasse.

Endlich bemerken wir, dass, wenn wirklich  $\text{Cl}_4\text{O}_2$  das Aequivalent der unterchlorigen Säure wäre, so lange, als man nicht eine jener Formel entsprechende Säuremenge zur Sättigung von 1 Aeq. Kali KO angewandt hätte, jede neu hinzugefügte Menge nichts Anderes bewirken könnte, als eine gleiche Menge Basis sättigen; es würde daher das unterchlorigsaure Salz blos weniger und weniger basisch werden und man würde sonst durchaus keine Veränderung wahrnehmen, denn das neutrale oder alkalische unterchlorigsaure Salz ist ausserordentlich auflöslich. Nun aber zeigt sich, dass, sobald man zu dem Kali etwas mehr unterchlorige Säure hinzugesetzt hat, als die Hälfte von  $\text{Cl}_4\text{O}_2$ , oder ein wenig mehr als  $\text{Cl}_2\text{O}$ , die Auflösung sich trübt, augenblicklich an Stärke abnimmt und zu gleicher Zeit eine Umwandlung aus unterchlorigsaurem Kali in neutrales chlor-saures stattfindet. Diese Wirkung ist besonders dann beträchtlich, wenn man, nachdem man in die Kalilösung die Hälfte von  $\text{Cl}_4\text{O}_2$  geschüttet hat, statt einer neuen Quantität unterchloriger Säure nun Chlor hineinschüttet. Das chemische Gleichgewicht ist alsbald zerstört, die Stärke des Hypochlorits sinkt schnell, kleine Sauerstoffblasen entwickeln sich und chlorsaures Kali bildet sich mit Heftigkeit.

Die Ursache der grössern Störung, welche hier das Chlor hervorruft, liegt am Tage. Fügt man nämlich zu neutralem unterchlorigsaurem Kali noch unterchlorige Säure hinzu, so heisst dies in der

That nichts Anderes, als ein mehr und mehr saures Salz bilden; bringt man aber Chlor hinzu, so wird die Basis des Salzes selbst, das Kali, zersetzt, es bildet sich dann, wie wir weiter unten beweisen werden, Kaliumchlorür und eine neue Menge unterchloriger Säure, welche, zusammentretend mit derjenigen, die das zersetzte Kalisalz hat fahren lassen, das zurückbleibende unterchlorigsaurer Salz viel saurer zu machen sucht. Die Störung, welche das Chlor hervorruft, ist also viel eingreifender als diejenige, welche die unterchlorige Säure bewirken kann, und diess genügt, um den Unterschied der Einwirkung dieser beiden Körper auf das unterchlorigsaurer Kali zu erklären.

Die Einwirkung des Chlors auf unterchlorigsaurer Kali  $\text{Cl}_2\text{OKO}$  scheint mir auf das Allergnügendste darzutun, dass dieses Salz wirklich neutral ist, denn wenn es nicht neutral wäre, vielmehr das Salz  $\text{Cl}_4\text{O}_2\text{KO}$ , so ist klar, dass ein Zusatz von Chlor zu  $\text{Cl}_2\text{OKO}$ , z. B. von  $\frac{1}{10}$  Aeq., nur dazu dienen würde, die Menge des Hypochlorits zu vermehren, und nicht die tiefe Störung hervorzurufen könnte, von der ich oben gesprochen habe.

So ist also aus diesen Betrachtungen, die noch durch andere gestützt werden sollen, mir klar geworden, dass die Verbindungen, welche die unterchlorige Säure mit den Basen bildet, nicht mit den unterschwefligsauren und unterphosphorigsauren Salzen zusammengestellt werden können, und dass, wenn man das metallische Radical B nennt, ihre wahre Formel  $\text{Cl}_2\text{BO}$  und nicht  $\text{Cl}_4\text{O}_2\text{BO}$  ist. Der Name unterchlorige Säure hört nun auf genau zu sein, und ich schlage vor, ihn durch den Namen *chlorige Säure* zu ersetzen und ihre Verbindungen *Chlorite* oder *chlorigsaurer Salze* zu nennen.

Ich will noch bemerken, dass die Formel, welche Hr. Balard für seine unterchlorige Säure aufgestellt hat, nicht, wie er meint, aus der zweiten jener vier oben mitgetheilten Formeln folgt, denn die Sauerstoffsäure, die aus dieser Formel hervorgeht, wenn man 3 Aeq. Basis und 3 Aeq. Chlor anwendet, würde nothwendig aus 1 Aeq. Chlor und 2 Aeq. Sauerstoff gebildet sein.

Was die Aehnlichkeit der Umstände betrifft, auf welche sich Hr. Balard stützt, um seine unterchlorige Säure mit der unterschwefligen und unterphosphorigen Säure gleichzustellen,

## 16 Gay-Lussac, üb. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen.

so sehe ich nicht ab, dass man daraus etwas Anderes folgern könne, als etwa, dass es sehr wahrscheinlich sei, dass das Chlor eine Chlorsäure bilden müsse, wenn es auf eine alkalische Basis einwirkt; aber um die eigenthümliche chemische Constitution daraus im voraus zu erkennen, ist doch ein zu grosser Unterschied zwischen Chlor, Schwefel und Phosphor, als dass die Analogie ein sicherer Führer sein dürfte und nicht irre leiten könnte.

Bevor ich nun weiter gehe, wird es nicht ohne Interesse sein, das Mittel zum Messen der chlorigen Säure anzugeben. Man erhält diess dadurch, dass man ihr Radical bestimmt, und da die chlorige Säure aus gleichen Aequivalenten Chlor und Sauerstoff gebildet wird, welche dieselbe bleichende Kraft besitzen, so wird die Zahl für die Säure, durch 2 dividirt, die des Chlors geben.

Nun hat man, um die Stärke des in einer Auflösung enthaltenen Chlors zu bestimmen, als Einheit diejenige angenommen, die dasselbe in dem Volumen von 1 Liter bei 0° Temperatur und 0,760 M. Atmosphärendruck besitzt. Diese Kraft wird in 100 Grade oder gleiche Theile eingetheilt, und folglich wird 1° 10 Cb.C. Chlor und 100° 1000 Cb.C. oder 1 Liter bezeichnen. Nun kommt es nur noch darauf an, das Verhältniss dieser Grade zu den alkalimetrischen Graden auszumitteln.

Nach dem seit Descroizilles allgemein angenommenen Verfahren werden 5 Gr. concentrirte Schwefelsäure, zu einem Volumen von 50 Cb.C. in Wasser aufgelöst, durch 100° vorgestellt und 6,1364 Gr. \*) als Aeq. der Säure durch 122,728°. Jeder Grad entspricht also dem Volumen nach  $\frac{1}{2}$  Cb.C. \*\*).

Da nun das Gewicht eines Liters Chlor bei 0° und 0,760 M. Druck bei 3,1689 Gr. beträgt, und das Aeq. des Chlors 4,4265 Gr., wie das der Schwefelsäure, 122,728 alkalimetrische Grade ausmacht, so werden die 3,1689 Gr. des Chlors 87,8609° betragen.

Demnach wird  $\frac{1}{100}$  von 3,1689 Gr. oder ein chlorometrischer

\*) Summe der Aequivalente der Schwefelsäure und des Wassers.

\*\*\*) Die alkalimetrischen Grade sind mittelst einer in halbe Cubikcentimeter getheilten Röhre gegeben, die unter dem Namen „burette“ bekannt ist.

# Gay-Lussac, Ab. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen. 17

Grad 0,878600 alkalimetrische Grade betragen, und auf diese Basis ist folgende Tabelle, gestützt,

*Tabelle über das Verhältniss der chlorometrischen zu den alkalimetrischen Graden.*

Chlorometrische Grade in 1 Liter.	Alkalimetr. Grade in 50 Cb. C.	Alkalimetr. Gr. in 50 Cb. C.	Chlorometr. Gr. in 1 L. Chlor.
1 Chl.	0,878609 Al.	1 Chl.	1,13816 Al.
2	1,757218	2	2,27632
3	2,635827	3	3,41448
4	3,514436	4	4,55264
5	4,393045	5	5,69080
6	5,271654	6	6,82896
7	6,150263	7	7,96712
8	7,028872	8	9,10528
9	7,907481	9	10,24344
10	8,786090	10	11,38160.

In Zukunft wollen wir einen chlorometrischen Grad bezeichnen mit 1<sup>ch.</sup> und einen alkalimetrischen mit 1<sup>al.</sup>

Nehmen wir als Beispiel an, dass man ein neutrales chlorigsaures Kali machen wolle Cl<sub>2</sub>OKO, mit 200 Cb.C. chloriger Säure von der Stärke 1260<sup>ch.</sup>, und das Kali von der Stärke 100<sup>al.</sup> ist, welches Volumen muss man nehmen?

$$1000 \text{ Cb.C.} : 200 \text{ Cb.C.} = 1260^{\text{ch.}} : x^{\text{ch.}} = 1260^{\text{ch.}} \times \frac{200}{1000} = 252^{\text{ch.}}$$

Diese chlorometrischen Grade in alkalimetrische verwandelt, geben nach der Tabelle:

für 200 <sup>ch.</sup>	175,7218 <sup>al.</sup>
50 <sup>ch.</sup>	43,9304 <sup>al.</sup>
2 <sup>ch.</sup>	1,7572 <sup>al.</sup>
<hr/>	
252 <sup>ch.</sup>	221,4094 <sup>al.</sup>

Um also das verlangte neutrale chlorigsaure Kali zu machen, muss man der chlorigen Säure 221,4094<sup>al.</sup> Kali hinzufügen. Wenn nun statt der Zahl 100<sup>al.</sup> das Kali 112<sup>al.</sup> hätte, so müsste das Volumen in halben Cb. C., das anzuwenden wäre, in dem Verhältnisse von 100 zu 112 vermindert werden und würde also betragen:  $\frac{100}{112} 221,409 = 197,6$  halbe Cb.C. Eben so leicht würde es sein, das Volumen der chlorigen Säure von

gegebenen Stärke zu berechnen, das man anwenden müsste, um eine gegebene Menge Kali zu sättigen.

Ich habe mich nicht auf ein specielles Studium der Chlorite eingelassen, jedoch würde dasselbe nicht ohne Interesse sein.

Die chlorige Säure ist eine sehr schwache, vielleicht noch schwächer als Kohlensäure, obgleich sie sich gegenseitig austreiben. Viele Oxyde verbinden sich entweder mit ihr gar nicht, oder sättigen sie nur sehr unvollkommen und lassen sie bei blosser Destillation der Auflösungen wieder fahren. Die Chlorite haben sehr geringe Beständigkeit und zersetzen sich sogar in der Kälte, wenn sie vor dem Lichte nicht geschützt sind; bei der Temperatur des kochenden Wassers ist die Zersetzung ziemlich heftig, sie verändern sich dann in chloresaurer Salze und Chlorüre und entbinden zu gleicher Zeit eine Quantität Sauerstoff, die gemeinlich um so grösser ist, je basischer die Salze sind. Die Sauerstoffsäuren, selbst Kohlensäure, machen die chlorige Säure aus ihnen frei und man kann diese durch Destillation isolirt erhalten. Wird ein Chlorit mit einem Metallchlorür in hinreichender Quantität gemengt und Schwefelsäure im Ueberschusse hinzugesetzt, so erscheint alsbald das Chlor mit Aufbrausen. Das Metall des Chlorürs nimmt den Sauerstoff der chlorigen Säure, um sich mit der Schwefelsäure zu verbinden, auf, und das Chlor sowohl des Chlorürs als der Säure wird frei und entwickelt sich. Wird aber die Schwefelsäure langsam zugesetzt und gerade in solcher Menge, dass sie nur das Chlorit zersetzt, so entwickelt sich kein Chlor mehr, sondern vielmehr chlorige Säure. Dieser Versuch ist entscheidend; wir werden auf ihn bei Gelegenheit der Chlorüre von Oxyden zurückkommen, mit denen wir uns jetzt beschäftigen wollen.

Man hat gesehen, dass Quecksilberoxyd, in Wasser zertheilt und in Berührung mit Chlor, Quecksilberchlorid und chlorige Säure liefert, welche ohne alle Verbindung mit dem Metalloxyd frei bleibt. Diess darf nicht Wunder nehmen, wenn die chlorige Säure, wie man wirklich nicht zweifeln kann, eine sehr schwache Säure ist. Das Quecksilberoxyd selbst ist eine sehr wenig kräftige Basis, und man weiss, dass solche Körper zuweilen nur durch einen sehr übermächtigen Gegensatz zu einer Verbindung gezwungen werden. So verbindet

sich die Kalklösung weder mit Quecksilberoxyd noch mit Thonerde, bildet aber dagegen eine sehr innige Verbindung mit den alkalischen Basen.

Man wird nun ohne Schwierigkeit einsehen, dass die Umstände, unter denen das Chlor mit den alkalischen Basen in Berührung gebracht wird, dieselben sind, als wenn es mit dem Quecksilberoxyd in Berührung kommt. In beiden Fällen muss sich chlorige Säure bilden, und zwischen beiden ist kein anderer Unterschied als der, dass die so entstandene chlorige Säure, statt in Gegenwart der alkalischen Basen frei zu bleiben, wie dieses beim Quecksilberoxyd eintritt, sich vielmehr sehr gut mit ihnen verbindet.

Um sicherer zu gehen, wird es nöthig sein, dass man in jedem besondern Falle die Mengen von Chlor und Basis berechne, welche mit einander verbunden werden müssen, damit ein bestimmter Sättigungsgrad erreicht werde. Zwei Beispiele werden genügen.

Man will ein neutrales Chlorid des Kali's  $\text{Cl}_2\text{KQ}$  mit 200 Ch.C. Kali von der Stärke  $108^\circ$  bilden, wie viel Chlor gebraucht man?

$$\text{Diese Quantität Kali entspricht } 108^\circ \times \frac{200 \text{ Ch.C.}}{50 \text{ Ch.C.}} = 432 \text{ al.},$$

welche man auf chlorometrische Grade zurückführen muss.

Nach der Verhältnistabelle zwischen chlorometrischen und alkalimetrischen Graden weiter oben hat man:

für 400 al.	455,264 ch.
— 30 al.	34,145 ch.
— 2 al.	2,276 ch.
432 al. = 491,685 ch.	

Nehmen wir Mangansuperoxyd von  $85^\circ$  für 5 Grm., so wird man haben:

$$85^\circ : 5 \text{ Grm.} = 491,685^\circ : x = 28,92 \text{ Grm.}$$

Mithin muss man 28,92 Grm. Mangansuperoxyd nehmen und in die Kalklösung alles Chlor leiten, das dadurch entsteht, wenn man dieses Mangansuperoxyd mit einem Ueberschusse von Salzsäure behandelt; dann wird man neutrales Kalichlorür erhalten. Diese Operation erfordert einige Aufmerksamkeit; man darf kein Chlor verlieren und muss dennoch vermeiden, dass Salzsäure mit in die Kalklösung dringe, um nicht den Sättigungsgrad

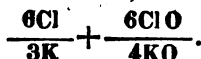


des Chlorürs, den zu erhalten man sich vorgenommen hatte, zu überschreiten.

Als zweites Beispiel wollen wir die Bereitung eines alkalischen Kalichlorürs wählen, wollen aber mit einer wichtigen Bemerkung anfangen.

Nach der Analogie, die wir zum Führer gewählt haben, bildet das Chlor in dem Augeäbliche, wo es mit dem Kali zusammenkommt, chlorigsaureres Kali und Kaliumchlorür, welche bei den verschiedenen Sättigungsgraden, die man mit chloriger Säure und Kali erhalten will, ohne Reaction bleiben müssen. Es sei also gegeben 1 Vol. von 200 Ch. C. Kali zu 108<sup>al</sup>, mit welcher Menge Chlor muss man dasselbe verbinden, um ein Dreiviertelchlorit zu erhalten?

Da Kaliumchlorür und chlorigsaureres Kali stets dieselbe Menge Chlor enthalten müssen, so wird man die Formel haben:



Demgemäss wird das Kali in  $3+4=7$  Aeq. getheilt werden, und für diese Kalimenge bedarf es nur 6 Aeq. oder 12 At. Chlor.

Nun aber haben wir 200 Ch. C. Kali von 108<sup>al</sup> oder 432<sup>al</sup>, welche unsere 7 Aeq. darstellen. Nimmt man  $\frac{6}{7}$  dieser Zahl, so wird man 370,3<sup>al</sup> haben, welche in Chlor verwandelt werden müssen. Nach der angeführten Tabelle erhält man:

für 300,0 <sup>al</sup> .	341,448 <sup>ch</sup> .
— 70,0 <sup>al</sup> .	79,671 <sup>ch</sup> .
— 0,3 <sup>al</sup> .	0,341 <sup>ch</sup> .
	370,3 <sup>al</sup> = 421,460 <sup>ch</sup> .

Es bedarf also 421,46<sup>ch</sup> Grade Chlor, und diese wird man erhalten mit 24,79 Grm. von demselben Braunsteine, der bei dem vorigen Versuche diente. Das in die Kalilösung geleitete Chlor wird das Dreiviertelchlorit geben, und zwar blos mit Chlorkalium gemengt.

Untersuchen wir jetzt die Chlorüre von Oxyden und versuchen, die Analogien zu rechtfertigen, welche wir zwischen diesen Verbindungen und den Chloriten vermutheten.

Die Hauptcharaktere sind von beiden Seiten dieselben: entfärbende Kraft von gleichem Grade, gleiche Unbeständigkeit,

gleiche Veränderlichkeit unter dem Einflusse der Wärme, und vor Allem gleiche Producte bei der Behandlung mit Säuren.

So sagten wir eben, dass die durch überschüssige Schwefelsäure zersetzten chlorigsauren Salze nur chlorige Säure liefern, dass aber, sobald sie mit Metallchlorüren gemengt seien, man nur Chlor erhalte, dass endlich ungeachtet eines solchen Gemengtheils man die ganze Menge der chlorigen Säure wieder erhalte, wenn man nur so viel Schwefelsäure hinzusetze, als nöthig sei, um genau das Chlorit zu zerlegen.

Es verhalten sich nun die Chlorüre von Oxyden, wenn sie denselben Prüfungen unterworfen werden, ganz auf dieselbe Weise; ist Schwefelsäure im Ueberschusse hinzugesetzt, so entwickelt sich nur Chlor; werden sie nur mit einer solchen Menge Schwefelsäure behandelt, als genau dazu gehört, das chlorigsaure Salz zu zersetzen, das man in ihnen annimmt und das an Quantität viel geringer ist, so entwickelt sich kein Chlor mehr und die chlorige Säure hat dessen Stelle eingenommen. Wenn indessen ein solches Oxydchlorür eine blosse directe Verbindung von Oxyd mit Chlor wäre, so würde die geringste Menge Schwefelsäure augenblicklich das Chlor verdrängen, was nicht der Fall ist. Die Nothwendigkeit liegt also auf der Hand; dass man, um diese Thatsachen zu erklären, annehme, dass das Chlor, sobald es in die alkalische Auflösung tritt, zwei verschiedene Producte bildet, das erste sehr schwach, das sich zuerst mit den Säuren zerlegt, das andere viel beständiger, das sich erst nachher zersetzt, und diese beiden Verbindungen können nur ein chlorigsaures Oxyd und ein Metallchlorür sein.

Nehmen wir z. B. das neutrale Kalichlorür  $4\text{ClKO}$ , das sich umändern müsste in  $2\text{ClK} + 2\text{ClOKO}$ , so wird die Menge der Schwefelsäure, welche man hinzusetzen muss, um nur das chlorigsaure Salz zu zersetzen, die Hälfte von derjenigen sein, die man gebraucht hätte, um das ganze angewandte Kali zu sättigen.

Bei einem Neunzehntelchlorür, zu dessen Bildung man anwenden müsste  $36\text{Cl} + 19\text{KO} = \frac{18\text{Cl}}{9\text{K}} + \frac{18\text{ClO}}{10\text{KO}}$ , würde die Säure gleich  $\frac{10}{19}$  der ganzen Menge sein, die man gebrauchen würde, um alles Kali zu sättigen.

Da man aber die Zusammensetzung des Kalichlorürs nicht

konnen wird, so wird man auch die Zersetzung desselben auch noch durch Probiren erkennen, indem man die Säure in kleinen Mengen hinzusetzt, bis zu dem Augenblicke, wo das Chlor anfängt, sich durch die Färbung der bis dahin farblos gehaltenen Auflösung zu verrathen.

Die Sättigung des Kalkchlorürs mit Schwefelsäure ist eine ganz leichte Sache, deessch glaube ich das Verfahren angegeben zu müssen, wonach ich sie bewerkstellige.

Ich nehme das Ende einer Glasröhre von ungefähr 15 Lin. Durchmesser und ziele dasselbe vor der Lampe in eine feine, sehr verlängerte Spitze aus. Diese dünn gezogene Röhre dient als Trichter, so dass die hinauszugiessende Flüssigkeit nur sehr langsam auslaufen kann. Sie geht durch einen Kork, der dieselbe an die Flasche befestigt, die das Chlorür enthält, und muss fast bis auf den Boden reichen. Der Kork ist übrigens durchbohrt, um der Luftbewegung freien Raum zu geben.

Die zur Sättigung bestimmte Schwefelsäure wird mit ihrem 20fachen Volumen Wasser verdünnt. Man gießt dieselbe in den Trichter und daraus während des Ausfließens in das Chlorür. Man giebt der Flasche eine drehende Bewegung, um augenblicklich die Säure in der ganzen Masse zu vertheilen und einer localen Sättigung, welche Chlor liefern würde, vorzuzukommen.

Man gießt so allmählig in das Chlorür die berechnete Säuremenge, oder auch man verfährt probirend, bis das Chlor sich zeigt. Um nun die chlorige Säure zu erhalten, ist nichts mehr übrig, als die Destillation auszuführen.

Das Kalkerdechlorür (Chlorkalk), das man durch den Handel so leicht erhält, kann zur Darstellung der chlorigen Säure angewandt werden, wenn man dasselbe unter den angegebenen Vorsichtsmaassregeln mit sehr verdünnter Salpetersäure zersetzt.

Die Kohlensäure selbst zersetzt solche Oxydchlorüre, aber sie thut es nur theilweise; die chlorige Säure, welche sehr löslich ist, bleibt in der Auflösung und bemerkt zuletzt die Einwirkung der Kohlensäure.

So haben 400 Gb. C. einer Lösung von Kalkerdechlorür von der Stärke 504<sup>ch.</sup>, mit Kohlensäure gesättigt und der Destillation unterworfen, ein erstes Product 75 Gb. C. von dem Grade 576<sup>ch.</sup> und ein zweites von 105 Gb. C. geliefert, das

noch 114<sup>th</sup>. zeigte. Der mit Kohlensäure gesättigte Rückstand gab noch eine neue Quantität chlorige Säure. Chlor selbst zersetzt die chlorigsauren Salze wenigstens theilweise, denn wirklich giebt die Destillation des Chlorits nach dem Auftreten des Chlors beständig chlorige Säure. Es wirkt auf die Basis ein, desoxydirt dieselbe und bildet mit ihr ein Metallchlorür und eine neue Quantität chlorige Säure, die sich mit der aus der zersetzten Basis abgeschiedenen vereinigt. Aber die Einwirkung des Chlors beschränkt sich nicht auf diese einfache Reaction. Mit diesem Streben, den Sauerstoff von der Basis zu trennen, bewirkt dasselbe eine Störung des Gleichgewichtes, die augenblicklich auftritt, und der grösste Theil des Sauerstoffes concentrirt sich in der beständigern Verbindung  $\text{Cl}_2\text{O}_5, \text{BO}$ , d. h. das chlorigsaure Salz verwandelt sich in chlorsaures. Mag man nun mit einem Chlorit oder einem Oxydchlorür arbeiten, das Resultat ist dasselbe \*).

Die Einwirkung der Wärme auf aufgelöste Chlorite und Oxydchlorüre ist durchaus ähnlich. Sie bewirkt meistens ihre Umwandlung in Chlorate, aber eine Sauerstoffentwicklung findet ohne Ausnahme statt, und dieselbe ist um so beträchtlicher, je höher die Chlorverbindung ist. Man wird in der nachfolgenden Tabelle die Resultate der vergleichenden Versuche finden, welche zu gleicher Zeit sowohl mit chlorigsaurem Kali als mit Chlorkali in verschiedenen Sättigungsgraden angestellt wurden.

---

\*) Ich muss bemerken, dass die chlorige Säure bei und selbst unter  $100^\circ$  Chlorüre angreift und dieselben in Chlorate verwandelt, wobei sich Chlor und etwas Sauerstoff entwickeln. Wenn die Entwicklung von Chlor stattfindet, so findet sich im Chlorit stets ein Ueberschuss von chloriger Säure; dies ist ein anderes Mittel, um die Neutralisation desselben festzustellen.

Die Umwandlung eines Chlorürs in Chlorat durch die chlorige Säure giebt ein bequemes Mittel zur Bereitung der Chlorate an die Hand. Es genügt, wenn man chlorige Säure, in der man das Chlorür aufgelöst hat, in ein kochendes Wasserbad oder in's Licht stellt. Man erneuert die Säure, wenn sie zu schwach geworden ist, und destillirt deshalb die Auflösung bis oder bis fast zur Trockne. Die ersten Mengen der Säure, die durch die Destillation concentrirt übergehen, können von Neuem angewandt werden oder zur Bereitung von chloriger Säure dienen. Durch Wiederholung wird das Chlorür ganz in Chlorat verwandelt.

## 84 Gay-Lussac, üb. d. Verbind. d. Chlors mit d. Basen

Die Auflösungen jedes dieser Salze wurden in demselben kochenden Wasserbade 6 Stunden lang in Kolben erhitzt, deren Volumen zwischen 140 und 180 Cb.C. variierte. Der Hals des Kolbens blieb leer, um das wachsende Volumen aufnehmen zu können, welches die Flüssigkeit durch die Einwirkung der Hitze zelgte, ohne dass dieselbe jedoch den Kork erreichen konnte, der den Kolben verschloss und durch welchen eine Röhre ging, die bis in die Spitze einer Glocke reichte, um das Gas aufzusammeln, das sich entwickeln musste. Wir wollen ein Zahlenbeispiel von einer solchen Operation mit neutralem chlorigsauerm Kali geben:

Volumen des Chlorits	156 Cb.C.
Stärke vor dem Versuche	648 <sup>ch.</sup>
Stärke nach siebenstündigem Wasserbade	5 <sup>ch.</sup>
Stärkeverlust	<u>643<sup>ch.</sup></u>

entwickelter Sauerstoff; Vol. mit Correction 66 Cb. C.

Nehmen wir einen Augenblick an, dass der ganze Verlust an Stärke vom Chlor herrühre, so wird man dessen Volumen  $x$  durch folgendes Verhältniss finden:

$$156 \text{ Cb. C.} \times 643^{\text{ch.}} = 100^{\text{ch.}} \times x.$$

Daraus ist  $x = 1003,08$  Cb. C., welche die entfärbende Materie vorstellen. Diese 1003,08 Cb. C. theilen sich in 2 gleiche Theile, der eine 501,54 Cb. C. für das Chlor, der andere für den Sauerstoff wird durch  $\frac{501,54 \text{ Cb. C.}}{2}$  dieses Gases dargestellt, wenn man (mit dem Verf.) annimmt, dass 2 Vol. des ersten nur 1 Volumen des zweiten entsprechen.

Da nun das Kali des Chlorits eben so viel Sauerstoff enthält als die chlorige Säure, so wird die ganze Menge dieses Körpers, welche in dem Chlorit enthalten ist, gleich 501,54 Cb. C. Sauerstoff sein, d. h. der allgemeinen Regel nach dem Volumen des in der chlorigen Säure enthaltenen Chlors gleich. Da nun in unserem Beispiele der Sauerstoff des Chlorits 501,54 Cb. C. beträgt und der entwickelte oder verloren gegangene Sauerstoff

66 Cb. C., so wird man haben  $\frac{66}{501,54} = 0,13$  als Sauerstoffverlust, den die Wärme in dem Chlorit hervorbringt, welches sie zersetzt und in Chlorat umändert.

*Resultate der Einwirkung der Wärme auf die Auflösungen von chlorigen sauren Kali und Kalichlorür bei verschiedenen Sättigungsgraden.*

Chlorite und Chlorüre.	Sättigungsgrad.	Sauerstoffverlust, wenn der des Chlorits od. Chlorürs = 1.
Saures Kalichlorür	$\frac{11}{10}$	0,03
— Chlorit	$\frac{11}{10}$	0,07
neutrales Chlorür	$\frac{10}{10}$	0,03—0,10
— Chlorit	$\frac{10}{10}$	0,13
basisches Chlorür	$\frac{9}{10}$	0,21
— Chlorit	$\frac{9}{10}$	0,33
Chlorür	$\frac{9}{10}$	0,15
Chlorit	$\frac{9}{10}$	0,41—0,66
Chlorür	$\frac{7}{10}$	0,12
Chlorit	$\frac{7}{10}$	0,13
Chlorür	$\frac{5}{10}$	0,37
Chlorit	$\frac{5}{10}$	0,33
Chlorür	$\frac{1}{4}$	0,30
Chlorit	$\frac{1}{4}$	0,36
Chlorür und Mangansuperoxyd	$\frac{9}{10}$	0,67—0,80
— ohne —	$\frac{9}{10}$	0,25.

Man wird zu Anfang und zu Ende einige Unregelmässigkeiten wahrnehmen. Der Sauerstoffverlust wächst mit dem Ueberschusse der Basis bei jeder Art von Salz. Die Chlorite und Chlorüre  $\frac{10}{10}$  und  $\frac{11}{10}$  zeigen Verluste, welche sich nicht über 3—13 Hunderttheile erheben, während die basischen Chlorüre und Chlorite zu  $\frac{5}{10}$  und  $\frac{1}{4}$  Verluste von 30—37 p.C. zeigen.

Die Verluste an Sauerstoff für ein chlorigsaures Salz und ein Chlorür von demselben Sättigungsgrade zeigen einige beträchtliche Verschiedenheiten, und meistens ist für die chlorigsauren Salze der Verlust grösser. Doch für  $\frac{7}{10}$ ,  $\frac{5}{10}$  und  $\frac{1}{4}$  sind die Verluste einander merklich gleich. Ich weiss nicht, welchem Umstande ich die Verschiedenheit der Resultate zuschreiben soll, vielleicht ist die Unbeständigkeit dieser Verbindungen die Hauptursache derselben. Fügt man Mangansuperoxyd zu Kalichlorür  $\frac{9}{10}$ , welches allein nur einen Sauerstoffverlust von 25 p.C. gezeigt hatte, so steigt dieser in ei-

nen Versuche bis 67 und in einem andern bis 80. Eine rothe, ziemlich intensive Farbe bewogte, dass in der Auflösung übermangansaures Kali vorhanden sei. Das Kupferoxyd verhält sich mit dem Kalichlorür wie Mangansuperoxyd. Es ist bemerkenswerth, dass eine Auflösung von chloriger Säure allein und von Chloriten und Chlorüren, unter dieselben Bedingungen gebracht, sich ganz ähnlich zersetzen. Die Unbeständigkeit der Säure scheint durch die Verbindung mit einer Basis wenig vermindert, auch ist die Einwirkung sehr träge, und die Bemerkungen, welche wir oben bei der Zersetzung durch Wärme machten, könnten hier ihre Anwendung finden.

Wie es sich nun auch mit der Ursache dieser Abweichungen verhalte, die sich bisweilen bei der Zersetzung der Chlorüre und Chlorite durch Einwirkung der Wärme zeigen, so bleibt doch, da diese Abweichungen im Uebrigen nicht constant sind und so gut bei den Chloriten als bei den Chlorüren auftreten, nichtsdestoweniger durch die Hauptresultate dieser Einwirkung wahrscheinlich, dass die Chlorite und Chlorüre eine gemeinsame Verbindung enthalten müssen und dass diese Verbindung keine andere sein kann, als das Chlorit selbst.

Eine sehr wichtige Folgerung, welche aus den von uns erörterten Thatsachen hervorgeht, ist die, dass es bei der Bereitung der Chlorüre stets nothwendig ist, die Temperatur so wenig als möglich zu steigern. Zwei Wirkungen bringt dieselbe zum Nachtheil des Chlorürs hervor, eine Entwicklung von Sauerstoff und eine Abnahme der Stärke, die bis zum völligen Verschwinden gehen kann, während, wenn man die Temperaturerhöhung verhindert, der Verlust unmerklich bleibt. Aber abgesehen von der Wärme, findet sich bei der Bereitung der Chlorüre noch eine andere Ursache, welche eine sehr ernste Aufmerksamkeit verlangt.

So lange man die Neutralisation nicht erreicht hat, hält sich das Chlorür ohne Veränderung bei der gewöhnlichen Temperatur, wenigstens ist das Umsichgreifen der Zersetzung sehr langsam; überschreitet man aber die Neutralisation, so sinkt die Stärke des Chlorürs sehr schnell, Sauerstoff entwickelt sich in kleinen Blasen zu 2—3 p. C. der ganzen im Chlorür enthaltenen Menge, und Chlorat hat sich gebildet. Diese Wirkungen finden statt für Chlorkalk wie für Chlorkali, und wenigstens in-

nethalb gewisser Grenzen sind sie von dem Grade der Concentration unabhängig — ich sage innerhalb gewisser Grenzen der Concentration, denn ich habe neutrales Chlorkali von der Stärke 200—1000<sup>th</sup> gesehen, welches bei einer Temperatur von 15—18° und im zerstreuten Lichte meines Laboratoriums in 6 Tagen mehr als  $\frac{1}{10}$  seiner Kraft verlor.

Man wird also bei der Bereitung der Chlorüre als Bleichmittel das beste Resultat erhalten, wenn man die Temperatur am Steigen hindert und den Sättigungsgrad nicht übersteigt, eher dahinter zurückbleibt.

Was die Fabrication des chloresauren Kali's anbetriift, so ist es jetzt klar genug, dass die Theorie von Berthollet nicht mehr zulässig ist, denn diese Theorie, welche sich auf die geringe Löslichkeit des chloresauren Kali's stützt, setzt voraus, dass, so lange noch nicht genug Chlor in die alkalische Lösung gekommen ist, als dass das chloresaure Kali, welches sich bilden könnte, nicht aufgelöst werden könnte, es sich auch wirklich nicht bildet, dass also, wenn man sehr verdünnte Kallilauge nimmt, oder Basen, welche nur sehr auflösliehe chloresaure Salze liefern, wie z. B. Kalk, dass man dann nur Chlorüre und niemals Chlorate erhalte.

Es ist aber im Gegentheil ziemlich gewiss, dass ohne sehr verdünnte Kallilösung, dass Kalk, Magnesia u. s. w. augenblicklich Chlorate bilden, sobald das Chlor im Ueberschusse vorhanden ist, dass alsdann sich etwas Sauerstoff entwickelt und die bleichende Kraft beträchtlich abnimmt, während, so lange das Chlor noch nicht im Ueberschusse da ist, man selbst sehr concentrirtes Chlorkali erhalten kann, ohne dass sich chloresaures Kali bildet. Um die Einwirkung eines Chlorüberschusses zu begreifen, z. B. auf Kalichlorür oder Kalichlorit, muss man seine Aufmerksamkeit dahin richten, dass das Chlor bei seiner Einwirkung auf Kali Chlorkalium und eine neue Menge chlorige Säure bilden würde, welche sich mit der aus der zersetzten Quantität abgeschiedenen Menge verbinden muss, dass dann die chlorige Säure auf das Chlorkalium wirken und dasselbe in chloresaures Kali verwandeln würde, und dass es folglich viel natürlicher ist, dass in diesem Momente des *status nascentis* das Gleichgewicht aufgehoben und das Chlorit augenblicklich in



Chlorat umgewandelt wird, ohne Umwege zu machen, welche die Natur immer vermeidet.

Jedoch kann die Umwandlung eines chlorigsauren in ein-chlorsaures Salz auch ohne einen Ueberschuss von Chlor, hin-durch die Einwirkung der Wärme, stattfinden. Dann wird das Chlorit selbst zersetzt, und augenblicklich bildet sich die be-ständige Verbindung, die diesen neuen Umständen Widerstand zu leisten vermag.

Die allgemeine Regel ist: Jedesmal, wenn sich aus densel-ben Elementen verschiedene, ungleich beständige Verbindungen bilden können, welche jedoch unter den gegebenen Umständen noch alle existiren können, bildet sich zuerst die wenigst be-ständige. Wenn nun die Umstände sich ändern und sie sich nicht mehr halten kann, so folgt ihr die unmittelbar beständigere Verbindung, und so geht es fort, bis man zu einer ausgezeich-net beständigen Verbindung gelangt, oder bis die Elemente der Verbindung sich trennen. So sieht man, dass Kali und Chlor bei einer niedrigen Temperatur chlorigsaures Kali und Chlor-kallium hervorbringen; bei einer höhern Temperatur geht das chlorigsaure in chlorsaures über, dann das chlorsaure in über-chlorsaures und endlich dieses in Sauerstoff und Chlorkalium. Eben so bringen Schwefel und Phosphor bei der Berührung mit einer alkalischen Basis unterschwefligsaures und unterphos-phorigsaures Alkali zuerst hervor, später erst schwefelsaures und phosphorsaures.

Nach den vorhergehenden Resultaten besteht die für Be-reitung von chlorsaurem Kali günstigste Bedingung in einer leichten Uebersättigung der alkalischen Auflösung mit Chlor. Dann hat entweder freiwillig, oder wenigstens durch die Hitze des kochenden Wassers, die Verwandlung des Chlorits in Chlorat statt.

Wenn man zu dieser Bereitung Chlorkalk und Chlorka-lium anwendet, so ist es gleich vortheilhaft, mit einem kleinen Chlorüberschuss zu übersättigen. Wenn dieses Chlor seine Wir-kung hervorgebracht hat, so kann es wieder gesammelt wer-den und zur Bildung einer neuen Quantität Chlorkalk dienen.

Man muss bei der Bereitung von chlorsaurem Kali ver-hindern, dass die Temperatur vor der Sättigung mit Chlor zu hoch steige, muss also die Auflösung ein wenig mit Chlor über-

sättigen, dann ruhig hinstellen, oder auch bis zu 80° und selbst bis 100° erhitzen, dann findet keine Unbequemlichkeit statt. Arbeitet man selbst mit allen diesen Vorsichtsmaassregeln, so wird man doch einem Sauerstoffverluste nicht ganz entgehen können, aber dieser wird doch 2—3 Hunderttheile nicht übersteigen.

Ich habe gasförmige bromige Säure durch dasselbe Verfahren erhalten wie chlorige Säure, aber diess ist ein Feld, dessen Durchsuehung sich Hr. Balard vorbehalten hat. Für den Augenblick beschränke ich mich darauf, die gemachten Beobachtungen mitzutheilen, so unvollkommen sie auch sind.

## II.

### *Ueber neue Chlorverbindungen des Naphtalins und über Isomorphismus und Isomerie dieser Reihe.*

Von

A. LAURENT \*).

(*Compt. rend. Mai 1842. p. 818.*)

In einem Berichte, den ich vor 2 Jahren der Academie zu übersenden die Ehre hatte, kündigte ich zuerst an, dass ich so eben entdeckt hätte, einige vom Naphtalin abgeleitete Verbindungen seien isomorph unter einander; aber zu gleicher Zeit gab ich verschiedene Unregelmässigkeiten des Gesetzes an, das ich damals aufzustellen suchte und das so ausgesprochen wird:

Wenn eine Verbindung irgend eine Anzahl von Wasserstoffatomen gegen dieselbe Anzahl von Atomen eines negativen Körpers vertauscht, wie Chlor, Brom, Untersalpetersäure u. s. w., so sind die neuen Verbindungen isomorph mit derjenigen, der sie ihren Ursprung verdanken.

\*) Die eben so sonderbare als eigenthümliche und unübersetzbare Nomenclatur des Hrn. Laurent dürfen wir, um die Abhandlungen dieses Gelehrten unsern Lesern nicht unverständlich sein zu lassen, nicht verenthalten, so sehr wir auch wünschten, die deutschen Chemiker damit nicht belästigen zu müssen.

## 80 Laurent, th. neue Chlorverbindungen d. Naphtalins

Da ich nun die Quelle jener Anomalien suchte, entdeckte ich 20 neue Chlorverbindungen des Naphtalins und eine Reihe von Thatsachen, die mir sehr eigenthümlich und sehr interessant zu sein scheinen.

Um die Thatsachen besser auseinander zu setzen, will ich gleich eine Uebersicht aller von mir entdeckten Verbindungen geben.

Da die alte Nomenclatur, welche ich gebrauchte, nicht für eine so grosse Anzahl von Verbindungen ausreicht, so habe ich folgende angenommen, welche die Zahl und Anordnung der Atome bezeichnet.

Der Name jedes Kohlenwasserstoffes endigt sich auf *um*; so sage ich Naphtum statt Naphtalin.

Wenn Chlor, Brom, Salpetersäure und Schwefelsäure auf das Naphtum einwirken, wird der Wasserstoff bald entzogen, bald nicht. Er kann mit äquivalenter Zusammensetzung entzogen, oder auch durch eine entweder kleinere oder grössere Anzahl von Aequivalenten, als er selbst bietet, ersetzt werden.

Wenn die Substitution äquivalent ist, endigt sich der Name auf *ase, ese, ise, ose, use*, je nachdem 1, 2, 3, 4 oder 5 Aeq. Wasserstoff weggefallen sind; auf *ane, ene, ine, one, une*, wenn  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{5}{2}$ ,  $\frac{7}{2}$ ,  $\frac{9}{2}$  Wasserstoff ausgetreten sind; für noch grössere Zahlen sage ich:

*alane, alase, aline, alise* u. s. w.  $\leftarrow$   
 $\frac{11}{2}$       6       $\frac{13}{2}$       7.

Chlor und Brom können zusammen in dieselbe Verbindung eingehen; dann sage ich *Chlora-bronaphtise, Chlore-bronaphtise, Chlore-bronaphtose* und *Broma-chlonaphtise, Bromo-chlonaphtose*, je nachdem das Chlor oder Brom zuerst in die neue Verbindung eingetreten ist, wobei dann Chlora — 1, Chlore — 2 Aeq. u. s. w. bedeutet.

Ich bezeichne  $N_2O_4$  mit X und  $SO_2$  mit S.

Es existirt eine grosse Menge isomerischer Verbindungen; ich unterscheide sie durch die Buchstaben *a, b, c, d*.

Dieselben Buchstaben bezeichnen, dass die Körper isomorph sind, und die Buchstaben *x, y*, dass die Form der Verbindung noch nicht bestimmt ist.

Die erste Tabelle enthält die Körper, die durch regelmässige Substitution aus dem Naphtum entstanden sind.

Die zweite diejenigen, welche durch unregelmässige Sub-

2. 4b. Leontophium und Dimerie dieser Reihe 81

stitution entstanden sind, aber ein regelmäßig entstandenes Radical enthalten.

Die dritte diejenige, welche in keiner Beziehung mehr zu dem Naphtum stehen.

I. Naphtum	$C_{20}H_{16}$
Chlonaphtane	$C_{20}H_{15}Cl$
Naphtase	$C_{20}H_{14}O$
Chlonaphtase	$C_{20}H_{14}Cl_2$
Bronaphtase	$C_{20}H_{14}Br_2$
Ninaphtase	$C_{20}H_{14}X$
Chlonaphtese	a $C_{20}H_{12}Cl_2$
—	b — —
—	d — —
—	e — —
—	f — —
—	x — —
Bronaphtese	b $C_{20}H_{12}Br_2$
Ninaphtese	b $C_{20}H_{12}X_2$
Chlorobronaphtise	a $C_{20}H_{11}BrCl_4$
Ninaphtis	x $C_{20}H_{11}X^{5/2}$
Chlonaphtise	a $C_{20}H_{10}Cl_6$
—	b — —
—	d — —
Ninaphtise	x $C_{20}H_{10}X_2$
—	y — —
Chlorabronaphtise	b $C_{20}H_{10}Br_2Cl_2$
Chlorobronaphtise	a $C_{20}H_{10}Br_2Cl_4$
Chlonaphtase	f $C_{20}H_9Cl_7$
Chlonaphtese	a $C_{20}H_8Cl_8$
—	b — —
—	c — —
—	e — —
Bronaphtese	x $C_{20}H_8Br_8$
Bromen-chlonaphtese	a $C_{20}H_8Cl_5Br_3$
Chloro-bronaphtese	b $C_{20}H_8Br_4Cl_4$
Chlori-bronaphtese	a $C_{20}H_8Br_2Cl_6$
Chlonaphtase?	a? $C_{20}H_8Cl_{10}$
Chlonaphtalase	a $C_{20}H_8Cl_{11}$
Chlonaphtalase	a $C_{20}H_4Cl_{12}$

## §§ Laurent, üb. neue Chlorverbindungen d. Naphthalins

II. Naphthalinunterchlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{16} + \frac{1}{2} Cl_2$
Naphthalinchlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{16} + Cl_2$
Chlonaphthalinchlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{15}Cl + Cl_2$
Chlonaphthaschlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{14}Cl_2 + Cl_2$
—	$y$ — —
—	$z$ — —
Doppelchlorür von Naphthalin und Chlonaphthase	$\alpha$ $C_{20}H_{16}Cl_2 + 3C_{20}H_{14}Cl_2, Cl_2$
Chlonaphthesunterchlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{12}Cl_4 + Cl_2$
Chlonaphtheschlorür	$\alpha$ $C_{20}H_{12}Cl_4 + Cl_2$
—	$y$ — —
—	$z$ — —
Chlonaphtesbromür	$\alpha$ $C_{20}H_{12}Cl_4 + Br_2$
Bronaphtesbromür	$\alpha$ $C_{20}H_{12}Br_4 + Br_2$
Bronaphtisunterbromür	$\alpha$ $C_{20}H_{10}Br_6 + Br_2$
Chlonaphtisunterbromür	$\alpha$ $C_{20}H_{11}Cl_2 + Br_2$
Sulnaphtasinsäure	$\alpha$ $C_{20}H_{14}S + SO_3H_2O$
Nisulnaphtesinsäure	$C_{20}H_{12}XS + SO_3H_2O$
Sulnaphtesinsäure	$C_{20}H_{12}XS + SO_3H_2O$
III. Chlonaphthinsäure	$C_{20}H_8Cl_2O_5 + H_2O$
Chloroxyphthalose	$C_{12}H_6Cl_2O_2?$
Oxychlorophthalose	$C_9H_5Cl_2O?$
Phtalinsäure	$C_8H_4O_3 + H_2O$
Phtalimid	$C_8H_4O_2, Im$
Nitronaphthalinsäure	$C_8H_3X\frac{1}{2}O_3 + H_2O.$

Man wird bemerken:

1) Dass das Naphthalin, das bis jetzt nur 8 At. Wasserstoff abgegeben hatte, mir endlich Chlonaphthalase gegeben hat, welches nur 4 At. Wasserstoff enthält; ich glaube sogar noch darüber hinaus gewesen zu sein, aber meine Untersuchungen sind noch nicht beendigt;

2) dass es nicht weniger als 6 isomere Chlonaphtesen, 3 Chlonaphtisen, 2 Ninaphtisen, 4 Chlonaphtosen, 3 Chlonaphthaschlorüre und 3 Chlonaphtheschlorüre giebt;

3) dass es eine Verbindungsreihe  $\alpha$  giebt, die isomorph sind, eine eben solche Reihe  $b$  u. s. w. Die Reihe  $\alpha$  ist die bemerkenswertheste. Alle Körper, welche sie enthält, gleichen einander im höchsten Grade, ungeachtet der bedeutenden Differenz zwischen ihren Zusammensetzungen; es bedauerte der

angestregtesten Aufmerksamkeit, um sie von einander zu unterscheiden. Die Winkel der Krystalle sind dieselben, alle sind weich wie Wachs, alle lassen sich parallel der Hauptaxe in eine Menge anderer ähnlicher Prismen spalten, alle sind durch Alkalien oder Destillation nicht zersetzbar, selbst die Chlonaphtalase, die nicht weniger als 12 Atome Chlor enthält. Man würde vergeblich unter allen bekannten Körpern zwei Körper aufsuchen, die sich in allen Beziehungen so sehr gleichen. So finden sich also durch die Erfahrung jene Gedanken bestätigt, die ich vor 5 bis 6 Jahren über die Constitution dieser Verbindungen ausgesprochen habe, welche damals als übertrieben, seltsam, wunderbar von Dumas, Berzelius und Liebig betrachtet wurden;

4) dass alle Verbindungen der ersten Tabelle, welche 16 Atome Chlor, Brom, Wasserstoff enthalten, durch Destillation oder Alkalien nicht zersetzt werden können;

5) dass alle Verbindungen der zweiten Tabelle, welche mehr als 16 Atome Chlor, Brom u. s. w. enthalten, durch Destillation und Alkalien zersetzbar sind, welche entweder Chlorwasserstoffsäure, oder Brom, oder Bromwasserstoffsäure und zwar in solcher Menge ihnen entziehen, dass der neue Körper, den man erhält, stets 16 Atome Chlor, Brom und Wasserstoff enthält;

6) dass der grösste Theil dieser Verbindungen dem Substitutionsgesetze zuwiderläuft. So kann das Naphtum, mit Chlor behandelt, direct 2 Atome Wasserstoff verlieren und 10 Atome Chlor aufnehmen; das Naphtum kann 4 Atome Wasserstoff verlieren und 12 Atome Brom aufnehmen; das Chlonaphteschlorür kann ohne Substitution 8 Atome Wasserstoff verlieren. Man wird ausserdem bemerken, dass die Verbindungen der zweiten Tabelle keine chlorwasserstoffsäure Salze sind, wie ich es sonst vermuthet hatte, um sie dem Substitutionsgesetze unterzuordnen; um das zu beweisen, braucht man bloß zu sagen, dass das Chlonaphtesbromür, der Destillation unterworfen, reines Brom und Chlonaphtese liefert.

7) In der zweiten Tabelle findet man 3 Säuren; diese Körper haben nicht etwa eine den voranstehenden ähnliche Zusammensetzung, auch besitzen sie durchaus verschiedene Eigenschaften.

Man wird besonders zwei isomere Säuren bemerken; die

### 34 Reiset, Bestimmung d. Stickst. in d. organ. Verbind.

eine entsteht durch Einwirkung der Schwefelsäure und darnach der Salpetersäure auf Naphtum, während bei der andern die Einwirkung den umgekehrten Gang nahm. Die Formeln, welche ich gebe, erklären, glaube ich, zur Genüge diese Isomerie. Ich suchte zu sehen, ob, was bis heute ohne Beispiel ist, diese beiden isomeren Körper etwa isomorph seien, aber meine Untersuchungen lehrten mich nichts Bestimmtes.

8) Die zweite Tabelle enthält Körper, deren krystallinische Gestalt ich noch nicht angeben kann. Einige von ihnen sind isomorph, so das Naphtum - und Chlonaphtaschlorür, und das Doppelchlorür von Naphtum und Chlonaphtase zeigen dieselbe Gestalt. Was den letzteren betrifft, so muss man ihn vielleicht als eine Verbindung in bestimmten Proportionen betrachten, ähnlich wie das Doppelcarbonat von Calcium und Magnesium mit einem Atom von jeder Basis, sonst aber als einen Dolomit, der beliebige Verhältnisse von Kalk und Magnesia enthalten kann.

9) In der dritten Tabelle stehen die Körper, welche nicht mehr ein aus dem Naphtum abgeleitetes Radical enthalten, auch stehen sie in keiner Beziehung zu denen der vorstehenden Tabellen. Unter diesen Verbindungen haben 2 eine ähnliche Zusammensetzung, die Phthalin - und Nitrophthalinsäure; auch sind sie isomorph.

---

### III.

*Ueber das Verfahren von Varrentrapp und Will, den Stickstoff in den organischen Verbindungen zu bestimmen, und über einige neue Umstände der Ammoniakbildung.*

Von

REISET.

(Compt. rend. T. XV. p. 154.)

Die Herren Varrentrapp und Will haben eine neue sinnreiche Methode\*) für die Bestimmung des Stickstoffes in den organischen Verbindungen angegeben, welche mit Vor-

---

\*) Dies. Journ. XXIV. 308.

## n. dt. einige neue Umstände d. Ammoniakbildung. 33

thut bei einer grossen Menge von stickstoffhaltigen Körpern angewandt worden ist. — Um diese Methode gegen jeden Vorwurf zu sichern, muss nachgewiesen werden, dass aller Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanz in Ammoniak durch Glühen mit Natronkalk verwandelt wird, ohne dass der Stickstoff der in der Röhre enthaltenen atmosphärischen Luft auf irgend eine Weise an der Ammoniakbildung Theil nehmen könnte.

Die Versuche von Berzelius und Plantamour\*) und die späteren von Varrentrapp und Will zeigen, dass die ersteren der Bedingungen wirklich völlig erfüllt werden. Alle stickstoffhaltigen Substanzen, mit Ausnahme derer, welche den Stickstoff als Salpetersäure enthalten, wandeln diesen in Ammoniak um, wenn sie bei hoher Temperatur der Einwirkung von Alkalien ausgesetzt werden. Selbst die Cyanverbindungen liefern das Ammoniak hierbei so leicht wie ein Gemenge von Salmiak und Kalk.

Was die Bildung von Ammoniak auf Kosten der atmosphärischen Luft in der Verbrennungsröhre betrifft, so liessen Varrentrapp und Will bei Rothglühhitze ein Gemenge von Stickstoff und Wasserstoff, wie man es durch Zersetzung von Ammoniak durch Kupfer erhält, erstens über ein Gemenge von geglühtem Weinstein und Kalk streichen, zweitens über eine Mischung von frisch geglühtem Kienruss und Natronkalk, und drittens endlich über Natronkalk allein, ohne die kleinste Menge von Ammoniak erhalten zu können.

Dieser Versuch schliesst nach den Verfassern eine Fehlerquelle aus, welche den Stickstoffgehalt bei dem Versuch vermehren könnte; wenn dieser dennoch zu hoch ausfällt, glauben sie es von einer Verunreinigung der Substanz oder des Platinchlorids ableiten zu müssen.

Dieser Schluss schien mir nicht hinreichend begründet, denn daraus, dass ein Gemenge von Stickstoff und Wasserstoff unter den Umständen, welche Varrentrapp und Will herbeiführten, kein Ammoniak bildete, konnte man nicht schliessen, dass eine stickstofffreie Substanz, welche sehr kohlereich ist,

\*) Dies. Journ. XXIII, 231.



## §6 Reiset, Bestimmung d. Stickst. in d. organ. Verbind.

gemischt mit einem Alkali, bei der Verbrennung kein Ammoniak in Berührung mit atmosphärischer Luft liefern könnte.

Es war um so wichtiger, diesen Punkt zu untersuchen, da schon Faraday \*) angeführt hat, „dass stickstofffreie Substanzen, wie Zucker, essigsäures Kali, oxalsäure Kalkerde, weinsäures Bleioxyd u. s. w., mit Kali, Natron, Barythydrat geglüht, ihm stets sehr bemerkbare Mengen von Ammoniak geliefert haben.“

Faraday hat bei Anstellung dieser Versuche die höchste Sorgfalt auf die Reinheit der benutzten Reagentien angewandt. Es blieb daher nur noch übrig, zu untersuchen, ob die von Faraday beobachtete Erscheinung einen Einfluss auf das analytische Verfahren von Varrentrapp und Will haben könnte. Die folgenden Versuche scheinen mir keinen Zweifel darüber zu lassen.

Varrentrapp und Will haben Zucker angewandt, um während der Verbrennung eine zu schnelle Absorption des Ammoniaks durch die Chlorwasserstoffsäure zu verhindern; mir hat jedoch der Zucker, in dem gewöhnlichen Apparate mit dem Natronkalk verbrannt, stets kleine Quantitäten von Platinsalmiak geliefert, welche man, wie man sehen wird, nicht vernachlässigen darf. Hierbei kann das Ammoniak nur aus dem Stickstoff der in der Röhre enthaltenen atmosphärischen Luft gebildet werden, und nicht aus den angewandten Reagentien herrühren.

Das Gemenge von Natronkalk, welches ich angewandt habe, war bereitet worden, indem 2 Theile gebrannter Kalk mit einer wässrigen Auflösung von einem Theil kaustischem, frisch geschmolzenem Natron gelöscht und bei starker Rothglühhitze in einem irdenen Tiegel mit der gehörigen Vorsicht geglüht worden waren. Die Masse wurde schnell gepulvert und erhitzt, um die Feuchtigkeit, welche sie dabei hätte anziehen können, zu vertreiben, und noch heiss in eine Flasche mit eingeriebenem Glasstöpsel gebracht.

70 Gr. dieses völlig weissen Gemenges wurden in einer Verbrennungsröhre eine Stunde lang geglüht, während ein Luftstrom, der durch Schwefelsäure gewaschen wurde, hin-

---

\*) Pogg. Ann. III. 455.

## a. üb. einige neue Umstände d. Ammoniakbildung. 37

durchging. Die aus der Röhre austretende Luft ging durch einen mit Chlorwasserstoffsäure gefüllten Kugelapparat; die Flüssigkeit wurde nach Beendigung des Versuches mit Platinchlorid vermischt und im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet; nach dem Erkalten löste sich die Masse völlig in ätherhaltigem Alkohol, und das Filter, durch welches die Lösung filtrirt wurde, hinterliess nach dem Verbrennen nur 0,00175 Gr. Asche und Platin.

Bei einem zweiten Versuche, in welchem 57 Gr. des Gemenges angewandt wurden, blieben 0,0015 Gr. Asche und Platin zurück.

Diese beiden Versuche zeigen hinreichend, dass weder das Gemenge noch das Platinchlorid, welches angewandt worden war, unter den gewöhnlichen Umständen Ammoniak liefern konnten. Dennoch will ich die Versuche angeben, welche ich mit der Platinlösung noch zur Sicherheit anstellte.

Bevor ich den Platinschwamm in Königswasser auflöste, wusch ich denselben mit kochendem Wasser aus, bis das Waschwasser nicht mehr durch salpetersaures Silberoxyd getrübt wurde, denn nach den interessanten Beobachtungen von Varrentrapp und Will hält der Platinschwamm immer eine kleine Menge Salmiak zurück, welche durch Glühen nicht ausgetrieben werden kann. Zu dem daraus dargestellten Platinchlorid setzte ich eine Auflösung von Salmiak, welche 0,18975 Gr. des Salzes enthielt; daraus erhielt ich 0,792 Gr. Platinsalmiak, bei 110° getrocknet. Diese Menge entspricht 0,0502 Gr. Stickstoff, während die angewandte Salmiakmenge 0,0501 Gr. Stickstoff enthielt. Beim Glühen des Platinsalmiaks blieben 0,35025 Gr. Platin zurück; es hätten 0,35026 Gr. zurückbleiben sollen.

Hierauf ging ich zu den Versuchen mit dem Zucker über.

1) 1 Gr. dieses weissen Zuckers wurde in einer gewöhnlichen Verbrennungsröhre\*) mit dem alkalischen Gemenge verbrannt. Dabei wurde dasselbe Verfahren und dieselbe Sorg-

---

\*) Die angewandten Röhren hatten die gewöhnlichen Dimensionen. Ihre Länge schwankte zwischen 0,50 — 0,55 M. Ihr Durchmesser zwischen 0,010 und 0,015 M. Ihr Inhalt zwischen 0,55 — 0,70 Cb. C. Das Gewicht des Gemenges schwankte zwischen 71 und 55 Gr.

## 26 Reiset, Bestimmung d. Stickst. in d. organ. Verbind.

falt angewandt wie bei einer stickstoffhaltigen Substanz. Die Spitze der Röhre wurde jedoch nicht abgebrochen, um jeden Zutritt der äussern atmosphärischen Luft zu vermeiden. Dennoch wurde Platinsalmiak in glänzenden gelben Krystallen erhalten, welcher nach dem Glühen 0,089 Gr. Platin hinterliess, entsprechend 0,0153 Gr. Stickstoff.

2) 2 Gr. Zucker gaben auf gleiche Weise 0,10725 Gr. Platin, oder 0,0153 Stickstoff.

3) 1,500 Gr. sehr schön krystallisirter Zucker gaben 0,104 Gr. Platin, oder 0,0149 Gr. Stickstoff.

4) 0,500 Candiszucker gaben 0,0525 Gr. Platin, oder 0,0075 Gr. Stickstoff.

5) 0,250 Gr. Candiszucker gaben 0,02650 Gr. Platin, oder 0,0038 Gr. Stickstoff.

Angewandter Zucker.	Erhaltener Stickstoff.	p.C.
0,250 gaben	0,0038	1,52
0,500 —	0,0075	1,50
1,000 —	0,0127	1,27
1,500 —	0,0149	1,00
2,000 —	0,0153	0,75.

Man sieht, dass bei Anwendung von 0,250 Gr. bis 1 Gr. Zucker die erhaltene Stickstoffmenge ziemlich proportional der angewandten Menge der Substanz ist; über 1 Gr. steigt nicht mehr die Stickstoffmenge in dieser Art.

Auch bei der Verbrennung von Stearin erhielt ich Ammoniak; aus 1 Gr. nämlich 0,06475 Gr. Platin oder 0,0092 Stickstoff.

Wenn das Ammoniak aus der Luft in der Verbrennungsröhre herrührte, so musste eine Atmosphäre von Wasserstoff dasselbe ausschliessen. Ich liess daher vor der Verbrennung drei Viertelstunden lang einen starken Strom von Wasserstoff durch die Verbrennungsröhre streichen, welcher durch Schwefelsäure und sodann durch eine Quecksilberchloridlösung ging. Die angewandte Schwefelsäure war durch Kochen mit schwefelsaurem Eisenoxyd von dem Stickstoffoxyd befreit. Dennoch wurde Platinsalmiak erhalten, welcher 0,03375 Gr. Platin hinterliess, oder 0,0048 Gr. Stickstoff entsprach.

Ueberzeugt, die Wasserstoffentwicklung habe nicht lange genug gedauert, um den Apparat völlig von der atmosphäri-

sehen Luft zu befreien, setzte ich bei einem zweiten Versuch dieselbe sechs Stunden fort, dennoch erhielt ich bei 1 Gr. Zucker 0,034 Gr. Platin aus dem erzeugten Platinsalmiak, oder 0,0048 Gr. Stickstoff, also genau die vorige Menge.

Aus diesen Versuchen erhellt, da in beiden Fällen, in welchen der Wasserstoffstrom so verschieden lange Zeit anhält, Platinsalmiak erhalten wurde, dass ein sehr lange fortgesetzter Wasserstoffstrom aus dem Apparate nur eine bestimmte Quantität Luft austreiben kann, während in beiden Versuchen ungefähr 4 Cb. C. Stickstoff in den Poren des Gemenges condensirt blieben. Dieser Condensationszustand muss, meiner Meinung nach, dem *Status nascens* sehr nahe stehen und den Stickstoff sehr geeignet machen, Verbindungen einzugehen.

Natürlich müssen, eben so wie stickstofffreie Substanzen Ammoniak liefern können, auch schwer verbrennliche stickstoffhaltige einen Ueberschuss von Ammoniak geben, indem sie auf Kosten des Stickstoffes der Luft durch die Einwirkung des Natrons zuerst Cyan und sodann Ammoniak erzeugen. Die vor Kurzem durch Manzini entdeckte Basis, das Cinchovin\*), erlaubte mir, diess ausser Zweifel zu setzen. Diese Substanz kann nur mit chromsaurem Bleioxyd im Sauerstoffstrom verbrannt werden. Nach Manzini's Analysen besteht sie aus:

C <sub>46</sub> =	3450,00	69,80
H <sub>54</sub> =	337,50	6,83
N <sub>4</sub> =	354,08	7,16
O <sub>8</sub> =	800,00	16,31
4941,58		100,00.

Die gewöhnlichen Analysen gaben 7,23; 7,39; 7,69 p.C. Stickstoff, drei Analysen nach der Methode von Varrentrapp und Will gaben:

- 1) 0,502 Gr. gaben 0,949 Gr. Platinsalmiak = 11,95 p.C. N.
- 2) 0,389 — — 0,716 — — = 11,57 —

In beiden Fällen wurde, um eine zu schnelle Absorption zu vermeiden, etwas Zucker hinzugesetzt. Bei der dritten Bestimmung geschah diess nicht.

- 3) 0,46225 Gr. gaben 0,700 Gr. Platinsalmiak, oder 9,6 p.C. N.

Der geblühte Salmiak hinterliess 0,311 Gr. Platin, statt

\*) S. die folgende Abhandlung.

## 40 Reiset, Bestimmung d. Stickst. in d. organ. Verbind.

0,309 Gr. Die letzte Analyse war ohne die geringste Ursache eines Vorwurfs ausgeführt, und dennoch zeigte sie gegen die ältere Methode eine so beträchtliche Abweichung.

Wir sehen daraus, dass die Methode von Varrentrapp und Will, den Stickstoff zu bestimmen, in vielen Fällen sehr gut angewandt werden kann, wie sie auch von mehreren anderen Chemikern schon mit Vortheil benutzt worden ist; doch, glaube ich, können sehr erhebliche Fehler entstehen, wenn man mit stickstofffreien Körpern zu thun hat und mit solchen stickstoffhaltigen, welche viel Kohle enthalten und schwierig durch Alkalien zu verbrennen sind.

Endlich kann noch ein zweiter Fehler entstehen, nämlich durch Reduction einer kleinen Menge Platinchlorid zu Platinchlorür durch den ätherhaltigen Alkohol (1 Th. Aether und 3 Th. Alkohol).

Ich habe öfter bemerkt, dass beim Uebergiessen des bis zur Trockne abgedampften Platinchlorids mit der ätherischen Flüssigkeit, und selbst in der Kälte, sich augenblicklich ein grünlich-gelbes Pulver abscheidet, welches unlöslich in Wasser, aber löslich in Ammoniak ist, ganz wie das Platinchlorür. Dadurch wird das Gewicht des Platinsalmiaks und also auch das des berechneten Stickstoffes vermehrt. Daher bleibt auch beim Glühen des Platinsalmiaks zuweilen mehr Platin zurück, als der Rechnung nach sollte, auch bei Anwendung eines sehr reinen Platinchlorids. Ich glaube, diese Reduction wird sehr begünstigt durch die Kohlenwasserstoffe aus dem Aether, welche bei der Verdampfung so lange Zeit mit dem Ueberschusse des Platinchlorids zusammenkommen.

Man sieht, dass die Fehlerquellen dieses neuen Verfahrens stets geeignet sind, den Stickstoffgehalt etwas höher anzugeben; ich kann es mir daher nicht erklären, wie Varrentrapp und Will bei verschiedenen Analysen stets etwas weniger Stickstoff, als die Rechnung angiebt, gefunden haben. Bei dem Melamin, wo sie ein gleiches Gewicht Zucker wie Substanz mit dem Gemenge mischten, 0,418 Gr., erhielten sie

66,22 p.C. N. Die Formel fordert 66,56, und diese Quantität Zucker giebt schon für sich 1,6 p.C. Stickstoff \*).

Ich suchte mir zu erklären, auf welche Weise eine nicht stickstoffhaltige Substanz Ammoniak beim Glühen mit Alkalien erzeugen könnte, und es war besonders die Frage, ob sich der entwickelte Wasserstoff unmittelbar mit dem Stickstoffe der atmosphärischen Luft zu Ammoniak verbände, oder ob der Kohlenstoff zuerst Cyan erzeuge, welches sodann in Ammoniak übergehe? Dieses letztere war mir das Wahrscheinlichste \*\*).

Ich verbrannte 1,500 Gr. Zucker mit dem alkalischen Gemenge und leitete während der Verbrennung ganz langsam einen durch Schwefelsäure gewaschenen Strom von atmosphärischer Luft hinüber. Ich erhielt 0,069 Gr. Platin oder 0,0099 Stickstoff, während dieselbe Zuckermenge in verschlossenen Röhren 0,0149 Gr. Stickstoff gab. Erleichtert man die Verbrennung, so vermindert sich die Ammoniakbildung; es ist also der Kohlenstoff, welcher den Fehler hervorbringt.

Ich leitete reinen Stickstoff über den verbrennenden Zucker, ohne die Ammoniakmenge zu vermehren; die Reaction ist also eine Folge der Einwirkung des Kohlenstoffes im *Status nascens* und des in den Poren des Gemenges condensirten Stickstoffes.

Faraday zeigte in seiner Abhandlung „über die Bildung des Ammoniaks“, dass das Eisen, das Zink und im Allgemeinen die leicht oxydablen Metalle, mit Kali geschmolzen, Ammoniak entwickeln, und selbst in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas.

Ich habe gefunden, dass reine Eisenfeile in concentrirter Kalilauge schon bei 130° reichlich Wasserstoffgas entwickelt und zugleich einen sehr deutlichen Ammoniakgeruch, wenn man ungefähr 20 Gr. Kali anwendet. Diese Ammoniakentwicklung hört aber gänzlich auf, wenn man den Versuch in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoffe anstellt, den man durch

---

\*) Um einen Säureverlust durch die hindurchstreichenden Gase aus dem von Varrentrapp und Will angewandten Kugelapparate zu vermeiden, habe ich die aus der letzten Kugel aufsteigende Glasröhre länger gemacht und noch einmal ausgeblasen.

\*\*\*) Vgl. die Abhandlung über die Cyanbildung in dies. Journal XXVI. 407.

Schwefelsäure, die von Stickoxyd frei ist, bereitet hat; sonst findet Ammoniakbildung statt.

Das Stickoxyd und der Wasserstoff geben zu interessanten Ammoniakbildungen Anlass.

Zusammen durch eine rothglühende Röhre geleitet, vereinigen sich beide Gase nicht. Substanzen-Indessen, welche geeignet sind, Gasarten zu condensiren, bewirken sofort die Bildung des Ammoniaks, z. B. liefert fein gepulverter Bimastein das Gas in grosser Menge.

Bereitet man die Gasarten in einer Röhre, in der sich einige Gr. Eisenoxyd befinden, welches durch eine Spirituslampe schwach erwärmt wird, so erglüht diess sogleich heftig und Ammoniak entweicht in Menge. Aus einem Apparate, welcher aus 2 Flaschen von 1 Liter Inhalt für die Entwicklung eines jeden Gases bestand, und bei 10 Gr. Eisenoxyd konnte, so viel Ammoniak erhalten werden, dass in weniger als einer Stunde 25 Gr. rauchende Salzsäure gesättigt wurden.

Die Oxyde des Zinks, Zinns und Kupfers zeigen diese Erscheinung gleichfalls, doch in geringerem Maasse. Offenbar sind es die abwechselnden Reductionen und Oxydationen des Metalles im Gasstrom, welche die Verbindung des Wasserstoffes mit dem Stickstoffe einleiten.

---

#### IV.

### Ueber das Cinchovin.

Von

J. MANZINI.

(Auszug.)

(Compt. rend. Tom. XV. p. 105.)

Die Jaën-Chinarinde des Handels, welche auch unter dem Namen der *weissen China* von Condamine vorkommt und die Rinde von *Cinchona ovata* aus der Flora von Peru ist, wurde lange Zeit nicht, wie die ächte Chinarinde, als fiebervertreibend angesehen und später in der Medicin verworfen. Ich habe in der That weder Chinin noch Cinchonin in ihr entdecken können, aber das Vorkommen einer neuen vegetabilischen Basis festgestellt, welche ich *Cinchovin* oder *Quinovin* (*Quina ovata*) nennen und in Folgendem beschreiben werde.

Die Bereitung des Cinchovins ist genau dieselbe wie die des Chinins. Diese Basis stellt weisse geruchlose verlängerte prismatische Krystalle dar, von einem bitterm Geschmacke, der sich, in Folge der geringen Löslichkeit dieser Substanz, erst nach längerer Zeit entwickelt. Alkohol löst sie sehr gut auf, besonders in der Wärme, Aether löst sie weniger leicht auf, in Wasser ist sie beinahe unlöslich. Die verdünnten Säuren lösen sie auf und bilden Salze, welche gewöhnlich sehr leicht krystallisiren, in Alkohol sehr löslich sind, auch in schwachem, besser in der Wärme als in der Kälte, und deren Lösungen durch Alkalien und ihre kohlensauren Verbindungen, die das Cinchovin daraus abscheiden, ferner durch Jodkalium, Platinchlorid, Goldchlorid und durch Chlorverbindungen anderer Metalle niedergeschlagen werden. Ammoniak schlägt auch die Salze des Cinchovins nieder und scheidet die Basis aus, aber nur ein Theil des Cinchovins schlägt sich als unlöslich nieder, besonders wenn der Ueberschuss des Ammoniaks beträchtlich ist, denn ein Theil der Basis bleibt gelöst durch Ammoniak und bildet bei Verdunstung desselben dünne Nadeln. Auch die Portion des Cinchovins, welche sich niedergeschlagen hat und die ganz amorph ist, wandelt sich endlich in eine krystallinische Masse von blendend weisser perlmutterartiger Farbe um. Es bedarf 2 oder 3 Tage, um diese Erscheinung hervorzubringen. Die Auflösung des Cinchovins in Alkohol ist sehr bitter, bläut das geröthete Lakmuspapier und färbt Veilchensirup grün. Bis 150° langsam erhitzt, verändert das Cinchovin weder sein Ansehen noch sein Gewicht. In einer Röhre bis zu 188° erhitzt, schmilzt es zu einer braunen Flüssigkeit, ohne sich zu verflüchtigen; bei dem Erkalten erstarrt es zu einer harzartigen Masse von der Farbe des Colophoniums, mit zersprungener Oberfläche. In diesem Zustande ist sein Gewicht dasselbe wie vor dem Schmelzen, und wenn man es von Neuem schmilzt, so findet man, dass sein Gewicht sich nicht ändert. Cinchovin gehört also nicht unter die Körper, welche nach der interessanten Beobachtung Wöhler's in seiner Abhandlung *über die Lithofelsäure* \*) die merkwürdige Eigenschaft darbieten, zwei verschiedene Schmelzpunkte zu haben, je nachdem sie im amor-

\*) Dies. Journ. XXV. 50.



phen oder im krystallisirten Zustande sich befinden. Das geschmolzene und erstarrte Cinchovin ist auf gleiche Weise löslich in kochendem Alkohol und setzt sich beim Erkalten in Krystallen ab. Gegen  $190^{\circ}$  zersetzt sich der Körper, bildet dann brenzliche, sehr stinkende Producte und lässt eine sehr voluminöse Kohle zurück. Diese Versuche zeigen, dass das krystallisirte Cinchovin völlig wasserfrei ist. 4 Analysen haben gegeben:

	1.	2.	3.	4.
Kohle	69,69	69,92	69,05	69,70
Wasserstoff	6,88	7,04	7,28	6,97
Stickstoff	7,23	7,39	7,62	7,23
Sauerstoff	16,20	15,65	16,05	16,10
	100,00	100,00	100,00	100,00.

Diese Zahlen führen zu folgender Formel:

$C_{46}$	=	3450,00	69,80
$H_{54}$	=	337,50	6,83
$N_4$	=	354,08	7,16
$O_8$	=	800,00	16,21

1 Aeq. Cinchovin = 4941,58 100,00.

Diese Zahlen stimmen sehr gut mit denen der Versuche.

Ausserdem wird die Genauigkeit dieser Formel durch die Analyse des zweifach-schwefelsauren Cinchovins bestätigt. Dieses Salz, welches man sehr leicht durch Auflösen der Basis in der Wärme in einem kleinen Ueberschusse von sehr verdünnter Schwefelsäure und durch Krystallisation der Lösung erhält, hat folgende Resultate gegeben:

	Ber.	Gef.
$C_{46}$	= 3450,00	55,92 55,59
$H_{58}$	= 362,50	5,88 6,07
$N_4$	= 354,08	— —
$O_{10}$	= 1000,00	— —
$2SO_3$	= 1002,24	16,24 16,68

1 Aeq. zweifach-schwefels. Cinchov. = 6168,82 100,00 100,00.

Die Formel dieses Salzes würde demnach sein:



## V.

**Zusammensetzung des Coniins.**

Von

V. ORTIGOSA.

(Ann. der Chem. u. Pharm. B. XLII. S. 313.)

Kaustisches geschmolzenes Kali scheidet aus dem wasserhaltigen Coniin dieses als eine oben aufschwimmende ölige Schicht ab, welche, destillirt und mehrere Male so gereinigt, folgende Zusammensetzung zeigte:

0,199 gaben 0,546 CO<sub>2</sub> und 0,218 aq., oder 75,44 C, 12,17 H,  
0,3318 — 0,904 — — 0,358 — — 74,92 C, 11,98 H.

Das in Alkohol und Aether unlösliche gelbe Platinchlorid-Doppelsalz gab von 0,5152 an Platin 0,1511 oder 29,33 p. C. Pt. Atomgew. des Coniins 1631,66.

0,3793 gaben 0,400 CO<sub>2</sub> und 0,1707 aq., od. 28,99 C, 5,00 H.

0,2795 — 0,2065 Platinsalmiak oder 4,69 N.

0,6068 — 0,1785 Platin oder 29,42 Pt.

0,4064 — 0,430 CO<sub>2</sub> und 0,1835 aq., od. 29,09 C, 5,02 H.

0,307 — 0,227 Platinsalmiak oder 4,55 N \*).

Daraus folgt die Formel: C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>H<sub>2</sub> + PtCl<sub>4</sub>.

C<sub>16</sub> = 1213,60      29,14

H<sub>34</sub> = 212,15      5,09

N<sub>2</sub> = 177,04      4,25

Cl<sub>6</sub> = 1328,00      31,90

Pt<sub>1</sub> = 1233,50      29,62

---

4164,29      100,00.

Das wasserfreie Coniin enthält demnach C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>N<sub>2</sub>.

C<sub>16</sub> = 1213,60      76,31

H<sub>32</sub> = 199,67      12,55

N<sub>2</sub> = 177,04      11,14

---

1590,31      100,00.

Das reine Coniin lässt sich bei 212° unverändert überdestilliren; enthält es Wasser, so bleibt eine harzige Masse zurück. Es ist eine starke Basis und schlägt wie Ammoniak die Zinn-, Quecksilberoxydul- und Eisenoxydsalze nieder; scheint selbst das Ammoniak auszutreiben. Silbersalze werden reducirt. Mit schwe-

\*) C = 75,85.

felsaurem Kupferoxyd giebt es einen in Wasser wenig, leicht in Aether und Alkohol löslichen Niederschlag; mit Quecksilberchlorid eine in Wasser, Aether und Alkohol unlösliche weisse pulverförmige Verbindung, welche sich schon bei  $100^{\circ}$  zersetzt und gelb wird. Mit schwefelsaurer Thonerde bildet eine wässrige Coniinauflösung erkennbare octaëdrische Krystalle.

## VI.

*Schwefelsaures Eisenoxyd-Chinin.*

Hr. Will hat durch Zusammenbringen von schwefelsaurem Chinin mit schwefelsaurem Eisenoxyd in Auflösung in dem Atomenverhältniss und Selbstverdunstung kleine, vollkommen regelmässige farblose Octaëder erhalten, welche Chinin und Eisenoxyd enthielten. Aus der Mischung von schwefelsaurem Cinchonin, Brucin und schwefelsaurem Eisenoxyd waren die organischen Salze für sich herauskrystallisirt (*Ann. der Chem. u. Pharm. XLII. 111*).

## VII.

*Ueber die Zusammensetzung der Phosphorsäure und ihrer Verbindungen.*

Von

LONGCHAMP.

*(Compt. rend. T. XV. p. 65.)*

Diese Arbeit hat den Zweck, zu zeigen, dass die Phosphorsäure  $PO_2$  und nicht, wie man annimmt,  $P_2O_5$  ist, ferner, dass in den phosphorsauren Salzen der Sauerstoff der Säure nur 2mal so viel als der der Basis beträgt und nicht  $2\frac{1}{2}$ mal.

Die phosphorsauren Salze sind zu wichtig, als dass sie nicht die Aufmerksamkeit erregen sollten, aber, wie die Chemiker leicht begreifen werden, ist diess um so mehr der Fall, da es sich nicht blos um die phosphorsauren Salze handelt; denn die Verbindung dieser Art Salze schliesst nothwendig diejenigen mit ein, welche durch eine Säure gebildet werden, deren Formel  $R_2O_5$  ist, d. h., wenn man die schwefelsauren und

Kohlensauren Salze ausnimmt, beinahe alle Hauptgattungen von Salzen, deren Zusammensetzung hierdurch mit in Frage gestellt wird.

In den älteren wie in den neueren Tabellen stellt Berzelius folgende Verhältnisse des krystallisirten phosphorsauren Natrons auf:

Natron 17,88, Phosphorsäure 20,40, Wasser 61,72.

Im 3. Bande seiner *Chemie* führt er ein Resultat von Clarke an, welches, wie er sagt, ganz unerwartet war und aus welchem er schliesst, dass das phosphorsaure Natron nicht 61,72 Wasser enthalte, sondern vielmehr 64,15. In meiner Arbeit über die Analyse der Phosphorsäure und phosphorsauren Salze (1823) habe ich 64,00 angegeben.

Man kann daher jetzt nicht mehr bestreiten, dass das phosphorsaure Natron ein grösseres Verhältniss von Wasser enthalte, als es in den Tafeln von Berzelius angegeben worden ist. Aus diesem Umstande kann man allein schliessen, dass die angenommene Zusammensetzung der phosphorsauren Salze falsch sei, denn anstatt 38,28 wasserfreies Salz in 100 Th. krystallisirtem Salze zu haben, findet man nicht mehr als 36,00, ein Unterschied von 2,28. Rechnet man diese Differenz der Basis (17,88) zu, so wird man folgende Zusammensetzung des phosphorsauren Salzes erhalten:

Natron	43,34,	Sauerstoff	11,09
Phosphorsäure	56,66,	Sauerstoff	31,75,

und der Sauerstoff der Säure verhält sich zu dem der Basis wie 11:32 oder 1:3.

Rechnet man die Differenz zur Säure (20,40) hinzu, so erhält man ein phosphorsaures Salz von der Zusammensetzung:

Natron	49,66,	Sauerstoff	12,70
Phosphorsäure	59,34,	Sauerstoff	28,21,

und der Sauerstoff der Säure verhält sich zu dem der Basis wie 12,7:28,2, anstatt wie 12,7:31,75, wie es das Verhältniss von 1:2,5 fordern würde. Also aus dem Grunde allein, dass das phosphorsaure Natron 64,00 Wasser anstatt 61,72 enthält, muss man schliessen, dass in den phosphorsauren Salzen der Sauerstoff der Säure nicht  $2\frac{1}{2}$  mal so viel als der der Basis beträgt, und dies habe ich schon 1823 aufgestellt.

Um zu wissen, ob man auf die Säure oder auf die Basis

## 48 Longchamp, üb. d. Phosphorsäure u. ihre Verbind.

diese Differenz 2,28 übertragen müsse, analysirte ich vermittelst des salpetersauren Baryts und Chlorbaryums das krystallisirte phosphorsaure Natron.

Um diese Analyse durch die des phosphorsauren Baryts zu controliren, löste ich einen Theil dieses phosphorsauren Salzes in Salpetersäure auf, einen andern in Chlorwasserstoffsäure, und diese beiden Lösungen, durch Schwefelsäure gefällt, gaben ein Gewicht des schwefelsauren Salzes, woraus ich schloss, dass der phosphorsaure Baryt zusammengesetzt ist aus: Baryt 69,37, Phosphorsäure 30,63, was mir zeigte, dass 100 krystallisirtes phosphorsaures Natron 18,78 Säure enthalten. Ich hätte nur 18,12 erhalten sollen ( $20,40 - 2,28 = 18,12$ ), aber wahrscheinlich ist ein wenig Baryt in der frei gewordenen Phosphorsäure oder in der zur Auflösung angewandten Säure, Salpetersäure oder Salzsäure, aufgelöst geblieben. Wie dem auch sei, man sieht, dass der Verlust 2,28 auf die Säure und nicht auf die Basis überzutragen ist, und dass das wasserfreie phosphorsaure Natron zusammengesetzt ist: Natron 49,67, Phosphorsäure 50,33.

Um die Zeit 1823, wo ich diese Resultate erhalten hatte, kam ich auf das Gesetz, welches ich seitdem bekannt gemacht habe, dass zwischen den entgegengesetzten Elementen es nur 3 Verbindungen geben kann:



A bezeichnet das elektro-positive Element, B das elektro-negative.

Meine erste Sorge war, die über die phosphorsauren Salze erlangten Resultate diesem Gesetze zu unterwerfen, und ich sah, dass ich hieraus ganz befriedigende Resultate erhielt. Ich nahm daher 2 At. Sauerstoff in der Phosphorsäure statt  $2\frac{1}{2}$  At. an.

Da die 49,67 Natron in 100 phosphorsaurem Natron 2 At. Natron darstellen, deren Atomgewicht 781,97 beträgt, so werden die 50,33 Säure ein Atomgewicht von 792,18 vorstellen, welches das von 2 At. Phosphorsäure sein muss. Zieht man 400 von 792,18 ab, so bleibt 392,18 für das doppelte Atom des Phosphors und 196,09 für das einfache Atom. Berzelius giebt 196,14 an. Da 792,18 Säure 400 Sauerstoff enthalten, so werden 50,33 davon 25,41 enthalten, und die Zusammensetzung des phosphorsauren Natrons würde sein:

Natron	49,67,	Sauerstoff	12,70
Phosphorsäure	50,33,	Sauerstoff	25,41.

Man kann durch Versuche nicht mathematisch genauere Resultate erhalten, und man wird sehen, dass die Zusammensetzung des phosphorsauren Baryts eben so genaue Resultate giebt. 6 Gr. phosphorsaures krystallisirtes Natron, welche nach der oben gegebenen Analyse 1,087 Säure enthalten, gaben 3,7 phosphorsauren Baryt; demnach besteht dieses Salz aus:

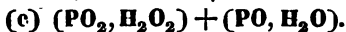
Baryt 2,613 70,62, Sauerstoff 7,38

Phosphorsäure 1,087 29,38, Sauerstoff 14,84.

Man sieht aus diesen Resultaten, dass in den phosphorsauren Salzen der Sauerstoff der Säure 2mal so viel als der der Basis beträgt, wenn man  $P_2O_4$  statt  $P_2O_5$  annimmt.

Aber warum  $P_2O_1$  statt  $PO_2$ ? Man wird den Grund davon in der Zusammensetzung der wasserfreien Phosphorsäure finden und sich zugleich überzeugen, dass die von mir angegebene Zusammensetzung die verschiedenen Eigenschaften dieser Säure erklärt, was bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft nicht möglich war; denn da nach der Annahme der Chemiker die bis zum Rothglühen erhitze Phosphorsäure ihre Natur nicht verändert, warum fällt sie die Silbersalze weiss, während die nicht erhitze Säure sie gelb fällt, warum schlägt die geglühte Säure das Albumin nieder, was dagegen die nicht geglühte auflöst? Alles diess erklärt sich durch meine Theorie, denn die geglühte Säure hat, wie man alsbald sehen wird, ihre Natur geändert.

$2(PO_2)$  ist die Säure, welche durch die Verbrennung des Phosphors in trockenem Sauerstoffe entsteht; es ist dieselbe, welche durch Weissglühen des phosphorsauren Ammoniaks erhalten wird. Im letztern Falle ist sie glasartig, löst sich in Wasser nur nach längerer Berührung mit dieser Flüssigkeit, aber während dieser Zeit hat sie ihre Natur geändert. Es sei  $2(PO_2)$  mit  $2(H_2O)$  verbunden, so hat man:



Man sieht, dass eins dieser beiden Atome von  $2(PO_2)$  1 At. Sauerstoff verloren hat, welches sich verbindet mit 1 At. Wasser, um das zu bilden, was ich *Hydrogenoxyd* (oxygenirtes Wasser) nenne. Diess ist der Grund, weshalb immer 2 At. Phosphorsäure in die Zusammensetzung der phosphorsauren Salze eingehen. Wenn man sie bis  $215^\circ$  erhitzt, so bleibt  $(PO_2, H_2O_2) + PO$  (b) zurück und es entwickelt  $H_2O$  aus dem zweiten

## 50 Longchamp, üb. die Phosphorsäure u. ihre Verbind.

Gliedé der Formel (c). Erhitzt man diese neue Säure bis zum Rothglühen, so wird  $H_2O$  des ersten Gliedes entfernt und das zweite O des  $H_2O_2$  geht auf OP des zweiten Gliedes der Formel über (b), um die ursprüngliche Säure  $2(PO_2)$  wieder zu erzeugen. Wir haben demnach:

- |     |                                      |   |
|-----|--------------------------------------|---|
| (a) | $2PO_2$                              | Metaphosphorsäure,  |
| (b) | $(PO_2, H_2O_2) + PO$                | Pyrophosphorsäure der sauren pyrophosphorsauren Salze,    |
| (c) | $(PO_2, H_2O_2) + (PO, H_2O)$        | Pyrophosphorsäure der neutralen pyrophosphorsauren Salze, |
| (d) | $(PO_2, H_2O_2) + (PO, H_2O) + H_2O$ | Säure der neuen, von Graham gefund. phosphorsauren Salze. |

Ich weiss wohl, dass diese Formeln das Gefühl einer grossen Anzahl der Chemiker verletzen werden; aber seien sie gegründet oder nicht, oder sei die Theorie über die Wasserstoffsäuren, woher sie entlehnt sind, angenommen oder verworfen, so ist nichts gewisser, als dass, alle theoretischen Gründe bei Seite, die Wage uns überzeugt, dass die Phosphorsäure nicht aus  $P_2O_5$  zusammengesetzt ist, sondern aus  $PO_2$ , und dass in den phosphorsauren Salzen der Sauerstoff der Säure nicht  $2\frac{1}{2}$ mal so viel als der der Basis beträgt, sondern nur 2mal so viel.

Man sieht, dass die in der Tabelle aufgeführten Zahlen nie genauer sind und dass man die Zusammensetzung eines jeden phosphorsauren Salzes erhalten wird, wenn man ein Doppelatom Phosphorsäure = 792,18 mit 2 At. Basis verbindet.

# Ueber die Zusammensetzung des phosphorsäuren Natrons.

Von

MALAGUTI.

In Bezug auf vorstehende Abhandlung bemerkt Hr. Malaguti (*Compt. rend. T. XV. No. 5*), dass er sich vor einiger Zeit mit der Analyse des krystallisirten phosphorsäuren Natrons beschäftigt habe und dass seine Resultate in Bezug auf das Wasser mit denen von Clarke und in Bezug auf die Säure mit denen von Longchamp übereinstimmten, dass er aber dennoch nicht mit letzterem Chemiker darin übereinstimmen könne, dass die Phosphorsäure bloß 4 At. Sauerstoff enthalte. Es genügt, sagt er, die gefundenen Zahlen mit den berechneten zu vergleichen, um zu sehen, dass, wenn die Zusammensetzung des phosphorsäuren Natrons unrichtig ist, diese Unrichtigkeit sich nicht auf die Natur der Phosphorsäure bezieht.

	Clarke.	Longchamp.	Malaguti.	Ber. Zusammen- setzung.
Wasser	64,15	—	64,25 = 27H <sub>2</sub> O	3687,0 = 64,66
Phosphorsäure	—	18,78	18,80 = 12PhO <sub>5</sub>	892,3 = 18,94
Natron	—	—	16,71 = 2NaO	761,7 = 16,60

Es scheint mir sogar, dass die Versuche des Hrn. Longchamp die alte Zusammensetzung der Phosphorsäure bestätigen. Was dagegen die Zusammensetzung des phosphorsäuren Natrons betrifft, so scheint mir erwiesen zu sein, dass dieses Salz weder 24 noch 25 At. Wasser, sondern 27 enthält, und da dieses Salz 1 At. basisches Wasser enthält, so muss seine Formel sein: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2NaO, H<sub>2</sub>O + 26H<sub>2</sub>O. Ich zweifle nicht, dass die Differenz zwischen den gefundenen Zahlen und der Berechnung davon herrührt, dass die Atomgewichte des Natriums und Phosphors nicht vollkommen genau bestimmt sind. Uebrigens scheint mir die Differenz für eine so bedeutende Menge Wasser unbedeutend zu sein.

Folgendes sind die Details meiner Analysen:

- 3,820 krystallisirtes phosphorsaures Natron gaben nach anhaltendem Glühen 1,370 Rückstand, Verlust 2,45 Gr. = 64,25 p.C.
- 5,012 krystallisirtes phosphorsaures Natron, durch entg-



saures Bleioxyd zersetzt, gaben 3,895 phosphorsaures Bleioxyd, Phosphorsäure: 0,944 = 18,60 p.C.

Die abfiltrirte Flüssigkeit gab, mit Schwefelsäure eingetrocknet, 1,922 schwefelsaures Natron, Natron 0,842 = 16,71 p.C.

Das phosphorsaure Bleioxyd (3,895), in schwefelsaures verwandelt, wog 4,011 Gr., welche 2,950 Bleioxyd entsprechen. Zieht man diese von den 3,895 Gr. des phosphorsauren Salzes ab, so bleiben 0,945 Gr., welche den wahren Phosphorsäuregehalt des phosphorsauren Bleioxyds darstellen.

## IX.

### *Darstellung des Selens.*

Hr. Prof. Wähler giebt für die Darstellung des Selens aus dem Selenblei folgende einfache Vorschrift \*):

Das gepulverte, mit verdünnter Salzsäure ausgezogene und getrocknete Erz wird mit seinem gleichen Gewichte geglühtem (kohlehaltigem) Weinstein, mit grobem Kohlenpulver bedeckt, eine Stunde lang mässig geglüht, nach dem Erkalten schnell in einer warmen Schale zerrieben, mit kochendem Wasser so lange ausgewaschen, als dieses noch gefärbt abläuft, wobei die Masse stets von Wasser bedeckt sein muss. Die erkaltete Selenkaliumlösung, setzt alshald eine Haut von Selen ab, welche sich, wenn sie niedersinkt, erneuert, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist. Durch Destillation reinigt man das noch nicht ganz reine Selen. Eine kleine, in der Flüssigkeit wahrscheinlich als selenigsaures Kali zurückbleibende Menge wird durch schweflige Säure, Erhitzen und Uebersättigung mit Salzsäure gewonnen. Oft enthält das Selenblei auch nicht unbedeutliche Mengen von Silber, welches durch Zusammenschmelzen der ausgelaugten kohligten Masse mit kohlen-saurem Kali als silberhaltiges Blei erhalten wird, aus dem das Blei leicht abgetrieben werden kann.

Hr. Prof. Otto \*\*) hat aus dem Schlamme der Bleikammern an Harzer Schwefelsäure-Fabriken, welche die schwef-

\*) Ann. der Chem. u. Pharm. XLI. 122.

\*\*) Ebend. XLII. 316.

ige Säure, die beim Rösten der Rammeisberger Erze entweicht, zur Schwefelsäure-Darstellung benutzen, bedeutende Quantitäten Selen gewonnen, aus 500 Gr. Schlamm gegen 40 Gr. Selen. Neben diesem ist Quecksilber, Antimon, Kupfer, Eisen, sehr viel Blei und nur wenig Zink darin enthalten. Die Schwefelsäure enthält Arsenik. Das Selen wurde auf folgende Weise daraus dargestellt: Der mit Wasser ausgegangte Schlamm wird getrocknet und mit Königswasser und etwas Schwefelsäure digerirt, die Säure grösstentheils abgeraucht und der Rückstand mit Wasser ausgezogen. Schwefligsaures Ammoniak schlägt aus der Auflösung ein weisses oder röthliches Pulver nieder, welches Quecksilber, Chlor und Selen enthält. Zu der abfiltrirten Flüssigkeit setzt man concentrirte Schwefelsäure, wobei das Selen als dunkelrother Niederschlag erscheint. Concentrirte Schwefelsäure mit schwefligsaurem Ammoniak ist ein sehr empfindliches Reagens und gutes Abscheidungs-mittel für das Selen. (Vor mehreren Jahren fand ich, dass eine sehr unreine rauchende Schwefelsäure durch Zusatz von Ammoniak Selen fallen liess, sie enthielt gleichfalls schweflige Säure. Md.)

X.

Ueber Dreifach-Eisenoxyhydrat und über Quellerz, ein neues Mineral.

Von

B. HERMANN.

In Russland, namentlich im Gouvernement von Nishnei Nowgorod, findet sich häufig eine Art von Eisenstein, die mir durch ihren grossen Wassergehalt auffiel, und die ich deshalb näher untersuchte.

Dieser Eisenstein gehört sowohl seiner äussern Beschaffenheit, als seinen Lagerungsverhältnissen, nach zur Gattung des Baseneisensteines, unterscheidet sich jedoch von den bisher bekannten drei Arten dieser Gattung, nämlich vom Morangerz, Sumpferz und Wiesenerz, durch eine abweichende chemische Zusammensetzung, weshalb ich diesem Erze den Namen Quellerz gegeben habe.

## 54 Hermann, als Dreifach-Eisenoxyhydrat u. Quarz.

Das Quarz wird hier in Russland häufig in Stüpfen in Schichten von verschiedener Mächtigkeit von der Dicke von einigen Zollen bis zur Dicke von mehreren Füssen, nicht fern von der Oberfläche.

Farbe rostbraun, bis Schwarzlichbraune;  
derb, in graupigen, knolligen, durchlöchernten Stücken;  
Bruch erdig und matt, stellenweise dicht und kleinstückig und dann glänzend von Fettglanz;  
Strich rostbraun;  
ist weich und spröde, nicht sonderlich schwer;  
spez. Gew. wechselt wegen verschiedener Einnümmung von Sand.

Das Quarz wird von Salzsäure schon in der Kälte leicht gelöst, wobei beträchtliche Mengen von beigemischtem Sande zurückbleiben.

Bei der Analyse gaben mir 2 Proben aus dem Gouvernement von Nishnei Nowgorod für 100 Theile folgende Zusammensetzung:

	1.	2.
Eisenoxyd	30,570	32,750
Phosphorsäure	2,930	3,500
Oxykrensäure	1,080	2,500
Manganoxyd	1,550	1,000
Wasser	13,870	13,000
Kieselerde		
Thonerde	Spuren	Spuren
Magnesia		
Sand	50,280	47,500
	<hr/> 100,280	<hr/> 100,250

Um die Proportionen kennen zu lernen, in welchen das Eisenoxyd mit dem Wasser in diesem Mineral verbunden ist, haben wir zuvor zu untersuchen:

1) Wie viel Wasser enthält der im Mineral vorkommende mechanisch beigemengte Sand?

2) In welchen Verbindungen befinden sich die in dem Mineral vorkommende Phosphorsäure, Oxykrensäure und Manganoxyd?

Die erste Frage war leicht zu beantworten auf die Weise, dass man das Mineral mit Salzsäure auszog, den zurückblei-

# Hermann, üb. Dreifach-Eisenoxydhydrat u. Quellerz. 55

bunden Sand bei 80° R. trocknete und hierauf glühte. Man erhielt dabei für 100 Theile Sand 3,44 Th. Wasser.

In Betreff der zweiten Frage wurde angenommen, dass das Mineral zu betrachten sei als ein Gemenge von Mangan-oxydhydrat ( $\ddot{Mn}\ddot{H}$ ), wasserhaltigem neutralem phosphorsaurem Eisenoxyd ( $\ddot{Fe}\ddot{P} + 6H$ ) und dreifach-basischem oxykrensaurem Eisenoxyd ( $\ddot{Fe}_3\ddot{Oks} + 6H$ ) mit Eisenoxydhydrat.

Die Zusammensetzung des letztern würde sich also finden, wenn man die Bestandtheile der erwähnten Gemengtheile von den Bestandtheilen des Quellerzes abzieht. Es bleibt dann eine Verbindung von Eisenoxyd mit Wasser, die bestehen würde:

	In No. 1 aus:	In No. 2 aus:	Im Mittel aus:	In 100 Th. aus:
Eisenoxyd	25,29	24,13	24,71	74,85
Wasser	9,14	7,46	8,30	25,15
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	34,43	31,59	33,01	100,00.

Eine solche Verbindung entspricht dem Dreifach-Eisen-oxydhydrat, denn dieses besteht aus:

	In 100 Th.	
	Ber.	Gef.
$\ddot{Fe} =$	978,4	74,35
$\ddot{H}_3 =$	337,4	25,65
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Dreif.-Eisenoxydhydr.	1315,8	100,00
		100,00.

Das Quellerz entsteht offenbar auf die Weise, dass sich aus mineralischen Sumpfwässern durch Einfluss der Luft quell-saures Eisenoxyd absetzt. Dieses verwandelt sich durch höhere Oxydation seiner Säure in oxykrensaures Eisenoxyd. Letzteres, welches seine Säure nur schwach gebunden enthält, verliert dieselbe entweder durch Vermoderung, oder wahrscheinlicher noch durch den Einfluss der in den Quellwässern enthaltenen Alkalien, und tauscht sie dabei gegen Wasser aus. Die Zusam-mensetzung des oxykrensauren Eisenoxyds entspricht der Formel:



Es treten also an die Stelle von 1 At. Oxykrensäure 3 At. Wasser, wodurch  $\ddot{Fe}_3 + 9H$  oder  $3(\ddot{Fe} + 3H)$ , mithin Dreifach-Eisenoxydhydrat entsteht.

## 56. Gaultier de Claubry, üb. einige Amylverbind.

Es finden sich also in der Natur 3 Verbindungsstufen von Eisenoxyd und Wasser, nämlich:

$\overset{\dots}{\text{F}}\overset{\dots}{\text{H}}$  oder Einfach-Eisenoxydhydrat, kommt vor als verwitterter Schwefelkies, als Nadeleisenerz, Göthit, Pyrosiderit, Rubinglimmer und Lepidokrokit.

$\overset{\dots}{\text{F}}_2\overset{\dots}{\text{H}}_3$  oder Anderthalb-Eisenoxydhydrat, findet sich als Eisenrost, Ocker, Brauneisenstein, Sumpferz, Baseneisenstein, Bohnenerz u. s. w.

$\overset{\dots}{\text{F}}\overset{\dots}{\text{e}}\overset{\dots}{\text{H}}_3$  oder Dreifach-Eisenoxydhydrat, findet sich als Quellerz.

### XI.

#### *Ueber einige Amylverbindungen.*

Von

GAULTIER DE CLAUDRY.

(*Compt. rend. T. XV. p. 171.*)

— — Die Untersuchungen des Hrn. Cahours haben die völlige Analogie des Kartoffelfuselöles mit dem Alkohol und dem Weingeist bewiesen, indessen fehlen noch einige Verbindungen, um sie vollständig erscheinen zu lassen. Durch Hrn. Robert de Many erhielt ich eine Quantität einer Flüssigkeit, welche sich bei der Gährung der Runkelrüben-Melasse absondert hatte, die zur Branntweingewinnung benutzt wurde, und fand, dass es durchaus Kartoffelfuselöl sei, eine Thatsache, die wohl interessant ist, da sie eine durchaus andere Pflanzenfamilie als Quelle dieses merkwürdigen Productes erkennen lässt.

Das rohe Product, welches durch Rectification des Alkohols aus der Melasse erhalten wird, ist flüssig, schwerer als dieser, von sehr durchdringendem Geruche, welcher die Respirationsorgane auf eine eigenthümliche Weise angreift, und von scharfem, ausserordentlich unangenehmem Geschmacke. Durch Schwefelsäure habe ich ein sehr complicirtes Gemenge daraus erhalten welches ich in folgende vier Verbindungen trennen konnte.

1) Eine farblose Flüssigkeit, welche bei  $96^\circ$  kocht, einen starken bitteren Geschmack besitzt, einen lebhaften, durchdringenden, der Respiration nachtheiligen Geruch, löslich in Schwe-

felsäure ist und aus  $C_{20}H_{32}O_2$  besteht, also der Aldehyd des Amyls wäre \*).

2) Eine zweite ungefärbte, bei  $170^\circ$  kochende Flüssigkeit, geschmacklos, von angenehm ätherischem Geruche, in Schwefelsäure mit rother Farbe löslich, besteht aus  $C_{20}H_{32}O$ , ist also der Aether des Amyls.

3) Eine andere Flüssigkeit siedet bei  $160^\circ$ , löst sich nicht in Schwefelsäure, färbt dieselbe nicht, besitzt einen Geruch nach faulen Kartoffeln, besteht aus  $C_{20}H_{20}$  und ist demnach das Amylen.

4) Eine vierte Flüssigkeit von starkem, nicht bitterem Geschmacke und ätherischem Geruche schien mir aus  $C_{20}H_{32}O_2$  zu bestehen, war jedoch wohl ein Gemenge von mehreren Substanzen.

Das Runkelrübenfuselöl selbst besteht, wie das der Kartoffeln, aus  $C_{22}H_{34}O_2$ .

## XII.

### Notiz über die fetten Materien der Wolle.

Von

CHEVREUL \*\*).

(Compt. rend. Mai 1842. p. 783.)

In einem vor mehreren Jahren der Academie vorgelesenen Berichte gab ich an, dass sich in dem Fette der mit destillirtem Wasser gewaschenen Wolle zwei Stoffe befänden, die durch verschiedene Schmelzbarkeit von einander unterschieden seien. Ich nannte *Stearerin* denjenigen, der bei  $45^\circ$  weich und bei  $60^\circ$  ganz flüssig ist, und *Elaërin* denjenigen, der bei  $15^\circ$  flüssig ist. Diese beiden Körper entsprechen durch den Unterschied der Schmelzbarkeit dem Stearin und Margarin und dem Olein der thierischen Fette, aber ich bemerkte, dass sie von diesen in Rücksicht der Einwirkung auf Alkalien merklich abwichen, da, wenn man sie 60 Stunden lang, mit ihrem doppelten Gewicht Kali in Wasser aufgelöst, über Feuer hält, man

\*) Der Aldehyd des Amyls ist, wie man sieht, isomérisch mit dem Zimmtöl.

\*\*\*) Vgl. dies. Journ. XXII. 227.

nicht erreichen kann, sie in lösliche Seife überzuführen, wie diess bei Stearin, Margarin und Olein stattfindet; dagegen erhält man sie als Emulsion, welche, durch Säuren zersetzt, keine eben grosse Veränderung erlitten zu haben scheint, wenigstens wenn man aus der Schmelzbarkeit schliessen darf. Da ich nun diesen Unterschied verfolgte, betrachtete ich die Resultate meiner Experimente nicht als genau genug, um meinen Bericht dem Drucke zu übergeben, bevor ich nicht nochmals auf das Studium der Reactionen des fetten Körpers in der Wolle und des Kali's zurückgekommen wäre.

Wenn ich durch einen Zufall, der mich mehrerer Dekagrammen gereinigten Stearinerins beraubte, diess zu thun auch noch heute nicht im Stande bin, da jenes Stearerin aus den Untersuchungen herrührte, die bis auf 12 Jahre zurückgehen, so bin ich doch zu solchen Resultaten gelangt, die geeignet sind, die fetten Stoffe der Wolle von allen bis jetzt bekannten fetten Stoffen zu unterscheiden.

1) Stearerin und Elaïrerin, welche 125 Stunden mit Wasser und ihrem doppelten Gewicht Kali in einer offenen Schale digerirt werden, liefern niemals eine Auflösung, wie diess bei Stearin, Margarin und Olein eintritt, wenn dieselben nur einige Stunden lang auf dieselbe Weise behandelt werden.

2) Das Stearerin und Elaïrerin zeigen jedoch eine merkliche Veränderung in ihren Eigenschaften, allein man kann dieselbe kaum bemerken, wenn man nur mit einigen Grammen arbeitet, und besonders, wenn man sich darauf beschränkt, die Schmelzbarkeit der fetten Substanzen zu untersuchen, nachdem man sie von dem Kali, womit sie digerirt wurden, durch Phosphorsäure getrennt hat.

3) Wenn man aber die wässrige saure Flüssigkeit, von welcher die fette Materie getrennt ist, und eben so das Wasser, womit man sie gewaschen hat, destillirt, so erhält man eine flüchtige Säure, deren Geruch mit dem der Phoceninsäure übereinkommt, die ich aus dem Fette des Delphins dargestellt habe.

4) Die flüchtige Säure mit diesem Geruche entwickelt sich bei der Entfettung der Wolle mit kohlen-saurem Natron.

Ich habe sie in dem Schweisse wiedergefunden, den destillirtes Wasser aus ungewaschener Wolle zieht.

Diese Säure ist noch verschieden von einer andern, eben-

falls flüchtigen Säure, deren Geruch in dem Schmelze bemerklich angetroffen wird. Diese Säure findet sich latent in verschiedenen Materien, die ich aus der Wolle gezogen habe.

5) Die in Wasser unlösliche Materie, durch Phosphorsäure von dem Alkali getrennt, das mit Kalium oder Stearicum digerirt wurde, besteht:

a) Aus wenigstens zwei ungleich schmelzbaren Säuren, deren eine der Stearin- oder Margaric-, die andere der Oleinsäure entspricht, aber sie haben keine so leicht zu erkennenden unterscheidenden Charaktere in Betreff der Schmelzbarkeit, der Krystallisation und so weiter, als jene.

Die Verbindungen der beiden Säuren aus den fetten Stoffen der Wolle mit den löslichen Alkalien gleichen vielmehr den Harzseifen als den aus thierischen Fetten bereiteten Seifen.

b) Aus einer oder zwei neutralen Substanzen, welche ich bis jetzt noch nicht vollkommen rein habe erhalten können.

#### *Schlussfolgen.*

I. Es finden sich zwei neutrale fette Stoffe in der Wolle, die durch ihren Schmelzpunkt verschieden sind.

II. Durch Verseifung unter Luftzutritt reduciren sie sich in:

1) eine flüchtige Säure, die in Wasser löslich ist und deren Geruch und anderen Eigenschaften an die Phoceninsäure erinnern;

2) in zwei in Wasser unlösliche Säuren, die mehr Aehnlichkeit mit den sauren Harzen, als mit Stearin-, Margaric- und Oleinsäure haben;

3) in einen oder zwei neutrale Stoffe, die in Wasser unlöslich sind.

#### *Vermuthungen.*

Wenn die Luft bei der Reaction des Kali's auf die fetten Substanzen der Wolle keinen Einfluss gehabt hat, würden diese dann nicht durch 3 Arten neutraler Körper gebildet?

Würde nicht jede dieser Arten durch eine der drei neuen, von mir angegebenen Säuren charakterisirt sein, die sich durch das Alkali zu gleicher Zeit mit einem neutralen fetten Körper bildete?

Wäre diese Annäherung gegründet, so würde sie eine bedeutende Annäherung der fetten Stoffe einerseits der Wolle, andererseits des Cetins bewirken.



**Optische Untersuchung eines Stoffes, der das äussere Ansehen der natürlichen Manna hat und unter diesem Namen zu medicinischem Gebrauch in den Handel gebracht wird.**

Von

B. I. O. T.

(Compt. rend. Journ. 1847. p. 49.)

Hr. Pelouze hatte diesen Stoff schon chemisch geprüft und ihn zum Gegenstande einer Notiz gemacht, welche er kürzlich der *Société de pharm.* mittheilte. Er hat kein Mannit darin gefunden, sondern nur einen gährungsfähigen Zucker, welcher allein diesen Stoff bildet und ihm das Ansehen eines Stärkezuckers giebt, wünschte jedoch, dass ich den Körper optisch untersuchte. Man wird sehen, wie weit diese Untersuchungen die chemische Prüfung bestätigen und was sie noch Neues hinzufügen.

Ich habe den Stoff vergleichend mit Proben von natürlicher Manna in Thränen, wie man sie im südlichen Europa durch Ausscheidung mehrerer *Fraxinus*arten erhält, beobachtet. Die genannten Proben verschaffte ich mir durch die Herren Pelletier und Boyveau, so dass ihre Aechtheit gewiss war. Von dieser Manna und der unbekanntenen Substanz machte ich in der Kälte zwei wässrige Auflösungen in fast gleichen Gewichtsverhältnissen, welche ich ganz genau bestimmte. Darnach filtrirte ich dieselben durch gewogene Filter, um das Nettogewicht der aufgelösten Mengen nach der Trennung von den kleinen eingemengten Unreinigkeiten zu erhalten, dann mass ich die Dichtigkeiten beider Lösungen in diesem Zustande und untersuchte ihre Einwirkung auf polarisirte Lichtstrahlen.

Seit langer Zeit hatte ich schon wahrgenommen, dass das reine Mannit keine rotatorische Kraft ausübe\*), aber die Chemiker haben dargethan, dass die Manna der Eschen ausser Mannit eine gewisse Menge gährungsfähigen Zuckers enthält, der hier seine Einwirkung äussern musste; diese trat auch wirklich ein. Die Mannalösung ertheilte der Polarisationsebene eine Abweichung nach der Rechten des Beobachters. Nachdem ich eine kleine Menge dem Volumen nach gemessene Chlorwasser-

\*) Vantzke in dies. Journ. XXV. 82

stoffedure hinzugehan hatte, behielt diese Abweichung, bei gleicher Dichte gemessen, ihre ursprüngliche Richtung, und ihre Intensität nahm nur im Verhältnisse mit der Verdünnung ab.

Diese Charaktere der Richtung und der Beständigkeit unter dem Einflusse von Säuren reiben den gährungsfähigen Zucker der Eschenmanna jenen zuckerartigen Stoffen an, in welche sich die Stärkekörner unter dem Einflusse von Säuren und vegetativen Organen umwandeln und welche von den Chemikern mit dem Gesamtnamen *Stärkezucker* benannt werden, obgleich unter ihnen sehr verschiedene Moleculärconstitutionen angetroffen werden \*). Berzelius sagt, dass die Eschenmanna auch eine kleine Menge Rohrzucker enthält, ich aber habe in den Proben, die ich untersuchte, keine Spur desselben angetroffen. Er würde darin augenblicklich durch die Umkehrung der Drehung unter dem Einflusse der Säuren, welche die Totalablenkung vermindert haben müsste, sich kund gegeben haben. Ich möchte darin eher eine sehr kleine Menge gummiartiger Masse annehmen, welche mit einer anfänglichen Richtung nach links diese unter dem Einflusse der Säuren nach rechts hinwendete, wie bei dem gemeinen arabischen Gummi. Aber es würde sehr genauer Versuche bedürfen, um so schwache Spuren eines ähnlichen Gemengtheils unzweifelhaft nachzuweisen.

Die Auflösung der unbekannteten Substanz, welche auf dieselbe Weise beobachtet wurde, übte ebenfalls eine ablenkende Kraft nach rechts, jedoch viel kräftiger und eben so beständig, unter dem Einflusse von Säuren aus. Da nach den Analysen von Pelouze der gährungsfähige Zucker, der dieselbe bewirkte, die ganze oder fast die ganze Masse des angewandten Gewichtes ausmachen musste, so konnte ich dessen specifische rotatorische Kraft bestimmen und fand dieselbe grösser als bei dem Rohrzucker, und zwar in einem Verhältnisse wie 9:8. Dieser Zucker ist auch demjenigen analog, den man durch Einwirkung der Säuren auf Stärkemehl hervorbringt, wenn man diese Einwirkung in ihrer ersten Umwandlungsphase hemmt, oder wenn man die Stärke im Autoklar durch Einwirkung einiger Tausendtheile Oxalsäure mit Hülfe erhöhten Druckes und erhöhter Temperatur in Zucker umwandelt, wie es Hr. Jacquelin gethan hat — denn die so gebildeten Zuckerarten sind

\*) Vgl. die Abhandlung von Ventske a. a. O.

auf die Entwicklung der Vegetabilien und ihre chemische Zusammensetzung?

5) Die Gesellschaft, überzeugt, dass die genaue Kenntniss der Menge von Wasserdampf, welche die Pflanzen ausdünsten, sehr viel zur Beförderung der Meteorologie und Klimatologie beitragen würde, verlangt, dass die Menge dieses Wassers durch genaue und vielfache Untersuchungen bestimmt werde.

6) Nach den Beobachtungen mehrerer Naturforscher würden die unorganischen Substanzen nur durch die Dazwischenkunft der Pflanzen in organische Verbindungen übergeführt, und diese Umwandlung würde von einer Sauerstoffausscheidung begleitet sein, während keine andere Substanz als die von den Pflanzen zubereitete den Thieren als Nahrungsmittel dienen könnte, deren Assimilation umgekehrt von einer Sauerstoffabsorption begleitet sein würde.

Man fragt, ob ein Resultat von so hoher Wichtigkeit durch Beobachtungen, Thatsachen und hinreichende Beweise genügend unterstützt sei, oder ob man es als voreilig, zweifelhaft und nicht hinreichend bewiesen betrachten müsse?

7) Die Gesellschaft verlangt eine vollständige und genaue Geschichte der natürlichen Verbindungen des Chlors mit den Metallen, angewandt auf Geognosie und Geologie.

8) Die Methoden, welche bisher angewandt worden sind, um die Wärme zu messen, welche sich bei der Verbrennung der einfachen sowohl als der zusammengesetzten Körper entwickelt, scheinen nicht scharf genug zu sein. Die Gesellschaft verlangt, in Betracht, dass der Werth der Brennmaterialien hauptsächlich von dieser Messung abhängt, eine genaue Prüfung dieser Methoden und eine neue Bestimmung des genannten Werthes durch neue Mittel und bestätigt durch wiederholte Anwendung auf verschiedene der gebräuchlichsten Brennmaterialien.

9) Ist die Meinung Daltons, nach welcher die Menge von Wärme, welche bei der plötzlichen Oxydation der Körper frei wird, in genauem Verhältnisse zu dem Sauerstoffe stehen würde, welcher sich mit denselben verbindet, gegründet, oder muss man annehmen, dass Despretz die Unrichtigkeit derselben erwiesen hat? Die Gesellschaft verlangt, dass diese interessante Frage durch genaue Versuche aufgeklärt werde.

Der Preis für die genügende Beantwortung einer jeden einzelnen Frage ist eine goldene Medaille von 150 fl. Werth und eine Gratification von 150 holländ. Gulden, wenn die Beantwortung derselben werth gehalten wird. Die Antworten, holländisch, französisch, englisch, italiänisch, lateinisch oder deutsch (mit latein. Lettern) geschrieben, sind franco mit Billets in der gewöhnlichen Weise an J. G. S. van Breda, beständigen Secretair der Gesellschaft zu Harlem, einzusenden.

## XV.

### Ueber eine Schwefelungsstufe des Wismuths.

Von

WERTHER in Berlin.

Von den Verbindungen des Schwefels mit Wismuth kennen wir bis jetzt nur eine mit Bestimmtheit, nämlich diejenige, welche dem Oxyd entspricht. Zwar giebt Berzelius \*) eine Notiz von einem Schwefelwismuth, welches sich vor langer Zeit bei Gregers Klack gefunden habe und beim Erhitzen keinen Schwefel abgiebt, demnach als eine niedrigere Schwefelungsstufe anzusehen sei; er bezeichnet sie mit Bi nach dem frühern Atomgewicht (1330,3) des Wismuths. Es findet sich indessen nirgends die Angabe einer über diese Schwefelverbindung ausgeführten Analyse, und in seinem *Lehrbuche* hat er auch diese hypothetische Schwefelungsstufe nicht mit angeführt. Die dem Oxyde entsprechende Schwefelverbindung, welche im Mineralreiche krystallisirt vorkommt, haben H. Rose \*\*) und Wehrle \*\*\*) ziemlich übereinstimmend zu 81,5 Wismuth und 18,5 p.C. Schwefel zusammengesetzt gefunden. Mit dieser Verbindung identisch wird das künstliche Schwefelwismuth betrachtet, welches man durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Wismuth erhält. Eine Untersuchung über die Zusammensetzung dieses Schwefelwismuths besitzen wir von Lagerhjelm †), und zwar nicht eine analytische, sondern eine synthetische. Er fand, dass sich bei der Rothglühhitze über einer Spirituslampe 100 Th. Wismuth mit 22,520 Th. Schwefel verbunden hatten. Einen anderweitigen Halt punct für die muthmassliche Identität der beiden Schwefelverbindungen gaben Phillips's Messungen der Krystallwinkel des prismatischen Wismuthglanzes und der nadelförmigen Prismen des künstlichen

---

\*) Anwendung des Löthrohrs. 1828. S. 136.

\*\*) Analyse eines Wismuthglanzes von Riddarhyttan, in Gilbert's Ann. LXXII. 190.

\*\*\*) Analyse des prismatischen Wismuthglanzes von Retzbanyen in Baumgartner's u. v. Ettinghausen's Zeitschrift etc. X. 385.

†) Schweigger's Journ. der Phys. u. Chem. XVII. 416.

Schwefelwismuths \*). Aber da von ihm keine Analyse weder der künstlichen Krystalle noch des natürlichen Minerals beigefügt ist, so lässt sich, besonders wenn man in Erwägung zieht, dass die Flächen des prismatischen Wismuthglanzes sehr stark gestreift, fast gefurcht sind \*\*), aus diesen Messungen kein bestimmtes Resultat über das Verhältniss des künstlichen Schwefelwismuths zum Wismuthglanz ziehen.

Bei dieser Unsicherheit über das Verhältniss dieser beiden Schwefelstufen zu einander schien es mir der Mühe zu lohnen, da ich eine hinreichende Menge künstlicher Krystalle erhalten hatte, diese auf ihre quantitative Zusammensetzung zu prüfen. Dazu bewog mich besonders eine vorläufige Probe, welche eine ziemliche Differenz zwischen diesen Krystallen und dem Wismuthglanze ergab. Während nämlich das spec. Gewicht des letztern zu 6,1 — 6,5 angegeben wird, war das der Krystalle 7,14, und im Kölbchen erhitzt, gaben sie bei der Temperatur einer gewöhnlichen Spirituslampe kein Sublimat von Schwefel.

Ich unterwarf daher 1,005 Gr. ganz reiner, einzeln ausgesuchter Krystalle einer Analyse und fand 0,8552 schwefelsauren Baryt = 12,151 p.C. Schwefel, 0,947 Wismuthoxyd = 84,683 p.C. Wismuth, 0,011 Kupferoxyd = 0,873 p.C. Kupfer, 0,02 Nickeloxyd = 1,99 p.C. Nickel. Aus diesen Zahlen erhellt einerseits, dass die gefundene Schwefelmenge mit dem Wismuth die dem Oxyd entsprechende Schwefelverbindung darzustellen nicht ausreichend sei, andererseits findet man für dieselben keinen Anschlusspunct an die stöchiometrische Reihe der Wismuthverbindungen.

---

\*) Poggend. Ann. XI. 476.

\*\*) Das Resultat von Phillips's Messung der Krystallwinkel scheint sehr für eine Gleichheit der beiden Schwefelverbindungen zu sprechen, denn die Differenz von 30' in dem Winkel von 91° der Seitensflächen M:M' des rhomboïdalen Prisma's sucht Phillips dadurch zu beseitigen, dass sie leicht entstanden sein könne durch eine Verbiegung der vom Gestein schwer zu trennenden Krystalle. Allein schon diese Unsicherheit, die Angabe, dass sie mit einer nicht ausmittelbaren Substanz gemengt gewesen seien, und endlich die Voraussetzung, von der Phillips ausgegangen zu sein scheint, dass beide Schwefelverbindungen identisch seien, raubt den Krystallbestimmungen ihren Werth.

Der Unreinheit des Materials wegen nahm ich daher reines, fein gepulvertes Wismuth (21 Gr.) und trug es in mehr als die Hälfte seines Gewichtes (12 Gr.) schmelzenden Schwefels. Die Verbindung war bröcklich, schwärzlich-grau und wog 25,5 Gr. Das Wismuth hatte also kaum  $\frac{1}{4}$  seines Gewichtes Schwefel aufgenommen, und als die Verbindung in einer kleinen Retorte über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge bis zum starken Rothglühen erhitzt wurde, gab sie noch eine kleine Quantität Schwefel ab und war an der untern Hälfte geschmolzen, indem sich die Farbe in ein helles Grau umgeändert hatte. Nachdem die Masse lange Zeit bei einer Rothglühhitze, so stark sie nur eine Weingeistlampe geben kann, erhalten war, schmolz dennoch der obere Theil derselben nicht.\*). Im Innern der geschmolzenen Masse hatten sich kleine, unscheinbare nadelförmige Krystalle gebildet, aber zu wenig, um sie einer Untersuchung unterwerfen zu können. Ich nahm daher 10 Unzen Wismuth, trug sie in 6 Unzen schmelzenden Schwefel und erhitzte die Masse in einem bedeckten hessischen Tiegel bis zum vollständigen Schmelzen. Rasch erkaltet, zeigte sie ein strahlig-krySTALLINISCHES Gefüge von stark glänzender hellgrauer Farbe, in dessen Mitte sich eine kleine Druse der oben erwähnten Krystalle gebildet hatte, die aber ebenfalls zu einer Analyse nicht völlig ausreichend waren. Dabei konnte man im untern Theile der geschmolzenen Masse kleine Kugeln von Wismuth wahrnehmen. Dieselbe Operation wurde daher mit  $2\frac{1}{2}$  Pfd. Wismuth und  $\frac{3}{4}$  Pfd. Schwefel wiederholt. Nach dreimaligem Umschmelzen in einer Probirtute unter erneutem Zusatz von Schwefel, wobei das Wismuth ungefähr  $\frac{1}{5}$  seines Gewichtes Schwefel aufgenommen hatte, fand sich im Innern der schnell erkalteten Masse eine grosse Druse gut ausgebildeter erkennbarer Krystalle, während die übrige Verbindung ein durchaus strahliges Gefüge und vollkommen den Charakter einer chemischen Verbindung besass.

I. 2,353 Gr. der Krystalle wurden mit rauchender Salpetersäure so lange digerirt, bis Alles aufgelöst war. Die etwas

---

\*) Es ist wahrscheinlich, dass Lagerhjelm bei seinen Versuchen (s. oben a. a. O.) überschüssig beigemengten Schwefel mit dem Schwefelwismuth hatte.

verdünnte Lösung wurde mit salpetersäurem Baryt gefällt, der schwefelsaure Baryt durch Filtration unter Auswaschen mit verdünnter Salpetersäure getrennt, aus der durchgelaufenen Flüssigkeit der überschüssige Baryt durch Schwefelsäure weggeschafft, ebenfalls mit verdünnter Salpetersäure ausgewaschen und das Wismuthoxyd mit kohlensaurem Ammoniak gefällt. Man erhielt 2,356 schwefelsauren Baryt und 2,257 Wismuthoxyd.

II. Ein Stück aus der Mitte, theils aus compacter Masse, theils aus den Enden der Krystalle, mit denen sie aufgewachsen waren, bestehend, wurde eben so behandelt, nur mit dem Unterschiede, dass nicht bis zur völligen Lösung der Masse digerirt wurde, sondern der mit seiner eigenthümlich gelben Farbe abgeschiedene Schwefel wurde auf einem getrockneten und gewogenen Filter ausgewaschen und bestimmt.

2,7375 Gr. gaben 0,16 Schwefel, 2,5175 schwefelsauren Baryt und 2,630 Wismuthoxyd.

Das Stück II wurde im Mörser fein gepulvert, gab ein ganz graues Pulver ohne Metallglanz, und man konnte sich auf diese Weise versichern, dass kein metallisches Wismuth beigemischt war.

Resultate der Analysen:

I.

86,203 Wismuth

13,813 Schwefel.

II.

86,340 Wismuth

13,502 Schwefel.

Vergleicht man diese Zahlen mit der neuerlich als Atomgewicht angenommenen 886,92 und mit den auf Grund dieser für das Wismuthoxyd und den Wismuthglanz berechneten Formeln Bi und Bi, so steht die obige Schwefelverbindung mit diesen in keinem einfachen stöchiometrischen Verhältnisse. Legt man dagegen bei der Berechnung dieser niedern Schwefelungsstufe das frühere Atomgewicht 1330,3 zu Grunde, so ist diess eine Schwefelverbindung, welche, indem der Wismuthglanz aus 2 Atomen Metall und 3 Atomen Schwefel besteht, auf 1 Atom Metall 1 Atom Schwefel enthält. Sie wird der Rechnung nach in 100 Theilen, aus

86,865 Wismuth und

13,135 Schwefel

bestehen müssen, womit die Zahlen der eben angeführten Analysen ziemlich genau übereinstimmen.

Diese Verbindung so zusammengesetzt zu betrachten, könnte indess bedenklich erscheinen wegen der stöchiometrischen Verhältnisse des Superoxyds, dessen Zusammensetzung Berzelius bewog, das frühere Atomgewicht, welchem unsere Schwefelungsstufe angehört, aufzugeben. Wenn die Existenz dieser Oxydationsstufe ausser allem Zweifel wäre, so würde man nicht wissen, wie die obige Schwefelverbindung der stöchiometrischen Reihe des Wismuths nach dem Atomgewicht 686,92 sich anzuschliessen hätte. Es hat aber neulich schon Jacquelain\*) gegen das Stromeyer'sche Superoxyd nicht nur Zweifel erhoben, sondern sogar nachzuweisen gesucht, dass dasselbe eine Verbindung mit Kali in bestimmten Verhältnissen sei. Es hat deshalb dieser Chemiker besonders auf Grund der Doppelchlorverbindungen des Wismuths das Atomgewicht 1330,3 wieder aufgenommen. Obgleich ich nun die Jacquelain'sche Formel für das Superoxyd,  $K Bi + 2\frac{1}{2} H$ , noch nicht als ausgemacht annehmen möchte, so reicht doch wenigstens die Notiz von der Unreinheit dieser Oxydationsstufe hin, auf Grund der vorhin erwähnten bestimmten und gut charakterisirten Schwefelverbindung das bisher angewandte Atomgewicht zu verlassen und das frühere wieder aufzunehmen. Für diese Wiederaufnahme giebt es aber noch einen Grund, welchem man neuerlich bei der Festsetzung der Aequivalentzahlen einen nicht geringen Einfluss gestattet hat, die spezifische Wärme nämlich. Bei den Untersuchungen über dieselbe hat Regnault die Zahl 1330,37 aus fünf Versuchen als Aequivalentzahl gefunden\*) und deshalb dieselbe wieder aufgenommen, zugleich auf die Phillips'sche Krystallbestimmung des Wismuthglanzes und die Jacquelain'schen Analysen der Doppelchlorverbindungen hinweisend.

Es wird zwar die spezifische Wärme allein bei der Festsetzung einer Aequivalentzahl nicht entscheiden können, theils wegen des willkürlichen Ausgangspunctes der Versuche, theils

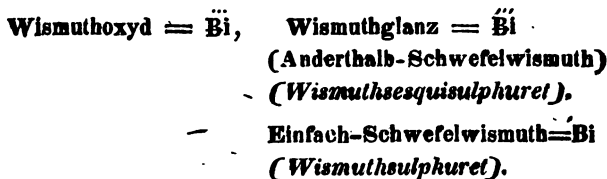
\*) Dies. Journ. XIV. 1. Berzel. Jahresber. 1839. S. 180.

\*\* ) Pogg. Annal. LI. 217. 245. 249.



wegen der unvollkommenen und mannigfach störenden Einwirkungen ausgesetzten Apparate, vermittelt welcher dieselbe ermittelt wird. Wenn wir aber beim Wismuth, wo das Material so leicht rein dargestellt werden kann und wo die Experimente bei vier Versuchen Bégnauld's erst in der fünften Decimalstelle eine kleine Differenz gaben, auf das Resultat der specif. Wärmebestimmung einigen Werth legen, so ist diess hier um so mehr erlaubt, da das Superoxyd, dessen Zusammensetzung allein die Annahme der Zahl 886,92 veranlasst hatte, ungewiss geworden ist, und die Zusammensetzung der oben erwähnten, gut charakterisirten Schwefelstufe so einfach an die Reihe des Aequivalents 1330,3 sich anschliesst.

Demnach würde die Zusammensetzung der jetzt bekannten Verbindungen des Wismuths mit Sauerstoff und Schwefel diese sein:

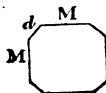


Die physikalischen und chemischen Merkmale, wodurch sich das Einfach-Schwefelwismuth vom Wismuthglanz unterscheidet, sind folgende:

1) Der Glanz der strahlig krystallinischen Masse so wie der Krystalle ist nicht dunkelbleigrau wie der des Wismuthglanzes, sondern weissgrau und stark metallisch glänzend.

2) Das specif. Gewicht ist, während das des Wismuthglanzes 6,1 — 6,5 ist\*), im Mittel aus fünf Versuchen 7,39.

3) Die Krystallform ist ein reguläres vierseitiges Prisma mit abgestumpften Seitenkanten. Die Krystalle sind sehr dünn und, wenn eine grosse Masse zum Schmelzen angewandt wird, sehr lang, haben aber sehr glatte und glänzende Flächen und sind gut ausgebildet und deutlich erkennbar.



$$M : M = 90^\circ$$

$$M : d = 135^\circ$$

\*) Die Angabe des spec. Gew. des Wismuthglanzes zu 7,5 in Berzelius's Lehrbuche ist wohl als Druckfehler zu betrachten.

4) Vor dem Löhrohre verhält sich die niedere Schwefelstufe dem Wismuthglanze gleich. In einer offenen Glasröhre erhitzt, entweicht schweflige Säure, die Verbindung schmilzt und es sublimirt sich kein Schwefel. In einer am Ende zugeschmolzenen Glasröhre, wenn sie eng genug ist, dass vor dem Schmelzen der Substanz die atmosphärische Luft ausgetrieben ist, bildet sich nur ein sehr geringer Anflug von Schwefel, und zwar erst bei sehr hoher Temperatur. Vergleicht man in zwei zugeschmolzenen Glasröhren neben einander das Verhalten dieser beiden Schwefelstufen, so schmilzt die niedere bei weitem leichter als der Wismuthglanz und giebt, wie schon oben erwähnt wurde, kein Sublimat von Schwefel, während der letztere ein reichliches giebt.

---

## XVI.

### *Erste Fortsetzung der Untersuchungen über Gadolinit, Allanit und damit verwandte Mineralien.*

Von

TH. SCHEERER.

(Gelesen in der Versammlung der Naturforscher zu Stockholm.  
15. Juli 1842.)

(Auszug aus der vom Verf. aus Poggend. Ann. mitgeth. Abhandlung.)

Aus meiner frühern Untersuchung über diesen Gegenstand \*) ergab sich für die Zusammensetzung des Gadolinit's von Hitterb, dass derselbe namentlich durch einen Gehalt von 9,57 p. C. Beryllerde charakterisirt sei; dabei machte ich darauf aufmerksam, dass die Schwierigkeit für die Aufstellung einer Formel für die Gadolinite wegfalle, wenn man nach von Kobell's Vermuthung annehme, dass die Beryllerde unter die 1- und 1atomigen Basen zu zählen sei. Es schien mir jedoch nothwendig, diese Annahme besonders durch eine zweite Analyse jenes Gadolinit's zu unterstützen, welche der Anwesenheit jener procentischen Menge Beryllerde ganz ausser Zweifel setzte.

---

\*) Dies. Journ. XXII. 449.

Die Analyse wurde folgendermaassen ausgeführt: Das getrocknete und gewogene Gadolinitpulver wurde mit Königswasser bei gelinder Wärme aufgeschossen, zur Trockne abgedampft, mit Wasser übergossen, und die gelatinöse Kieselsäure abfiltrirt. Zur Flüssigkeit wurde Ammoniak gesetzt, bis die gelbe Farbe dunkler, nicht röthlich, geworden war. Darauf wurde essigsäures Ammoniak hinzugesetzt, welches die Flüssigkeit granatroth machte, die jetzt durch oxalsäures Kali gefällt wurde. Der geglühte Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst und durch Ammoniak gefällt, wobei eine Spur Kalkerde aufgelöst blieb, welche durch oxalsäures Ammoniak bestimmt wurde. Der Niederschlag wurde abermals in Salzsäure gelöst und darin, nach der unten angegebenen Vorschrift, Yttererde und Lanthan, aber kein Cer, oder nur Spuren davon, aufgefunden.

Aus der von dem durch oxalsäures Kali erzeugten Niederschlage getrennten Flüssigkeit wurden durch Ammoniak Eisenoxyd und Beryllerde gefällt. Diese wurden in Salzsäure gelöst, durch Ammoniak theilweise gefällt und mit einem grossen Ueberschusse von kohlen-säurem Ammoniak versetzt, welches die Beryllerde und einen Theil des Eisenoxys auf löste. Aus der Auflösung schlug Schwefelammonium das Eisen als Schwefel-eisen nieder. (Ist sehr viel kohlen-säures Ammoniak zugegen, so kann alles Eisenoxyd aufgelöst werden; man fällt dann einen Theil desselben, vor dem Zusatz von Schwefelammonium, durch Verdünnen oder Kochen der Lösung.) Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salzsäure vermischt, vom niedergefallenen Schwefel geschieden, und die Beryllerde daraus durch Ammoniak gefällt.

Diese Analyse ergab:

Jetzige Analysen.	Frühere Analysen.
Kieselsäure 25,59	25,78
Beryllerde 10,18	9,57
Yttererde 44,96	45,67
Lanthanoxyd 6,33	4,75
Ceroxydul —	1,81
Eisenoxydul 12,13	12,79
Kalkerde 0,23	0,34
<hr/> 99,42	<hr/> 100,71.

Der bedeutende Beryllerdegehalt befindet sich also wirklich in diesem Mineral.

Die daraus abgeschiedene Yttererde war merkwürdiger Weise gelb gefärbt, welches nicht, wie anfangs vermuthet wurde, von Mangan herrührte; wurde die gelb gefärbte Erde stark im Platintiegel geglüht, so wurde sie *völlig weiss* und bei geringem Erkalten sogleich bräunlich gelb, welche Farbe nach völligem Erkalten sehr an Intensität verlor. Durch Glühen der Masse mit etwas Papier oder anderen organischen Stoffen wurde die gelbe Farbe *völlig* vernichtet. Sie schien also von einem Metalloxyd herzuführen, welches der Yttererde beigemischt war; da jedoch von den bekannten Metallen keins diese Eigenschaft besitzt, so war es möglich, dass sie einem neuen Stoff angehörte\*).

Der Gadolinit von Hitteröen wird von einem andern Minerale begleitet, welches demselben vollkommen ähnlich sieht. Ich wurde erst darauf geführt, als mehrere Analysen, welche ich mit dem (vermeintlich-alleinigen) Gadolinit anstellte, sehr von einander abweichende Resultate gaben. In den schwarzen glasartigen Mineralstücken liess sich keine wesentliche Beimengung eines andern Fossils erkennen, und es blieb daher nur die Annahme übrig, dass nur einzelne der kleinen Mineralstücke, die ich zu meinen Untersuchungen angewandt hatte, wirklicher Gadolinit, andere dagegen ein diesem zwar sehr ähnliches, aber doch verschiedenartig zusammengesetztes Mineral gewesen seien. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes war also wohl das beste Prüfungsmittel. Hierdurch wurde das

---

<sup>4)</sup> Es scheint in der That, dass das schon vor 1½ Jahren von Herrn Mosander bemerkte neue Metall, Didym, diese Reaction hervorgebracht habe (vergl. dies. Journ. XXVI. 444). Herr Mosander theilte bei Gelegenheit des Vortrags des Herrn Scheerer folgende neue Thatsachen über das Ceroyd und Lanthanoyd mit. Das Didymoyd färbt das fast farblose Cer- und Lanthanoyd braun, eben so zuweilen die Yttererdesalze amethyst- und stark rosenroth. Ceroydhydrat ist schwefelgelb; schwefelsaures Didymoyd zwischen rosen- und amethystroth. Der braune Didymoyd wird bei starker Glühhitze schmutzig weiss; dabei scheint es sein Gewicht nicht zu verändern. Ein Gemenge von Ceroyd und Lanthanoyd lässt sich nur unvollkommen durch verdünnte Salpetersäure trennen. Geglüh-tes Ceroyd ist völlig unlöslich in verdünnter Salpetersäure, aber nicht, wenn es mit Lanthanoyd gemengt ist.

Räthsel schnell gelöst. Ich fand nämlich, dass sämtliche Mineralstücke, die ich bisher alle für Gadolinit<sup>2</sup> gehalten hatte, dem spec. Gew. nach in zwei Abtheilungen zerfielen. Das spec. Gewicht der einen Abtheilung war 4,35, das der andern dagegen 3,50. Eins dieser beiden spec. Gewichte stellte sich bei einzelnen Stücken stets mit der grössten Schärfe heraus, und das erste derselben war also genau das, welches ich früher für den Gadolinit gefunden hatte. Dass alle Mineralstücke von dem spec. Gewichte 4,35 wirklicher Gadolinit waren, ergab sich durch jene Analyse, deren Resultat so eben angeführt wurde.

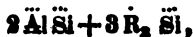
Das Mineral von dem spec. Gewichte 3,50 musste also ein von dem Gadolinit wesentlich verschiedenes sein. Die vorläufige qualitative Untersuchung ergab, dass es hauptsächlich Kieselerde, Thonerde, Eisenoxydul, Ceroxydul und Kalkerde enthält. Durch die Analyse ward folgende Zusammensetzung gefunden:

Kieselerde	32,77
Thonerde	14,32
Eisenoxydul	14,76
Manganoxydul	1,12
Ceroxydul	17,70
Lanthanoxydul	2,31
Yttererde	0,35
Kalkerde	11,18
Talkerde	0,50
Kali	0,76
Wasser	2,51

---

98,28.

Es ist dies Mineral also ein Orthit, in seiner Zusammensetzung am meisten der des Orthits von Fille-Fjeld \*) nahe kommend. Man könnte es jedoch auch als einen Allanit betrachten, da der sehr geringe Yttererdegehalt möglicher Weise ein zufälliger, durch Einmischung von Gadolinit hervorgebracht sein könnte. Jedenfalls ist die Formel des Minerals:




---

\*) Dies. Journ. XXII. 462.

wenn man unter R alle darin enthaltenen 1- und 1atomigen Basen versteht.

Dieser Allanit oder Orthit kommt mit dem Gadolinit in denselben Granitgängen (oder Granitausscheidungen) auf Hitteröen vor.

Sehr auffallend war es mir anfangs, dass der Allanit von Hitteröen beim Erhitzen *nicht* jene charakteristische Feuererscheinung zeigte, wie sie sich beim Allanit von Jotun-Fjeld und den anderen pyrognomischen Mineralien wahrnehmen lässt. Da derselbe von Säuren leicht zersetzt wird, so hatte ich vermuthet, dass er, unter Eintreten der Feuererscheinung in den specifisch schwereren und in Säuren unlöslichen Zustand übergehen würde. Ersteres war nun durchaus nicht wahrzunehmen; was mir aber hierbei von Wichtigkeit erscheint, ist, dass das Mineral durch das Glühen sein spec. Gewicht auch keinesweges in dem Grade verändert, wie es bei den anderen pyrognomischen Mineralien der Fall ist. Dasselbe ist nämlich nach dem Glühen nur 3,60, steht also zu dem spec. Gewichte vor dem Glühen in dem Verhältnisse wie 100 : 97, während es bei den erwähnten Mineralien wie 100 : 94 ist: Dass aber der Grund, warum der Allanit von Hitteröen keine Feuererscheinung zeige, allein darin zu suchen sei, dass sich sein spec. Gewicht nur etwa um 3 p. C. verändert, während sich das des Allanits von Jotun-Fjeld und des Gadolinit von Hitteröen um 6 p. C. erhöht, erscheint mir kaum einem Zweifel unterworfen. Warum verändert aber dieser Allanit sein spec. Gewicht nicht auch um 6 p. C.? Hiervon dürfte die Ursache nur in der chemischen Zusammensetzung zu suchen sein. Der Allanit von Hitteröen ist vor allen von mir untersuchten hieher gehörigen Mineralien durch einen Gehalt an *Kali* charakterisirt. Derselbe ist allerdings nur gering, allein er mag vielleicht hinreichend sein, um bei dem beginnenden Glühen des Minerals eine Art von Schmelzung oder doch Sinterung einzuleiten, welche jener dichtern Umgruppierung der Atome, die ich als Grund des Lichtphänomens der pyrognomischen Mineralien betrachte, entgegenarbeitet.

Nach dem Glühen ist dieser Allanit nur unvollkommen aufschliessbar in erhitzter Salzsäure, aber anscheinend nicht in dem Grade, wie es der Allanit von Jotun-Fjeld nach dem Glühen,

oder in dem Grade, wie es der Allanit von Snarum schon vor dem Glühen (in seinem natürlichen Zustande) ist. Der Allanit von Hitteröen steht also hiernach in seinen Eigenschaften zwischen den anderen beiden Allanitarten, und es scheint daher, dass ein Uebergang aus einem pyrognomischen Minerale in ein nicht pyrognomisches stattfinden könne.

*Einige analytische Erfahrungen, bei der Analyse obiger Mineralien gesammelt.*

*Trennung der Beryllerde vom Eisenoxyd etc.* Bei der Analyse des Gadolinites von Hitteröen habe ich mich überzeugt, dass kaustisches Kali kein gutes Mittel abgiebt, die Beryllerde aus einem Niederschlage zu extrahiren, welcher ausserdem noch Eisenoxyd, Ceroydul, Lanthanoxyd und Yttererde enthält. Dieses Mittel ist sogar in dem Grade ungenau, dass man durch dasselbe bei der Analyse des Gadolinites nur etwa 3 p.C. Beryllerde anstatt 10 p.C. erhält, selbst wenn man sich der vom Hrn. Grafen von Schaffgotsch angegebenen Vorsicht bedient, den Niederschlag mit der kaustischen Kalilauge nicht zu kochen, sondern kalt damit zu digeriren. Scheidet man Yttererde, Ceroydul und Lanthanoxyd von dem Niederschlage und versucht dann, die Trennung der Beryllerde vom Eisenoxyde durch kaustische Kalilauge zu bewirken, so ist das Resultat besser, aber dennoch bei weitem nicht genügend. Man erhält dann nämlich etwa 6 p.C. Beryllerde. Es muss daher das kaustische Kali als Extractionsmittel für die Beryllerde gänzlich verworfen werden. Sehr genügende Resultate erhält man dagegen durch Anwendung der in der vorigen Abhandlung erwähnten Methode, nämlich durch vorübergehende Abscheidung von Yttererde, Cer und Lanthan, nachfolgendes Digeriren des Gemenges von Eisenoxyd und Beryllerde mit concentrirter kohlen-saurer Ammoniak-Solution und Ausfällung des zugleich aufgelösten Eisenoxyds mittelst Schwefelammoniums.

*Trennung der Yttererde vom Eisenoxyd.* Diese lässt sich, wie schon angeführt, sehr gut durch oxalsaures Kali bewirken. Enthält die Auflösung Kali in genügender Menge, so kann man auch oxalsaures Ammoniak anwenden. Es kommt bei dieser Trennung hauptsächlich darauf an, dass keine freie Säure vorhanden ist, weil von dieser sonst ein Theil der oxalsauren Ytter-

erde aufgelöst werden würde. Zur Vermeidung dieses Umstandes muss man die salzsaure Auflösung der Yttererde und des Eisenoxyds so lange mit Ammoniak sättigen, bis ihre hellgelbe Farbe in eine dunkelgelbe übergeht. Alsdann setzt man eine Quantität essigsaurer Ammoniak-Solution (etwa 1—2 Cb. Zoll) hinzu, wodurch die Flüssigkeit eine granatrothe Färbung erhält und nun zur Fällung durch oxalsaures Kali oder Ammoniak hinlänglich vorbereitet ist. Die ersten hinzugefügten Quantitäten von einem dieser beiden Reagentien bewirken keinen dauernden Niederschlag, sondern verändern die rothe Farbe der Flüssigkeit nur zu einer gelben. Erst hierauf bildet sich ein weisser Niederschlag, der beim Umrühren nicht wieder verschwindet \*). Es ist nothwendig, dass man denselben etwa während 24 Stunden an einem temperirten Orte der Ruhe überlässt, wodurch er sich besser filtriren lässt. Derselbe besteht in einem krystallinischen Doppelsalze von oxalsaurer Yttererde und oxalsaurem Kali, welches durch Glühen leicht in Yttererde und kohlen-saures Kali umgewandelt wird. Man kann jedoch nicht gut dadurch die Yttererde bestimmen, dass man dieses Gemenge mit Wasser übergiesst und darauf filtrirt. Die Yttererde befindet sich nämlich in einem so fein zertheilten Zustande, dass es äusserst schwer ist, sie abzufiltriren; man muss daher das Gemenge in Salzsäure lösen, die Solution mit vielem Wasser verdünnen und die Fällung der Yttererde durch kaustisches Ammoniak bewirken. Dieselbe muss dann mit kochendem Wasser sehr sorgfältig ausgewaschen werden. Es scheint aber, dass man selbst hierdurch die Yttererde nicht von jeder Spur Kali befreien kann. — War die Auflösung der Yttererde und des Eisenoxyds durch Sättigung mittelst Ammoniak röthlich statt gelb gefärbt, so enthält der nach Hinzufügung von essigsaurer Ammoniak durch oxalsaures Kali hervorgebrachte Niederschlag mehr oder weniger Eisenoxyd, was sich schon durch seine Farbe zu erkennen giebt. — Sind ausser der Yttererde und dem Eisenoxyd noch Cer und Lanthan in der Auflösung vorhanden, so werden diese zugleich mit der Yttererde gefällt. Auch von dem Uranoxyd können Yttererde, Cer und Lanthan auf solche Art getrennt werden.

---

\*) Dies. Journ. XXII. 463.



*Trennung des Ceroxyduls und Lanthanoxyduls vom Eisenoxyd.* Auch hierzu kann man sich der eben angeführten Methode bedienen. In vielen Fällen mag es aber bequemer sein, das schwefelsaure Kali als Trennungsmittel anzuwenden. Man darf dann aber nicht vergessen, worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe \*), dass die hierdurch erhaltenen Doppelsalze des Cer- und Lanthanoxyduls mit dem schwefelsauren Kali stets mehr oder weniger durch schwefelsaures Eisenoxyd verunreinigt sind, je nachdem die Auflösung mehr oder weniger concentrirt war. Diese Verunreinigung kann 7 p.C. und mehr von der Menge des Ceroxyduls und Lanthanoxyduls betragen. Die durch Eisen verunreinigten Doppelsalze müssen daher in vielem, mit etwas Salzsäure versetztem Wasser bei Anwendung von Wärme gelöst und mit kaustischem Kali gefällt werden. Dieser Niederschlag wird dann in Salzsäure gelöst und abermals mit schwefelsaurem Kali behandelt, wodurch jene Menge Eisenoxyd aufgelöst bleibt.

*Trennung des Lanthanoxyduls vom Ceroxydul.* Es ist äusserst schwierig, beide gänzlich frei von basischen Salzen des Cers und Lanthans, oder auch frei von geringen Antheilen Alkali zu erhalten. Wendet man nun die einzige bisher bekannte Vorschrift zur Tennung beider Körper an, nämlich die von Mosander angegebene Methode (Extraction durch etwa 50fach verdünnte Salpetersäure), so kann man nie sicher sein, ob durch jene Verunreinigungen nicht auch mehr oder weniger bedeutende Quantitäten von Cer aufgelöst werden. Um daher, was mir eine Hauptsache zu sein scheint, völlig reine Oxyde zu erhalten, habe ich das auf gewöhnlichem Wege bei meinen Analysen erhaltene Ceroyd und Lanthanoxyd stets wieder in Salzsäure gelöst, die Solution möglichst scharf durch Ammoniak gesättigt, dann essigsäures Ammoniak hinzugefügt und durch oxalsaures Ammoniak gefällt. Der Niederschlag ist allerdings, selbst nach 24stündiger Ruhe, schwer zu filtriren; allein bei Anwendung von doppeltem Fiter und bei wiederholtem Aufglessen der trübe durchgelaufenen Flüssigkeit glückt es zuletzt. Durch Glühen der erhaltenen oxalsauren Salze kann man nun sicher sein, völlig reine Oxyde zur Extraction mit ver-

---

\*) Dies. Journ. XXII. 463.

dünner Salpetersäure zu erhalten. Geschieht das Githen bei nicht zu starker Hitze in einem bedeckten Platintiegel, so erhält man hierdurch fast ganz weisses Ceroxydul und Lanthanoxyd. Das Gemenge beider färbt sich aber schnell bräunlich, sobald sie einem heissen Luftstrome ausgesetzt werden.

*Unterscheidung des Lanthans vom Cer.* Wenn man Lanthanoxyd ohne Anwendung einer erhöhten Temperatur in Salpetersäure auflöst, die Lösung mit mehr oder weniger Wasser verdünnt und dann eine Kruste von neutralem schwefelsaurem Kali hineinstellt, so setzt sich (sobald sich die Flüssigkeit hinreichend mit schwefelsaurem Kali gesättigt hat) ein krystallinischer, schön *orangeroth* gefärbter Niederschlag ab. Die zuletzt (zuweilen nach etwa 24 Stunden) entstehenden Krystallkrusten sind meist noch dunkler gefärbt, weil die Krystalle grösser sind. Sie haben eine Farbe, welche fast der des sauren chromsauren Kali's gleich kommt. Behandelt man dagegen Ceroxyd auf ganz gleiche Weise, so erhält man einen *schwach schwefelgelb* gefärbten krystallinischen Niederschlag. Möglicher Weise würde der Niederschlag ganz weiss erscheinen, wenn man im Stande wäre, das Ceroxyd von jeder Spur Lanthan zu befreien. Die Auflösung des Ceroxyds in Salpetersäure geschieht übrigens nicht leicht. Man muss beide unter öfterem Umschütteln mehrere Tage lang mit einander in Berührung lassen, und selbst dann ist gewöhnlich noch nicht alles Cer aufgelöst.

Jener orangerothe Niederschlag wird auch erhalten, wenn man aus einem Gemenge von Ceroxyd und Lanthanoxyd das letztere mittelst 50fach verdünnter Salpetersäure auszieht und diese Auflösung mit schwefelsaurem Kali behandelt. Bis zur Bildung des Niederschlages dauert es dann nur wegen Verdünnung der Auflösung längere Zeit als im erst angeführten Falle \*).

Wird die Auflösung des salpetersauren Lanthanoxyds vor

---

- \*) Wurde die früher erwähnte, gelb gefärbte Yttererde in 50fach verdünnter Salpetersäure gelöst (was sehr leicht und ohne Rückstand geschah) und dann eine Kruste von schwefelsaurem Kali hinzugefügt, so wurde hierdurch keine Spur eines gelben Niederschlages erhalten. Das Metalloxyd, welches die Yttererde verunreinigte, konnte also nicht Lanthanoxyd sein.

der Fällung mit schwefelsaurem Kali gekocht, so ist der später erhaltene Niederschlag lebhaft *citronengelb* gefärbt, aber ohne Nüance von Roth.

Versetzt man die Auflösung des salpetersauren Lanthanoxyds mit Salzsäure, so bringt schwefelsaures Kali darin einen noch weniger lebhaft gelb, etwa *schwefelgelb* gefärbten Niederschlag hervor.

Wenn man endlich zu einer salpetersauren Lanthanoxyd-Auflösung nicht allein Salzsäure setzt, sondern sie auch nachher noch kocht, so wird hierdurch ein vollkommen *weisser* Niederschlag erhalten.

Werden diese drei zuletzt angeführten Operationen mit Cer, anstatt mit Lanthan, vorgenommen, so erhält man in *allen* Fällen nur *weisse* Niederschläge.

Es scheint also hiernach, dass es das Lanthanoxyd sei, welches diese Farbennüancen zwischen Gelb und Roth hervorbringt, und dass diese höhere Oxydationsstufe des Lanthans sowohl durch Siedehitze als durch Salzsäure *theilweise*, durch Anwendung beider Mittel aber *gänzlich* zu Oxydul umgewandelt würde.

#### *Ueber die stöchiometrische Constitution des Gadolinit und der Beryllerde.*

Von verschiedenen Chemikern sind in Gadolinitarten verschiedener Fundorte sehr von einander abweichende Mengen von Beryllerde gefunden worden, nämlich von:

Berzelius, im Gadolinit von Kärarfvät	1,7 bis 2 p.C.
Ekeberg, im Gadolinit von Ytterby	4,5 p.C.
Connell, im Gadolinit von Fahlun	5,9 —
Thomson und Steele, in einem Gadolinit von unbekanntem Fundorte	11,6 —
und endlich von mir im Gadolinit von Hitteröen	10,18 —

Es fragt sich nun zuerst, sind diese verschiedenen Gehalte von Beryllerde auch alle als richtig zu betrachten? Es wäre nämlich möglich, dass mehrere der genannten Chemiker sich des kaustischen Kali's als Extractionsmittel für die Beryllerde bedient und dadurch, wie ich eben gezeigt, einen zu geringen Gehalt an Beryllerde aufgefunden haben könnten. Daber

wird es nöthig sein, die analytischen Verfahrungsarten, welche diese Chemiker befolgt haben, näher zu betrachten.

Berzelius \*) bestimmte die Beryllerde des Gadolinites von Kärarfvat auf folgende Weise. Die von der Kieselerde abfiltrirte salzsaure Lösung wurde zuerst durch bernsteinsaures Ammoniak vom Eisenoxyde befreit und dann mit Ammoniak gefällt. Der Niederschlag enthielt Yttererde, Beryllerde, Ceroxydul und Manganoxydul. Derselbe wurde geglüht und darauf mit verdünnter Salpetersäure behandelt, wodurch Yttererde und Ceroxydul (Lanthanoxydul?) ausgezogen wurden. Das rückständige Gemenge von Beryllerde und Manganoxydul wurde nun in Salzsäure gelöst und ein Uebermaass von kaustischem Kali hinzugefügt. Gekocht wurde die Flüssigkeit nicht, wenigstens ist diess nicht angeführt. Durch das kaustische Kali wurden hierdurch bei einem Versuche 1,75, bei einem andern 2,0 p. C. Beryllerde ausgezogen. Das zurückbleibende Manganoxydul (welches sich als cerhaltig erwies) betrug in den entsprechenden Fällen 1,42 und 1,30 p. C. Dass die verdünnte Salpetersäure keine Beryllerde aufgelöst hatte, ergab sich daraus, dass die Auflösung der Yttererde, mit kaustischem Kali in grossem Uebermaasse versetzt, keine Spur von Beryllerde aufgelöst zeigte. Der Beryllerdegehalt von 1,75 bis 2,0 p. C., welchen Berzelius für den Gadolinit von Kärarfvat angiebt, ist daher gewiss als richtig oder wenigstens der Wahrheit sehr nahe kommend anzunehmen.

Connell \*\*) versetzte die von der Kieselerde abfiltrirte salzsaure Solution, nachdem vorher alles Cer durch schwefelsaures Kali abgeschieden worden war, mit Weinsteinensäure und präcipitirte das Eisen mittelst Schwefelammonium. Die von diesem Niederschlage getrennte Flüssigkeit wurde eingedampft und bis zum Verbrennen der Weinsteinensäure geglüht. Die eingescherte Masse, welche Yttererde und Beryllerde enthielt, wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung annähernd durch Ammoniak neutralisirt und mit oxalsaurem Ammoniak gefällt \*\*\*) , wo-

\*) Schweigger's Journ. f. Chem. u. Phys. XXI. 261 u. f.

\*\*) Edinb. new phil. Journ. T. XX. p. 200.

\*\*\*) Connell hatte sich auch schon davon überzeugt, dass Be-  
Journ. f. prakt. Chemie. XXVII. 2.

durch fast alle Yttererde niedergeschlagen wurde. Die rückständige Solution wurde nun mit einem Ueberschusse von kaustischem Kali *gekocht*. Das Nichtgelöste wurde zum zweiten Male mit kaustischem Kali behandelt; ob wieder gekocht wurde, ist nicht angegeben. Der von Connell gefundene Beryllerdegehalt dürfte daher vielleicht wohl etwas zu niedrig sein.

Ueber das Verfahren, welches Thomson und Steele bei ihrer Analyse anwandten, habe ich keine genauen Angaben erhalten können.

Was nun diejenigen Gadolinite betrifft, in denen keine Beryllerde gefunden wurde, so ist hierbei kein Irrthum durch ein mangelhaftes analytisches Verfahren anzunehmen, da durch ein solches wohl *zu wenig* Beryllerde hätte gefunden, dieselbe aber doch nicht ganz hätte übersehen werden können. So viel scheint daher mit völliger Sicherheit ausgemacht zu sein, *dass es beryllerdehaltige und beryllerdefreie Gadolinite giebt und dass erstere mit sehr verschiedenem Beryllerdegehalte vorkommen.*

Es spricht diess gewiss sehr für v. Kobell's und meine frühere Annahme, dass nämlich die Beryllerde als 1- und 2-werthige Basis betrachtet werden müsse. Jedoch bedarf es jetzt, nachdem wir durch v. Awdewjew's schöne Arbeit \*) über die Zusammensetzung der Beryllerde so interessante Aufschlüsse erhalten haben, wohl kaum noch weiterer Beweise für jene Annahme.

Was die chemische Formel der Gadolinite betrifft, so gedenke ich mich später darüber auszusprechen, da mir v. Awdewjew's Arbeit zu spät in die Hände kam, als dass ich Zeit gehabt hätte, die darin enthaltenen neuen Thatsachen schon jetzt bei dieser Frage gehörig zu würdigen.

---

ryllerde und Yttererde durch kaustisches Kali scharf von einander zu trennen seien,

\*) Poggend. Ann. LVI. 101. Siehe eins der nächsten Hefen dies. Journals

---

## XVII.

## Ueber die chemische Zusammensetzung der Knochen.

Von

R. F. MARCHAND \*).

Die Knochen, welche das Gerüst bilden, an welchem die weichen Theile des Organismus aufgehängt und von welchem sie zum Theil eingeschlossen sind, enthalten in dem thierischen Organismus die grösste Menge fester Substanzen, welche theils aus organischen, theils aus anorganischen Verbindungen bestehen. Während die anorganischen Bestandtheile nach den verschiedenen Thierclassen, nach Alter und Gesundheitsconstitution wechseln, so ist die wesentliche organische Verbindung eine unveränderliche, welche ihrer Menge nach, selten aber ihrer Zusammensetzung nach schwankend ist. Diese organische Verbindung, den sogenannten Knochenknorpel darstellend, gehört zu der Classe der thierischen Gewebe, welche beim Kochen sich in Leim umwandeln und daher den Namen der *leimgebenden Gewebe* erhalten haben. Ich nenne die chemischen Verbindungen, welche diese Eigenschaften besitzen, *Collagen*, leimerzeugende.

Die Zusammensetzung des Leims ist von Mulder angegeben worden, welcher darin fand \*):

$$C = 50,76$$

$$H = 6,64$$

$$N = 18,31$$

$$O = 24,29$$

---


$$100,00.$$

Mulder leitet daraus die Formel  $C_{13}H_{20}N_4O_5$  ab, welche in der Berechnung sehr gut mit den gefundenen Resultaten übereinstimmt, welche er auch durch die Zusammensetzung des Leimnannats unterstützt hat \*\*\*). Diese Formel ist indessen nicht mit Mulder's Formel für das Protein in Zusammen-

\*) Vgl. Marchand's Lehrbuch der physikal. Chemie. Heft 1. S.

\*\*) Dies. Journ. XVII. 335.

\*\*\*) Ibidem. 461.

84 Marchand, üb. die chem. Zusammensetz. d. Knochen.

hang zu bringen, welche durch  $C_{40}H_{62}N_{10}O_{13}$  ausgedrückt wird \*).

Man kann jedoch mit den von Mulder gefundenen Zahlen folgende Formel völlig in Zusammenhang bringen:



welche die Proteinformel und 2 At. Stickstoff und 3 At. Sauerstoff enthält,  $Pr + N_2 + O_2$ . Ob diese beiden Körper in Verbindung als salpetrige Säure darin enthalten sein sollten, ist nicht zu entscheiden. Diese Formel giebt:

$C_{40}$	=	3000,0	50,52
$H_{62}$	=	387,5	6,52
$N_{12}$	=	1050,0	17,69
$O_{15}$	=	1500,0	25,27
		5937,5	100,00.

Das Atomgewicht würde ungefähr 3mal so gross sein als das von Mulder angenommene 1972. Mit den von Mulder untersuchten Tannaten stimmt sie sehr gut überein, eben so mit denen von Schiebel.

Durch anhaltendes Kochen wird der Leim bekanntlich verändert, und Mulder fand einen solchen nach der Formel  $C_{23}H_{35}N_7O_{11}$  zusammengesetzt, welche jedoch nicht mit der ursprünglichen des Leims in Verbindung zu bringen ist. Für den gekochten Leim indessen kann man, wenn man die Menge des Kohlenstoffes unverändert darin annimmt, folgende Formel entwickeln:  $C_{40}H_{60}N_{12}O_{19}$ .

			Gef.	
$C_{40}$	=	3000	47,43	47,57
$H_{60}$	=	375	5,93	5,91
$N_{12}$	=	1050	16,62	16,76
$O_{19}$	=	1900	30,02	29,76
		6325	100,00	100,00.

Die Umwandlung des Stoffes besteht also in einer Wasserausscheidung und in einer Aufnahme von 5 At. Sauerstoff,  $C_{40}H_{62}N_{12}O_{15} - H_2O + O_5$ . Auf welche Weise die Umwandlung des Collagens in Leim vor sich gehe, darüber kann die Wissenschaft in diesem Augenblicke noch keine Rechenschaft

\*) Ueber die Bestätigung dieser Formel siehe Mulder's Abhandlung in einem der nächsten Hefte dieses Bandes.

ablegen. Wir dürfen sie vollkommen mit der vergleichen, welche die Stärke erleidet, wenn sie mit verdünnter Schwefelsäure anhaltend gekocht wird. Es findet in beiden Fällen weder eine Entwicklung noch eine Absorption von Gasarten statt.

Nach genauen Versuchen von Chevreul giebt eine gewogene Quantität von Collagen haltendem Gewebe, bei 100° C. getrocknet, so viel Leim, dass derselbe und die zurückbleibende Substanz, gleichfalls bei 100° getrocknet, vollkommen das Gewicht der angewandten Substanz besitzen. Es ist also zu den Bestandtheilen des Collagens weder etwas hinzugekommen, noch etwas daraus abgeschieden worden. In verschlossenen Gefässen geht diess eben so gut vor sich wie in offenen. Wie bei der Stärke beschleunigen verdünnte Säuren gleichfalls die Umwandlung des Collagens in Leim. Diese Ansicht, dass eine Umsetzung der chemischen Elemente des Collagens es ist, welche die Leimbildung bewirkt, geht deutlich aus der Analyse des leimhaltenden Gewebes hervor.

Ich benutzte dazu die Sehne aus dem Fusse des jungen Kalbes, welche durch Alkohol und Aether von Fett, durch Wasser von den übrigen fremden Bestandtheilen möglichst befreit worden war und, mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas verbrannt, folgende Resultate lieferte:

0,528 Gr., welche 0,009 Gr. oder 1,72 p. C. Asche hinterliessen, gaben 0,9555 Gr. C̄ und 0,315 Gr. aq., oder:

50,21 p. C. C und 6,75 p. C. H.

0,341 Gr. Substanz gaben bei 752 Mm. u. 16° C. 59 Cb. C. Stickstoff, oder:

18,01 p. C. N.

0,496 Gr. aus einem andern Thiere hinterliessen 0,009 Gr. Asche oder 1,82 p. C. Diese gaben 0,915 C̄ u. 0,304 aq., oder:

50,30 p. C. C und 6,82 p. C. H.

0,503 Gr. gaben 78 Cb. C. N bei 772 Mm. B. u. 18° C., od.:  
17,84 p. C. N.

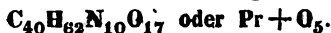
Diese Resultate stimmen völlig mit der Formel  $C_{40}H_{82}N_{12}O_{15}$  überein, so dass keine elementare Verschiedenheit zwischen Collagen und dem Leime wahrzunehmen ist.

Was nun die anorganischen Bestandtheile der Knochen betrifft, welche den festen Stoff in dem an und für sich zwar



stark zusammenhängenden, aber, namentlich im frischen (lebenden) Zustande, weichen Knorpel bilden, so bestehen dieselben aus einigen mineralischen Verbindungen, welche wir hier hauptsächlich betrachten wollen. Merkwürdig ist es, dass die Ablagerung dieser sogenannten erdigen Theile mit einer eigenthümlichen chemischen Umwandlung der organischen Verbindung verknüpft ist. Bekanntlich bildet, wie Joh. Müller gefunden hat, der Knorpel der Knochen vor der Ossification kein Collagen; er giebt beim Kochen keinen Leim, sondern eine dem Leime ähnliche Verbindung, das Chondrin, weshalb ich diesen Knorpel oder die chemische Verbindung darin, welche das Chondrin liefert, *Chondrigen* nenne.

Mulder fand im Chondrin Schwefel und eine überhaupt andere Zusammensetzung als im Leime. Er leitet daraus die Formel  $10(C_{32}H_{52}N_8O_{14}) + S$  ab, welche, wie ich glaube, jedoch mit folgender vertauscht werden kann, welche das Chondrigen gleichfalls den Proteinverbindungen anreicht:



Es würden sich 10 At. davon mit 1 At. S verbunden haben.

Diese Verbindung, welche also nur eine Oxydationsstufe des Proteins darstellt, wird durch die Ablagerung der Knochenerde in eine andere Verbindung, das Collagen, übergeführt, welche sich in jeder Beziehung erheblich von dem Chondrigen unterscheidet.

Die Hauptverbindung der Knochenerde ist die phosphorsaure Kalkerde, welche durch eine eigenthümliche Zusammensetzung dargestellt wird, welche auch in den Mineralien vorkommt und unter den Namen des *Apatits* oder *Phosphorits* bekannt ist. Die Zusammensetzung derselben ist  $Ca_3\ddot{P}_3$ , welche man sich nach Art gewisser Silicate zerlegen kann in  $Ca_2\ddot{P} + 2Ca_3\ddot{P}$ . Richtiger ist jedoch wohl die Zusammensetzung  $Ca_3\ddot{P}$ .

Daneben sind kohlensäure Kalkerde, einige Salze anderer Basen und Fluorcalcium darin enthalten, Salze, deren Menge nach der Thierklasse und selbst nach dem Alter der Thiere veränderlich sind. Von einigen Chemikern ist in neuerer Zeit die Gegenwart des Fluorcalciums gelängnet worden, indessen haben Versuche, welche in dieser Beziehung von Erdmann u. A. angestellt sind, diese Einwendungen beseitigt.

Die Zusammensetzung der menschlichen Knochen ist von Berzelius vor langer Zeit untersucht worden. Ich habe diese Analyse wiederholt, und zwar, indem ich einen von Oberhaut und Fett befreiten Oberschenkelknochen eines 30jährigen Mannes dazu wählte.

Ich wünschte zu erfahren, ob diese Organe eine im Wesentlichen constante Zusammensetzung besäßen, und da beide Untersuchungen unter ganz verschiedenen Verhältnissen, zu sehr verschiedenen Zeiten, in ganz verschiedenen Ländern angestellt worden sind, so glaubte ich, mich auf diese Weise darüber am leichtesten belehren zu können.

Berzelius fand im Menschenknochen:

Knorpel, in Wasser völlig löslich	32,17
Gefäße	1,13
basisch-phosphorsaure Kalkerde, mit ein wenig Fluorcalcium	53,04
kohlensaure Kalkerde	11,30
phosphorsaure Magnesia	1,16
Natron, mit sehr wenig Kochsalz	1,20
	<hr/>
	100,00.

Meine Analyse gab folgende Resultate:

Knorpel, in Salzsäure unlöslich	27,23
— — — löslich	5,02
Gefäße	1,01
basisch-phosphorsaure Kalkerde-Fluorcalcium	52,26
kohlensaure Kalkerde	10,21
phosphorsaure Magnesia	1,05
Natron	0,92
Chlornatrium	0,25
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	1,05
	<hr/>
	100,00.

Uebergießt man den Knochen mit kalter Salzsäure, so löst sich die grösste Menge der anorganischen Bestandtheile auf und die thierischen Substanzen bleiben zurück. Jedoch findet man, dass ungefähr 5 p.C. von diesen sich mit lösen und die phosphorsaure Kalkerde begleiten. Wird diese durch Ammoniak niedergeschlagen, so fällt die thierische Substanz mit nieder,

wenn auch nicht in chemischer Verbindung, doch in Folge der der chemischen Verbindung so nahe stehenden Flächenanziehung \*). Das Fluor wurde nach Wöhler's Methode bestimmt \*\*).

Man sieht, wie hier nicht nur die Menge der organischen Bestandtheile des Knochens mit der von Berzelius gefundenen übereinstimmt, sondern auch die der einzelnen anorganischen Verbindungen.

Bei Kindern ist bekanntlich die Menge der anorganischen Bestandtheile bei weitem geringer, obwohl die Knochen des Rumpfes nach Rees's Untersuchungen davon eine Ausnahme zu machen scheinen, Untersuchungen, welche jedoch noch sehr der Bestätigung bedürfen, ehe man sie benutzen darf, fernere Schlüsse darauf zu bauen.

Merkwürdig und beachtenswerth ist das Verhältniss, welches bei den Knochen zwischen der kohlsauren und der phosphorsauren Kalkerde stattfindet. Fernandes de Barros hat darüber Versuche angestellt \*\*\*) , deren weitere Ausdehnung wünschenswerth wäre. Daraus ergab sich, dass auf 100 Th. phosphorsaure Kalkerde kommen:

**Kohlensaure Kalkerde:**

bei Löwen	2,63
— Schafen	24,12
— Hühnern	11,70
— Fröschen	5,76
— Fischen	2,52.

Es scheint, dass die kohlsaure Kalkerde bei den Carnivoren besonders gering sei.

Wenn die Knochen längere Zeit atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind, so verändern sie sich wohl, jedoch nicht sehr wesentlich; namentlich sind sie, in Gruben aufbewahrt oder als fossile Knochen vorkommend, oft ganz ähnlich wie frische Knochen zusammengesetzt.

Der Einfluss der Lagerungsstätte auf die Zusammensetzung der fossilen Knochen geht recht deutlich hervor aus zwei ver-

\*) Siehe meine physiol. Chemie. Heft 2. S. 158.

\*\*) Dies. Journ. XVIII. 284.

\*\*\*) Journ. de chim. méd. IV. 115.

## Marchand, üb. die chem. Zusammensetz. d. Knochen. 89

gleichenden Analysen, welche ich mit den Bärenknochen aus der Gailenreuther Höhle angestellt habe, von denen der eine nahe der Oberfläche unter dem Boden, der andere aus beträchtlicher Tiefe gesammelt war. Die Analyse des erstern ist mit I, die des andern mit H bezeichnet.

	I.	II.
Thierische Substanz	4,30	16,24
phosphorsaure Kalkerde	62,11	56,01
kohlensaure Kalkerde	13,24	13,12
schwefelsaure Kalkerde	12,25	7,14
Fluorcalcium	2,12	1,96
phosphorsaure Magnesia	0,50	0,30
Kieselsäure	2,12	2,15
Eisenoxyd	2,12	2,00
Manganoxyd		
Natron, Verlust	1,34	1,08
	<u>100,00</u>	<u>100,00.</u>

Ausserdem habe ich den Oberschenkelknochen eines fossilen Hirsches untersucht, dessen Fundort mir unbekannt ist, welcher jedoch nach der geringen Menge der thierischen Substanz, die er enthielt, wahrscheinlich den atmosphärischen Einflüssen nicht völlig entzogen gewesen ist. Bei der Analyse ergab sich:

Thierische Substanz	7,25
phosphorsaure Kalkerde	54,15
kohlensaure Kalkerde	19,26
schwefelsaure Kalkerde	12,24
phosphorsaure Magnesia	2,12
Fluorcalcium	2,08
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	2,90
	<u>100,00.</u>

Hier sehen wir mit der Abnahme der thierischen Substanz die Menge der kohlensauren Kalkerde zunehmen; zu gleicher Zeit ist in allen 3 Analysen die Menge des Fluorcalciums sehr bedeutend, was sich öfter bei fossilen Knochen findet, und endlich finden wir in den Hirschknochen die Menge des kohlensauren Kalkes weit grösser als in den Bärenknochen. Vielleicht kann man aus dem mehr oder minder bedeutenden Gehalt an kohlensaurer Kalkerde auf die Nahrung der Thiere

selbst schliessen, indem die Pflanzensresser gewöhnlich reicher daran zu sein pflegen, so dass es selbst ein Leitfaden bei der Bestimmung des Thieres, dessen Knochen man aufgefunden hat, sein dürfte. Dagegen spricht Berzelius's Analyse der Ochsenknochen, welche nur 3 p.C. kohlensaure Kalkerde enthielten, während er in den Menschenknochen 11 p.C. davon nachwies.

Die knorpelige Substanz wird gewöhnlich nicht von der Atmosphäre gänzlich zerstört, sondern sie geht in den Boden, von dem der Knochen umgeben ist, mehr oder weniger unverändert über.

In Schweden befindet sich eine Ackererde, welche seit undenklichen Zeiten vortreffliches Getreide trägt, ohne jemals gedüngt zu sein. Berzelius untersuchte (1817) diese auf Veranlassung der schwedischen Ackerbau - Academie und fand, dass dieselbe kleine Knochenstückchen enthielt. Als sie mit Wasser mehrmals ausgekocht wurde, gab sie eine Auflösung, welche durch Gerbsäure gefällt wurde, ganz eben so, wie eine beim Kochen des Knochenknorpels erhaltene Flüssigkeit. Man hat daraus die Vermuthung gezogen, es sei diese Gegend ein Schlachtfeld gewesen. Bei der Untersuchung der Erde vom Leipziger Schlachtfelde, von verschiedener Gegend und Tiefe, fand ich diese Eigenschaften nicht, was wahrscheinlich nur darauf beruht, dass hier die Leichen sorgfältiger und an einzelnen Stellen begraben sind, während man sie damals über der Erde mag liegen gelassen haben.

Wenn die fossilen Knochen an Stellen liegen, wo sie mit verschiedenen Salzen in Berührung kommen, so können sie durch diese verschieden gefärbt werden. Bei Gegenwart von Schwefelkupfer durchziehen sie sich mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, werden dadurch grün gefärbt und nun zu Schmuckgegenständen als eine Türkisart verarbeitet. Namentlich wendet man dazu fossile Haifischzähne an; sie verändern oft an der Luft ihre Farbe.

Bei der Calcination der Knochen werden nicht nur alle thierischen Stoffe zerstört, sondern auch die mineralischen etwas verändert. Berzelius fand z. B. in den gebrannten Knochen folgende Bestandtheile:

**Menschenknochen. Oohsenknochen.**

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	86,4	90,70
Kalkerde	9,3	1,45
Magnesia	0,3	1,10
Natron	2,0	3,75
Kohlensäure	2,0	3,00
	<hr/>	<hr/>
	100,0	100,00.

Die Zusammensetzungen der Knochen in den verschiedenen Krankheiten sind uns nur wenig bekannt, obwohl wir wissen, dass sie in einzelnen Fällen sehr wesentlichen Veränderungen unterworfen sind. Krankheiten, welche den wesentlichsten Einfluss auf die Zusammensetzung der Knochen haben, sind die scrophulösen, unter denen sich namentlich in dieser Beziehung die Rhachitis und die Osteomalacie auszeichnen. Bei diesen beiden Leiden schwindet die Knochenerde aus dem Knochen und dieser wird, wie ein mit Chlorwasserstoffsäure ausgezogener, weich, biegsam, unvernünftig, dem Körper als Stütze zu dienen. Die Knochen, welche ihn tragen sollen, biegen sich unter der Last, verkrümmen sich nach und nach, brechen wohl gar ab. Aber auch schon durch den Zug, welchen die Muskeln ausüben, können diese Knochen verkrümmt werden, so dass selbst im Bette diese Unglücklichen krumme Glieder, ein gebogenes Kreuz u. s. w. erhalten. Man kann diese Knochen gewöhnlich mit Leichtigkeit biegen, und namentlich bei Kindern ist man im Stande, ihnen die Beine auf den Rücken zu legen u. s. f.

Bostock und Proesch haben diese Knochen einer nähern Untersuchung unterworfen; man sieht aus den angeführten Zahlen sogleich die ausserordentliche Abweichung von der Zusammensetzung der gesunden Knochen, welche oben angeführt worden ist:

	Bostock.	Proesch.	
	Rückenwirbel.	Rückenwirbel.	Rippenknochen.
Knorpel	79,75	74,64	49,77
phosphorsaure Kalkerde	13,60	13,25	33,60
phosphorsaure Magnesia	0,82	—	—
kohlensäure Kalkerde	1,13	5,95	4,60
schwefelsaure Kalkerde u. schwefelnaures Natron	4,70	0,90	0,40
Fett	—	5,26	11,63
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,00.

## 93 Marchand, üb. die chem. Zusammensetz. d. Knochen.

H. Davy hat das Verhältniss der thierischen Substanz zu der erdigen in den rhachitischen Knochen untersucht; er fand:

	Substanz,	
	thierische.	erdige.
Im Stachelfortsatz eines rhachitischen Kindes	40,7	59,3
in der Rippe eines rhachitischen Kindes	40,8	59,2
im Schienbein desselben Kindes	74,0	26,0
in einem erweichten Becken	75,8	24,2.

In Bostock's Analyse ist Fett und Knorpel zusammen angegeben worden. Der Gehalt an schwefelsaurem Kali und Natron scheint bei ihm auch etwas zu hoch ausgefallen zu sein. Aus Proesch's Analyse ersieht man, wie verschieden die Krankheit auf die verschiedenen Knochen einwirkt und wie sie gerade am furchtbarsten gegen diejenigen gerichtet zu sein scheint, welche am unentbehrlichsten und gerade als feste Stütze am wesentlichsten sind.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die Knochen eines rhachitischen Kindes zu untersuchen, und zwar gleich nach dem Tode. Ich benutzte gleichfalls Rückenwirbel, aber auch Röhrenknochen und Rippenknochen, nämlich des Sternum. Ich fand:

	Rückenwirbel.	Radius.	Femur.	Sternum.
Knorpel	75,22	71,26	72,20	61,20
Fett	6,12	7,50	7,20	9,34
phosphorsaure Kalkerde	12,56	15,11	14,78	21,35
phosphorsaure Magnesia	0,92	0,78	0,80	0,72
kohlensaure Kalkerde	3,20	3,15	3,00	3,70
schwefelsaure Kalkerde	} 0,98	1,00	1,02	1,68
schwefelsaures Natron				
Fluorcalcium, Chlornat- rium, Eisen, Verlust	1,00	1,20	1,00	2,01
	100,00	100,00	100,00	100,00.

Dabei hat der Knorpel selbst eine ganz wesentliche Veränderung erlitten. Man kann ihn nicht mehr durch Kochen in Leim verwandeln, wie den der gesunden Knochen. Er giebt auch nicht die leimähnliche Substanz, welche der gesunde, nicht ossificirte Knorpel beim Kochen liefert und welche Chondrin genannt wird. Die auffallende Abnahme der Knochenerde, welche hier in so ausserordentlich geringer Menge nur noch vorhanden ist, erklärt sich aus dem Uebergange der phosphorsauren Kalkerde in den Harn. Bei dem Kinde, dessen

Knochen ich untersucht habe, hatte ich Gelegenheit, wenige Tage vor seinem Tode den Harn gleichfalls einer Analyse unterwerfen zu können. Ich will nur anführen, dass ich 5—6mal mehr phosphorsaure Kalkerde darin fand, als er sonst zu enthalten pflegt.

Es wirft sich natürlich uns hier die Frage auf: wie ist es möglich, dass diese unlöslichen Salze, welche während des normalen Lebens nur in so geringer Quantität aus dem Körper ausgeführt werden, plötzlich in so grosser Menge ausgesondert werden? Die phosphorsaure Kalkerde hat, wie Berzelius vor sehr langer Zeit schon bemerkte, die Eigenschaft, von der *Milchsäure* mit grosser Leichtigkeit aufgelöst zu werden. Wenn man z. B. braun gefärbte Milchsäure durch Kochen mit Knochenkohle zu reinigen sucht, so ist man genöthigt, diese durch Salzsäure vorher von der phosphorsauren Kalkerde zu befreien. Versäumt man diess, so findet man die ganze Menge dieses Salzes von der Milchsäure aufgenommen. Diese Säure erscheint nun im normalen-Zustande des Organismus zwar in allen Flüssigkeiten desselben, aber in sehr geringer Quantität; sie ist die Ursache, dass fortwährend Knochenerde in den Harn übergeht, und in diesem finden wir auch die Milchsäure selbst wieder. Vermehrt sich durch irgend einen Umstand die Quantität dieser Säure im Körper, so muss sie auch eine grössere Menge der Knochenerde auflösen und aus dem Körper herausschaffen, während nicht so viel wieder von aussen zugeführt werden kann, um diesen Verlust zu ersetzen.

Bekannt ist die Umwandlung einiger Pflanzenstoffe, namentlich des Milchzuckers, des Traubenzuckers, der Stärke, des Gummi's in Milchsäure durch die Schleimhaut des Magens. Diese Umwandlung, welche im *gesunden Zustande des Magens* und der *Verdauung* nur langsam vor sich geht, kann zu einer ausserordentlichen Stärke gesteigert werden. Die Stoffe werden schnell und vollständig in Milchsäure umgeändert, diese wirkt nun sehr auflösend auf die Knochenerde, zieht die Knochen fortwährend aus und geht mit der Auflösung selbst in den Harn über. Die Richtigkeit dieser Ansicht ergiebt sich aus der sauren Beschaffenheit des untersuchten Harns jenes rachitischen Kindes. Die darin vorgefundene Menge der Milchsäure überstieg die gewöhnlich in demselben enthaltene um das Vierfache.



## 94 Marchand, *üb. die chem. Zusammensetz. d. Knochen.*

Die Krankheit scheint also ursprünglich nicht eine Knochenkrankheit zu sein, sondern die Folge einer fehlerhaften Verdauung und Ernährung; es kann daher auch nichts fruchten, wenn man das Heilverfahren gegen den Knochen selbst richtet, sondern es muss sich auf die Verdauungsorgane und auf die Modification der Nahrungsmittel beziehen. Diese dürfen natürlich nur solche sein, welche nicht Stoffe enthalten, die der Umwandlung in Milchsäure fähig sind; es dürfen daher keine vegetabilischen Stoffe, keine zucker-, stärke-, gummihaltende Substanzen sein, nicht Milch \*), sondern andere thierische Nahrungsmittel, welche zugleich reich an phosphorsaurer Kalkerde sind und auf diese Weise den Mangel wenigstens einigermaassen wieder ersetzen können. Ganz absurd erscheint es daher, Mittel wie die Färberröthe anzuwenden zu wollen, welche, weil sie die Knochen roth färbt, sie nun auch gesund machen soll.

Eine zweite Krankheit des Knochensystems, welche gleichfalls eine chemische Veränderung desselben hervorruft, ist die Arthritis. Die Knochen werden theils selbst dabei verändert, theils lagern sich auf ihnen feste chemische Verbindungen ab, welche als fremde Körper jetzt wirken und Entzündung der umliegenden Theile hervorrufen. Es sind namentlich die Gelenkköpfe, welche durch diese festen Substanzen umgeben zu werden pflegen. Wollaston fand sie häufig bestehend aus reinem harnsaurem Natron, mit wenig thierischer Materie verbunden. Schon Forbes hatte 1793 die Anwesenheit der Harnsäure darin geahnt, doch wurde dieselbe von Fourcroy und Guyton de Morveau für phosphorsaure Kalkerde erklärt. 1797 bewies Wollaston die Richtigkeit der Forbes'schen Ansicht. John hingegen fand in einer solchen Concretion 73 p.C. thierischer Materie mit schmierigem Fett und ein wenig Natron, 10 p.C. kohlen saure Kalkerde, 17 p.C. phosphorsaure Kalkerde. Andere gichtische Tophen bestanden nach demselben Chemiker aus 56,8 p.C. thierischer Substanz mit Fett, 3,2 p.C. kohlen sauren, phosphorsauren Kali's und Chlorkalium,

---

\*) Sehr häufig leiden Kinder an der Rhachitis, welche ungewöhnlich lange an der Brust genährt worden sind.

12,5 p. C. kohlensaurer Kalkerde, mit ein wenig kohlensaurer Magnesia, 28,1 p. C. phosphorsaurer Kalkerde.

Laugier hat eine Concretion dieser Art aus dem Kniegelenk analysirt und sie bestehend gefunden aus 16,7 thierischer Substanz, welche häutig und in Wasser nicht löslich war, 16,7 Harnsäure, 16,7 Natron, 8,4 Kalkerde, 16,7 Chlornatrium, 8,4 Wasser. Dabei sind 16,71 Verlust, vielleicht auf Kohlensäure und Ammoniak zu schieben. Diese Analyse verdient gewiss sehr wenig Vertrauen, indessen habe ich sie angeführt, um durch sie auf den grossen Chlorgehalt aufmerksam zu machen, welcher füglich nicht ganz unrichtig angegeben sein kann und der gewiss in Verbindung mit Natrium hier auftritt.

Auf Cruveilhier's Veranlassung hat Barruël d. Ae. ein gichtisches Concrement näher untersucht, in welchem er gleichfalls hauptsächlich harnsaureres Natron fand. Wurzer fand ein mit Laugier ziemlich übereinstimmendes Resultat, nämlich Harnsäure 20,0, Natron 20,0, Kalk 10,0, Chlornatrium 18,0, Chlorkalium 2,2, thierische Substanz 49,5 und Wasser 10,3.

Die arthritischen Beckenknochen sind von Bergemann einer Untersuchung unterworfen worden. Sie waren zellig, leicht, abbröckelnd, viel mehr organische Substanz als andere enthaltend, eine grosse Menge (17 p.C.) einer bituminösen, beim Erwärmen stark riechenden Masse, welche Eigenschaft vielleicht dem Firnisse zuzuschreiben ist, wenig Knochenerde und Fluorcalcium.

Dieser Mangel an Angaben veranlasste mich, einige Untersuchungen hierüber anzustellen, indem ich dazu theils Knochen wählte, welche selbst mit den Concretionen bedeckt waren, theils solche, welche sich frei von ihnen zeigten. Der Oberschenkelknochen, welcher im Kniegelenke starke Topfen zeigte, und die gesund scheinenden Vorderarmknochen wurden analysirt, ausserdem auch die Concretion selbst. Diese bestand aus:

Harnsaurem Natron	84,20
harnsaurer Kalkerde	2,12
kohlensaurem Ammoniak	7,86
Chlornatrium	14,12
Wasser	6,80
thierischer Substanz	32,53
Verlust	2,37

---

100,00.

Vogel hat in diesen Concretionen zuerst die harnsaure Kalkerde bemerkt, welche wahrscheinlich niemals fehlen möchte. Die Knochen selbst fand ich folgendermaassen zusammengesetzt:

## Oberschenkelknochen. Vorderarmknochen.

Thierische Substanz	46,32	45,96
phosphorsaure Kalkerde	42,12	43,18
kohlensaure Kalkerde	8,24	8,50
phosphorsaure Magnesia	1,01	0,99
Fluorcalcium; Natron mit Chlornatrium u. Verlust	2,31	1,37
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00.

In beiden Fällen ist ein Ueberschuss des Knorpels vorhanden, da dieser sonst nur einige 30 p.C. zu betragen pflegt. Zugleich sehen wir hieraus das ganz interessante Resultat, dass das örtliche Leiden keinen Einfluss auf die locale Zusammensetzung des einzelnen Knochens hat, sondern dass das ganze Knochen-system gleichmässig ergriffen ist. Daher ist der Knochenbruch eines Arthriticus, auch wenn nicht gerade der örtlich mechanisch angegriffene Knochen verletzt ist, immer schwieriger zu heilen als andere Knochenbrüche; zuweilen widersteht er gänzlich der Heilung.

Dabei sieht man nun auch aus der Vergleichung mit der Analyse der an dem Knochen haftenden Concretion; dass diese nicht etwa entsteht, indem sie Substanz aus dem Knochen aufnimmt, denn gerade die in dem Knochen fehlenden Bestandtheile entdecken wir in ihr nicht wieder. Auch war es mir nicht möglich, umgekehrt die Stoffe aus der Concretion in den Knochen aufzufinden. Vergeblich habe ich nach Harnsäure gesucht, und nur in der nächsten Umgebung des Concrements konnte ich in dem Knochen etwas davon bemerken.

Zuweilen sind die Knochen ausserordentlichen Wacherungen unterworfen, wodurch bedeutende *Exostosen* entstehen, welche, an und für sich gefahrlos, dadurch schädlich werden, dass sie die weichen Theile drücken, aus ihrer Lage drängen, reizen und schmerzhaft und gefährliche Uebel hervorrufen. Lessaigne hat die Zusammensetzung einer Exostose untersucht, zugleich mit einem von selbst verdickten Knochen. Er fand folgende Zusammensetzung (mit I bezeichne ich die von

selbst entstandene Verdickung, mit H. den daran befindlichen gesunden Knochen und mit III die Exostose):

	I.	II.	III.
Thierische Substanz	43,0	41,6	46,0
lösliche Salze	14,2	8,6	10,0
kohlensaure Kalkerde	6,5	8,2	14,0
phosphorsaure Kalkerde	36,3	41,6	30,0
	100,0	100,0	100,0

Die Verdickung sowohl wie die Exostose enthalten also mehr thierische Substanz als der gesunde Knochen, mehr lösliche Salze, und die Exostose mehr kohlensaure Kalkerde. Man sieht übrigens aus dieser vergleichenden Analyse, dass die Exostose keine allgemeine Krankheit des Knochen-systems, sondern nur ein local sich ausdrückendes Leiden ist.

### XVIII.

#### *Vorläufige Notiz über einen aus dem Narcotin (Opian) entstehenden neuen organischen Körper, Opiansäure.*

Von

LIEBIG und WÖHLER.

(Gött. gel. Anzeigen, 188. Stück, 1842.)

Dieser besonders durch seine Entstehungsweise merkwürdige Körper wird erzeugt, wenn Narcotin unter gewissen Umständen oxydirenden Einflüssen ausgesetzt wird. Am besten erhält man ihn auf folgende Weise: Man löst Narcotin in verdünnter Schwefelsäure auf, und zwar in einem bedeutenden Ueberschusse derselben, schüttet zu dieser Lösung fein geriebenen Braunstein und erwärmt. Sie fängt bald an, sich saffrangelb zu färben und Kohlensäuregas zu entwickeln. Man erhitzt zum Sieden und unterhält dieses so lange, als sich noch Kohlensäure entwickelt. Man überzeugt sich, dass zuletzt sowohl Braunstein als Schwefelsäure noch im Ueberschusse vorhanden sind. Dann filtrirt man siedend heiss. Beim Erkalten erstarrt die Flüssigkeit fast gänzlich zu einem Magma von feinen Krystallnadeln. Diese sind die Opiansäure. Man bringt

die Masse auf ein Filter, lässt die gelb gefärbte Flüssigkeit ablaufen, wäscht einige Male mit kaltem Wasser aus, presst die Säure zuletzt möglichst stark und reinigt sie durch Behandeln mit guter Thierkohle und wiederholtes Umkrystallisiren aus siedendem Wasser.

Die Opiansäure krystallisirt in sehr feinen seidenglänzenden Prismen von nicht bestimmbarer Form. Sie ist in kaltem Wasser sehr wenig löslich, in heissem um so viel mehr, dass eine siedend heisse gesättigte Lösung beim Erkalten, wie die der Benzoesäure, fast ganz geräth. Sie ist auch in Alkohol löslich. Sie reagirt sauer, besitzt aber einen nur schwachen, säuerlich bitteren Geschmack. Sie schmilzt leicht zu einem klaren Oel und erstarrt krystallinisch, bleibt aber amorph, wenn sie über ihren Schmelzpunkt erhitzt war. Sie scheint nicht flüchtig zu sein, wiewohl sie sich überdesilliren lässt, was aber nur auf dem Umstande beruht, dass sie sich an den Wänden des Gefässes hinauf zieht. An der Luft erhitzt, verbreitet sie einen ganz ähnlichen aromatischen Geruch wie das Narcotin; wie dieses ist sie leicht entzündlich und verbrennt mit leuchtender russender Flamme.

Die Opiansäure treibt die Kohlensäure aus; sie bildet mit allen Basen lösliche Salze. Die Salze von Silber- und Bleioxyd krystallisiren in dünnen glänzenden Prismen und Blättern.

Sie enthält keinen Stickstoff. Auf ihre Zusammensetzung, auf die Erklärung ihrer Bildung aus dem Narcotin und auf ihr merkwürdiges Verhalten zu Ammoniak werden die Verfasser ausführlich zurückkommen.

*Thermochemische Untersuchungen.*

Von

H. HESS.

(Vom Verf. mitgetheilt aus dem *Bullet. scient. de l'Acad. de St. Petersbourg* \*).)

1) Die Wärmeentwicklung, welche jede chemische Vereinigung begleitet, hat stets die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich gelenkt, auch sehen wir an diesem Theil der Wissenschaft die Namen Crawford, Lavoisier, Dalton, H. Davy, J. B. Richter \*\*), Dulong u. A. geknüpft. Jedoch sind die Fortschritte in diesem Gebiete bisher nur auf die Kenntniss einiger sehr einzeln stehenden Thatsachen beschränkt. Mit vollem Anspruch auf die Nachsicht der Leser begeben ich mich daher jetzt an diese Aufgabe.

2) Vor einiger Zeit stellte ich in einer Notiz das Gesetz \*\*\*) auf: *Wenn zwei Substanzen sich in mehreren Verhältnissen verbinden, so stehen die von diesen Verbindungen entwickelten Wärmemengen unter sich in multiplen Verhältnissen.* Dieses Resultat fand ich auf folgende Weise.

3) Ich begann damit, Schwefelsäure und Wasser in bestimmten Verhältnissen zu mischen. Da  $\text{HS}$  nicht ohne Gefahr mit Wasser zu  $\text{H}_2\text{S}$  verdünnt werden kann, so musste ich eine indirecte Methode anwenden. Ich bestimmte, wie weit die Säure verdünnt werden musste, damit ein neuer Wasserzusatz keine mit dem Thermometer wahrnehmbare Temperaturerhöhung hervorbringe. Das Thermometer liess Zehntelgrade mit Ge-

\*) Von diesen Untersuchungen, welchen der Hr. Verf. schon seit einigen Jahren sich mit unausgesetzter Thätigkeit widmet, sind bereits in diesem Journale einige briefliche Nachrichten des Hrn. Hess den Lesern mitgetheilt worden. Vgl. XVII. 490. XX. 123. XXII. 185. Die Wichtigkeit des Gegenstandes erfordert jedoch eine ausführlichere Mittheilung, welche wir nicht länger zurückhalten dürfen.  
D. Red.

\*\*) Vgl. Hess, über die Arbeiten von J. B. Richter. Dies. Journ. XXIV. 420.

\*\*\*) Ebendas. XVII. 490.

naugigkeit beobachten. Darauf suchte ich mit Parkes's \*) Tafeln die Wassermenge, welche nöthig ist, um Schwefelsäure mit 1, 2, 3, 4, 5 At. Wasser auf diese Dichtigkeit zu bringen.

Ich bereitete deshalb eine gewisse Menge dieser Säure mit verschiedenem Wassergehalte und vermischte sodann eine Portion einer dieser Säuren mit der gehörigen Wassermenge in einem Glasgefäss; beide Flüssigkeiten hatten genau gleiche Temperatur. Nach der Mischung gab das Thermometer deren Temperatur. Da die Masse der Flüssigkeit und ihre Temperaturerhöhung bekannt war, so hatte man die durch die Vereinigung entwickelte Wärme. Als Einheit nahm ich einen Theil als wasserfrei betrachtete Schwefelsäure. Gesetzt, der Versuch wäre mit  $\text{H}_6\text{S}$  angestellt, so war die darin enthaltene Menge S bekannt, z. B. 4 Th. Die von dem Versuche angegebene Wärmemenge, durch 4 dividirt, zeigt also an, wie viel Theile Wasser durch einen Theil wasserfreier Säure um einen Grad C. in der Temperatur erhöht werden. Auf diese Weise wurden die früheren Resultate erhalten:

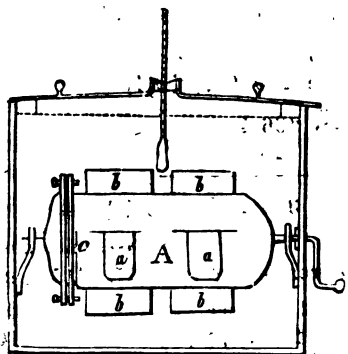
Säure.	Entwickelte Wärmeeinheiten.	Multipla.
$\text{H}_6\text{S}$	43,8	2
$\text{H}_4\text{S}$	67,2	3
$\text{H}_3\text{S}$	93,5	4
$\text{H}_2\text{S}$	139,6	6
$\text{H S}$	227,5	10.

4) Diese Zahlen sind nicht ganz richtig, namentlich da die Wärmecapacität der Flüssigkeiten nahe gleich der des Wassers angenommen wurde. Nach dieser berichtigt, werden die Zahlen ungefähr:

$$\begin{aligned} \text{H}_6\text{S} &= 39,4 \\ \text{H}_4\text{S} &= 60,4 \\ \text{H}_3\text{S} &= 84,1 \\ \text{H}_2\text{S} &= 119,34 \\ \text{H S} &= 204,75. \end{aligned}$$

\*) Parkes, Chemical Essay, I. 504.

5) Diese Versuche wurden nach einer andern Methode wiederholt. Die Figur stellt ein kupfernes Calorimeter dar;



es besteht aus einem Kasten, zur Aufnahme von Wasser; inwendig befindet sich ein Cylinder *A*, wie sein Deckel, mit breitem Rande, welcher abgeschliffen ist, so dass durch 8 Schrauben beide Ränder an einander befestigt werden können. Das Aeusere des Cylinders ist mit Flügeln von Kupferplatten *b* versehen, welche als Rührer dienen. Der Cylinder *A* ruht mit seiner Axe auf 2 Stützen und wird durch eine Handhabe umgewandt. Diese sitzt am Kasten, und nach ihrer Ablösung kann der Cylinder herausgenommen werden.

Das Verfahren ist folgendes: Man legt den Cylinder auf eine hölzerne Unterlage, auf der er fest liegt, nimmt den Deckel ab und findet fast im Niveau des Randes die Scheidewand *c*, welche sich bis zur halben Höhe des Cylinders erhebt. Man setzt ein Kupfer- oder Glasgefäss hinein und schüttet diejenige der beiden Flüssigkeiten hinein, welche den kleinern Raum einnimmt; die andere Flüssigkeit giesst man in den Cylinder selbst. Nun setzt man den Deckel auf; der Verschluss wird durch eine Blei-, oder besser, durch eine Kautschukscheibe bewerkstelligt. Darauf wird der Apparat wieder zusammengestellt. Nach Aufzeichnung der Temperatur dreht man die Handhabe um, das Gefäss stürzt um, die Flüssigkeiten mischen sich, das Thermometer zeigt die Temperaturerhöhung an. Man beobachtet, bis die Temperatur anfängt abzunehmen. Der Kupferkasten war mit einer Papphülle umgeben.

6) Der ganze Apparat nebst der Bleischeibe, wegen der Wärmecapacität berichtigt, entsprach 309 Gr. Wasser. Ohne



Die Scheibe wog er 3156,1 Gr. Die Wärmecapazität des Kupfers 0,0949 gesetzt, war er gleich 299,7 Gr. Wasser. Ueberschuess fasste der Apparat 7500 Gr. Wasser.

7) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefässe 100 Gr. $\times 0,19$	19,0
Säure $H_2S$ 266,4 —	
Wasser 48 —	
$314,4 (H_2S) \times 0,474$	149,9

Gesammtmasse 7978,6.

Temperaturerhöhung = 2,1°. Diess giebt 77,17.

8) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefässe 100 Gr. $\times 0,19$	19,0
Säure ( $H_2S$ ) 370 Gr.	
Wasser 71 —	
$441 \times 0,474$	210,3

8039,0.

Temperaturerhöhung = 2,9°; 77,33.

Wo nicht das Gegentheil bemerkt ist, wurde die Wärmecapazität durch einen Versuch bestimmt.

9) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefässe 150 Gr. $\times 0,19$	27,5
Säure ( $H_2S$ ) 185 Gr.	
Wasser 71 —	

$256 (H_2S) \times 0,5$  128,0

7965,2.

Temperaturerhöhung = 2,2°; 116,7.

Wärmecapazität von  $H_2S$  annähernd geschätzt.

10) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefässe 150 Gr. $\times 0,19$	27,5
Säure ( $H_2S$ ) 528 Gr.	
Wasser 85 —	

$613,2 \times 0,5$  306,6

8143,8.

Temperaturerhöhung = 1,07°; 38,56.

11) Ich versuchte nun auch die durch wasserfreie Säure

bewirkte Temperaturerhöhung zu berücksichtigen. Nur der innere Cylinder wurde abgemessen.

Glas	5,26	} berichtigt nach der Wärmecapacität,
Cylinder	93,47	
Säure	15,97	
Wasser	700,00	

814,70.

Temperaturerhöhung = 10°, daraus 510,1.

Wärmecapacität wurde vernachlässigt.

12) Wir haben aus diesen Versuchen folgende Reihe:

Zusammensetzung. Entwickelte Wärme.

$\bar{S} + \bar{H}$	= 310,4	8
$\bar{H}\bar{S} + \bar{H}$	= 77,66	2
$\bar{H}_2\bar{S} + \bar{H}$	= 38,9	1
$\bar{H}_3\bar{S} + 3\bar{H}$	= 38,9	
$\bar{H}_6\bar{S} + x\bar{H}$	= 38,9	
	<u>504,96</u>	

Darnach lässt man beim Vermischen mit einem Ueberschusse von Wasser erhalten:

$\bar{S}$	= 504,96
$\bar{H}\bar{S}$	= 194,50
$\bar{H}_2\bar{S}$	= 116,7
$\bar{H}_3\bar{S}$	= 77,8
$\bar{H}_6\bar{S}$	= 38,9

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen ist so gross, dass sie das Gesetz der multiplen Verhältnisse für die entwickelte Wärmemenge völlig erweist.

13) Wenn eine Vereinigung zweier Stoffe stattfindet, so ist die entwickelte Wärmemenge constant, es mag die Verbindung direct oder indirect und nach einander geschehen.

Der Versuch wurde mit Ammoniakflüssigkeit (0,553 spec. Gew.) angestellt.

Die Details der einzelnen Versuche haben wir nicht, sondern der Folge, nicht immer mitgetheilt und verweisen die Leser, welche sich dafür besonders interessieren, auf das Original im 8. Bande des *Bullet. scient. de St. Petersb.* (D. 1847.)

14) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefäße 100 Gr. $\times 0,19$	19,0
Säure ( $H_2S$ ) 93,5 Gr.	
Ammoniak 280,5 —	
	<hr/>
	373,0 $\times 0,828$
	<hr/>
	308,8

8137,5.

Temperaturerhöhung bei Versuch 1 =  $5,44^\circ$ ;  
 2 =  $5,6^\circ$ , Mittel  $5,52^\circ$ ; 595,8.

15) Apparat voll Wasser	7809,7
Glasgefäße 100 $\times 0,19$	19,0
Säure ( $H_2S$ ) 88,00 Gr.	
Ammoniak 233,75 —	
	<hr/>
	331,7 $\times 0,76$
	<hr/>
	344,5

8073,2.

Temperaturerhöhung =  $3,92^\circ$ ; 518,9.

16) Apparat voll Wasser	7809,7
Glas 100 $\times 0,19$	19,0
Säure ( $H_2S$ ) 81,5 Gr.	
Ammoniak 187,0 —	
	<hr/>
	268,5 $\times 0,77$
	<hr/>
	206,7

8035,4.

Temperaturerhöhung =  $2,9^\circ$ ; 480,5.

17) Apparat voll Wasser	7809,7
Glas	19,0
Säure ( $H_2S$ ) 70,5 Gr.	
Ammoniak 93,5 —	
	<hr/>
	164,0 $\times 0,786$
	<hr/>
	128,9

7957,6.

Temperaturerhöhung =  $1,7^\circ$ ; 446,3.

18) Wir haben also als Ausgangspunct die Säure  $H_2S$ ; fügen wir zu jedem der nachfolgenden Resultate die während des Verbindens der Säure mit dem Wasser entwickelte Wärmemenge hinzu, so haben wir für die Wärmemengen, welche bei der Sättigung von einem Theile Säure (S) mit Ammoniak entwickelt werden:

Säure.	Wärmemenge, entwickelt von 1 Summe (8)	Ammoniak.	Wasser	Wärmemenge
H <sub>2</sub> S	595,8	—	—	595,8
H <sub>2</sub> S	518,9	77,8	—	596,7
H <sub>3</sub> S	480,5	116,7	—	597,2
H <sub>6</sub> S	446,2	155,6	—	601,8
				Mittel 597,9.

19) Die wasserfreie Säure entwickelt im Ganzen 510,1, wovon man zur Erlangung der Wärmemengen, die sie, um H<sub>6</sub>S zu werden, entwickelt, 38,9 abziehen muss; daher würde die wasserfreie Säure mit Aetzammoniakflüssigkeit 1069,1 geben.

*Versuche mit Kali.*

20) Das Kali verbindet sich, wie die Schwefelsäure, mit mehreren Verhältnissen Wasser, so dass bei gleicher Menge Alkali neben verschiedener Dichtigkeit der Lösung verschiedene Resultate erhalten werden. Diese muss so verdünnt genommen werden, dass auf Zusatz von Wasser keine Wärme mehr entwickelt wird. Da die Flüssigkeit zu gross war, um das Calorimeter anzuwenden, bediente ich mich der Methode des Vermischens. Das Gefäss war eine fast kugelförmige Flasche von 1 Lit. Inhalt. Ihr Gewicht war 290 Gr. = 55 Gr. Wasser. Die spec. Wärme der Flüssigkeit des Gemisches war 0,943 gefunden.

21) Säure H<sub>6</sub>S.

Wasser	700 Cb. C.
Kalilauge	100 —
Säure	33 — = 20 Gr. wasserfreie Säure
	833 Cb. C. Spec. Gew. 1,025.

Temperaturerhöhung = 16,6°, daraus 445,4.

22) Säure H<sub>3</sub>S.

Wasser	700 Cb. C.
Kalilauge	100 —
Säure	20,62 = 20 Gr. wasserfreie Säure,
	spec. Gew. des Gemenges 1,025.

Temperaturerhöhung = 11,4°, daraus 483,4.

23) Säure  $H_2S$  ...  
Wasser und Kalilösung 800 Cb. C.

Säure. — 16 Gr. darin 20 Gr.  $H_2S$   
spec. Gew. des Gemenges 1,025  
Temperaturerhöhung = 12,5°, daraus 597,1.

24) Säure  $H_2S$ .  
Wasser und Kalilösung 800 Cb. C.

Säure. 13,4 — = 20 Gr.  $H_2S$   
spec. Gew. 1,025.  
Temperaturerhöhung = 14,2°, daraus 597,2.

25) Daraus findet man:  
Säure. Wärmemenge, entwickelt von Säure.

	Kali.	Wasser.	
$H_2S$	597,2	—	597,2
$H_2S$	527,1	77,8	604,9
$H_2S$	483,4	118,7	602,1
$H_2S$	443,4	155,6	601,0
		Mittel	601,0.

Versuche mit Natron im Calorimeter.

26) Säure ( $H_2S$ ) 46,5 Gr.

Natronlösung 349,5 —  
396,0 Gr.  $\times$  0,797 = 315,6

Glas 19,0  
Apparat voll Wasser 7799,7  
8134,3.

Temperaturerhöhung = 1,1°, daraus 447,4.

27) Säure ( $H_2S$ ) 24,6 Gr.

Natronlösung 349,5 —  
374,1 Gr.  $\times$  0,797

Apparat voll Wasser 7818,7.

Temperaturerhöhung = 1,5°, daraus 608,7.

28) Daraus ergibt sich:

$H_2S$  = 447,4 + 155,6 = 603,0

$H_2S$  = 447,4 + 155,6 = 603,0

Wenn die beim Natron und Kali gefundenen Zustände gleich sind, so darf man schliessen, dass die Wärmeentwicklung, die man beim Vermischen von  $\text{Na}_2\text{S}$  mit  $10\text{H}$  beobachtet, sich nicht bei Vereinigung der beiden Flüssigkeiten äussert, und diess würde vermuthen lassen, dass  $\text{Na}$  sich wenigstens mit 10 At. Wasser verbinden kann.

Versuche mit Kalk.

29) Der Kalk wurde wasserfrei gewogen, mit 700 Gr. Wasser in eine Flasche gebracht; nach völliger Abkühlung wurde die Säure hinzugebracht. Wie bei den Alkalien wurde ein Ueberschuss angewandt, um weder Kohlensäure entwickeln zu lassen, welche zufällig mit der Basis verbunden sein konnte, noch Bicarbonat zu bilden. War die Mischung nachher flüssig, so wurde die Wärmecapacität direct bestimmt; beim Kalk konnte diess nicht geschehen, deshalb wurde die Zusammensetzung des Gemenges und die spezifische Wärme jeder darin enthaltenen Substanz in Betracht genommen.

30) Säure  $\text{H}_2\text{S}$ .

Substanzen.	Erfolgendes Gemenge.	Wasser.
Säure 46,5 Gr.	$\text{Ca S} + \text{H} \quad 43,18 \times 0,302$	13,04
Kalk 53,1 —	$\text{Ca H} \quad 51,19 \times 0,2$	10,24
Wasser 700,0 —	Wasser 705,23	705,23
Glas		55,00
		<hr/>
		783,51.
Temperaturerhöhung = $12,0^\circ$ , daraus		481,8.

31) Säure  $\text{H}_2\text{S}$ .

Substanzen.	Erfolgendes Gemenge.	Wasser.
Säuren 28,48	$\text{Ca S} + \text{H} \quad 43,18 \times 0,302$	13,04
Kalk 53,10	$\text{Ca H} \quad 51,19 \times 0,2$	10,24
Wasser 700,00	687,21	687,21
Glas		55,00
		<hr/>
		765,49.
Temperaturerhöhung = $14,0^\circ$ , daraus		543,5.

32) Für  $\text{H}_2\text{S}$ . Die Säuremenge = 24,6. Die übrigen Substanzen bleiben dieselben. Temperaturerhöhung =  $16,5^\circ$ , daraus 678,3.

Daraus folgt: $\overset{\cdot\cdot}{\text{H}} \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	688,3
$\text{H}_2 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$ 543,5 + 77,8	621,3
$\text{H}_3 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$ 481,8 + 155,6	637,4

33) Im Calorimeter wiederholt. Säure  $\text{H}_2 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$ .

Vor der Vermischung.	Nach derselben.	Wasser.
Kalk 106,37 Gr. Ca $\overset{\cdot\cdot}{\text{S}} + \overset{\cdot\cdot}{\text{H}_2}$	86,37 × 0,302	26,08
Säure 93,06 — Ca $\overset{\cdot\cdot}{\text{H}}$	102,58 × 0,2	20,51
Wasser 206,70 — Wasser	307,17	307,17
Glas und Apparat voll Wasser		7818,70
		<hr/> 8172,46.

Temperaturerhöhung = 2,4°, daraus 489,2.

34) Um Fehler zu vermeiden, welche hierbei stattgefunden haben konnten und aus einer nicht vollkommenen Gleichheit der Temperatur des Kalkes mit der des Zimmers und einer nicht vollkommenen Mengung des Kalkes mit der Schwefelsäure entstehen konnten, wurde der Versuch wiederholt; es ergab sich dabei das Resultat 490,9.

35) Für die Säure  $\overset{\cdot\cdot}{\text{H}_2} \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$  wurde das Resultat 564,6 bei der Wiederholung 556,4 gefunden.

36) Für  $\overset{\cdot\cdot}{\text{H}} \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$  das Resultat 645.

37) Daraus folgt:

$\overset{\cdot\cdot}{\text{H}} \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	645	0	645
$\text{H}_2 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	564,6	77,8	642,4
$\text{H}_3 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	556,4	77,8	634,2
$\text{H}_4 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	490,9	155,6	646,5
$\text{H}_5 \overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	489,2	155,6	644,8
			<hr/> Mittel 642,6.

Diese Zahl ist beträchtlich grösser als die früher erhaltene (600); diess kann daher kommen, 1) dass die beiden mit dem  $\text{S Ca}$  verbundenen Atome Wasser bei ihrer Verbindung mit diesem Wärme entwickeln, und 2) dass diess die Schwefelsäure bei ihrer Consolidirung thäte.

38) Ich fand bei zwei Versuchen, dass, wenn Gips ge-

steht, derselbe auf 1 At. Schwefelsäure ( $\bar{S}$ ) 36,5 oder 37,7 Wärme entwickelt. Diese Zahl ist etwas zu klein, da der Gips sich nur nach und nach mit dem Wasser vereinigt, wodurch die Auffangung der entwickelten Wärme schwierig wird. Zieht man diese Zahl von 642,5 ab, so erhält man 604,9 für die von der Schwefelsäure und Kalk entwickelte Wärme, die der wasserfreien Säure zu 1076,1 genommen.

Daraus scheint hervorzugehen, dass die Consolidirung der Schwefelsäure keinen Einfluss habe.

39) Die durch die Verbindung von Wasser mit Kalk entwickelte Wärme hatte ich zuvor gefunden zu 167,2.

*Versuche mit Salzsäure.*

40) Eine Salzsäure  $\bar{H} + \bar{H} \text{Cl}$  würde 0,802 Säure enthalten, sie ist nicht bekannt; die concentrirteste ist  $\bar{H}_8 + \bar{H} \text{Cl}$  und enthält 0,402  $\bar{H} \text{Cl}$ . Spec. Gew. 1,2. Die Säure  $\bar{H}_{12} \bar{H} \text{Cl}$  enthält 0,252  $\bar{H} \text{Cl}$ . Spec. Gew. 1,125. Diese wurde angewandt. Beim Vermischen mit Wasser entwickelt die Säure noch Wärme.

41) Säure $\bar{H}_{12} \bar{H} \text{Cl}$	112,5
Wasser	769,0
	812,5 × 0,91 = 739,37
Glas	55.

Temperaturerhöhung = 2°. Daraus folgt für 1 At. 56,84.

$\bar{S} = 1$  ist hier immer als Einheit angenommen. Dies bringt das Atom von  $\bar{H} \text{Cl}$  auf 0,908.

42) Für Ammoniak aus zwei Versuchen ganz übereinstimmend 316,8.

43) Drei Versuche, in denen Säure und Ammoniak zugleich mit dem Wasser vermischt wurden, gaben:

367,70
364,90
374,70

Mittel 369,10.

Dies stellt dar 318,8 + 50,84 = 369,64.

44) Für Aetzkali folgte aus dem Versuche 381,9.

45) Für Aetznatron 376,4.



46)	Für dasselbe im zweiten Versuche	360
	Mittel aus beiden	368,2
47)	Für das Kalkhydrat wurde die Zahl gefunden	435,2.
	Bei der Wiederholung des Versuches	437,6.
48)	Auf dem Wege der Mengung	436,3.
	Bei der Wiederholung mit einer Säure, deren Dichte 1,125 war, gab der Versuch	449,6.

Das Mittel für die Wärme, welche bei der Sättigung der Salzsäure durch Kalkerdehydrat entwickelt wird, ist also 439,7.

49) Nach der Erlangung der Zahl 435,2 (§. 47) wollte ich den Versuch auf eine andere Weise bestätigen. Ich mischte die Säure geradezu mit ungelöschtem Kalk, dabei erhielt ich 747,5, eine Zahl, die zu gross war, denn  $435,2 + 167,2$  (§. 88) = 602,4. Da ich bei der Wiederholung fast die nämliche Zahl erhielt, prüfte ich sie durch die Vermengungsmethode. Ich glaubte darauf, dass die bei der Verbindung des Kalkes mit dem Wasser entwickelte Wärme schlecht bestimmt sei (§. 39) und wiederholte den Versuch (s. §. 53 und 54). Ausserdem suchte ich die Wärmemenge zu bestimmen, welche sich bei der Verbindung des wasserfreien Chlorkaliums mit Wasser entwickelt (s. §. 55 u. 56).

50) Eine genaue Messung der Wärmemenge, welche sich bei der Sättigung einer Säure durch wasserfreien Kalk entwickelt, ist schwierig. Der erste Versuch, der eine zu hohe Zahl gegeben hatte, war mit einem Ueberschuss von Kalk an gestellt; wendet man die nur erforderliche Menge von Kalk an, so ist die Sättigung unvollkommen, der wasserfreie Kalk wird, mit einer Säure behandelt, hart und widersteht dann dem Eindringen derselben. Ein geringer Ueberschuss von Kalk giebt dasselbe Resultat; die Flüssigkeit bleibt noch sauer, selbst wenn der angewandte Kalk pulverförmig ist. Der verhärtete Kalk giebt mit Wasser sogleich eine alkalische Reaction.

Ich fand bei den folgenden Versuchen die Zahl 580,7.

Die Flüssigkeit war noch sauer.

51) In einem zweiten Versuche, wo die Flüssigkeit noch schwach sauer war, erhielt ich die Zahl 600,2.

52) Ich hoffte, wenn ich zugleich Wasser hinzusetzte, eine der Wahrheit nähere Zahl zu erhalten.

Kalk 23 }  
 Wasser 150 }  $287,5 \times 0,77 = 221,4$   
 Säure 112,5 }

Glask. und Apparat 7996,5  
 8019,9

Temperaturzunahme =  $2,4^\circ$ , daraus 612.

Wir haben also die Zahlen 580,7; 606,1; 612; Mittel 599,9.

Alein (§. 48)  $439,7 + 163,08 = 602,78$ .

53) Angewandte Substanz. Entstandenes Gemenge.

Kalk 51 Ca H =  $67 \times 0,2 = 13,4$   
 Wasser 200 184 184  
 Apparat und Wasser 7799,7  
 7997,1

Temperaturzunahme  $1,45^\circ$ , daraus 161,4.

54) Ein zweiter Versuch, wo eine innigere Mischung durch Zusetzen von Schrot herbeigeführt wurde, gab 160,5.

Die teigige Beschaffenheit des Gemenges erlaubte nicht, dass alle entwickelte Wärmemengen sogleich an das Calorimeter abgetreten wurde; daher zeigte sich auch beim Auseinandernehmen die Temperatur der Kalkmilch höher, als die des Wassers. Die gefundene Zahl war also zu gering. Das Mittel der Versuche ist 163,08.

55) Die bei der Verbindung von  $\text{Cl Ca}$  mit  $\text{H}_2$  entwickelte Wärme wurde gefunden zu 227,2.

56) In einem andern Versuche, mit einem andern Apparate 245,5  
 Das Mittel daraus 236,4

57) Die Zahl 236,4 ist zu gering, denn das kry-stallisierte Chlorcalcium absorbiert bei der Auflösung Wärme, und zwar fand ich für das Atom Chlorcalcium in einem Versuche 33,65.

*Versuche mit Salpetersäure.*

58) Diese Versuche wurden auf dieselbe Weise angestellt. Die Säure hatte die Dichtigkeit 1,375.

Mengungsmethode:

Wasser 500 Cb.C.  
 Kalklösung 300 —  
 Salpetersäure 100 —

900. Sp. G. = 1,14. Wärmecapazität 0,777.

$$900 \times 1,14 \times 0,777 = 797,2$$

Glas

55

852,2

Temperaturzunahme = 22,4°, darauf für 1 AC 419,5.

59) Ein zweiter Versuch ergab 399,4.

Mittel 409,45.

60) Mit Natron ergab der Versuch 410,9.

61) Ein zweiter Versuch 499,2.

Mittel 410,05.

62) Die Versuche mit Ammoniak wurden im Calorimeter angestellt. Dabei wurde gefunden 398,5.

Diese Zahl war nicht ganz genau.

63) Zweiter Versuch. Dichte der Säure 1,3216.

Säure 132 Gr. }  $320 \times 0,72 = 232,3$ 

Ammoniak 188 — }

Glas 40,0

Apparat 220,0

Wasser 4100,0.

Temperatur der Luft des Zimmers 17,5. Temperatur des Apparates anfangs = 12°. Nach dem Versuche 16°. Temperaturerhöhung = 4°. Daraus folgt 437,4. Diese Zahl ist zu hoch, da der Apparat unter der Lufttemperatur geblieben war und weil das Innere des Apparates nicht auf dieselbe Temperatur wie die Masse des Calorimeters erkalten kann und deshalb die Wärmemenge in Rechnung gebracht werden muss. Man kann also mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass der Apparat im Calorimeter seine Temperatur nicht geändert hat, also die Temperaturzunahme nur auf den übrigen Theil des Calorimeters und des Wassers fällt. Man erhält dann die Zahl 407,8.

64) Bei der Wiederholung wurde gewartet, bis die Temperatur des Cylinders und des Calorimeters gleich war. Ich erhielt 404,5.

Beim dritten Versuche 400,8.

Die Flüssigkeit des Ammoniaks muss nothwendiger Weise die Zahl etwas geringer ausfallen lassen, da die Vereinigung der Substanzen schon früher beginnt, ehe beide Flüssigkeiten gemischt werden; das Mittel aus den Versuchen ist 404,3.

64) Versuche mit Kalk.

Dabei wurden erhalten 439,4  
 und bei der Wiederholung 450,8.

Diese wurde mit der grössten Sorgfalt angestellt.

66) Bei nochmaliger Wiederholung 435,6.  
 Mittel 451,2.

67) Eine nochmalige Wiederholung gab 451,7.

68) Die angeführten Versuche geben also folgende Tafel:

	H $\ddot{S}$	H <sub>2</sub> $\ddot{N}$	H <sub>12</sub> HCl
K aq.	601	409	361
Na aq.	605	410	368
N H <sub>3</sub> aq.	598	404	368
Ca aq.	642	451	436.

Diese Zahlen sind ohne alle Correction aufgenommen. Die der drei ersten Reihen weichen nicht mehr von einander ab, als die Beobachtungsfehler mit sich bringen. Bei dem Kalk sind die Zahlen höher durch die Verbindung, welche die Salze mit dem Wasser eingehen. Man kann daher annehmen, dass alle versuchten Basen eine gleiche Wärmemenge mit derselben Säure erzeugen; daraus folgt, dass, wenn die Ziffern in jeder senkrechten Spalte gleich sind für alle Basen, in jeder wagerechten Reihe zwischen den Zahlen, die von einer Basis mit verschiedenen Säuren geliefert werden, ein constantes Verhältniss besteht und dass Verhältniss dasselbe ist für jede Basis, vorausgesetzt, dass das Salz neutral und wasserfrei sei.

Im Originale folgen in §. 69—77 die Beobachtungen über *Thermoneutralität* und die *Constitution der schwefelsauren Salze*, welche in Band XXII. S. 185 dies Journ. schon früher von Hrn. Hess mitgetheilt worden sind, weshalb wir sie hier übergehen dürfen.

78) Es fragt sich, ob die Sauerstoffsäuren als Wasserstoffsäuren betrachtet werden müssen; nach dieser Theorie wird die Schwefelsäure H  $\ddot{S}$  zu H<sub>2</sub> +  $\ddot{S}$  und das schwefelsaure Kali

aus  $K\ddot{S}$  zu  $K+\ddot{S}$ . Wir wollen sehen, ob das  $\ddot{S}$  aus der Interpolation des Wärmestoffes uns zu der Lösung dieses Problems führen könnte.

79) Aus dem Früheren ergibt sich, dass es eine wesentliche Bedingung ist, die Wärmemenge zu kennen, die von jedem als Bestandtheil zu irgend einer Verbindung hinzutretenden Atom verdrängt wird. Es scheint gleichgültig zu sein, ob die Frage für das schwefelsaure Wasser oder das schwefelsaure Kalk entschieden werde; da jenes jedoch mehr thermische Elemente liefert, so verdient es den Vorzug.

Ist dies Sulfat nun  $H\ddot{S}$  oder  $H_2\ddot{S}$ ? Nehmen wir an, in beiden Fällen sei die Summe der entwickelten Wärmemenge gleich, so kommt es darauf an, ihre Vertheilung zu kennen. Die Summe wird zusammengesetzt sein 1) aus der Wärme, die durch Oxydation des Wasserstoffes zu Wasser entwickelt wird, 2) aus der, die durch Verbindung der Schwefelsäure mit dem Wasser verdrängt wird, 3) aus der, die durch Oxydation des Schwefels oder Bildung der Schwefelsäure enthalten wird.

80) Dulong hat gefunden, dass 1 Liter Sauerstoff bei  $0^\circ C.$  und 760 Mm. 6213 Wärmeeinheiten liefert \*), d. h. die zur Erwärmung von 6213 Gr. Wasser um  $1^\circ C.$  nöthige Wärme. Ich fand in 5 Versuchen 6229,2. Diese Menge auf 1 Gr. Sauerstoff bezogen, das wir als 1 At. nehmen wollen, so hat man 4337 und 4356. Setzen wir 4350.

81) Die wasserfreie Schwefelsäure entwickelt mit dem ersten Atom Wasser 310 Wärme. Ihr Aequivalent ist ( $O=1$ ) 5,01; also jene Wärmemenge auf 1 Gr. Sauerstoff bezogen = 1550.

Dulong fand, dass 1 Gr. Schwefel bei der Umwandlung in wasserfreie Schwefelsäure 2601 Wärme liefert \*\*). Diese Zahl verdoppelt, giebt die Wärme für 1 Aeq. Schwefel; dies würde jedoch die Summe der Wärme für 3 Aeq. Sauerstoff sein. Ich fand nun in meinen Versuchen für 1 Gr. Schwefel, nahe mit Dulong, 2744,3, 2532, 2437. Dabei hatte sich je-

\*) Dies. Journ. XVI. 441.

\*\*\*) Ebendas. 442.

noch nur eine Spur Schwefelsäure-gebildet, sonst nur schweflige Säure. Für die Erzeugung eines Aequivalents schweflige Säure haben wir also 5202.

83) Um die vom dritten Atom Sauerstoff entwickelte Wärme kennen zu lernen, habe ich mehrere vergebliche Versuche gemacht. Die Einwirkung der Salpetersäure auf die schweflige Säure war nicht anwendbar; die Anwendung des braunen Bleisuperoxyds erforderte die Benutzung einiger noch unbekanntem Zahlen, und die Verbrennung eines Gemenges von Wasserstoff und schwefliger Säure in Sauerstoff missglückte.

84) Nehmen wir vorläufig an, die drei Atome entwickeln die gleiche Menge, so haben wir für die Summe der entwickelten Wärme:

$$\begin{array}{l} \text{Aus der Ver-} \\ \text{bindung von} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{S mit 2 O} = 5202 \\ \text{SO}_2 \text{ — O} = 2601 \\ \text{H}_2 \text{ — O} = 4350 \\ \text{H} \text{ — } \overset{\text{...}}{\text{S}} = 1550 \\ \hline 13703. \end{array} \right.$$

Wenn die Schwefelsäure durch  $\text{H}_2 + \overset{\text{...}}{\text{S}}$  dargestellt wird, jedes der vier Atome O eine gleiche Wärme entwickelt und die Summe gleich bleibt, so haben wir von:

$$\begin{array}{l} \text{S mit 2 O} = 5202 \\ \text{SO}_2 \text{ — O} = 2601 \\ \text{SO}_3 \text{ — O} = 2601 \\ \text{SO}_4 \text{ — H}_2 = 3298 \\ \hline 13702. \end{array}$$

Diese Formel führt zu der Ungereimtheit, dass der Wasserstoff zu  $\overset{\text{...}}{\text{S}}$  eine grössere Verwandtschaft hätte, als die Elemente dieser hypothetischen Verbindung zu einander, und dass der Sauerstoff mit der wasserfreien Schwefelsäure  $\overset{\text{...}}{\text{S}}$  verbunden bliebe und nicht zum Wasserstoff  $\text{H}$  überginge, obwohl er mit diesem letztern 4350 und mit  $\overset{\text{...}}{\text{S}}$  nur 2601 Wärme entwickelt.

Die Unmöglichkeit dieser Hypothese sieht man noch leichter, wenn man bedenkt, wie leicht der Wasserstoff, der schon verbunden ist, d. h. der seinen Wärmestoff schon zum Theil verloren hat, der Schwefelsäure Sauerstoff entzieht. Treibt man Schwefelwasserstoff durch eine mit  $\overset{\text{...}}{\text{H}}\overset{\text{...}}{\text{S}}$  befeuchtete Röhre, so lagert

sich unter Entwicklung von schwefliger Säure sogleich Schwefel ab. Nach Vogel \*) hört diese Wirkung erst auf, wenn die Schwefelsäure 3 At. Wasser enthält. Selbst der schwefeligen Säure soll der Schwefelwasserstoff Sauerstoff entstehen.

Noch schwieriger wird die Ansicht, wenn man annimmt, K sei mit S verbunden. Da Kalium weit mehr Wärme als Wasserstoff mit dem Sauerstoffe entwickelt, so müsste man annehmen, dass S sich neben demselben befände, während doch schon K S Sauerstoff an das Kalium abgibt.

Den Vertheidigern der Wasserstoffsäuren-Hypothese bleibt also nur übrig, zu sagen, dass die Summe der entwickelten Wärme nicht constant sei, oder die Elemente behalten in diesen Verbindungen einen Theil ihres Wärmestoffes, der unserer Annahme nach entwickelt werden muss. Allein, da diess nur von Verbindungen gesagt werden kann, die eine wenig stabile Constitution besitzen und unter Entwicklung von Wärme leicht zu der andern Ordnung übergehen, so glaube ich, dass der parteilichste Vertheidiger der Theorie von den Wasserstoffsäuren Anstand nehmen werde, diese Theorie auf das schwefelsaure Kali anzuwenden. Man sieht, dass jede Betrachtung, die zur Formel K S (*Oxysulphion of potassium*, Daniell; *Sulphatowide*, Graham) führt, ein ungereimtes Resultat giebt, also entweder im Princip oder in der Anwendung auf falschen Schlüssen beruht.

85) Hr. Daniell hat vor einiger Zeit mittelst einer constanten Säule die Wirkung eines volta'schen Stromes auf Salzlösungen untersucht \*). Er schaltete in die Kette zwei Zersetzungs-Apparate ein, von denen der eine ein blosses Voltameter voll Schwefelsäure war, der andere ein Voltameter mit 2 Zellen, die durch eine gekrümmte Röhre verbunden und mit einer Salzlösung gefüllt waren. Beide Voltameter lieferten gleich viel Gas; die Menge des zersetzten Wassers war in beiden gleich. Als er aber aus einer der Zellen die Salzlösung

\*) Gmelin's Chemie, I. 318.

\*) T. Daniell, on the electrolysis of secondary compounds, Phil. Transact. 1839. p. 99. 1840. p. 309.

herausnahm, fand er, dass eine Zersetzung des Salzes und Fortführung seiner Bestandtheile stattgefunden hatte. Die zur Zinkode hingeführte Menge Säure war fast äquivalent der entwickelten Sauerstoffmenge, und die zur Platinode geführte Menge Basis entsprach dem entwickelten Wasserstoffe. Das einfache Voltmeter wurde nun durch eine Glasröhre mit schmelzendem Chlorblei ersetzt; Blei setzte sich an der Platinode ab, während sich an der durch Graphit geschützten Zinkode Chlor entwickelte. Die Menge des Bleies war äquivalent dem aus der Salzlösung entwickelten Wasserstoffe.

Der Verf. schliesst daraus, dass, da dieselbe Kraft unter gleichen Umständen nicht eine einfache Wirkung auf den einen und eine doppelte auf den andern Punct ausüben könne, die Entwicklung des Gasés im Zellenvoltmeter nur eine secundäre Wirkung sei, die sich nur so erklären lasse: Das schwefelsaure Kali ist  $K + \overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ ; der Strom führt K zur Platinode, wo es Wasser zersetzt und Wasserstoff entbindet, und  $\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$  zur Zinkode, wo sich unter Sauerstoffentwicklung  $H \overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$  bildet.

86) Offenbar ist dieser Schluss nur zulässig, wenn das Voltmeter ein absolutes Maass für die Wirkung des volta'schen Stromes liefert. Diese Voraussetzung beruht auf der Hypothese, dass die Kraft, welche die Elemente irgend eines zusammengesetzten Körpers verbunden hält, durchaus gleich sei der Kraft, welche die Elemente eines einfachen Elektrolyten vereinigt hält. Diess ist eine *Petitio principii*.

Diese Hypothese hat alle Analogien der Chemie gegen sich, Wir wissen fast noch nichts über die Verwandtschaft, aber sicherlich übt sie nicht ihre Wirkung im gleichen Grade auf alle Substanzen aus. Jene Versuche müssen daher eine andere Auslegung erleiden. — Der nämliche Strom liefert in einem der Apparate 1 At. Blei und 1 At. Chlor und in dem andern 1 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff, nebst 1 At. Kali und 1 At. Schwefelsäure. Es sind also 2 At. an einer und 4 At. an der andern Seite. Diese sollen eine Gleichheit bilden! — Diess zu rechtfertigen, sagt man, das At. Sauerstoff und Wasserstoff seien secundär. — Gesetzt, das Chlorblei wäre vollkommen löslich in Aether, welchen der Strom nicht zer-

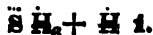
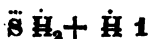


setzt. Es setzt sich Blei ab und das Chlor wird absorhirt; statt des Chlors wird sich ein gleiches Volumen Chlorwasserstoffsäure zersetzen. Hier würde man mit Recht sagen, Chlorwasserstoffsäure wäre ein secundäres Product, indessen war die Hälfte des Chlors dabei in der Flüssigkeit geblieben, die Summe der entwickelten Elemente blieb sich gleich und es fand nur eine Substitution statt. Wenn die Kraft, welche nur 2 At. zersetzen kann, ihre ganze Kraft ausübt, so wird sie auf keine Weise 4 At. zersetzen. Eine secundäre Wirkung kann nur Transformation, aber keine Verdoppelung begründen.

87) Daniell giebt ferner an, dass ein Thermometer in dem Zellenvoltmeter, worin die Zersetzung des Salzes geschah, 54,4° C. anzeigte, eins im einfachen Voltmeter nur 19,4° C. Aus meinen thermochemischen Untersuchungen ergibt sich, dass die Ausscheidung der Schwefelsäure an der einen Seite und des Kali's an der andern nicht geschehen konnte, ohne dass nicht eine bestimmte Wärmemenge gebunden und dem Beobachter dadurch unmerklich würde; daraus folgt, dass die scheinbare Wärmeentwicklung noch unter der wahren blieb. Die Wirkung war also in beiden Apparaten nicht gleich.

88) Ein Theil des Stromes ging also durch den einen Apparat, ohne darin merkliche Wirkung zu erzeugen, was auch durch Faraday's Versuche bestätigt wird, welcher fand, dass die Zersetzung erst bei einem gewissen Grade der Intensität beginne.

89) Ich hatte früher gefunden (§. 12), dass, wenn Schwefelsäure von der durch die Formel angezeigten Zusammensetzung verbunden wurde mit einer eben so angezeigten Zahl von Atomen (Wasser), das Verhältniss der entwickelten Wärmemengen so ausgedrückt werden könnte:



Das dritte hinzugefügte Wasseratom entwickelt also eine Wärmeeinheit. Wie verhält sich diese Einheit (38,9), wenn

man fortführt, die Säure zu verdünnen? Wir sehen, dass es gerade 3 At. Wasser bedarf, um diese Wärmemenge zu entwickeln, wenn wir uns der Säure  $\text{S}^{\text{III}}\text{H}_3$  bedienen. Es fragt sich nun, wie viel das vierte, fünfte und sechste Wasseratom entwickle. Man könnte glauben, das vierte entwickle halb, so viel als das dritte u. s. f. Allein die feste Grenze von 3 At. Wasser für die Wärmeeinheit oder 38,9 beweist, dass dem nicht so sein könne. Da die Wärmemenge sehr schwach wird, so steigen die Versuchsunsicherheiten in dem Maasse als die Zahl abnimmt. Ich erhielt:

Im Calorimeter. Durch Mischung.

21,8	21,44
21,9	20,48
20,08	21,20

Mittel 21,02                      21,04.

Wie soll man diese Zahl deuten? Wäre sie  $\frac{1}{2}$ , dann wäre die Einheit 4? offenbar zu hoch; auf welcher Seite jedoch lagen die Fehler?

Es wurden deshalb neue Versuche in grösserem Maassstabe angestellt und dabei ergab sich im Mittel aus 6 Versuchen die Zahl 38,85 für das Wärmeäquivalent. Mehrere Versuche liessen mich vermuthen, dass die Theilung dieses Aequivalents nicht über die Hälfte hinausgetrieben werden konnte, was darauf zurückkommt, zu sagen, 38,85 sei das einfache oder das doppelte Aequivalent, ohne dass es mir möglich ist, mich für die eine oder die andere Alternative zu entscheiden. Dies kommt auch bei der Bestimmung der Aequivalente der wägbaren Stoffe vor. Wenn es aber ein untheilbares Aequivalent giebt, so kann es nicht von einer zur andern Substanz variiren, sondern muss für alle dasselbe sein. Ich wandte mich daher zur Salpetersäure,

(Fortsetzung folgt.)

*Ueber die Beryllerde.*

Hr. H. Rose berichtete in der Sitzung der Berliner Academie vom 23. Mai über eine Arbeit des Hrn. Afdejew aus Katharinenburg, Hauptmanns im russ. Berg- und Ingenieurcorps, die *Zusammensetzung der Beryllerde* betreffend.

Hr. Afdejew beschäftigte sich im vergangenen Winter in meinem Laboratorium mit der Bereitung mehrerer Beryllerdesalze. Er stellte auf die Weise, wie es Berzelius beschreibt, eine krystallisirte schwefelsaure Beryllerde dar; es gelang ihm bei Anwendung von nicht unbedeutenden Mengen von Beryllerde, sehr grosse Krystalle derselben zu erhalten. Bei der Untersuchung derselben fand er sie von einer gleichen Zusammensetzung, wie sie von Berzelius angegeben worden ist, der indessen die krystallisirte schwefelsaure Beryllerde für ein saures Salz hielt. Da es indessen durch Weingeist nicht zersetzt wird, der von demselben nur anhängende freie Schwefelsäure fortnimmt und überhaupt ähnliche Eigenschaften besitzt wie die neutralen schwefelsauren Verbindungen der Thonerde, der Yttererde, der Thorerde und anderer schwacher Basen, so könnte es auch für eine neutrale Verbindung gehalten werden.

Um darüber Gewissheit zu erlangen, untersuchte Hr. Afdejew das Chlorberyllium, das auf die bekannte Weise durch Behandlung eines Gemenges von Beryllerde und Kohle mit Chlorgas erhalten wird, das aber zu der Zeit, als Berzelius sich mit der Untersuchung der Beryllerde beschäftigte, noch nicht entdeckt worden war. Das Chlorberyllium giebt bei der Auflösung in Wasser nur Chlorwasserstoffsäure und Beryllerde, ohne freies Chlor. Es entspricht daher hinsichtlich seiner Zusammensetzung der Beryllerde. Es könnte freilich noch Sauerstoff auf eine ähnliche Weise enthalten, wie derselbe in dem chromsauren Chromchlorid und ähnlichen Verbindungen enthalten ist; es war diess indessen nicht nur sehr unwahrscheinlich, sondern wurde auch durch die quantitative Bestimmung der aus dem Chlorberyllium erhaltenen Beryllerde widerlegt.

Der Chlorgehalt im Chlorberyllium betrug nach drei Analysen zwischen 86,7 bis 88,2 p.C. Er konnte wegen der Beschaffenheit des Chlorberylliums mit grösserer Genauigkeit nicht

bestimmt werden. Es ergab sich indessen aus diesen Untersuchungen, dass das Atomgewicht der Beryllerde bedeutend leichter sein musste, als man es bisher angenommen hatte, und dass, wenn man die erhaltenen Resultate mit denen der Analysen des krystallisirten schwefelsauren Salzes verglich, dasselbe das neutrale schwefelsaure Salz sein musste. Da letzteres durch Umkrystallisation bedeutender Mengen von der grössten Reinheit dargestellt werden konnte, so war die Untersuchung desselben geeigneter, um die Zusammensetzung der Beryllerde genau zu bestimmen, als die des Chlorberylliums.

Aus 4 Versuchen ergab sich, dass sich 1 At. Schwefelsäure oder 501,165 verbindet mit 158,097, 157,063, 159,018 und 158,158, also im Mittel mit 158,084 Beryllerde. Hiernach besteht die Beryllerde im Hundert aus:

Beryllium	36,742
Sauerstoff	63,258.

Bisher hatte man in derselben 68,85 Beryllium und 31,15 Sauerstoff angenommen.

Es ist schwer zu bestimmen, wie viele Atome Sauerstoff die Beryllerde enthält. Offenbar gehört dieselbe zu den Oxyden, die entweder nach den Formeln  $R$  oder  $\bar{R}$  zusammengesetzt sind.

Für die erste Ansicht spricht die weiter unten anzuführende Zusammensetzung des Chrysoberylls, in welchem die Thonerde die Stelle der Säure, die Beryllerde die der Base vertritt. Da aber die Thonerde eine nur sehr schwache Säure ist, so ist es nach unseren jetzigen Ansichten nicht sehr wahrscheinlich, dass eine andere, ebenfalls sehr schwache Säure die Stelle der Base vertritt. Es spricht ferner für die erste Ansicht das Vorkommen der Beryllerde in den Gadoliniten.

Für die zweite Ansicht hingegen, dass die Beryllerde zu den Oxyden  $\bar{R}$  gehört, sprechen folgende Thatsachen: 1) Aus den schwefelsauren Salzen lässt sich bei erhöhter Temperatur die Schwefelsäure gänzlich verflüchtigen, eine Eigenschaft, die besonders nur den schwachen Basen eigenthümlich ist; zur Verflüchtigung der Schwefelsäure von anderen Basen, in denen man nur 1 At. Sauerstoff annimmt, gehört eine noch höhere Temperatur; 2) die Beryllerde bildet mit der Schwefelsäure eine

bedeutende Anzahl von basischen Salzen, von denen einige in Wasser löslich sind, eine besonders für Thonerde und Eisenoxyd charakteristische Eigenschaft; 3) die Beryllerde kann nach der Beobachtung des Grafen v. Schaffgotsch bei erhöhter Temperatur Kohlensäure aus dem kohlensauren Natron austreiben; 4) die Beryllerde wird aus ihren Auflösungen durch's Kochen mit kohlensaurer Baryterde gefällt; 5) die Beryllerde ist nach dem Glühen in Säuren schwer auflöslich, eine Eigenschaft, welche nur schwache Basen besitzen; 6) das der Beryllerde entsprechend zusammengesetzte Chlorid ist im wasserfreien Zustande leicht flüchtig, was im Allgemeinen nur bei den Chlorverbindungen der Fall ist, die schwachen Basen entsprechen.

Fast alle diese Eigenschaften finden wir indessen bei der Thonerde und Yttererde. Obgleich daher mehr Thatsachen dafür zu sprechen scheinen, in der Beryllerde mehr als 1 At. Sauerstoff anzunehmen, so könnte uns doch diese Analogie bestimmen, sie für eine Base mit nur einem At. Sauerstoff zu halten, da Berzelius in der Yttererde und in der Thonerde nur 1 At. Sauerstoff annimmt.

Um darüber mehr Gewissheit zu erhalten, untersuchte Hr. Afdejew einige Doppelsalze. Er stellte ein Doppelsalz aus schwefelsaurer Beryllerde mit schwefelsaurem Kali dar. Dasselbe ist schwerlöslich, wie die analogen Doppelsalze der Yttererde und der Thonerde. In welchem Verhältnisse Hr. Afdejew aber schwefelsaure Beryllerde mit schwefelsaurem Kali zu verbinden suchte, so gelang diese nur in dem, in welchem Kali und Beryllerde eine gleiche Menge von Sauerstoff enthielten. Das Doppelsalz ist also ganz anders zusammengesetzt wie der Alaun, und die Beryllerde scheint daher eine andere Classe von Doppelsalzen zu bilden wie die Thonerde.

Ähnlich diesem Doppelsalze ist das Beryllium - Kalium-Fluorür zusammengesetzt, das zuerst von Berzelius dargestellt worden ist. Das Beryllium und das Kalium enthalten in demselben gleiche Mengen von Fluor.

Hiernach wird es wahrscheinlicher, in der Beryllerde 1 At. von Sauerstoff anzunehmen. Das Atomgewicht derselben bei dieser Annahme ist, wie wir gesehen haben, 158,084 und das des Berylliums 58,084. Unter den bekannten einfachen Kör-

pern hat hiernach das Beryllium nach dem Wasserstoffe das leichteste Atomgewicht, und sein Oxyd enthält unter den Metalloxyden die grösste Menge Sauerstoff.

Die neutrale schwefelsaure Beryllerde, welche Berzelius für ein saures Salz hielt, fand derselbe fast eben so zusammengesetzt wie Hr. Afdejew. Die Krystalle können von bedeutender Grösse dargestellt werden. Sie erscheinen als Quadratoctaëder. Es enthält 4 At. Wasser.

Berzelius hat mehrere basische Verbindungen der Schwefelsäure mit der Beryllerde dargestellt, von denen einige in Wasser auflöslich sind und von welchen er das eine für das neutrale Salz gehalten und aus ihm die Zusammensetzung der Beryllerde berechnet hat.

Die Formeln für die in der Natur vorkommenden Verbindungen der Beryllerde werden, wenn das neue Atomgewicht derselben zum Grunde gelegt wird, höchst einfach. Für die vier wichtigsten Beryllerde haltenden Mineralien können, man mag die Beryllerde als  $\overset{\cdot\cdot}{G}$  oder als  $\overset{\cdot\cdot}{G}$  betrachten, folgende chemische Formeln aufgestellt werden.

<i>Phenakit</i>	$\overset{\cdot\cdot}{G}_3 \overset{\cdot\cdot}{Si}$	$\overset{\cdot\cdot}{G} \overset{\cdot\cdot}{Si}$
<i>Smaragd</i>	$\overset{\cdot\cdot}{G}_3 \overset{\cdot\cdot}{Si} + \overset{\cdot\cdot}{Al} \overset{\cdot\cdot}{Si}$	$\overset{\cdot\cdot}{G} \overset{\cdot\cdot}{Si} + \overset{\cdot\cdot}{Al} \overset{\cdot\cdot}{Si}$
<i>Euklas</i>	$2\overset{\cdot\cdot}{G}_3 \overset{\cdot\cdot}{Si} + \overset{\cdot\cdot}{Al}_2 \overset{\cdot\cdot}{Si}$	$2\overset{\cdot\cdot}{G} \overset{\cdot\cdot}{Si} + \overset{\cdot\cdot}{Al}_2 \overset{\cdot\cdot}{Si}$
<i>Chrysoberyll</i>	$\overset{\cdot\cdot}{G} \overset{\cdot\cdot}{Al}$	$\overset{\cdot\cdot}{G} \overset{\cdot\cdot}{Al}_2$

Einige dieser Verbindungen hatten nach dem alten Atomgewicht der Beryllerde minder einfache und minder wahrscheinliche Formeln. Die des Smaragds war:



von denen die erstere ein ungewöhnliches Silicat enthielt und die letztere nicht gut mit der gefundenen Zusammensetzung übereinstimmte.

*Ueber die Umwandlung des Baldrianöles in  
Borneocampher und in Laurineen-  
campher.*

Von

GERHARDT.

(Compt. rend. Mai 1849. p. 833.)

Die deutschen Chemiker, durch die eine Analyse des Baldrianöles angestellt worden ist, stimmen in Betreff der Zusammensetzung desselben nicht überein. Hr. Eittling betrachtet es als einen mit Terpentinöl isomeren Kohlenwasserstoff, nach Kraus dagegen wäre es ein Oxyd desselben und hätte die Formel:



In unserer Arbeit über die ätherischen Oele haben Cahours und ich schon die Ungenauigkeit dieser Angaben hervorgehoben und behauptet, dass das Baldrianöl, so wie man es aus der Pflanze gewinnt, ein Gemenge von wenigstens zwei verschiedenen Stoffen sei. Wir haben dort gleichfalls angegeben, durch welches Verfahren man die Trennung der beiden Stoffe bewirken kann.

Eine grosse Anzahl von Analysen hat mir seitdem für den einen von beiden folgende Formel gegeben:



Dieser ist der sauerstoffhaltige und am wenigsten flüchtige Gemengtheil des Oeles, hat im reinen Zustande nicht den unangenehmen Baldriangeruch, wird aber nur durch längere Berührung mit der Luft und dadurch vermittelte Umwandlung in Baldriansäure fest. Einige Grade über Null wird er auch fest und giebt dann farblose und durchscheinende Prismen, die man in zweckmässig verstöpselten Flaschen unverändert aufbewahren kann. Unter diesen Umständen bleibt das Valerol, wie ich diesen Körper nenne, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, fest, vorausgesetzt, dass die Luft ihn noch nicht verändert hat. Ich besitze eine Probe desselben, welche diesen Winter in Kry stallen angeschossen war und welche die gewöhnliche Wärme unseres Klima's noch nicht geschmolzen hat; dennoch sind die

Prismen undurchsichtig geworden, was eine Aenderung der Molecülärstructur in ihnen anzudeuten scheint.

Oelig oder krystallisirt, hat das Valerol mir stets dieselbe Zusammensetzung gezeigt.

Seine Umwandlung in Baldriansäure geschieht schneller als durch die Luft, wenn man es mit geschmolzenem Kali behandelt, denn jeder Tropfen des Oeles wird, sobald er diess Alkali berührt, unter Wasserstoffentwicklung gebunden; eine Mineralsäure, die man dann auf das Product giesst, ruft eine Kohlensäureentwicklung hervor und macht Baldriansäure frei. Die folgende Gleichung giebt Rechenschaft von dieser Einwirkung des Kalihydrats:



Demnach ist es sehr wahrscheinlich, dass die Baldriansäure kein Product der Vegetation ist, sondern dass sie von einer secundären Einwirkung der Luft auf das von der Pflanze ausgeschiedene ätherische Oel herrührt. Man weiss übrigens, dass der Baldrian um so übler riecht, je älter er ist; frisch gereinigt von der Säure durch Rectification und Waschungen mit kohlensaurem Natron hat er den Geruch des Heues, aber allmählig nimmt er einen übeln Geruch an und dann findet sich, dass er Baldriansäure enthält.

Das Valerol, wie fast alle sauerstoffhaltigen ätherischen Oele, ist in dem aus der Baldrianwurzel gezogenen Oele begleitet von einem Kohlenwasserstoffe mit der Zusammensetzung des Terpentinöles; auch zeigen die Elemente desselben eine gleiche Condensation, denn die Formel

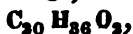


entspricht 4 Vol. Dampf; endlich siedet es auch bei denselben Temperatur wie Terpentinöl und theilt mit ihm die Eigenthümlichkeit, dass es mit Chlorwasserstoffgas eine krystallisirte Verbindung liefert.

Dieser Kohlenwasserstoff ist weniger veränderlich als das Valerol; hält man ihn 14 Tage lang über Quecksilber in trockenem Sauerstoffgase, so wird er nicht harzig und scheint sich durchaus nicht zu verändern. Aber eben so verhält es sich nicht, wenn dieser Kohlenwasserstoff mit Feuchtigkeit zusammenkommt, und besonders, wenn man ihn verschiedene Male mit Kalklauge destillirt; alsdann nimmt er die Elemente von 2 At. Wasser auf und verwandelt sich in einen krystallisirten Cam-



pher, der alle Eigenschaften des festen Borneocamphers (aus *Dryobalanops camphora*) zeigt, er enthält nämlich:



was die Zusammensetzung ist, welche Hr. Pelouze dem letztern zuschreibt. Die physikalischen Eigenschaften meines Productes finden sich ganz gleich mit der Beschreibung, die Hr. Pelouze von dem durch ihn untersuchten Campher giebt.

Ich gebe aus diesem Grunde dem Kohlenwasserstoffe des Baldrianöles den Namen *Borneen* und dem Campher selbst den Namen *Borneol*. Ich bin selbst stark geneigt, zu glauben, dass das Borneen mit dem flüssigen Campher identisch ist, denn dieser hat alle Eigenschaften desselben und auch den Terpentingeruch, nur gab er mir nicht das Oxydationsproduct



welches nach Hrn. Pelouze sich beim Aufbewahren des flüssigen Borneocamphers in schlecht verstöpselten Flaschen bildet, das aber, wie ich glaube, nur ein etwas feuchtes Borneol gewesen ist.

Eine Probe der Identität meines Productes und des Camphers von Pelouze ist die, dass ich dasselbe auch mit Hilfe der Salpetersäure in Laurineencampher (*Laurus camphora*)



verwandelt habe.

Die Reaction ist von denselben Erscheinungen begleitet. Das Borneen, mit rauchender Salpetersäure erhitzt, dann mit kohlensaurem Natron gesättigt und der Destillation unterworfen, giebt unmittelbar Laurineencampher.

Das feuchte und alte Baldrianöl enthält immer eine gewisse Quantität Borneol, und dieses entdeckt man, wenn man das Oel über Kali rectificirt. Das Borneen, welches dann in die Destillation eingeht, ist immer mit Campher verunreinigt, und man muss es immer, ehe man es der Analyse unterwirft, mehrmals rectificiren. Das Borneen, das diesen Campher enthält, lässt stets, wenn man es auf einer Glasplatte verdampft, einen krystallinischen Rückstand, den man beim ersten Anblicke einer Oxydation durch die Luft zuzuschreiben geneigt ist.

Es geht also aus meinen Versuchen hervor, dass das aus der Valerianawurzel (*Valeriana officinalis* und *V. Phu*) gewonnene Baldrianöl enthält:

- 1) Valerol, sauerstoffhaltiger Stoff,
- 2) Borneen, Kohlenwasserstoff, wahrscheinlich identisch mit dem flüssigen Borneocampher,
- 3) Baldriansäure, durch Oxydation des Valerols auf Kosten der Luft,
- 4) eine harzige Materie, unter denselben Umständen gebildet,
- 5) Borneol, identisch mit dem festen Borneocampher und aus der Einwirkung der Feuchtigkeit auf Borneen.

## XXII.

*Porcellangeräthe.*

Wir glauben den Chemikern einen Dienst zu leisten, indem wir sie auf die noch nicht allgemein bekannten chemischen (und pharmaceutischen) Geräthschaften der Meissner Porcellanmanufaktur aufmerksam machen. Bei der allgemein bekannten Vortreflichkeit der Masse des Meissner Porcellans besitzen die von der Fabrik gelieferten chemischen Geräthschaften überaus zweckmässige Formen, insbesondere sind die zum Glühen bestimmten Schalen, Tiegel u. s. w. so dünn gearbeitet, dass sie in dieser Hinsicht die Erzeugnisse jeder andern uns bekannten Fabrik, die von Sevres nicht ausgenommen, übertreffen.

Der mit Abbildungen begleitete Preiscurant der Manufaktur, welcher in den Niederlagen zu erhalten ist, führt folgende Gegenstände auf:

*Reibschalen* in 9 Grössen, von 9 Thlr. 14 Ngr. (8gv.) bis 7 Ngr. (von No. 5—9 mit Ausgüssen, sehr zweckmässige Form, u. a. zum Mischen der Substanzen mit Kupferoxyd, bei der organischen Analyse sehr gut geeignet).

*Solutionsmörser, Pistille* etc.

*Ablampfschalen* in 10 Grössen, von 1 Thlr. 7 Ngr., 1 3/4 Zoll bis 2 1/2 Ngr., 3 1/2 Z. Durchmesser. (Ausgezeichnete Form mit flachem Boden, etwas ausgeschweiftem Rande und Ausguss, sehr dünn gearbeitet.)

*Giesser* in 5 Grössen. (Tiefe Schalen mit Ausgüssen und Henkeln, sehr gut zum Kochen über der Lampe geeignet.)

*Schöpfer* in 2 Grössen.

*Schmelztiegel* mit Deckel in 9 Grössen, von 2 3/4 Z. Höhe und

- 3½ Z. Durchmesser (3 Ngr.) bis ½ Z. Durchmesser und 1 Z. Höhe (3 Ngr.). (Innen und aussen glasiert, Oberrand dünn gearbeitet.)
- Korbtrichter* in 3 Grössen.
- Löchertrichter* in 3 Grössen.
- Reiftrichter* in 3 Grössen.
- Präparatentrichter*, ganz klein.
- Spatel* in 3 Grössen.
- Retorten*, leider nur eine Grösse: Durchmesser der Kugel 3¾ Zoll.
- Kolben*, Durchmesser der Kugel 2¾ Zoll.
- Säureschalen* zum Trocknen über Schwefelsäure, 5¼ Zoll Durchmesser (21 Ngr.).
- Platten* zu Spirituslampen. (Nur eine Grösse: 9 Z. Länge, 8 Z. Breite.)
- Lötkrehtiegel* mit Deckel, 1 Z. hoch, 1½ Z. Durchmesser (2½ Ngr.).
- Glühschälchen* in 2 Grössen (mit flachem Boden, 1¼ bis ¾ Zoll hoch u. 2⅓ bis 1¼ Z. Durchmesser) (1½—1 Ngr.).
- Verbrennungsschälchen*, halbkugelförmig, 2⅓ Z. Durchmesser (2 Ngr.).
- Glühstifchen* in 2 Grössen (zum Einsetzen in Porcellanröhren; sehr zart gearbeitet).
- Röhren* in 4 Grössen, 1 Elle lang, 1⅝—½ Z. weß (20 bis 9 Ngr.).
- Mensuren* in 5 Grössen, 1—⅓ Kanne.
- Flaschenstürzen* in 5 Grössen.

## XXIII.

*Literarische Nachweisungen.*

- Repertorium der Pharm.* Von Buchner. Bd. XXVII. Heft 2.
- Ueber eine krystallisirte Verbindung in der Wurzel von Athamanta Oroselinum L.* Von Winckler. (Entwickelt, mit Schwefelsäure behandelt, Baldriansäure.)
- Arch. d. Pharm.* Von Brandes u. Wackenroder. Juli 1842.
- Ueber die verschiedenen Methoden der Bereitung des Jodkaliums etc.* Preisschrift von Capaun.
- Ueber schweflige und salpetrige Säure als Reagentien.* Von Wackenroder.

## XXIV.

### Apparat zur organischen Analyse.

Von

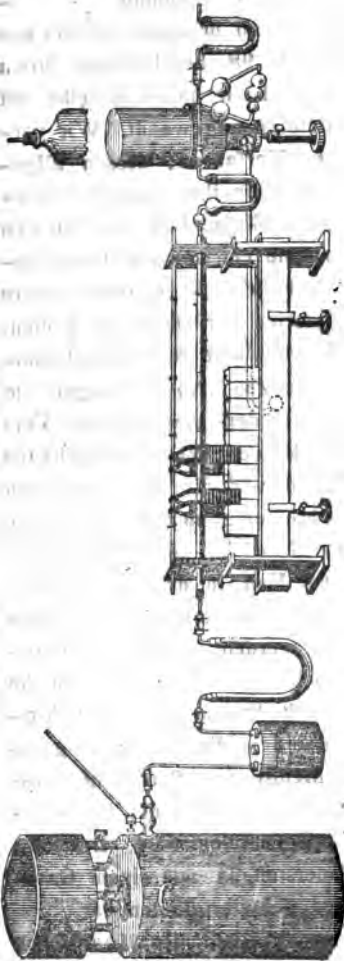
O. L. ERDMANN und R. F. MARCHAND.

Unter den verschiedenen Modificationen des Liebig'schen Apparates zur organischen Analyse, durch welche man gesucht hat, die vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes in allen Fällen zu sichern und zugleich in die Bestimmung des Wasserstoffes die möglichst grösste Schärfe zu bringen, scheint uns die von Hess in dies. Journ. XVII. 98 beschriebene ihrem Zwecke am besten zu entsprechen, und wir haben dieselbe seit mehreren Jahren mit dem besten Erfolge angewandt. Wir verkennen nicht, dass das gewöhnliche Verfahren, dessen allgemeiner Einführung die organische Chemie ihre hauptsächlichsten Fortschritte verdankt, in seiner Einfachheit und leichten Ausführbarkeit Vorzüge besitzt, welche ein complicirter Apparat nicht darbietet, und es ist deshalb nicht entfernt unsere Meinung, dasselbe aus den Laboratorien verdrängen zu wollen. In den Fällen aber, wo eine ungewöhnliche Schwerverbrennlichkeit der zu analysirenden Substanzen Abweichungen im Kohlenstoffgehalte bei der Analyse nach dem gewöhnlichen Verfahren herbeiführt, so wie bei sehr kleinen Wasserstoffgehalten der zu verbrennenden Körper, halten wir die Anstellung von controlirenden Versuchen durch Verbrennung im Sauerstoffstrome für höchst zweckmässig, ja für unerlässlich. Allerdings kann durch Einbringung von chlorsaurem Kali in den hintern Theil der Verbrennungsöhre auch bei dem gewöhnlichen Verfahren eine Sauerstoffentwicklung bewirkt werden, allein die Regulirung derselben ist, wie Allen bekannt sein wird, welche sich dieses Verfahrens bedienen, mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, und es fordert ausserdem die Verbrennung des reducirten Kupfers eine so grosse Menge von Sauerstoff, dass durch eine kleine Menge von chlorsaurem Kali der beabsichtigte Zweck durchaus nicht vollständig erreicht wird. Die Verbrennung in einem Strome von Sauerstoffgas aus einem Gasometer dagegen bietet durchaus keine Schwierigkeiten dar.

Endlich ist als ein besonderer Vortheil des Hess'schen Apparates hervorzuheben, dass derselbe, wenn er einmal zusam-

mengestellt ist, die Ausführung einer Analyse in weit kürzerer Zeit gestattet, als das gewöhnliche Verfahren. Das Auspumpen und Trocknen der Verbrennungsröhre fällt, nachdem einmal das Kupferoxyd gegläht worden ist, weg, und hat man mehrere Analysen nach einander auszuführen, so sind durchschnittlich auf jede derselben höchstens 2 Stunden Zeit zu rechnen.

Die Vortheile, so wie die Bequemlichkeit, die Analyse in jedem Zimmer ausführen zu können, haben uns so überwiegend



geahndelt, dass wir gern der von mehreren Seiten an uns ergangenen Aufforderung Folge leisten, eine detaillierte Beschreibung unseres Verfahrens der Prüfung der Chemiker vorzulegen. Die Construction des Apparates im Allgemeinen setzen wir als bekannt voraus und beziehen uns in dieser Hinsicht auf die a. o. a. O. gegebene Beschreibung, der wir hies die Angabe derjenigen Abänderungen hinzufügen, welche wir für nützlich oder nothwendig halten.

Die beistehende Figur giebt eine ungefähre Ansicht des Apparates, in welcher jedoch nur das eine der beiden Gasometer dargestellt ist. Das von Hess beschriebene Theil haben wir nicht benutzt.

Das Gasometer von der gewöhnlichen Einrichtung ist mit reinem, aus chlorsaurem Kali entwickelten Sauerstoffgase gefüllt. Das Gas tritt aus dem Gasometer entweder, wie es in der Abbildung dargestellt ist, in eine zweithalige, mit Schwere-

felsäure angefüllte Flasche, oder in einen mit Schwefelsäure angefüllten, etwas grossen Liebig'schen Kugelapparat, wodurch dasselbe von dem grössten Theile des Wasserdampfes befreit wird. Zugleich dient dieser Apparat, um die Schnelligkeit der Strömung des Gases genau beurtheilen zu können. Um die Bewegung des Hahnes am Gasometer gehörig reguliren zu können, ist derselbe entweder mit einem langen Hebel verbunden, wie in der Figur, oder man bringt an dem Hahne eine Mikrometerschraube an, durch welche die feinsten Bewegungen mit der grössten Sicherheit hervorgebracht werden.

Zu diesem Zwecke haben wir eine Einrichtung sehr zweckmässig gefunden, die in Folgendem beschrieben werden soll und deren man sich in allen Fällen mit Vortheil bedienen kann, um das Ausströmen eines Gases aus dem Gasometer genau zu reguliren.

Fig. 1 ist die Ansicht der ganzen Vortrichtung von oben,

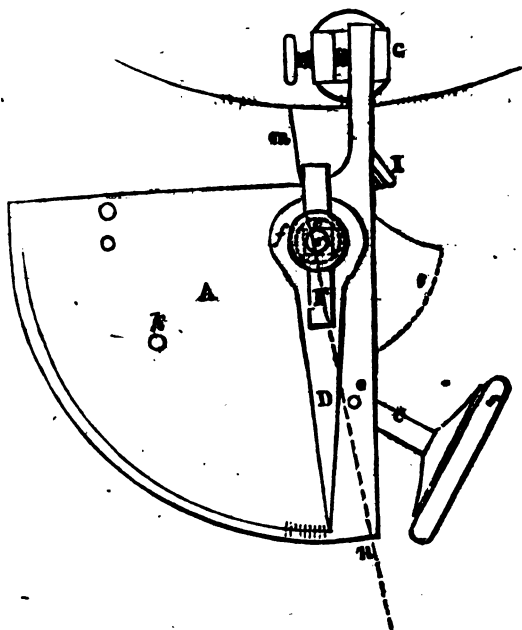


Fig. 2 von unten gesehen.

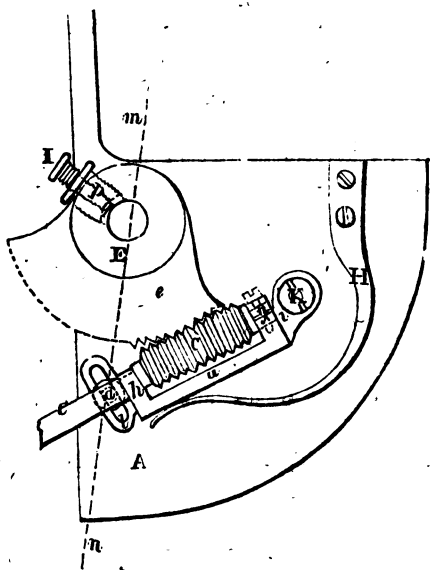


Fig. 3 ein Durchschnitt nach  $m-n$ .

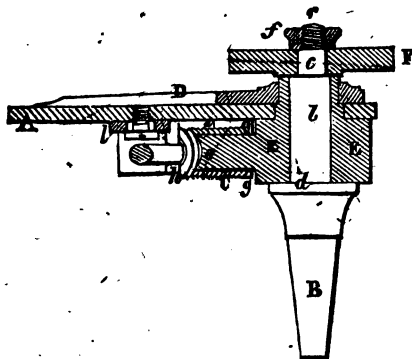
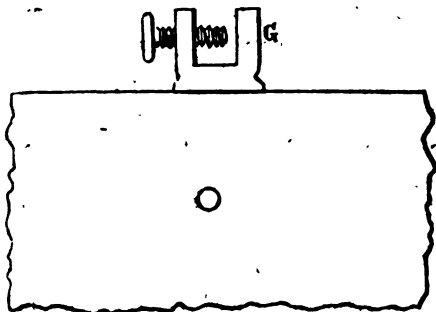


Fig. 4 eine Ansicht der Stellgabel auf der Deckelplatte des Gasometers, wobei das ganze Ausströmungsrohr fortgedacht ist.



Alle Theile sind überall mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Der Hahn *B* hat zunächst über seiner Hülse einen Ansatz *d*, auf dem die über die cylindrische Fortsetzung *b* desselben geschobene Vorrichtung ruht und sich um diesen Cylinder so lange frei bewegen kann, bis durch die Schraube *I* die Platte *q* gegen den Cylinder *b* gepresst wird und durch Friction diese freie Bewegung hindert.

Der Cylinder *b* ist am obern Ende viereckig bei *c*, um hiez den Knebel *F* aufzunehmen, und endigt dann in eine Schraube *r*. Die Mutter *f* dient, den Knebel *F* mit dem Hahne innig zu verbinden. Die Hülse *E*, mit welcher die ganze Vorrichtung auf den Hahn geschoben ist, hat unten ein Stück Mikrometerrad, in welches eine Mikrometerschraube *C* eingreift. Ist nun die Schraube *I* angezogen, so wird durch die erzeugte Reibung der Platte *q* an dem Cylinder *b* der Hahn mitgedreht, sobald das Mikrometerrad *e* durch die Schraube *C* bewegt wird.

Diese Schraube ist mit der Platte *A* verbunden, welche sich um die Hülse *E* drehen lässt, die aber hinten in einen Stiel ausläuft, welcher in eine auf der Deckelplatte des Gasometers angebrachte Stellgabel *G* eingeklemmt wird, so dass die Platte *A* und somit auch die Schraube *C* dann unbeweglich mit dem Gasometer verbunden sind. Die Mikrometerschraube *C* ruht an den Enden des Bügels *a* in Lagern, bei *g* mit einem Deckel versehen, bei *h* ohne Deckel. Dieser Bügel hat bei *i* ein Blatt, durch welches die Schraube *K* geht und den Bügel hier so mit der Platte *A* verbindet, dass er um *K* gedreht werden kann. Am Ende *h* ist dieser Bügel mit der Platte *A* durch die Schraube *o* verbunden, welche durch die blattförmliche Führung *C* geht.



Durch die Feder *H*, welche hinten gegen den Bügel *a* drückt, wird die Schraube *C* gegen das Rad *e* gepresst und dadurch sowohl jeder todte Gang dieser Schraube vermieden, als auch die Möglichkeit erreicht, den Hahn oben am Knebel frei zu bewegen, wenn man die Schraube *C* durch ein Vorwärtsziehen ihres Kopfes *s* ausser Eingriff setzt. Mit dem Hahne wird sich dann die Hülse *E* mit dem daran sitzenden Rade *e* und Zeiger *D* frei bewegen.

Der Zeiger *D* giebt an der Eintheilung oben auf der Platte *A* die Grösse der Drehung an.

Zu der eben beschriebenen grössern Bewegung sind zwar beide Hände des Experimentators erforderlich, indem die eine den Schraubenkopf *s*, die andere den Knebel *F* ergreift; so oft es die Umstände aber gestatten, sollen zur Schonung der ganzen Vorrichtung die grösseren Bewegungen des Hahnes nur auf diese Weise ausgeführt werden. Um jedoch auch in besonderen Fällen dem Hahne mit einer Hand allein schnell grössere Bewegung zu geben, oder ihn ganz zu schliessen oder zu öffnen, dient die Schraube *I*. Sie wird nämlich nur so fest angezogen, dass die Reibung der Platte *q* an dem Cylinder *b* etwas grösser ist als die Reibung des Hahnes *B* in seiner Hülse, und dieser also mit bewegt wird, wenn das Rad *e* durch die Mikrometerschraube *C* gedreht wird. Wird der Hahn aber am Knebel allein gedreht und die Mikrometerschraube also nicht ausgerückt, so kann der Hahn ebenfalls beliebig gedreht werden, wenn die Reibung an der Platte *q* nur überwunden wird. Die Platte *q* muss zwar lose in der Hülse *E* sitzen, damit sie gegen den Cylinder *b* angedrückt werden kann und beim Lüften der Schraube *I* auch leicht wieder zurücktritt, sie darf aber beim Abnehmen der Vorrichtung nicht herausfallen. Ihr Rand ist daher nach der convexen Seite hin conisch, eben so auch das Loch zu ihrer Aufnahme conisch gebohrt; von aussen wird sie eingesetzt, eine grössere Schraube verschliesst sie hier dann und hat mitten durch gleichzeitig das Gewinde für die Schraube *I*.

Diese Vorrichtung kann auf mehrere Hähne benutzt werden, wenn diese eben nur den Cylinder *b* haben und dieser genau in die Hülse passt.

Aus dem Schwefelsäureapparate gelangt das Sauerstoffgas in eine  $1\frac{1}{2}$  — 2 Fuss lange,  $\frac{1}{2}$  Zoll weite und mit Stücken von

Atzkalk gerührt Umrühung gesaugte Röhre und aus dieser in die Verbrennungsröhre. Die bis jetzt erwähnten Theile des Apparates können sehr lange zusammengestellt bleiben; ohne dass eine Erneuerung der Schwefelsäure oder des Kalis nöthig wäre. Wir haben über dieselbe Fällung das Gas zu mehr als 100 Analysen geleitet. Die Verbindung des Kaliröhres mit der Verbrennungsröhre wird entweder, wie es in der Figur angedeutet ist, durch einen Kork bewirkt; oder, was wir gegenwärtig vorziehen, durch eine Kautschukröhre, die sich erweitert von dem Kaliröhre aus conisch erweitert; oder an beiden Enden so weit ist, als der Durchmesser der Verbrennungsröhre erfordert, und mittelst eines durchbohrten und mit Stielstuck abfischschrauben Korkes an die Ausgangsröhre des Kaliröhres befestigt ist.

Die Füllung und Vorbereitung der Verbrennungsröhre muss sich natürlich je nach der Beschaffenheit des zu verbrennenden Körpers etwas abändern. Im Allgemeinen befolgen wir bei der Verbrennung fester Körper folgendes Verfahren.

In den vorderen Theil der Röhre \*) 1 1/2 Zoll von der Mündung, bringt man einen Pfropfen von reinem Kupferblech, der so fest schliesst, dass er das Durchfließen von Kupferoxyd verhindert, ohne jedoch die Strömung des Gases zu hindern. Zu diesem Zwecke eignen sich die gewöhnlichen Kupferdrahtspinneln ihrer Bruchigkeit wegen durchaus nicht. Man erhält die erforderlichen reinen und biegsamen Fäden am besten auf die Weise, dass man sehr feines Kupferblech, wie es bei Fabrication der unechten Triessen dient \*\*), über einen Eisenzahn wickelt und dann, von dem einen Ende des Cylinders ab, auf der Drehbank abdrehen lässt. Bei richtiger Auswahl des Drehstahls und einiger Uebung gelingt es dem Arbeiter der diese Art sehr bald, das Kupferblech in fast haarfeine Streifen zu schneiden, welche sich leicht zu lockeren Pfropfen zu-

\*) Die böhmischen Glasröhren besitzen vor allen anderen, welche wir versucht haben, einen entschiedenen Vorzug, indem sie weder dem Krummwerfen noch dem Springen leicht unterworfen sind. Wir beziehen unsere Röhren gegenwärtig von Hrn. Frant. Jerák, Glasbläser zu Prag am Altstädter Ring, welcher dieselben von vorzüglicher Beschaffenheit und in allen gewünschten Dimensionen zu dem Preise von 36 Kreuzer pro Pfd. liefert.

\*\*\*) Kupferblech dieser Art erhält man in der erforderlichen Feinheit, aus bestem russischem Kupfer gefertigt, in der Lyoner Goldfabrik der Hrn. Renaud und Schumann in Berlin.

gummentballen lassen und zu mannigfaltigen Zwecken, bei der organischen Analyse anwendbar sind.

Die mit dem Kupfersprossen versehene 2—2½ Fuss lange Röhre wird mit Kupferoxyd bis zu  $\frac{3}{8}$  ihrer Länge angefüllt, etwas aufgeklopft und an die Kaliröhre gebunden, um das Oxyd auszuglühen. Zum Schutze der Röhre legt man unter dieselbe eine Rinne von dünnem Eisenblech, deren Ränder so hoch sind, dass die Röhre auch von den Seiten nicht unmittelbar von der Flamme der Lampe getroffen werden kann. Um das Anschmelzen der Röhre an die Oxyddecke, welche sich auf dem Eisen bildet, zu verhindern, füttert man die Rinne mit ein wenig gebromater Magnesia aus. Bei Anwendung dieser Vorsichtsmaassregeln springen die Röhren nie; man kann dieselbe Röhre mehrmals hinter einander anwenden, bis sie so trübe geworden ist, dass man das Innere derselben beim Füllen und Mengen nicht mehr beobachten kann. Wir haben bis zu 12 Verbrennungen in derselben Röhre ausgeführt. Die über die Lampe gebrachte Röhre wird nun zum Glühen erhitzt und während des Glühens ein langsamer Strom von trockner Luft hindurchgeleitet. Dieser wird mittelst eines mit atmosphärischer Luft angefüllten Gasometers hervorgebracht, das neben dem Sauerstoffgasometer aufgestellt ist und dessen Ausgangsrohr in den Theil des Leitungsröhres für den Sauerstoff einmündet, welcher zwischen dem oben beschriebenen Hahne und dem Schwefelsäureapparate sich befindet. Dieses Gasometer, welches wir das Luftgasometer nennen wollen, hat ganz die Einrichtung des Sauerstoffgasometers. Indessen genügt es, die Bewegungen des Hahnes durch einen Hebel zu reguliren. Wird der Hahn des Luftgasometers geöffnet und der des Sauerstoffbehälters geschlossen, so strömt natürlich blos atmosphärische Luft durch den Apparat, im entgegengesetzten Falle Sauerstoffgas, so dass man abwechselnd einen Strom des einen oder des andern Gases erhalten kann. An die offene Mündung des Rohres, worin das Kupferoxyd im Luftstrome glühend erhalten wird, steckt man, nachdem der grösste Theil der Feuchtigkeit vertrieben ist, mittelst eines durchbohrten und mit Blei überzogenen Korkes ein Chlorcalciumrohr. Nachdem das Ausglühen vollständig geschehen ist, wozu es bei einem mässigen Luftstrome höchstens einer Viertelstunde bedarf, wird die Lampe allmählig ausgelöscht und das Oxyd in einem langsamen Luftstrome erkalten gelassen.

u verbrennende Substanz wird aus einem etwas lan-  
 n Ende zugeschmolzenen Rohre, oder unmittelbar aus  
 parate in die Verbrennungsröhre eingefüllt und  
 polirten, am untern Ende in Form eines Pfropf-  
 enen Messingdrahtes mit dem Kupferoxyde  
 ummt es natürlich nur auf eine einiger-  
 Vertheilung der Substanz zwischen das  
 nicht auf eine sehr innige Mengung  
 u sorgen, dass nichts von der Sub-  
 rtheil der Röhre gelangt, damit eine  
 Schicht von reinem Kupferoxyde vor der Mi-  
 . Nach dem Herausziehen des Drahtes spült man  
 untern Theil der Verbrennungsröhre mit etwas Kupferoxyd  
 apph, das man in einem Platintiegel über der Lampe ausge-  
 glüht hat und das in einem engen Rohre erkaltet ist, aus we-  
 chem man es nach Entfernung der obersten mit der Luft in  
 Berührung gewesenen Schicht unmittelbar in die Röhre einfüllt.  
 Nach erfolgter Füllung wird die Röhre aufgeklopft, wobei man  
 darauf sehen muss, dass der hinterste Theil der Füllung 4—5  
 Zoll von dem hintern Ende der Röhre entfernt bleibt, das natürlich  
 stets kalt bleiben muss, um die Kautschukröhre nicht zu erwärmen.

Bei der Verbrennung sehr flüchtiger Körper thut man wohl,  
 die Röhre bis 3 Fuss lang zu nehmen und das vordere Drittel  
 derselben ganz mit Kupferspänen anzufüllen, die sich während  
 des Ausglühens im Luftstrome oxydiren und auf diese Weise  
 eine poröse Masse von Oxyd bilden, durch welche kein Theil  
 der Substanz unverbrannt hindurchgehen kann. Bei sehr stick-  
 stoffreichen Körpern ist es ebenfalls zweckmässig, in den vor-  
 dern Theil der Röhre Kupferspäne zu bringen. In diesem Falle  
 muss man aber natürlich dafür sorgen, dass der vorderste Theil  
 derselben unverbrannt bleibt, was sehr leicht geschieht, da die  
 hinteren Portionen, wenn sie zuerst zum Glühen gebracht wer-  
 den, nur eine sauerstofffreie Luft bis in den vordern Theil der  
 Röhre gelangen lassen. Da das blanke Kupferblech sich beim  
 Anwalzen mit einer dünnen Oelschicht überzieht, so muss zu  
 diesem Zwecke nur ausgeglühtes Blech, wie man es in den  
 Fabriken erhält, benutzt werden, welches sich überdiess auf  
 der Drehbank besser behandeln lässt, als das unausgeglühte.

Dem Apparate zur Auffangung des Wassers haben wir  
 die in der Figur angedeutete Form gegeben. Sie bietet den

Vortheil dar, dass man das gebildete Wasser zum grössten Theile in der leeren Kugel für sich erhält und auf seine Reinheit prüfen kann. Ausserdem kann auf diese Art derselbe Apparat nach dem Ausgessen des Wassers zu sehr vielen Analysen dienen, ohne neu gefüllt zu werden, da nur der kleinste Theil des Wassers bis zum Chlorcalcium gelangt.

Der Kork, durch welchen die Chlorcalciumröhre mit dem Verbrennungsröhre in Verbindung steht, ist mit Blei überzogen. Die Manipulation bei diesem Verbleien ist ganz einfach. Nachdem der Kork passend durchbohrt worden ist, schneidet man aus nicht zu dünnem Blattblei eine kreisrunde Scheibe, deren Durchmesser 2 Linien grösser ist als der der zu schützenden unteren Korkfläche, legt diese auf die untere Fläche des Korkes und drückt die überstehenden Ränder an die Seiten des Korkes in kleinen Falten an. Darauf setzt man die gut abgerundete Oeffnung des Chlorcalciumrohres auf das Blei über die Durchbohrung und dehnt unter leisem Drücken und Drehen eine Vertiefung in das Blei hinein, so weit es die Weichheit des Metalles irgend gestattet. Durch einige Uebung gelangt man dahin, auf diese Art das Blei in solcher Weise zu durchbohren, dass ein kleines rundes Schälchen durch die Oeffnung fällt, während der Kork mit einem kurzen Röhre von dünnem Bleiblech ausgekleidet wird, durch welches man zuletzt das Chlorcalciumrohr langsam wieder herauszieht, um es von dem entgegengesetzten Ende der Durchbohrung her wieder in den Kork einzusetzen. Hierbei kann es geschehen, dass die Bleiplatte wieder losgestossen wird; in welchem Falle man eine neue Verbleiung vornehmen muss. Bei vorsichtiger Behandlung aber lässt sich die Chlorcalciumröhre sehr gut so einbringen, dass sie von dem kurzen Bleiröhre gänzlich umschlossen bleibt. Nach dem Einbringen in die Verbrennungsröhre ist der Kork nirgends in Berührung mit den aus der Röhre strömenden Gasen und Dämpfen. Letztere können nur Glas oder Blei berühren und der Kork kann so wenig als ein massiv metallenes Wasserdämpfe absorbiren. Eben so wenig kann aber auch bei der scharfen Anpressung des Bleies an das Glas Feuchtigkeit aus dem Korne in die Röhren treten.

Zur Aufnahme der Kohlensäure dient der gewöhnliche Liebig'sche Apparat, hinter welchem noch ein mit Kalkstücken angefülltes Uförmiges Rohr angebracht ist, um die durch den

trocknen Luftström aus der Kalklauge fortgeführten Wasserdämpfe zu verdichten. An dieses Rohr wird zuletzt noch ein ungewogenes Kalbrohr angebunden, um durch Saugen den Schluss des Apparates prüfen zu können und den Einfluss der äussern Luft auf die Condensatoren zu verhindern.

Die Leitung der Verbrennung unterliegt keinen Schwierigkeiten und kommt mit der bei Anwendung von Kohlenfeuer überein. Man erhitzt zuerst den vordern Theil der Röhre, worin sich reines Kupferoxyd befindet, zum Glühen, stellt dann einen brennenden Docht unter den hintern Theil der Röhre, worin sich ebenfalls reines Oxyd befindet, und lässt zugleich einen schwachen Sauerstoffstrom durch die Röhre gehen, wobei man sich von der Trockenheit des Kupferoxyds überzeugt. Allmählig erhitzt man durch Verschiebung des einen Dochtes und allmählig Einsetzung neuer die Mischung der verbrennlichen Substanz mit dem Kupferoxyde, während nicht mehr Sauerstoff durch den Apparat strömt, als erforderlich ist, um das Zurücktreten von Wasser und Kohlensäure in die Trockenröhren zu verhüten. Erst nachdem eine gewisse Menge von Kupfer reducirt worden ist, verstärkt man den Strom, der indessen nie so stark werden darf, dass freies Sauerstoffgas durch den Apparat hindurchströmen könnte. Das Gas wird, nachdem der Versuch einige Zeit gedauert hat, vollständig absorbirt. Wenn die Röhre in ihrer ganzen Länge glüht und keine Gasentwicklung mehr stattfindet, wird der Sauerstoffstrom verstärkt. Man sieht das reducirte Kupfer verbrennen, wobei bisweilen wieder eine schwache Gasentwicklung beginnt, indem noch unverbrannte Theile der Substanz jetzt erst vollständig verbrennen. Sobald alles Kupfer verbrannt ist und freier Sauerstoff aus dem Apparate ausströmen beginnt, schliesst man das Sauerstoffgasometer, löscht die Lampe aus und lässt zur Verdrängung des im Apparate enthaltenen Sauerstoffgases einen langsamen Strom atmosphärischer Luft durch den Apparat streichen, den man etwa eine Viertelstunde oder länger bis zur vollständigen Erkaltung der Condensatoren anhalten lässt.

Die Verbrennung flüssiger Körper im Sauerstoffstrom unterliegt in der Regel keinen Schwierigkeiten. Man bringt sie in kleinen zugeblasenen Röhren von dünnem Glase in die Röhre, die man durch gelinde Erwärmung sprengt. Hierbei hat man nur darauf zu sehen, dass die Röhren vollständig gefüllt sind,

damit sie durch die Ausdehnung der Flüssigkeit und nicht erst durch die Bildung von Dämpfen gesprengt werden. Im ersten Falle geht die Zersprengung ganz leicht und ohne merkliche Dampfentwicklung vor sich. Für sehr flüchtige Flüssigkeiten, z. B. Aether, eignet sich der Apparat nicht. Bei der Verbrennung solcher Körper im Sauerstoffstrome können leicht Detonationen eintreten, und wenn diese auch nicht so stark sind, um die Röhren zu sprengen, so können sie doch leicht ein Misslingen des Versuches herbeiführen. Auch bedarf es überhaupt bei Körpern dieser Art, die gewöhnlich zu den leichtverbrennlichen gehören, der Anwendung des Sauerstoffes nicht. Bei der Verbrennung schwerer flüchtiger Körper, Naphtalin, Benzin, Nelkenöl u. s. w., haben wir nie Detonationen bemerkt.

Weiche Körper und zähe Flüssigkeiten, z. B. Wachs, fette Oele u. s. w., verbrennt man am besten in offenen Schiffschen. Die Leitung der Verbrennung ist jedoch in diesem Falle schwieriger als bei Substanzen, die man mit dem Oxyde mengen kann.

Wir haben oben als einen Vortheil der Verbrennung im Sauerstoffapparate die Schnelligkeit hervorgehoben, mit welcher die Operation ausgeführt werden kann. In der That bedarf nur die erste mit einer neuen Röhre ausgeführte Verbrennung aller angegebenen Manipulationen. Nachdem die erste Verbrennung beendet und der Chlorcalciumapparat abgenommen worden ist, verschliesst man die Verbrennungsröhre mit einem verbleiten Kork und kann sofort zur Einbringung einer neuen Substanz schreiten, da die Röhre nun bloß geglühtes Kupferoxyd enthält.

Schliesslich wollen wir bemerken, dass der beschriebene Verbrennungsapparat von den HHrn. Lühme u. Comp. in Berlin, so wie vom Mechanikus Müller in Leipzig (blauer Hecht) auf Bestellung geliefert wird.

## XXV.

*Beschreibung einiger neuer organischer Basen, dargestellt durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf Verbindungen der Kohlenwasserstoffe mit Untersalpetersäure.*

Von

Dr. N. ZININ.

(*Bullet. scient. de St. Pétersb. T. X. No. 18.*)

Die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf die Verbindungen der zusammengesetzten Radicale ist noch sehr we-

nig untersucht. Die Aufmerksamkeit der Chemiker war nur auf den Vorgang dieser Einwirkung, — auf die Veränderung der Zusammensetzung der Verbindungen, die der Einwirkung ausgesetzt waren, — gerichtet; man wandte den Schwefelwasserstoff an als einen Körper, der den anderen ihren Sauerstoff zu entziehen, oder ihn durch seinen Wasserstoff zu ersetzen vermag. Die Aufgabe aber, den Charakter zu bestimmen, welchen die verschiedenen Gruppen der Körper nach der Veränderung ihrer Zusammensetzung durch den Schwefelwasserstoff annehmen, ist unaufgelöst geblieben. Ich habe daher versucht, die Frage, wenigstens für einige Gruppen der Körper, zu beantworten. Bis jetzt war es mir nur möglich, die Veränderung des Charakters der Körper, welche bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Kohlenwasserstoffe entstehen, wo die Aequivalente ihres Wasserstoffes durch eine gleiche Anzahl der Aequivalente der Untersalpetersäure ersetzt werden, zu bestimmen. Alle diese Körper geben, mit Schwefelwasserstoff behandelt — unter Verlust ihres Sauerstoffes — schwefelfreie organische Basen, welche schwächer sind als Ammoniak. In diesem Artikel werden die Eigenschaften und die Darstellungsweise dieser Basen und ihrer Salze, so wie auch ihre merkwürdige Zusammensetzung angegeben.

Die Versuche von Laurent haben uns gezeigt, dass bei der ersten Einwirkung der Salpetersäure auf Naphtalin hauptsächlich eine besondere indifferente, aus alkoholischer Lösung in feinen gelben Nadeln krystallisirende Verbindung, *Nitronaphtalase*, entsteht, welche sich wenig in Wasser löst, in Weingeist und Aether aber ziemlich leicht löslich ist. Nimmt man eine weingeistige Auflösung der Nitronaphtalase und leitet Schwefelwasserstoff in dieselbe, indem man sie etwas erwärmt, so bemerkt man, dass beim Röhlich-Grünelwerden der lichtgelben Flüssigkeit sich in derselben Schwefelkrystalle absetzen. Giesst man nach einiger Zeit die Auflösung von dem sich gebildeten Niederschlage und destillirt den Weingeist ab, so scheidet sich aus der Flüssigkeit ein dickes schmutzig-grünes Oel, das beim Abkühlen zu einer krystallinischen Masse erstarrt. In der Flüssigkeit bilden sich mit der Zeit feine Nadeln von demselben Körper, denn er ist etwas löslich, auch in ganz schwachem Weingeist. Dieser Körper, den ich *Naphtalidam* zu nennen vorschlage, wird weit leichter und in beliebiger



Menge in einer kürzern Zeit erhalten, wenn man 1 Theil Nitronaphthalase in ungefähr 10 Th. starken Weingeist legt, die Flüssigkeit mit Ammoniak sättigt, wobei der unauflösl. geliebene Antheil der Nitronaphthalase sich entweder ganz oder nur zum Theil löst, und dann mit Schwefelwasserstoff behandelt. Ist die ganze Quantität Nitronaphthalase aufgelöst und hat die Flüssigkeit eine dunkle, schmutzig gelblich-grüne Farbe erhalten, so läßt man sie einen Tag hindurch stehen; es setzt sich etwas Schwefel in nadelförmigen Krystallen ab, der Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwindet fast vollkommen und ein starker Geruch nach Ammoniak wird wahrnehmbar. Destillirt man jetzt etwas Weingeist ab, so scheidet sich eine grosse Menge Schwefel aus und man kann die Destillation weiter nicht fortsetzen, denn durch das starke Stossen wird die Masse aus der Retorte angeschleudert; daher muss man die Flüssigkeit erkalten lassen, von dem Schwefel abgiessen und von Neuem einen Theil Weingeist abdestilliren, so lange der ab. absetzende Schwefel es gestattet, dann wieder absetzen lassen, von dem Schwefel abgiessen und dieselbe Operation so oft wiederholen, bis sich kein Schwefel mehr abscheidet. Jetzt destillirt man so lange, bis die Flüssigkeit in der Retorte sich in 2 Schichten theilt; die untere Schicht ist das unreine Naphthalidam, die obere eine Auflösung desselben in schwachem Weingeist.

Naphthalidam ist eine starke organische Base, es verbindet sich mit allen Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren; in diesen Verbindungen kann die Säure und die Base ersetzt werden. In der Flüssigkeit, die man bekommt durch das Sättigen der weingeistigen Auflösung der Nitronaphthalase mit Ammoniak und mit Schwefelwasserstoff ist Schwefelwasserstoff - Naphthalidam enthalten; bei der Destillation der Auflösung zersetzt sich das Salz. Man kann also das Naphthalidam auf die folgende Art rein darstellen: Zu der im Vorhergehenden benannten Auflösung wird Schwefelsäure hinzugefügt, wobei sich bei dem starken, durch die Entwicklung des Schwefelwasserstoffes verursachten Aufbrausen nebst schwefelsaurem Ammoniak auch Schwefel abscheidet; setzt man noch Schwefelsäure zu, so erstarrt die ganze Flüssigkeit zu einer breiartigen Masse durch die Bildung des schwefelsauren Naphthalidams, welches ziemlich schwer

löslich ist, in Wasser wie auch in Weingeist. Das Salz wird durch zwei- oder dreimaliges Umrösten, am besten am Weingeist, gereinigt. Die wässrige Auflösung desselben wird hierauf mit Ammoniak übersättigt; hierdurch entsteht eine merkwürdige Trübung, welche nach einigen Minuten verschwindet, und es erfüllt sich die ganze Flüssigkeit mit seidenglänzenden feinen weissen, fast zusammengedrückten Nadeln, welche das reine Naphthalidam darstellen. Diese Substanz schmilzt bei  $59^{\circ}\text{C}$ ., kocht ungefähr bei  $300^{\circ}$  und destillirt ohne Zersetzung; man kann es also aus dem unreinen Producte, das im Vorhergehenden beschrieben ist, durch Destillation vollkommen rein darstellen. Naphthalidam destillirt leicht und geht als eine klare, aschwarzgelbliche Flüssigkeit in die Vorlage über. Ein Tropfen dieser Flüssigkeit, den man auf ein Uhrglas fallen lässt, erstarrt manchmal lange nicht, wird aber bei der Berührung augenblicklich fest, so wie auch bei der Abkühlung auf  $0^{\circ}$ , und stellt dann eine weisse gelbliche krystallinische Masse dar. In Berührung mit der atmosphärischen Luft färbt sich das Naphthalidam violett, indem es wahrscheinlich Sauerstoff aufnimmt; diese Veränderung des Naphthalidams geht weit schneller vor sich, wenn der Körper im flüssigen Zustande in Berührung mit der Luft gelassen wird; deswegen muss man das Naphthalidam gleich nach der Destillation auf  $0^{\circ}$  abkühlen, damit es so schnell wie möglich erstarrt, und in hermetisch verschlossenen Gefässen aufbewahren.

Das Naphthalidam hat einen eigenthümlichen starken unangenehmen Geruch und einen starken bittern heissenden Geschmack; es ist fast unlöslich in Wasser, äusserst leicht löslich in Weingeist und Aether. Versetzt man die weingeistige, nicht zu concentrirte Auflösung des Naphthalidams mit Wasser, so wird sie milchig und lässt Naphthalidam in Nadeln absetzen. Beim langen Aufbewahren des Naphthalidams in verschlossenen Gefässen bei  $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ . sublimirt es sich, denn man findet den obern Theil des Gefässes mit schönen langen schmalen Blättchen erfüllt, die sehr dünn, blass und durchsichtig sind. Naphthalidam reagirt nicht alkalisch auf Lakmuspapier; aus seinen Salzen wird es durch Ammoniak abgeschieden; beim Erhitzen auf einem Platinbleche brennt es mit gelber, stark rauchender Flamme und hinterlässt viel Kohle; es verbindet sich

mit allen Säuren zu weissen, meistens leicht krystallisirbaren Salzen; die Salze mit Sauerstoffsäuren enthalten 1 Aeq. Wasser, welches man, ohne das Salz zu zerstören, nicht abschleiden kann; die Salze mit Wasserstoffsäuren sind wasserfrei. Mit Platinchlorid verbindet sich das Naphtalidam zu einem schwerlöslichen Doppelsalze; mit Quecksilberchlorid ebenfalls; mit Jod scheint es auch Verbindung einzugehen. Das destillirte, das aus seinen Auflösungen krystallisirte, so wie auch das aus den Auflösungen seiner Salze durch Ammoniak präcipitirte Naphtalidam hat gleiche Zusammensetzung.

0,841 Gr. des destillirten Naphtalidams, mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 0,203 Wasser und 1,0433 Kohlensäure; diess entspricht 6,61 p.C. Wasserstoff und 83,84 p.C. Kohlenstoff, das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu 75 angenommen.

0,843 Gr. des krystallisirten und im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrockneten Naphtalidams, ebenfalls mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 0,201 Wasser und 1,0565 Kohlensäure; diess entspricht 6,51 p.C. Wasserstoff und 84,00 p.C. Kohlenstoff.

0,361 Gr. des durch Ammoniak aus der sublimirten salzsäuren Verbindung präcipitirten und im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrockneten Naphtalidams, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, gaben 0,2312 Wasser und 1,1105 Kohlensäure; diess entspricht 6,40 p.C. Wasserstoff und 83,90 p.C. Kohlenstoff.

0,5353 Gr. des destillirten Naphtalidams gaben 38,04 Ch.C. N bei 0° und 760 Mm.; diess entspricht 9,01 p.C. Stickstoff.

0,543 Gr. der Substanz, nach der Methode von Wille und Varrontrapp verbrannt, gaben 0,8360 Platinsalmiak; diess entspricht 9,62 p.C. Stickstoff.

Wird das einfachste Verhältniss der Atomenanzahl genommen, so findet man, dass der Körper besteht aus:

	Ber.	Gef.					
		I.	II.	III.	IV.	V.	
C <sub>20</sub> =	1500,00	83,82	83,84	84,00	83,90	—	—
H <sub>16</sub> =	112,50	6,28	6,61	6,51	6,40	—	—
N <sub>2</sub> =	177,04	9,90	—	—	—	9,01	9,62
	1789,54	100,00					

Naphtalidam ist folglich eine sauerstofffreie Base. In concentrirter Schwefelsäure (1,85 spec. Gewicht), bei geringem

**Eigenschaften.** Löst sich das Naphtalidam zu einer klaren Flüssigkeit, die selbst beim Abkühlen unter 0° keine Krystalle giebt; versetzt man aber die Auflösung mit Wasser, so erfüllt sie sich mit einer so grossen Menge von weissen schuppigen Krystallen, dass sie fest wird. Das durch dieses Verfahren oder durch das Auflösen des Naphtalidams in kochender verdünnter Schwefelsäure und Abkühlen der Auflösung dargestellte schwefelsaure Salz ist in weissen silberglänzenden Schüppchen krystallisirt, hat den Geruch und den Geschmack der Base in höherem Grade, reagirt sauer, ist schwer löslich in kaltem Wasser und Weingeist; in kochendem Weingeist löst es sich langsam, aber in ziemlich grosser Menge, so dass eine gesättigte Auflösung beim Erkalten zu einer festen Masse erstarrt. In trockenem Zustande verändert sich das Salz auch in Berührung mit der Luft nicht; nass oder in Auflösung der Luft ausgesetzt, wird das Salz, eben so wie die Base, roth; die Auflösung des Salzes färbt die Haut erst dunkelroth, dann braun. Beim Erhitzen in der Retorte schmilzt das Salz und zersetzt sich unter Entwicklung schwefliger Säure; ein Theil der Base mit etwas Wasser geht in die Vorlage über und in der Retorte bleibt eine poröse leichte glänzende Kohle. In der Temperatur des siedenden Wassers zerfällt das Salz zu einem leichten mehrlartigen matten Pulver. Die wässrige Auflösung des Salzes wird durch eine Auflösung des Chlorbaryums gefällt.

0,3835 Gr. des getrockneten Salzes gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0,203 Wasser und 0,8705 Kohlensäure; dies entspricht in 100 Th. 5,88 p.C. Wasserstoff und 61,90 Kohlenstoff.

0,3525 Gr., mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, lieferten 0,187 Wasser und 0,806 Kohlensäure; dies giebt in 100 Th. 5,89 p.C. Wasserstoff und 62,10 p.C. Kohlenstoff.

0,700 Gr. des Salzes gaben, nach der Liebig'schen Methode verbrannt, 36,28 Cb. C. Stickstoff bei 0° und 760 Mm.; dies entspricht 6,57 p.C. Stickstoff.

0,647 Gr. gaben 32,6 Cb. C. Stickstoff bei 0° und 760 Mm.; folglich 6,42 p.C. Stickstoff.

0,4177 Gr. des Salzes, mit Salpeter und kohlensaurem Natrium verpufft, gaben 0,257 schwefelsauren Baryt; folglich 8,48 p.C. Schwefel.

0,500 Gr., mit Chlorbaryum gemischt, lieferten 0,307 Gramm Schwefelsäure Baryt; dies entspricht 8,99 p. C. Schwefel.

Die Zusammensetzung dieses Salzes kann also durch folgende Formel ausgedrückt werden:

	Ber.	Gef.	
		I.	II.
C <sub>20</sub> = 1500,00	62,42	61,90	62,10
H <sub>20</sub> = 125,00	5,20	5,88	5,89
N <sub>2</sub> = 177,04	7,36	6,57	6,42
S = 201,16	8,36	8,48	8,29
O <sub>4</sub> = 400,00	16,66	17,17	17,50
	2403,80	100,00	100,00

Das Salz enthält also auf 1 Aeq. Base 1 Aeq. Schwefelsäure und 1 Aeq. Wasser, was der Zusammensetzung der Salze aller organischen Basen analog ist.

Mit einer wässrigen Auflösung der nicht geglähten Phosphorsäure erstarrt selbst die schwache Auflösung des Naphthalidams in Weingeist zu einer Masse von feinen nadelförmigen Krystallen; diese sind leicht löslich in kochendem Weingeist und Wasser; aus der weingeistigen Auflösung krystallisiert das Salz unverändert; das aus der wässrigen Auflösung krystallisierte stellt eine Masse von weissen silberglänzenden Schüppchen dar. An der Luft wird dieses phosphorsäure Salz noch schneller roth als das schwefelsäure.

Die weingeistige Auflösung der geglähten Phosphorsäure giebt in der weingeistigen Auflösung des Naphthalidams einen weissen pulverförmigen Niederschlag, welcher äusserst schwer löslich in Weingeist und in Wasser ist.

In schwacher, von salpetriger Säure freier Salpetersäure löst sich das Naphthalidam beim Kochen zu einer farblosen oder schwach röthlichen Flüssigkeit auf; aus der abgekühlten Auflösung krystallisiert das salpetersäure Naphthalidam in kleinen glänzenden Schüppchen. In starker Salpetersäure, besonders wenn sie salpetrige Säure enthält, verwandelt sich das Naphthalidam in ein braunes Pulver, das sich leicht in Weingeist zu einer röthlichen oder violettrothen Flüssigkeit auflöst. Nach dem Abdampfen der Auflösung bleibt das dunkelbraune Pulver unverändert zurück, auch bilden sich manchmal goldkaferfarbige, dem Morozid ähnliche Krystalle, die nach dem Abdampfen der Flüssigkeit mit dem braunen Pulver vermengt bleiben. Das braune

Pulver ist fast unlöslich in Wasser. Salpetersäure färbt alle Salze des Naphtalidams dunkelviolettroth und verwandelt sie zuletzt in das braune Pulver.

Mit Oxalsäure giebt das Naphtalidam zwei Salze. Das eine krystallisirt in Häufchen von weissen matten Wäzchen, ist löslich in Weingeist und in Wasser, zersetzt sich bei der trocknen Destillation und giebt ein bräunlich-gelbes Pulver; in Wasser ist das Pulver unauf löslich; aus der weingeistigen Auflösung setzt es sich unverändert ab.

0,367 Gr. des Salzes gaben 0,1614 Wasser und 0,8368 Kohlen säure, folglich in 100 Th. 4,88 p.C. Wasserstoff und 69,16 p.C. Kohlenstoff; die Formel



giebt 4,71 p.C. Wasserstoff und 61,77 p.C. Kohlenstoff.

Das zweite Salz krystallisirt in schmalen dünnen silberglänzenden Blättchen, die sich sternförmig vereinigen. 0,333 Gr. des im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrockneten Salzes gaben 0,160 Wasser und 0,8075 Kohlen säure; dies entspricht 5,33 p.C. Wasserstoff und 66,13 p.C. Kohlenstoff. Die Formel  $C_{20}H_{18}N_2 + C_2O_3 + 2aq$  giebt 5,57 p.C. Wasserstoff und 66,96 p.C. Kohlenstoff.

Das salzsaure Naphtalidam ist ziemlich leicht löslich in Wasser, noch leichter aber in Weingeist und Aether; aus einer wässrigen Auflösung krystallisirt es in feinen asbestähnlichen Nadeln. Das Salz ist leicht sublimirbar und wird auf folgende Weise vollkommen rein dargestellt: man versetzt eine concentrirte Auflösung des Naphtalidams in Weingeist mit concentrirter Salzsäure im Ueberschusse; die Mischung erstarrt zu einer weissen festen Masse; man presst diese zwischen Fliespapier und befreit sie sorgfältig von Feuchtigkeit und überflüssiger Salzsäure im luftleeren Raume über Schwefelsäure und Aetzkalk; jetzt sublimirt man das erhaltene trockne Salz in einem gewöhnlichen Becherglase im Oelbade. Die Sublimation geht leicht bei einer Temperatur von ungefähr 200°; es zersetzt sich dabei nur ein unbedeutender Theil des Salzes. Das sublimirte Salz stellt eine leichte wollige Masse von weisser Farbe, bestehend aus feinen Nadeln, dar. In diesem Zustande verändert es sich nicht an der Luft; feucht oder in Auflösung wird es jedoch schneller als das schwefelsaure Salz

roth. Aus dem Weingeist krystallisirt das salzsaure Naphtalidam in kleinen glänzenden Schüppchen, dem schwefelsauren Salze ähnlich.

0,2581 Gr. des sublimirten Salzes, mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 0,1365 Wasser und 0,6257 Kohlensäure; dies entspricht in 100 Th. 5,87 p.C. Wasserstoff und 66,13 p.C. Kohlenstoff.

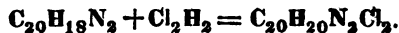
0,3339 Gr. des sublimirten Salzes gaben 0,1687 Wasser und 0,8153 Kohlensäure, folglich in 100 Th. 5,61 p.C. Wasserstoff und 66,59 p.C. Kohlenstoff.

0,3608 Gr. des sublimirten Salzes gaben, mit reinem Aetzkalk und Kupferoxyd verbrannt, 0,2784 Chlorsilber, folglich enthält das Salz 19,03 p.C. Chlör.

Die Zusammensetzung des Salzes wird nach den angeführten Analysen durch folgende Formel ausgedrückt:

	Ber.	Gef.	
		I.	II.
$C_{20} =$	1500,00	66,82	66,12
$H_{20} =$	125,00	5,56	5,87
$N_2 =$	177,04	7,91	—
$Cl_2 =$	442,65	19,71	19,03
	<b>2244,69</b>	<b>100,00.</b>	

Das Salz besteht also aus 1 Aeq. Base und 1 Aeq. Salzsäure:



Eine weingeistige Auflösung des Sublimats giebt in einer ebenfalls weingeistigen von Naphtalidam oder von einem Salze dieser Base einen gelblichen käseartigen Niederschlag, der in kaltem Weingeist schwer löslich ist; in heissem löst er sich aber vollständig und fällt beim Abkühlen krystallinisch heraus.

Mit Platinchlorid verbindet sich das salzsaure Naphtalidam ebenfalls. Giesst man zu der spirituösen Auflösung des salzsauren Naphtalidams eine Auflösung von reinem Platinchlorid, so färbt sich die Flüssigkeit erst grün, dann setzt sich in derselben ein krystallinisches bräunlich-grüngelbes Pulver ab. Es ist schwer löslich in Wasser, noch schwerer in Weingeist und Aether; krystallisirt aus einer heissen Auflösung beim Abkühlen derselben unverändert. Um das Atomgewicht des Naphtalidams zu controliren, wurde das sorgfältig mit Weingeist

und Aether ausgewaschene und bei 100° getrocknete Pulveranalyseart.

0,360 Gr. des Pulvers hinterlassen nach sorgfältigem Glühen 0,931 Platin; daraus berechnet man das Atomgewicht des Naphtalidams zu 1797,59; die Formel  $C_{20}H_{18}N_2$  giebt 1789,54.

Was die Einwirkung des Chlors betrifft, so verhält sich das Naphtalidam auch wie die übrigen organischen Basen. Bei der gewöhnlichen Temperatur wird das Naphtalidam von trockenem Chlorgase nicht verändert; erwärmt man aber den Körper, bis er schmilzt, so findet eine heftige Einwirkung statt: ein Theil des Naphtalidams verwandelt sich in einen gelblich-braunen harzigen Stoff; die dabei gebildete Salzsäure verbindet sich mit dem unzersetzten Theile des Naphtalidams zu salzsaurem, welches man in dem obern Theile des Gefäßes sublimirt findet.

Leitet man Chlorgas in eine wässrige Auflösung des salzsauren Naphtalidams, so färbt sie sich violettroth und dann scheidet sich ein braunes Harz ab. Bei dem freiwilligen Verdampfen der stark sauer gewordenen Flüssigkeit krystallisirt aus derselben eine goldgelbe Verbindung in langen durchsichtigen Nadeln. Die Bildung des Salmiaks bei der Einwirkung des Chlors auf Naphtalidam ist nicht wahrgenommen.

Sättigt man eine weingeistige Auflösung des durch Destillation gereinigten Nitrobenzids mit Ammoniak und behandelt dann die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff, so lässt sie erst Schwefelkrystalle absetzen und erstarrt darauf beim langen Stehen und Abkühlen auf 0° fast ganz zu einer Masse von feinen gelben Nadeln, welche scharf starkbeissend schmecken und sich leicht in Weingeist und Wasser lösen. Wird die Flüssigkeit sammt dem Niederschlage einen Tag hindurch sich selbst überlassen, dann gekocht, von dem sich ausgeschledenen Schwefel abgossen und destillirt, wobei man so verfahren muss, wie es bei der Beschreibung der Darstellung des Naphtalidams angegeben ist, so setzt sich zuletzt aus dieser Flüssigkeit ein gelbes schweres, nicht unangenehm, dem Benzin ähnlich riechendes Oel ab. Dieses Oel wird von der darüber stehenden Flüssigkeit getrennt und für sich destillirt. Das erhaltene Destillat stellt ein öliges Liquidum dar; es ist gelblich von Farbe, schwerer als Wasser, unlöslich in demselben; mit Alkohol und



Aether in allen Verhältnissen mischbar; destillirt unverändert bei ungefähr 200°; wird, in Berührung mit der atmosphärischen Luft aufbewahrt, nach einiger Zeit, von starker Salpetersäure aber augenblicklich roth gefärbt; schmeckt ziemlich scharf, bissend, riecht eigenthümlich; verbindet sich mit allen Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren (die daraus entstehenden Verbindungen sind meistens krystallisirbar und der doppelten Zersetzung fähig), unter denen die mit Sauerstoffsäuren 1 Aeq. Wasser enthalten, die mit Wasserstoffsäuren aber wasserfrei sind. Mit Platinchlorid giebt der ölige Körper ein bräunlich-gelbes, schwer in Weingeist und in Wasser lösliches Pulver. Mit Quecksilberchlorid bekommt man auch eine krystallinische Verbindung. Das Oel ist also eine neue organische Base; ich nenne sie ihrer Zusammensetzung und der Analogie mit Naphtalidam wegen *Benzidam*.

0,282 Gr. des sorgfältig gereinigten Körpers gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0,1964 Wasser und 0,7076 Kohlenäure; dies entspricht 7,73 p.C. Wasserstoff und 77,11 p.C. Kohlenstoff.

0,321 Gr. des Benzidams, ebenfalls mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 0,2389 Wasser und 0,909 Kohlenäure, folglich in 100 Th. 7,50 p.C. Wasserstoff und 77,23 p.C. Kohlenstoff.

0,310 Gr. des Benzidams, nach der Methode von Will und Varrentrapp verbrannt, lieferten 0,725 Platinammiak; dies entspricht 46,03 Stickstoff, folglich in 100 Th. 14,84 p.C. Stickstoff.

Nimmt man das einfachste Verhältniss der Atomenanzahl, so wird darnach die Zusammensetzung der Base durch folgende Formel ausgedrückt werden können:

	Ber.	Gef.			
		I.	II.	III.	
C <sub>12</sub> =	900,00	77,41	77,11	77,23	—
H <sub>14</sub> =	87,50	7,36	7,73	7,50	—
N <sub>2</sub> =	177,04	15,23	—	—	14,84
	1164,54	100,00.			

Benzidam ist folglich eine sauerstofffreie Base. Sein schwefelsaures Salz, welches man durch Vermischen der concentrirten alkoholischen Auflösung des Benzidams mit starker Schwefelsäure, wobei das Gemisch zu einer weichen Masse von weisser Farbe erstarrt, krystallisirt aus Weingeist in feinen weissen

silberglänzenden Blättchen. Diese, dem Aeußern nach, sind den Krystallen des schwefelsauren Naphtalidams sehr ähnlich. Sie lösen sich in Weingeist und in Wasser sehr leicht auf, schmecken scharf, säuerlich bitter und besitzen den Geruch der Base; an der Luft werden sie rosenroth, besonders im feuchten Zustande; zersetzen sich bei der trocknen Destillation; beim Erhitzen auf Platinblech an der Luft verbrennen sie mit röthlicher russender Flamme und hinterlassen viel Kohle.

0,335 Gr. des Salzes gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0,1728 Wasser und 0,5984 Kohlensäure; dies entspricht in 100 Th. 5,90 p.C. Wasserstoff und 50,21 p.C. Kohlenstoff.

0,501 Gr. des Salzes gaben 0,4226 schwefelsauren Baryt, folglich enthält das Salz 28,99 p.C. Schwefelsäure. Hieraus berechnet man die Formel:

	Ber.	Gef.
$C_{12} = 900,00$	50,61	50,21
$H_{16} = 100,00$	5,62	5,90
$N_2 = 177,04$	—	—
$SO_3 = 501,16$	28,18	28,99
$O = 100,80$	—	—
<hr/>		
	1778,30	

Das Salz besteht also aus 1 Aeq. Base, 1 Aeq. Schwefelsäure und 1 Aeq. Wasser.

Die salzsaure Verbindung krystallisirt aus einer weingeistigen Auflösung in schönen weissen glänzenden Blättchen; sie ist leicht sublimirbar und wird auf dieselbe Art wie das salzsaure Naphtalidam vollkommen rein dargestellt. Das sublimirte Salz ist ein weisses lockeres Pulver, aus lauter kleinen Nadeln bestehend, schmeckt salzig bitter und schärfer als das schwefelsaure Salz, sublimirt unverändert und löst sich sehr leicht in Weingeist und in Wasser auf.

0,3029 Gr. gaben 0,1745 Wasser und 0,6100 Kohlensäure; dies entspricht 6,42 p.C. Wasserstoff und 55,08 p.C. Kohlenstoff.

0,413 Gr. des Salzes gaben 0,445 Chlorsilber, folglich enthält das Salz 26,58 p.C. Chlor. Diese Analysen entsprechen der Formel:

	Ber.	Gef.
$C_{12} = 900,00$	55,56	55,08
$H_{16} = 100,00$	6,17	6,42
$N_2 = 177,04$	—	—
$Cl_2 = 442,65$	27,32	26,58

---

1619,69.

Die bräunlich-gelbe Verbindung des salzsauren Benzidams mit Platinchlorid wurde sorgfältig mit einem Gemische von Weingeist und Aether ausgewaschen, bei 100° getrocknet und dann analysirt.

0,3475 Gr. der Verbindung hinterlassen nach sorgfältigen Glühen 0,1127 Platin; das Atomgewicht des Benzidams, daraus berechnet, ist 1228,83; die Formel  $C_{12}H_{14}N_2$  giebt 1164,54.

0,3942 Gr. der Verbindung gaben nach dem Glühen 0,1284 Platin, daraus berechnet man das Atomgewicht zu 1212,1.

Die übrigen Verbindungen des Naphtalins mit Untersalpetersäure geben auch eigenthümliche organische Basen; Nitronaphtalase z. B. giebt eine in feinen rothen Nadeln krystallisierende Base, welche sich mit Salzsäure zu einem weissen, in Schüppchen krystallisirenden Salze verbindet. Diese Basen, so wie auch einige andere Producte der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf verschiedene Körper, werde ich in einem andern Artikel abhandeln. Diesen aber endige ich mit der Beschreibung einer neuen Verbindung des Chlors mit Naphtalin. Behandelt man Chlornaphtalase mit concentrirter Schwefelsäure bei einer Temperatur von ungefähr 140°, so scheidet sich auf der Oberfläche der braun gewordenen Flüssigkeit ein klarer öliger Stoff aus, der beim Abkühlen zu einer festen wachsähnlichen Masse erstarrt. Die braune Flüssigkeit enthält eine eigenthümliche, Schwefel und Chlor (?) enthaltende Säure, die mit Baryt ein schwer lösliches krystallinisches Salz giebt \*). Der wachsartige Körper ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Weingeist, krystallisirt aus einer weingeistigen Auflösung in langen seidenglänzenden biegsamen Nadeln, welche knetbar wie Wachs und

---

\*) Die Eigenschaften und die Zusammensetzung dieser Säure, so wie auch der Producte der Einwirkung der Schwefelsäure auf Chlornaphtalase, behalte ich mir vor, in einer bald folgenden Abhandlung zu beschreiben.

geschmack- und geruchlos sind. Sie schmelzen bei  $74^{\circ}$ , kommen bei  $900^{\circ}$  im Kochen und destilliren unverändert über. Von einer wässrigen Auflösung des Aetzkalk's werden sie nicht angegriffen, von Kalilinctur werden sie aufgelöst, krystallisiren aber unverändert aus.

0,3288 Gr. des Körpers gaben 0,0683 Wasser und 0,637 Kohlensäure; diess entspricht 2,30 p.C. Wasserstoff und 52,42 p.C. Kohlenstoff.

0,358 Gr. gaben 0,0768 Wasser und 0,6833 Kohlensäure, folglich enthält der Körper in 100 Th. 2,43 H und 52,79 p.C.C.

0,407 Gr. lieferten 0,728 Chlorsilber; diess giebt 44,12 p.C. Chlor. Hieraus berechnet man die Formel:

	Ber.	Gef.
$C_{20} = 1500,00$	51,89	52,42
$H_{10} = 62,50$	2,16	2,30
$Cl_6 = 1327,95$	45,96	44,12

Dieser Körper würde nach der Nomenclatur von Laurent den Namen *Chlornaphtalisc* erhalten.

*Bemerkung zu vorstehender Abhandlung des Hrn. Zinin, von J. Fritzsche. (Ebend. S. 352.)*

Der höchst interessanten Abhandlung des Hrn. Zinin muss ich die Bemerkung nachschicken, dass die in derselben unter dem Namen *Benzidam* als neu bezeichnete Base nichts Anderes ist als *Anilin*. In seinen Eigenschaften sowohl als auch in der Zusammensetzung und der Constitution der Salze stimmt das Benzidam so vollkommen mit dem Anilin überein, dass gar kein Zweifel über ihre Identität obwalten kann.

## XXVI.

### Ueber die Galle.

Im 20. Bande S. 73 dies. Journ. theilten wir einen Auszug der Arbeit über die Galle mit, welche Berzelius für die Bearbeitung seines *Lehrbuches* unternommen hatte. Die Arbeit konnte bis zur Herausgabe des Lehrbuches nicht vollendet werden. Der Verf. hat aber später die Versuche fortgesetzt und

dabei verschiedene neue Ansichten gewonnen und anders be-  
richtet. Die Resultate der ganzen Untersuchung liegen jetzt in  
einer umfassenden Abhandlung, in den *Kongl. Vetensk. Akad.  
Handl.* 1841. p. 1 vor, von welcher die *Ann. der Chem.*  
Juli 1842 eine Uebersetzung liefern. Um wenigstens die Haupt-  
resultate der neuen Untersuchung in diesem Journal nicht feh-  
len zu lassen, theile ich in Folgendem ein Bruchstück aus  
dem von Berzelius bearbeiteten Artikel „*Galle*“ des *Hand-  
wörterbuches der Physiologie*, herausg. von Wagner, Bd. I.  
516 mit. Nachdem der Verf. das Historische unserer Kennt-  
nisse über die Galle dargestellt und die Widersprüche zwischen  
den Resultaten der neuesten Untersuchungen hervorgehoben hat,  
fährt er fort, wie folgt:

Diese Angaben veranlassten mich, eine neue Analyse der  
Galle vorzunehmen \*), deren Resultate ich nun in der Kürze  
mittheilen will. Nach dieser Untersuchung enthält die Galle als  
wesentlichsten und grössten Bestandtheil einen eigenthümlichen,  
in Wasser leicht löslichen, bitter schmeckenden Körper, wozu  
ocher eine ungewöhnlich grosse Neigung hat, unter gewissen  
Umständen metamorphosirt zu werden, unter Erzeugung von  
Taurin, Ammoniak und zwei harzähnlichen Säuren, welche sich  
mit dem unzerstörten Theile davon zu einem sauren Körper  
vereinigen, der mit Basen Verbindungen eingeht, ohne dass je-  
ner eigenthümliche Stoff davon ausgeschieden wird. Diesen Stoff  
nenne ich *Billa*. Er macht die Hauptmasse von Thénard's  
Pikromel und Gmelin's Gallenzucker aus, dessen körnige Kry-  
stallisation von eingemengten Salzen herrührte.

Das *Billa* krystallisirt nicht, im reinen Zustande trocknet  
es zu einer durchsichtigen farblosen Masse ein. Gewöhnlich be-  
kommt man es gelblich, was jedoch von einer fremden gefärb-  
ten Einmischung herrührt. An einer warmen Stelle stehen ge-  
lassen, zerspringt es nach allen Richtungen, und bis zu 120° C.  
erhitzt, verliert es Wasser unter Aufblähen und verwandelt sich in  
eine weisse poröse, leicht pulverisirebare Masse. In feuchter Luft  
nimmt es leicht das verlorne Wasser wieder auf, geht dabei  
zusammen und wird allmählig wieder durchsichtig. Es hat kei-  
nen Geruch; wird aber eine concentrirte Lösung davon in der

\*) *Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar.* 1841. p. 1.

Wärme abgedampft, so riecht es wie gekochter Leim. Es schmeckt scharf bitter, hinterlässt aber auf dem hintern Theile der Zunge einen süßlichen lakrizartigen Nachgeschmack. Dieser süßliche Nachgeschmack ist nicht immer gleich. Vielleicht ist er dem Billa eigenthümlich, indessen kann er auch von einer andern, dem Billa fremden Materie, nämlich von *Glycerin* herrühren. Die Galle enthält nämlich ässaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, also saponificirtes Fett, und ist das von diesem abgesehene Glycerin in der Galle enthalten, so muss es bei dem Billa bleiben, aus dem es durch die zur Isolirung des Billa angewandten Methoden nicht abgesehieden werden kann. Das Billa enthält Stickstoff und giebt bei der trocknen Destillation Ammoniak. Es lässt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit klarer russender Flamme und Hinterlassung einer porösen Kohle. In Wasser und in wasserfreiem Alkohol ist es nach allen Verhältnissen löslich, in Aether ist es unlöslich. Es reagirt weder alkalisch noch sauer, bildet aber sowohl mit Säuren als mit Basen leicht lösliche Verbindungen. Die letzteren werden durch die Kohlensäure der Luft zersetzt. Seine Verbindung mit Alkali kann durch eine concentrirte Lösung sowohl von kaustischem als von kohlensaurem Alkali vollkommen ausgefällt werden. Dieser Umstand kann benutzt werden, um es von den in der Galle aufgelösten Salzen zu trennen, die dabei in der Flüssigkeit zurückbleiben und durch wiederholte Ausfällungen vollkommen abgesehieden werden können.

Das Billa hat eine grosse Neigung, Metamorphosen zu erleiden. Seine Lösung in Wasser kann nicht in der Wärme verdunstet werden, ohne dass es eine geringe Veränderung erleidet; es fängt dabei an, eine schwache Reaction auf freie Säure zu zeigen. Mineralsäuren und der in der Galle aufgelöste Schleim beschleunigen in der Wärme sehr bedeutend diese Veränderung. Durch die Einwirkung der Säuren entstehen in diesem Falle die Produkte, wie sie von Demarçay angegeben worden sind. Das Billa wird in zwei harzähnliche Säuren und in Taurin und Ammoniak verwandelt. Diese Säuren, die in ihren äusseren Eigenschaften grosse Aehnlichkeit mit einander haben, habe ich *Fellinsäure* und *Cholinsäure* genannt. In Wasser sind sie wenig oder nicht löslich; von Alkohol werden

sie nach allen Verhältnissen gelöst; in Aether ist die Fellinsäure sehr löslich, die Cholinsäure nur wenig löslich. Mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden bilden sie eigenthümliche Salze, von denen die mit den Alkalien in Wasser und Alkohol leicht löslich sind, den bitteren Geschmack der Galle haben, in Auflösung wie Seife schäumen und nach dem Verdunsten in Form von extractähnlichen Massen zurückbleiben. Die Erd- und Metallsalze sind in Wasser unlöslich oder sehr schwer löslich. Zur Trennung dieser Säuren wendet man am besten den Umstand an, dass der fellinsäure Baryt in Alkohol leicht löslich, der cholinsäure Baryt aber darin fast unlöslich ist. Indem diese Säuren bei der Metamorphose des Bilin entstehen, vereinigen sie sich mit einer Portion Bilin in der Art, dass das Bilin dann in ihre Salze mit übergeht. Diese sauren Verbindungen nenne ich *Bilifellinsäure* und *Bilicholinsäure*. Sie sind in Wasser löslich, werden aber daraus gefällt, wenn eine gewisse Menge einer Mineralsäure zugemischt wird; giesst man diese ab und mischt reines Wasser hinzu, so lösen sie sich wieder auf. Aether zieht daraus eine gewisse Menge Fellinsäure aus. Wird die rückständige, an Bilin reichere Masse in Wasser gelöst und mit Bleioxyd übersättigt, so bildet sich basisches bilifellinsaures und bilicholinsaures Bleioxyd, die sich in Gestalt einer pflasterähnlichen Masse abscheiden, während der Ueberschuss von Bilin frei in der Flüssigkeit bleibt. Dasselbe findet statt, wenn die Lösung in einem gewissen Verhältnisse mit Schwefelsäure vermischt wird. Die Bilifellinsäure fällt dann nieder und das Bilin bleibt mit der überschüssigen Schwefelsäure aufgelöst, von der es mittelst der kohlensauen Salze von Bleioxyd, Kalk oder Baryterde befreit wird. Die neutralen Verbindungen der Bilifellinsäure und der Bilicholinsäure mit Salzbasen sind in Wasser und Alkohol löslich und haben den bitteren Geschmack der Galle. Ihre Auflösung in Wasser schäumt beim Schütteln.

Das Gemenge dieser beiden bilinhaltigen Säuren macht Demarçay's Choleinsäure und die Hauptmasse in Thénard's Gallenharz aus.

Werden diese Säuren eine Zeit lang mit Salzsäure gekocht, so gehen sie in eine indifferente isomerische Modification über, unlöslich in Wasser und wenig löslich in Alkohol,

selbst in der Siedhitze, aus welchem letztern sie sich in Gestalt einer weissen pulverförmigen Substanz absetzen, die mit Salzbasen nicht verbindbar und in Kalihydrat nicht löslich ist. Ich habe sie *Dyalysin* genannt. Sie lassen sich aber in ihren feibern Zustand zurückführen, wenn sie mit einer Auflösung von Kalihydrat in Alkohol behandelt werden. Bei der Analyse der Galle erhält man sie zuweilen in einem andern indifferenten Zustande; sie sind dann leicht löslich in Alkohol, lassen sich aber nicht mit Alkali vereinigen, so lange dieses in Wasser gelöst ist, sondern nur dann, wenn man sie mit in Alkohol gelöstem Kalihydrat so lange digerirt, bis der meiste Alkohol verdunstet ist. Bilein im reinen Zustande wird nur unbedeutend beim Kochen mit Kalihydrat verändert; ich vermochte nicht, dasselbe auf diese Weise in Cholsäure zu verwandeln.

Ein anderer, nicht minder merkwürdiger Bestandtheil der Galle ist die Substanz, welche ihr die bräunlich-gelbe Farbe ertheilt und deren Reaction mit Salpetersäure so charakteristisch ist. Wird eine Flüssigkeit, worin sich diese Substanz aufgelöst befindet, mit Salpetersäure in allmählig zugesetztem Antheile vermischt, so nimmt die Flüssigkeit zuerst eine bläuliche Farbe an, dann wird sie grün, hierauf violett, roth und zuletzt gelb oder gelbbraun. Diese Reaction kann in der Galle hervorgebracht werden, allein bei ihrer Analyse lässt sich keine besondere Substanz abcheiden, welche diese Reaction giebt, da der Körper bei den analytischen Processen metamorphosirt wird. Gleichwohl findet man ihn zuweilen in Gestalt eines gelben Pulvers in der Galle aufgeschlämmt, oder er hat sich in der Gallenblase angesammelt und hat eine Concretion oder einen sogenannten Gallenstein gebildet, der dann mit Salpetersäure die erwähnte specifische Reaction hervorbringt. Hierdurch war es möglich, die Eigenschaften dieser Substanz in isolirter Form kennen zu lernen. Ich schlage dafür den Namen *Cholepyrrhin* vor.

Dasselbe ist ein in den meisten Flüssigkeiten wenig löslicher Körper von schön rothgelber Farbe, die besonders beim Zerreiben zum Vorschein kommt. Es ist geschmack- und geruchlos, es enthält Stickstoff in seiner Zusammensetzung und giebt bei der trocknen Destillation Ammoniak. Wasser wird dadurch blaugelb gefärbt, indem es höchst wenig davon auflöst; Alkohol löst etwas mehr, jedoch immer nur sehr unbedeutend.



Am besten löst es sich in einer Laugé von kauslischem Kali oder Natrium. Ammoniak wirkt wenig darauf. In dieser Auflösung absorhirt es Sauerstoff aus der Luft, wobei die gelbe Flüssigkeit allmählig grün wird. Von Säuren wird es aus dieser Lösung, gleich viel, ob sie noch gelb oder schon grün war, in grünen Flocken gefällt, welche alle Eigenschaften vom Blattgrün oder Chlorophyll haben. Ich habe es in diesem Zustande *Biliverdin* genannt. Es ist nun kein Cholepyrrhin mehr, sondern ein Veränderungsproduct davon. Natürlicher Weise ist das Biliverdin nicht das einzige Product dieser Metamorphose, aber die übrigen sind noch nicht bekannt. In der Galle wird es im Entstehungszustande in dem alkalischen Bilkali aufgelöst, und wird es in grösserer Menge abgesondert, als dem Lösungsvermögen der Galle entspricht, so wird diese dadurch trübe und es sammelt sich zuletzt zu einer einzigen Masse an, unterscheidbar von aus anderen Materialien gebildeten Gallensteinen durch die schöne rothgelbe Farbe, die es beim Zerreiben annimmt. Wenn Galle allmählig grün wird, so beruht diess auf der Metamorphose des Cholepyrrhins und der Bildung von Biliverdin. Diese Metamorphose geht zuweilen schon in dem thierischen Körper vor sich, und bei gewissen Thieren ist die Galle stets grün, wenn sie aus der Gallenblase entleert wird.

Der Schleim ist ein dritter Bestandtheil der Galle, welcher in physiologischer Hinsicht besondere Aufmerksamkeit verdient. Er wird wahrscheinlich erst nach der Absonderung der Galle derselben aus den Gallengängen und der Gallenblase beigemischt. Ein Theil des Schleimes ist in der Galle nur aufgequollen enthalten, erfüllt sie aber so ganz, dass sie fadenziehend fliesst und dass der obere Theil eines solchen Fadens, der sich im Flüssen getrennt hat, sich auf sich zurückzieht. Dieser Theil des Schleimes kann jedoch durch Seifen abgeschieden werden und bleibt auf dem Seifentuche zurück. Die gesunde Galle fliesst nicht mehr fadenziehend, enthält aber eine Portion Schleim aufgelöst, der auf zweierlei Weise abzuschcheiden ist. Wird die Galle mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84 vermischt, so scheidet sich der Schleim aus und kann abfiltrirt werden, ohne dass sonst die Zusammensetzung der Galle gestört wird. Auch kann man den Schleim mittelst einiger Tropfen einer freien Säure, selbst Essigsäure, ausfällen; allein dann sättigt die Säure

Uebert das Alkali im Bismalkali und rührt dann den Schleim in einer unlöslichen Verbindung mit der Säure, aus der er nachher durch eine genau getrossene Menge kohlensauren Alkalis mit seinen Eigenschaften als Schleim wieder hergestellt werden kann. Die Gegenwart desselben in der Galle veranlasst eine vollständig fortwährende Metamorphose, die fast ganz gehemmt wird; sobald der Schleim mittelst Alkohols abgeschieden ist. Die Farbe der Galle wird dunkler und immer grüner, sie nimmt einen stärkeren und widerigern Geruch an, beginnt, weisse Dämpfe zu einem Häubchen gehaltenen, mit Salzsäure benetzten Glasstab zu geben, riecht nachher deutlich ammoniakalisch, und wird sie jetzt mit einer Säure vermischt, so erhält man einen pflasterähnlichen, in keinem Wasser unlöslichen Niederschlag und es bleibt wenig oder kein freies Bism in der gefällten Flüssigkeit, die dagegen Taurin und Ammoniaksalze aufgelöst enthält. — Auch wenn frische, aber schleimhaltige Galle zur Extractconsistenz abgedampft wird, fährt darin die Metamorphose des Bism fort. Eine solche Galle enthält nach meinen Versuchen neben freies Bism; es treten darin, ausser Taurin und Ammoniak, Cholsäure und Bilecholsäure, Bismellin- und Bismellinsäure und zwei neue harzartige Säuren auf, die ich unter den Namen *Felsensäure* und *Cholensäure* beschrieben habe. Im Allgemeinen ist die Cholsäure der reichlichste unter ihren Bestandtheilen.

Diese drei Körper, Bism, Cholepyrrhin und Schleim, halte ich für die in physiologischer Hinsicht merkwürdigsten Bestandtheile der Galle. Uebrigens habe ich darin nach Abscheidung des Bismverdens noch einen andern gelben färbenden Stoff gefunden, den ich *Bismfulvin* genannt habe. Er ist ein Doppelsalz von Kalk und Natron mit einer organischen stickstoffhaltigen Säure, der ich den Namen *Bismfulvinsäure* gegeben habe. Im isothermen Zustande ist sie sowohl in Wasser als in Alkohol unlöslich und scheidet sich in blaugelben Flocken ab, wenn sie aus der Auflösung des Salzes in Wasser durch eine stärkere Säure gefällt wird. Ob übrigens jenes Salz ursprünglich ein Bestandtheil der Galle oder ein Product der Metamorphose ist, lässt sich nicht entscheiden.

Als übrige Bestandtheile der Galle habe ich gefunden:

Extractähnliche Stoffe, löslich theils in wasserhaltigem Al-

kohol und in Wasser, theils nur in Wasser; ideellisch, so viel sich aus ihren allgemeinen Eigenschaften beurtheilen lässt, mit den entsprechenden Materien im Blute, jedoch von dunklerer gelber Farbe, herrührend von Bilifalvin, von dem sie wohl schwerlich vollständig zu befreien sind;

Cholesterin, welches sich am besten zeigt, wenn schleimfreie Galle einige Stunden lang mit einer Zuzusatzung von etwas verdünnter Schwefelsäure digerirt wird, wobei das Cholesterin in dem Maasse, als das Bilin zerstört wird, sich auf die Oberfläche der Flüssigkeit erhebt und nach dem Erkalten abgenommen werden kann;

ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, nebst etwas unverseiftem Fett, woraus ich kein Scrolin abzuschneiden vermochte;

Chlornatrium, schwefelsaures, phosphorsaures und milchsäures Natron und phosphorsaurer Kalk.

Es geht aus dem Angeführten hervor, dass die ältere Vergleichung der Galle mit einer Seifenlösung nicht ganz unrichtig ist, in sofern darin wirklich eine kleine Menge Seife aufgelöst ist. Im Uebrigen aber ist es nicht möglich, mit voller Sicherheit zu entscheiden, wie eigentlich die Galle in ihrem ursprünglichen Zustande zusammengesetzt ist. Auch ist es nicht möglich, eine zuverlässige Angabe in Betreff der relativen Menge der Bestandtheile zu geben, da sie sich während der Analyse beständig verändert. Zudem hat man keine scharfen Scheidungsmethoden. Die oben mitgetheilten quantitativen Analysen sind nur als Approximationen zu betrachten, woraus man mit Wahrscheinlichkeit schliessen kann, dass Galle und Blut, wenigstens beim Ochsen, Flüssigkeiten von ziemlich gleicher Concentration sind.

Bei meinen Versuchen verlor filtrirte Ochsegalle, zur Trockne verdunstet und den Rückstand so lange bei 130° C. getrocknet, als er noch an Gewicht abnahm, 92,838 p.C. ihres Gewichtes an Wasser und hinterliess 7,162 p.C. fester Stoffe. Der Schleim, der aus einer Portion derselben Galle durch Fällung mit Alkohol erhalten war, betrug nach dem Trocknen 0,231 eines Procents vom Gewicht der filtrirten Galle und hinterliess nach dem Verbrennen und Einäschern 0,026 eines Procents vom Gewicht der Galle an phosphorsaurem Kalk (Knochenerde),

sind abgemessenes freies oder kohlensaures Kalk. Aus dem trocknen Rückstande der Galle zog Aether Cholesterin aus, welches jedoch nicht mehr als 0,0001 vom Gewicht der Galle ausmachte. Der in Alkohol unlösliche Theil vom Rückstande der Galle, die extractirte Masse mit schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali betrug 0,4804 eines Procents vom Gewichte der Galle. Nimmt man an, dass Chlornatrium, milchsaurer Natrium und die in Alkohol löslichen Extractivstoffe  $1\frac{1}{2}$  p.C. betragen haben, was vielleicht zu hoch angeschlagen ist, so bliebe für Bilia und Cholepyrrhin, von denen jedoch das letztere nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, 5 p.C. vom Gewichte der Galle.

Schon können mit unseren Betrachtungen über die Galle auf das unzuverlässige Gebiet der Vermuthungen über, so kann man es sich als wahrscheinlich denken, dass die Galle in dem Augenblicke, wo sie zuerst abgesondert wird, Bilia und Cholepyrrhin ohne eins von deren Veränderungsproducten enthalte, die erst allmählig darin durch den katalytischen Einfluss des Gewebes der Gefäße und des Schleimes aufzutreten anfangen. Bei vollkommenem gesunden Zustande geht die Metamorphose im Darmkörper selbst nicht vor, weil die Galle nur sehr kurze Zeit zurückgehalten wird, allein sie fährt nach der Entleerung fort und die Galle ist in einer beständig fortschreitenden Veränderung begriffen, unter Bildung von Taurin, Bilifessin- und Bilifolinsäure, Biliverdin u. s. w., wealgegens so lange der Schleim nicht abgeschieden ist. Aus diesem Grunde kann frische Galle von einem gesunden Ochoen in jedem beliebigen Verhältnisse mit Schwefelsäure, die mit ihrem drei- bis vierfachen Gewicht Wasser verdünnt ist, versetzt werden, ohne dass innerhalb 24 Stunden etwas Anderes als der aufgelöste Schleim gefällt wird. Man sieht hieraus, dass die frische Galle so wenig Bilifessin- und Bilifolinsäure enthält, dass sie in der sauren Flüssigkeit aufgelöst bleiben können. Dagegen giebt frische Galle stets einen, wiewohl nicht sehr bedeutenden Niederschlag mit kohlensaurem entgiftetem Bleioxyd, der wohl zum Theil von kohlensauren Bilesteren gebildet wird, der aber durch seine Eigenschaft, an einer phosphorsäurehaltigen Masse zusammenzukleben, ein Verhinderndes an kohlensaurem Bleioxyd zu erkennen gestattet, was man also folgern muss, dass die Metamorphose bereits

VOR DER Entleerung der Galle aus der Blase beginnt hatte. So weit hin jetzt analytische Untersuchungen über die Galle verschiedener Thierarten vorliegen, hat man Grund, anzunehmen, dass die der Menschen und der Säugethiere vornehmlich gleicher Beschaffenheit mit der Ochsen- oder Schweinegalle, sich Theilweise gleich, gibt zwar von der Schweinegalle an, dass sie kein Bilirubin enthalte, sondern nur Gallenharz, was mit anderen Worten heisst, dass sie kein freies Bilin enthalte, sondern nur Billicollin und Billicollinsäure. Es ist wohl möglich, dass bei gewissen Thieren die Metamorphose in der Gallenblase weiter vorgeschritten sei als bei anderen; aber noch wahrscheinlicher ist es, dass die von Thénard untersuchte Galle bereits diesem Grad von Veränderung erlitten hatte, ehe die Untersuchung damit vorgenommen wurde. Gmelin fand in der Hundegalle bedeutend weniger Billicollinsäure als in der Ochsen- u. s. w. die Metamorphose war darin weniger weit vorgeschritten.

Die Galle der Vögel fand Gmelin schon in der Gallenblase grün, und zwar in verschiedenen Abstufungen eines solchen Grüns. Sie war eine verdünntere Lösung als die der Säugethiere; allein so weit sich aus seinen Untersuchungen der Gänse- und der Hühnergalle schliessen lässt, hat sie dieselbe Zusammensetzung wie die der Säugethiere.

Die Galle der Fische zeigte bei Gmelin's Untersuchungen wesentliche Verschiedenheiten von der der Säugethiere. Die Galle verschiedener Cyprionarten (*Ctenopoma barbatum*, *Ichthyurus*) hinterliess eine verworren kristallinere Rückstand, worin Gmelin einen neuen kristallinren Körper entdeckte, der hier das Bilin vertritt. Dieser Körper verdient einen besondern Namen, er könnte *Ichthyobolin* genannt werden. Es ist farblos, hat einen anfänglich süßlichen, hinterwach aber sehr bittern Geschmack, kristallin leicht, ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether unlöslich und scheint weniger Stickstoff als das Bilin zu enthalten, da es bei der fraktionirten Destillation nur geringe Anzeigen davon gibt. Wie das Bilin, wird es aus Wasser durch einen starken Zucers, verweinsäurem oder kohlensäurem Kali gefällt; aber es wird auch durch Essig Säuren gefällt, wiewohl es durch einen gelinern Zucers wieder aufgelöst, durch Verdünnung wieder gefällt wird. Aus seiner Lösung in Wasser wird es ausserdem durch Bismut gefällt.

durch Zinn-, Quecksilber- und Silbererde gefällt, daher es mit Baryt verflüchtig zu sein scheint. Gmelin fand in der Asche der Fischgalle, schwefelsaures Natron und schwefelsauren Kalk, nebst etwas phosphorsaurem Kalk, aber kein freies Alkali, auf welches auch nicht die frische Galle reagirte. Sie ist concentrirter als die der Säugethiere; er bekam 14,3 bis 19,8 p. C. Rückstand beim Eintrocknen der Fischgalle. Galle von *Esoc lacustris* und *Salmo fario* hinterliess einen Rückstand, der nicht krystallisirt. Es ist wahrscheinlich, dass derselbe sowohl Billa als Ichthyocholin enthält, welches letztere durch den Billa-Gehalt an krystallisiren verhindert wurde.

Die Galle der Amphibien ist wenig untersucht. Durch Reactionsversuche hat Gmelin nachgewiesen, dass die Galle von *Coluber natrix* und *Rana temporaria* Cholepyrrhin enthält. Ich habe die Galle von *Python bivittatus* analysirt, die Billa enthält, aber keine Billifellinsäure, Ichthyocholin und Cholepyrrhin nebst den übrigen gewöhnlichen Bestandtheilen thierischer Flüssigkeiten. Das Ichthyocholin tritt also schon bei den Amphibien auf.

Die physiologische Bestimmung der Galle ist keineswegs leicht einzusehen. Nach älteren Versuchen und Ansichten glaubte man, sie mische sich in dem Bedeutenden dem Chymus bei, um darin eine Fällung zu bewirken, in der Art, dass das Gefällte die Faeces bilde und ausgeleert würde, das Ungefällte aber den Chymus anmache, der absorbirt würde. Allein diese einfache chemische Ansicht hat durch spätere, genauer angestellte Untersuchungen keine Bestätigung erhalten. Man suchte nun die entgegengeordnete Ansicht geltend zu machen, dass nämlich die Galle nur eine Excretion sei, die für den Verdauungsprocess keine weitere Bestimmung habe. Man verglich bei den verschiedenen Thierarten die Leber mit den Respirationsorganen und schloss aus dieser Vergleichung, dass die erstere um so mehr ausgebildet sei, je kleiner die letzteren sind, und dass die hier in den Lungen in geringerem Masse stattfindende Ausscheidung von Kohlenstoff aus dem Blute durch eine reichlichere leuchtende Excretion, durch die Galle, ersetzt werde. Mehrere Physiologen haben versucht, an lebenden Thieren den gemeinschaftlichen Gallengang, von der Leber und der Gallenblase

zu unterbinden. Bredie \*) glaubte durch solche Versuche an Katzen gefunden zu haben, dass ohne Galle keine Chylus gebildet würde; allein der Chylificationsprocess kann leicht gestört werden durch viel geringere Einflüsse als die Ausschneidung des Leibes und die Unterbindung des Gallenganges. Tiegemans und Gravelin stellten ähnliche Versuche an Hunden an und fanden in den Contents des Dünndarmes keine andere wesentliche Verschiedenheit von ihrer normalen Beschaffenheit, als dass die Bestandtheile der Galle fehlten. Ich habe an mir selbst eine Erfahrung gemacht, die mit diesem letztern Resultate wohl übereinstimmt. In einem Alter von 48 Jahren ward ich von einer Gelbsucht befallen, die kein anderes Leiden mit sich führte, als einen dämpften Druck in der *regio hepatis*, und kaum Krankheit genannt werden konnte. Die Excremente gingen weiss ab, und nach Verlauf einer Woche fing die Haut an, überall gelb zu werden, wodurch sich die Krankheit zuerst zu erkennen gab und die Anwendung von Mitteln veranlasst wurde, welche nach dem zwölften Tage die Krankheit hoben. Während dieser ganzen Zeit mangelte nicht die Esslust, und ich setzte meine gewöhnlichen Beschäftigungen in und ausser dem Hause fort, ohne das geringste Zeichen von Mattigkeit oder von Kräfteverlust, die sich doch als nothwendige Folge gesetzt haben müssten, wäre in diesen zwölf Tagen der Chylificationsprocess unterbrochen gewesen.

Zieht man dagegen den Umstand in Betracht, dass bei den meisten Thieren die Galle in den Anfang des Darmcanales ergiesst und hier mit dem aus dem Magen kommenden Nahrungsstoffen vermischt wird; und dass bei den Thieren mit Gallenblase sich die Entleerung derselben nur auf die Zeit der Verdauung beschränkt, so kann man bei der Ueberzeugung, welche das Studium der Physiologie uns giebt und beständig mehr befestigt, dass in dem wiederkehren Bau des thierischen Körpers nichts, ohne seinen wohlberedelten Zweck da ist, mit voller Sicherheit annehmen, dass die Galle, wenn absolute für die Chylification keine *conditio sine qua non* ist, doch von weitem liehem Einflusse auf die Vollkommenheit ihres Verlaufes sein müsse.

Dass die Galle ausserdem ein Hinderniss zu sein vermöge,

darum, dass die Excremente der Thiere nicht allein Producte der Metamorphose der Galle enthalten, sondern auch noch unzerstörte Galle, welche nicht bis zur vollständigen Metamorphose gelangt ist.

Endlich verdient noch die unter dem Namen *Bilis bubula spicata* als Arzneimittel angewandte eingedampfte Galle erwähnt zu werden. Es ist schon oben bemerkt, dass sie Galle von weit vorgeschrittener Metamorphose enthält. Man könnte diese Veränderung bedeutend verhindern, wenn man vor der Abdampfung den Schleim durch Vermischung mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84 aus der Galle ausfällt, dieselbe filtrirt, den Alkohol wieder abdestillirt und die Galle dann im Wasserbade so weit abdampft, dass sie nach dem Erkalten hart würde. Sie kann dann lange ohne Veränderung aufbewahrt werden.

XXVII.

Untersuchungen über die Fäulniß des Holzes.

Von

R. HERMANN.

Es giebt verschiedene Arten von Holzfäulniß. Eine Art von Fäulniß tritt ein unter beschränkter Beiwirkung von atmosphärischer Luft, namentlich in den Fällen, wo Holz lange Zeit hindurch von Wasser oder mächtigen Erdschichten bedeckt, verharret. Hierbei verwandelt sich das Holz unter Verlust von Wasser, Kohlensäure und Sumpfgas in Torf und Braunkohle.

Eine andere Art von Fäulniß findet statt, wenn Holz unter freiem Zutritte von atmosphärischer Luft durch gleichzeitige Einwirkung einer angemessenen Temperatur und von Feuchtigkeit verfault. Es verwandelt sich hierbei in Humus, weshalb man diese Art von Fäulniß *Humusfäulniß* nennen könnte.

In nachstehendem Aufsatze werde ich mich ausschliesslich mit den Humusfäulniß beschäftigen.

Die Ansichten, die in Betreff der Theorie de Humusfäulniß bisher in der Wissenschaft Würzel gefasst haben, stützen



sich besonders auf einige Versuche de Saussure's. Aus diesen ergab sich, dass feuchte Holzspäne in Berührung mit atmosphärischer Luft das Volumen derselben unverändert liess, dabei aber einen Theil des Sauerstoffes der Luft absorbirte und denselben durch ein gleiches Volumen Kohlensäure ersetzten. Das Holz hatte dabei sein Gewicht vermindert und sich in eine zerreibliche Masse umgewandelt, welche mehr Kohlenstoff enthielt als frisches Holz, woraus klar hervorging, dass das Holz bei seiner Fäulnis nicht allein einen Theil seines Kohlenstoffes als Kohlensäure, sondern auch einen noch grössern Theil seiner Elemente als Wasser verloren hatte.

Wichtig drückt diese Verhältnisse durch folgende Formeln aus:

$C_{29}H_{44}O_{32}$  Eichenholz nach Gay-Lussac und Thénard.

$C_{35}H_{40}O_{20}$  Humus aus Eichenholz nach Mayer.

$C_{34}H_{36}O_{18}$  Humus aus Eichenholz nach Dr. Will.

Demnach würde also das Holz bei der Humusfäulnis auf jedes Atom Kohlenstoff, das als Kohlensäure weggeht, 2 Aeq. Wasserstoff verlieren, die sich auf Kosten des Sauerstoffes der Luft oxydirten.

Die Veränderungen, welche das Holz bei der Humusfäulnis erleidet, sind aber nicht so einfach, sondern im Gegentheil sehr verwickelt und schwierig zu entwirren. Es ist zwar unlängbar und leicht zu beweisen, dass bei der Fäulnis des Holzes Kohlensäure und Wasser aus der Mischung desselben austreten; dabei bleibt aber das Volumen der atmosphärischen Luft nicht unverändert, sondern wird je nach den verschiedenen Stadien, welche das Holz bei der Fäulnis durchläuft, bald vermehrt, bald vermindert. Auch hatte man bisher ganz übersehen:

- 1) dass bei der Fäulnis des Holzes nicht blos Sauerstoffgas, sondern auch Stickgas aus der Luft absorbirt werde;
- 2) dass dabei Ammoniak entstehe, und endlich
- 3) dass dabei nicht blos Humussäure, sondern auch Humusextract und Nitrofin gebildet werden.

Ad 1). Dass bei der Entstehung der Modersubstanzen Stickstoff aus der Luft aufgenommen werde, habe ich schon früher ausgesprochen. Mulder, dem der Stickstoffgehalt vieler dieser Substanzen ebenfalls nicht entgangen ist, glaubt, dass er von Ammoniak herrühre, das dieselben aus der Luft aufga-

versuchen können ihm aber den Grund zu erklären, dass dieser Ammoniakgehalt der Modersubstanzen weder durch Alkalien noch durch Säuren entfernt werden könne, stellt Mulder die Hypothese auf, dass die Modersubstanzen eine so grosse Anziehung zum Ammoniak besässen, dass ein gewisser Antheil desselben durch kein Mittel daraus entfernt werden könne.

Um meiner Ansicht, dass nämlich der Stickstoffgehalt der Modersubstanzen nicht von einem unabscheidbaren Ammoniakgehalt derselben, sondern von Stickstoff herrühre, den dieselben bei ihrer Entstehung aus der atmosphärischen Luft aufnehmen, gegen jeden Einwurf zu schützen, hielt ich es für nöthig, Beobachtungen über die Veränderungen anzustellen, welche Holz bei seiner Fäulnis in der Mischung der damit in Verbindung gesetzten atmosphärischen Luft hervorbringt. Hier muss ich aber schon vorläufig bemerken, dass diese Veränderungen verschieden ausfallen, je nachdem man frisches Holz oder faules Holz mit der Luft in Berührung bringt. Den Grund dieser Erscheinung werde ich später angeben.

a) Versuch über die Veränderungen, welche frisches Holz bei seiner Fäulnis in der Mischung der atmosphärischen Luft hervorbringt.

Man wählte zu diesem Versuche ein Stück Holz aus, wovon oder man aus einem Stück angefaulter Holzes auf die Weise ausgeschnitten hatte, dass der grösste Theil der Probe noch aus frischem Holze bestand und nur die äusseren Begrenzungen verfault waren.

28 Raumtheile dieses Holzes wurden, angefeuchtet, mit 207 Raumtheilen atmosphärischer Luft über Quecksilber 16 Tage lang bei einer Temperatur von 19° R. in Berührung gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit entfernte man das Holz. Die rückständige Luft enthielt viel Kohlensäure; ihr Volumen war jedoch genau so gross als zuvor, nämlich 207 Raumtheile. Wenn man jedoch bedenkt, dass das Holz im beschriebenen Zustande mit dieser Luft in Berührung gestanden hatte, so ist es unabweisbar, dass diese Feuchtigkeit eine gewisse Menge von Kohlensäure verschluckt haben musste, die mit dem Holze entfernt worden war. Ich schätze das Volumen dieser Kohlensäure auf 12 Raumtheile. Jedoch rückständiges 269 Raumth. Luft, zerfielen

bei der Analyse in 40 Raumth. Kohlensäure, 194 Raumth. Sauerstoffgas und 28 Raumth. Sauerstoffgas.

Da nun die ursprünglich angewandten 263 Raumth. atmosphärischer Luft bestanden aus 207 Raumth. Stickgas und 55 Raumth. Sauerstoffgas, da aber nach 10tägiger Berührung mit 28 Raumth. faulendem Holze nur noch übrig blieben 194 Raumth. Stickgas und 28 Raumth. Sauerstoffgas, so folgt, dass  $207 - 194 = 13$  Raumth. Stickgas und  $55 - 28 = 27$  Raumth. Sauerstoffgas von dem faulenden Holze assimiliert und dagegen durch 40 Raumth. plus denjenigen 13 Raumth., die mit der Feuchtigkeit des Holzes entfernt worden waren, mithin durch 53 Raumth. Kohlensäure ersetzt worden waren.

Bei der Fäulnis von frischem Holze werden also

1	Raumth. Stickgas und
2,0	Sauerstoffgas

aus der Luft aufgenommen und durch 4 Raumth. Kohlensäure ersetzt.

**b) Versuch über die Veränderungen, welche faules Holz in der Mischung der atmosphärischen Luft hervorbringt.**

Wenn man mit atmosphärischer Luft nicht frisches, sondern vollständig verfaultes Holz, welches aber noch Nitrogen enthält, in Berührung bringt, so erhält man folgende Resultate: 21 Raumth. faules Holz wurden mit 186,3 Raumth. atmosphärischer Luft 5 Tage lang bei einer Temperatur von  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  B. in Berührung gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit betrug das Volumen der rückständigen Luft nur noch 182 Raumth. Diese zerfiel in:

143,7	Raumth. Stickstoffgas,
11,3	Sauerstoffgas und
27,0	Kohlensäure

182,0 Raumth.

Obige 186,3 Raumth. atmosphärischer Luft bestanden dagegen aus:

147,3	Stickstoffgas,
39,1	Sauerstoffgas
186,3	Raumth.

Es waren mithin von dem faulen Holze assimiliert worden

1873 No. 14, 17 und 30. Schon vor dem 29. April 1873, d. h. bevor  
 der Versatz worden durch 77.0 Kohlenäure. DUSSENBACH hat  
 bemerkt, dass es bei diesem Versuche nicht nöthig war, die  
 Feuchtigkeit des feilen Holzes absorbirende Kohlensäure zu  
 Reibung zu bringen, indem ich die Vorsicht gebräucht hätte,  
 jede Feuchtigkeit zuvor längere Zeit mit dem feilen Holze in  
 Berührung zu lassen, wobei sich also schon vor dem Ver-  
 satze vollständig mit Kohlensäure gesättigt hätte. (G. H. A.)

Ad 2) Dass bei der Fäulnis des Holzes Ammoniak ge-  
 bildet werde, schliesse ich aus dem Umstande, dass alles feile  
 Holz und viele Arten von Torf, die ich in dieser Beziehung un-  
 prüft gelagert habe, Ammoniak enthalten. Man kann sich  
 übrigens leicht von dem Ammoniakgehalt dieser Substanzen über-  
 zeugen, wenn man dieselben mit etwas Aetzlauge befeuchtet  
 und dann einen in Salzsäure getauchten Glasstab in ihre Nähe  
 bringt. Es entstehen dabei gewöhnlich weisse Nebel von Sal-  
 niak. Auch enthalten Quellwässer, welche mit moderhaltigen  
 Erdschichten oder mit Torf in Berührung kamen, gewöhnlich  
 Ammoniak. Die in dieser Beziehung reichste Quelle ist, so viel  
 mir bekannt, die Moskauer Stahlquelle, welche aus einer mo-  
 derhaltigen Erdschicht hervorquillt und in 16 Unzen  $3\frac{1}{2}$  Gran  
 Kohlenäures Ammoniak enthält. Auch dürfte der so häufig  
 bemerkte Ammoniakgehalt des destillirten Wassers denselben  
 Ursprung haben.

Mulder ist der Meinung, dass die Modersubstanzen  
 das mit ihnen verbundene Ammoniak aus der Luft angezogen  
 haben. Da ich aber nachgewiesen habe, dass Holz bei seiner  
 Fäulnis Stickstoffgas aus der atmosphärischen Luft aufnimmt  
 und sich damit zu Nitrolin umbildet, so ist auch die Annahme  
 gerechtfertigt, dass sich jenes Ammoniak bei der weiter fort-  
 schreitenden Fäulnis aus dem Nitrolin ganz eben so erzeugt,  
 wie es sich bei der Fäulnis jeder andern stickstoffhaltigen or-  
 ganischen Substanz bildet. Bei der wichtigen Rolle, welche  
 das Ammoniak bei der Vegetation spielt, ist es übrigens dem  
 so weise eingerichteten Haushalte der Natur ganz angemessen,  
 das Ammoniak reichlich entstehen zu lassen, wo es zur Erhal-  
 tung und Beförderung des Lebens von Pflanzen, und durch diese  
 auch von Thieren, so nöthwendig ist, deshalb veranlasst die  
 Natur gleichzeitige Humusbildung mit Ammoniakherzeugung.

Die Quantität des in dem faulen Holze und im Torfe enthaltenen Ammoniak ist übrigens sehr verschieden, je nachdem die Humusbildung weiter fortgeschritten ist, oder je nachdem das Ammoniak gegen andere in dem mit den Moderabfällen in Berührung gekommenen Wasser enthaltenen Basen ausgezehrt worden war. Als Maximum fand ich im faulen Holze  $1,5 \text{ C}_t$  von seinem Gewicht Ammoniak.

Ad 3). Bisher nahm man an, dass faules Holz nur Humussäure enthalte; doch habe ich schon bei Gelegenheit meines Untersuchungen über den Moder nachgewiesen, dass sich darin drei verschiedene organische Substanzen befinden, nämlich Nitrolin, Holzhumussäure und Humusextract. Ich habe hier nur in Betreff des Nitrolins einige nachträgliche Bemerkungen zu machen. Früher fand ich die Zusammensetzung des Nitrolins zu:

Kohlenstoff	57,20
Wasserstoff	6,35
Stickstoff	12,30
Sauerstoff	24,15
	<hr/>
	100,00

Seitdem habe ich noch eine andere Art von Nitrolin gefunden, welche viel weniger Stickstoff enthält und welche die häufiger vorkommende Art ist. Dieses Nitrolin bestand aus:

Kohlenstoff	57,1
Wasserstoff	6,0
Stickstoff	4,0
Sauerstoff	32,9
	<hr/>
	100,0

Dieses letztere Nitrolin betrachte ich als zusammengesetzt aus:

In 100 Th.

$\text{C}_{50}$	= 2422,4	57,01
$\text{H}_{30}$	= 249,6	5,87
$\text{N}_2$	= 177,0	4,16
$\text{O}_{14}$	= 1400,0	32,96
	<hr/>	
1 At. Nitrolin	= 4249,0	100,00

Was die Zusammensetzung des faulen Holzes anlangt, so ist dieselbe sehr abweichend je nachdem die Zersetzung desselben mehr oder weniger weit fortgeschritten ist.

Frisch verkauftes Holz fand ich zusammengesetzt aus:

	Nitrolin	11,90
	Holzhumusäure	21,0
	Humusextract	17,5
	Ammoniak	0,5
		<hr/>
		100,0

Fauler Holz, in dem die Humusbildung weiter vorgeschritten war, bestand aus:

Nitrolin	18,875
Holzhumusäure	53,625
Humusextract	26,500
Ammoniak	1,000
	<hr/>
	100,000

Wir fanden also, dass sowohl die Zusammensetzung des frisch verfaulten Holzes als auch seine Reaction auf die Mischung der atmosphärischen Luft verschieden sei von der Zusammensetzung und von der Reaction von faulem Holze, in dem die Humusbildung weiter vorgeschritten war.

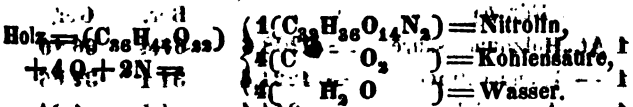
Ich schliesse aus diesen Thatsachen, dass bei der Fäulnis des Holzes zwei ganz verschiedene Proceße unterschieden werden müssen, nämlich die Nitrolinbildung und die Holzhumusbildung, wobei ich unter Holzhumus den in Alkalien löslichen Theil des faulen Holzes verstehe.

Das Holz verwandelt sich bei seiner Fäulnis also zuerst in Nitrolin; später bildet sich aus dem Nitrolin Holzhumus.

**Theorie der Nitrolinbildung.**

Als Basis der Theorie der Nitrolinbildung benutze ich die Liebig'sche Formel für Holz  $C_{26}H_{44}O_{33}$ , die oben berechnete Formel für Nitrolin  $C_{33}H_{56}O_{14}N_2$  und die Beobachtung, dass Holz bei der Nitrolinbildung 1 Raumth. Stickgas und 3 Raumth. Sauerstoffgas aus der Luft aufnimmt und dagegen 4 Raumth. Kohlensäure abgibt.

Hiernach haben wir:



Hierdurch entstehen aus 1 At. Holz unter Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und 3 At. Stickstoff: 1 At. Nitrolin, 4 At. Kohlensäure und 4 At. Wasser.

**Theorie der Holzhumusbildung.**

Den in Alkalien löslichen Theil des faulen Holzes, den Holzhumus, fanden wir nach der oben angegebenen Analyse zusammengesetzt aus:

a) Holzhumussäure	21,0
Humusextract	17,5
Ammoniak	0,5
	<hr/>
	39,0
b) Holzhumussäure	53,625
Humusextract	26,500
Ammoniak	1,000
	<hr/>
	81,125.

100 Th. dieser beiden verschiedenen Arten von Holzhumus bestanden also aus:

Für a) Holzhumussäure	53,84
Humusextract	44,87
Ammoniak	1,29
	<hr/>
	100,00
Für b) Holzhumussäure	66,10
Humusextract	32,66
Ammoniak	1,24
	<hr/>
	100,00.

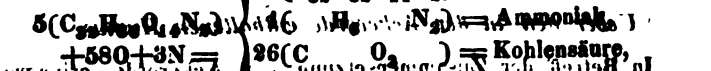
Man sieht also, dass bei der Fällnis des Nitrolins Holzhumus von verschiedener Zusammensetzung entstehen kann. Sagen wir diese verschiedenen Mischungen durch Aequivalente auszudrücken, so erhalten wir:

Für a)		Für 100 Th.	
1 At. Holzhumussäure	9208,6	51,64	53,84
1 — Humusextract	4921,4	47,36	44,87
1 — Ammoniak	214,4	1,90	1,29
	<hr/>		
	17865,8	100,00	100,00
Für b)		Ber.	Gef.
1 At. Holzhumussäure	9208,6	67,4	66,10
1 — Humusextract	4921,4	51,1	32,66
1 — Ammoniak	214,4	1,5	1,24
	<hr/>		
	14344,4	100,0	100,00

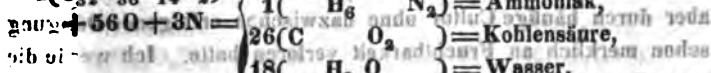
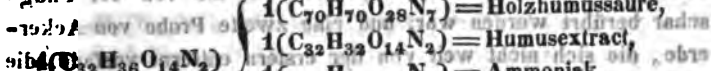
Das Nitrolin erzeugt also bei seiner Fällnis...

gleiche Atome Holzhumussäure und Humusextract; oder 1 At. Holzhumussäure = 2 At. Humusextract

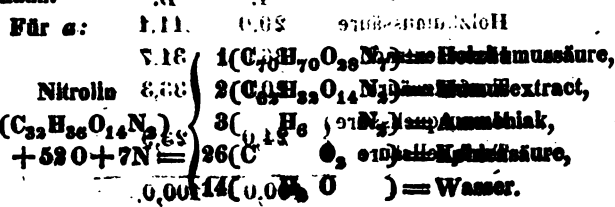
Unterwerfen wir die Holzhumusbildung nach diesen zwei Proportionen der Berechnung, so erhalten wir für  $(C_{70}H_{70}O_{28}N_7)$  &  $(C_{32}H_{32}O_{14}N_2)$



und für  $\delta$ :

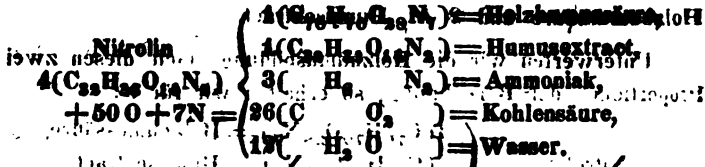


Hiernach würden also bei der Humusbildung von dem Nitrolin 56 oder 58 Raumth. Sauerstoffgas und 3 Raumth. Stickgas absorbirt und dagegen 59 Raumth. Kohlensäure entwickelt werden. Nach dem eben angegebenen Versuche fanden wir, dass auf  $3\frac{1}{2}$  Raumth. Stickgas 27,8 Raumth. Sauerstoffgas absorbirt und dagegen 27 Raumth. Kohlensäure entwickelt worden waren. Der Versuch gab also eine nahe doppelt so grosse Stickstoffabsorption, als die Rechnung nach vorstehenden Proportionen. Ich schliesse aus diesem Umstande, dass bei der Holzhumusbildung auf jedes Atom Holzhumussäure nicht blos 1 At., sondern 3 At. Ammoniak gebildet werden, wovon 1 At., mit der Holzhumussäure verbunden, im Humus bleibt, während 2 At. wegduften. Berechnen wir die Bildung des Holzhumus nach letzterem Annahme, so erhält man die nachstehenden Gleichungen, die so gut mit allen Beobachtungen übereinstimmen, als man nur aus vorerwähnten Untersuchungen erwarten kann.





JA 1866: Holzbestandtheile sind: 1) Holz, 2) Humus, 3) Ammoniak, 4) Kohlensäure, 5) Wasser.



**Ueber den in der Ackererde enthaltenen Stickstoff**

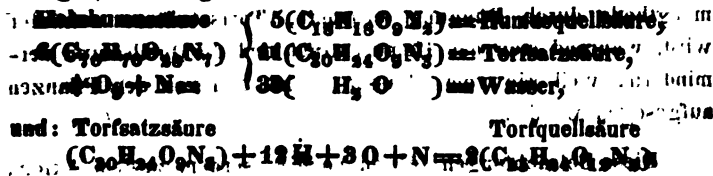
In Betreff der Zusammensetzung der Ackererde erinnere ich an meine Analysen des Tschornasens. Ich untersuchte damals eine russische Ackererde, die noch nie von der Pflugschar berührt worden war, und eine zweite Probe von Ackererde, die sich nicht weit von der ersten befand, die aber durch häufige Cultur ohne dazwischen erfolgte Düngung schon merklich an Fruchtbarkeit verloren hatte. Ich werde die erste Sorte mit A und die zweite Sorte mit B bezeichnen. 100 Th. dieser Arten bestanden aus:

	A	B
Sand	88,35	91,35
Thon und Ton	1,77	0,70
Phosphorsäure	3,10	2,90
Holzhumussäure	1,77	1,30
Humusextract	2,12	1,67
Terrhumussäure	1,66	1,00
Terrhumussäure	1,66	1,00
<b>Stickstoff</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Die Erde enthält, die Alkalien, die organischen Bestandtheile, der Ackererde, bestanden also in 100 Th. aus:

	A	B
Holzhumussäure	20,0	11,1
Humusextract	26,0	31,7
Terrhumussäure	20,0	33,3
Phosphorsäure	24,0	23,9
<b>Wasser</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

119: Vergleichen wir diese Umwandlung des Holzhumus mit der Bildung des Stickstoffs, so sehen wir deutlich, wie die Holzhumussäure nach und nach verschwindet und wie dagegen Torfsatzsäure und Torfquellsäure auftreten. Diese Umwandlung erklärt sich, wenn man sich erinnert, dass die Holzhumussäure durch gleichzeitige Einwirkung von Wasser und von Luft (d. h. in Torfsatzsäure und in Humusquellsäure umwandelt) und dass sich die Torfsatzsäure unter denselben Umständen zu Torfquellsäure oxydirt. Die Formeln, nach denen diese Metamorphosen erfolgen, sind folgendes:



120: Hier hätte ich bios nachzuweisen, dass die Umstände, unter denen diese Metamorphosen erfolgen, bei der Entstehung der Ackererde eintreten. Die organischen Bestandtheile der Ackererde bilden sich vorzugsweise aus Pflanzenresten, nämlich aus dem Hauptbestandtheile dieser Reste, dem Holze. — Das Holz verfault unter gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit und verwandelt sich dabei zu Nitrollin.

Unter fortdauernder Einwirkung von Feuchtigkeit und Luft verwandelt sich das Nitrollin in Holzhumus, eine Verbindung von Holzhumussäure, Humusextract und Ammoniak.

Der Holzhumus hat seinen Zusammenhang verloren. Er bildet ein lockeres Pulver, welches sich mit Sand und Thon mischt und Gartenerde bildet.

Die Mineralien, aus denen der Sand besteht, namentlich der darin enthaltene Feldspath, verwittern, wobei Kali frei wird. Dieses und die in dem Thone enthaltenen Basen, namentlich Kalk, Magnesia, Thonerde und Eisenoxyd, wirken auf den Holzhumus und disponiren die darin enthaltene Holzhumussäure, sich durch Abgabe von Wasser in Torfsatzsäure und durch Aufnahme von noch mehr Stickstoff und von Sauerstoff aus der Luft in Holzhumussäure zu verwandeln.

Unter diesen fortdauernden Einflüssen oxydirt sich endlich auch noch die Torfsatzsäure und erzeugt Torfquellsäure.

Man sieht, dass die Ackererde, die aus Humus, Ackerhumus und organischen Garten-erde, Ackererde, Boden, man jetzt noch, dies sich nicht zu unterscheiden sehr leicht, die Torfsubstanz aber viel schwerer zu erhalten, dass die Modernen in Wasser sehr schwer löslich sind, und mit den leichten und metallischen Basen fast unlösliche Verbindungen erzeugen, dass dagegen das Hauptgewicht und die Quellsäuren in Wasser leicht löslich sind und auch mit den genannten Basen viel leichter lösliche Verbindungen geben, so wird es klar, dass sich in einer Ackererde, die fortwährend cultivirt wird, ohne dass man ihre organischen Bestandtheile durch Fäulung grünt, Torfsubstanz bilden wird, während sich das Hauptgewicht und die Quellsäuren verbinden, weil sie vom Wasser gelöst und von den Pflanzen aufgesogen werden.

Diese Betrachtungen führen noch ausserdem zu dem Axiom, dass eine Ackererde um so fruchtbarer sein muss, je mehr der in derselben enthaltene Humus, dem Holzhumus, desto mehr er dagegen um so unfruchtbarer sein wird, je mehr er von dem in ihm enthaltenen Humus die Torfsubstanz überwiegt bildet. **Über den in dem Torfe und den Braunkohlen enthaltenen Humus.**

Die Hauptmasse des Torfes sowohl als der Braunkohlen ist in Alkalien unlöslich und besteht aus Moderkohle von verschiedener Zusammensetzung. Dieselbe entstand durch den Kohlenbildungsprozess, einer Metamorphose des Holzes unter Abschluss von Luft, wobei, ausser Kohlensäure, auch noch Sumpfgas entwickelt wird. Da aber auch bei dem Kohlenbildungsprozesse ein absoluter Ausschluss der atmosphärischen Luft nicht leicht stattfinden kann, so bildet sich gewöhnlich neben der Moderkohle sowohl bei der Torf- als bei der Braunkohlenbildung eine grössere oder geringere Menge von Humus, der aus denselben näheren Bestandtheilen zusammengesetzt ist wie der Holz- und der Ackerhumus.

Eine Art von Torf aus der Umgegend von Maastricht unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Torf durch die Torfsubstanz und einen geringeren Gehalt an Humus.

Moderkohle	}	77,50
Nitrolin		
Pflanzenreste	}	17,00
Holzhumussäure		
Humusextract		4,00
Ammoniak		0,25
Quellsäuren		Spuren
Asche		1,25
		<hr/>
		100,00.

Eine andere Sorte enthielt:

Moderkohle	}	80,0
Pflanzenreste		
Torfsatzsäure	}	17,0
Amtrosatzsäure		
Torfquellsäure	}	1,0
Amtrokrensäure		
Asche		2,0
		<hr/>
		100,0.

Eine dritte Sorte von Torf enthielt, ausser der Moderkohle und den Pflanzenresten, einen Humus, der die Zusammensetzung des Ackerhumus hatte, d. h. der aus Holzhumussäure, Humusextract, Torfsatzsäure und Quellsäuren bestand.

Braunkohlen aus dem Gouvernement von Moskau enthielten nur Spuren von Humus, der grösstentheils aus Torfsatzsäure bestand.

Der in Alkalien unlösliche Theil einer Moskau'schen Braunkohle mit glänzendem Bruche bestand nach Abzug von  $2\frac{1}{2}$  p.C. Asche aus:

Kohlenstoff	62,8
Wasserstoff	4,9
Sauerstoff mit Spuren von Stickstoff	32,3
	<hr/>
	100,0.

## XKVIN.

*Ueber die wie Kork auf Wasser schwimmenden Mauersteine der alten Griechen und Römer, deren Nutzen, leichte Nachbildung und reichlich vorhandenes Material in Deutschland und Berlin.*

Von

EHRENBERG.

(Aus den Ber. der Berl. Acad.)

Es hat seit alten Zeiten als eine Wunderbarkeit Interesse erregt, dass es Steine gibt, welche schwimmen. Den Griechen und Römern waren die schwimmenden Steine schon sehr bekannt, da in ihren Ländern sich vulcanische Gegenden fanden, welche Bimsstein in Menge lieferten, und die Kinder schon spielten wahrscheinlich mit den schwimmenden Steinen, wie man denn in den Büchern die feineren Sorten, besonders die von der Insel Sciros, zum Abreiben und Zartmachen der Oberhaut wohl sehr allgemein verwandte.

Ausser diesem Interesse der Sonderbarkeit, welches eben dem der fliegenden Fische gleich kommt, erhielten aber schon frühzeitig die schwimmenden Steine noch ein besonderes, weit grösseres Interesse.

Der Historiker Posidonius und nach ihm Strabo berichten, dass es in Spanien eine thonartige Erde gebe, die man zum Poliren des Silbers brauche und aus der man dort Bausteine forme, welche auf dem Wasser schwimmen. Ähnliches geschehe auf einer Insel des tyrrhenischen Meeres und in Rhane Asiens.

Vitruvius Pollio, der römische Baumeister, hat sich über diese Steine als ein wegen seiner Leichtigkeit zum Bauen ganz besonders zu empfehlendes Material geäussert, und auch Plinius hat diese bimssteinartige, aber formbare Erde als eine Sache von grösster Nützlichkeit angepriesen.

Diese alten Nachrichten sind Jahrtausende lang ohne andere als die sehr locale Anwendung geblieben, weil das Material sonst nicht zu haben war.

Im Jahre 1791, also nach 1700 Jahren erst, hat ein Italiener, Giovane Fabroni, eine Erneuerung und Erweiterung

der Kenntniß dieser Art dadurch herbeigeführt, dass er Versuche mit Formen von Bausteinen mit eider als Bergmehl bezeichneten Kieselerde machte, die sich bei Santafiora in Toscana findet, und es gelang ihm wirklich, so leichte Ziegelsteine daraus zu bereiten, dass sie auf Wasser schwammen. Sie verbanden sich dabei gut mit Mörtel und widerstanden der Erweiterung durch Wasser vollständig. Diese Steine waren so schlechte Wärmeleiter, dass man ein Ende derselben in der Hand halten konnte, während das andere rothglühend war. Er machte ferner auf einem alten Fahrzeuge das Experiment, eine viereckige Kammer aus solchen Steinen zu wölben und mit Schiesspulver anzufüllen. Das mit Holz bedeckte Schiff brannte ganz ab, und als der Boden der Pulverkammer weggebrannt war, versank es ohne Entzündung des Pulvers. Seine Abhandlung: *Di una singularissima specie di mattoni* wurde in der Academie zu Florenz vorgetragen und dann in mehrere technische Journale und Einzelwerke in Italien aufgenommen.

In jener Zeit hatte auch Herr Faujas bei Coiron in Frankreich unfern der Rhone eine eigenthümliche Erdart bemerkt, und Fabroni fand bei seiner Anwesenheit in Paris, dass sie ganz die gleichen Charaktere des von ihm in Italien zu den leichteren Steinen benutzten Bergmehles habe. Deshalb veranlassete der Kriegsminister Hrn. Faujas zu einer wiederholten speciellen Untersuchung jener Erde und ihrer Localität. Die durchgehenden anderen Kriegsoperationen oder die geringe Ergiebigkeit an Material haben aber, wie es scheint, die weitere Benützung unterbrochen.

Im Jahre 1832 machte der Comte François de Nantes, Pair von Frankreich, durch das *Journal des connaissances utiles* seine Landsleute mit jener Entdeckung des Fabroni von Neuem bekannt und förderte sie zu deren Bestätigung und Benützung in Frankreich auf: *Il est fort à souhaiter que l'on cherche et que l'on découvre en France cette substance blanche et pulvérulente commune en Toscane et connue sous le nom de farine fossile. Avec cette poussière on fabrique des tuiles imaltérables et éternelles qui surnagent sur l'eau et je puis en montrer quelques unes, qui furent faites il y a deux mille ans.*

Hierauf hat der sehr rühmlich bekannte Director der Bergwerksangelegenheiten von Pont-Gibaud, Hr. Fournet in Lyon,

1838 einen Aufsatz drucken lassen: *Notice sur la siliice gélatineuse de Ceyssat, près de Pont-Gibaud, département de Puy de Dome, et sur son emploi dans les arts*, worin derselbe die Gleichheit auch dieser Erde mit der italienischen anzeigt und die von Hrn. Fabroni angegebenen Eigenschaften so wie ihre technische Nützlichkeit und Wichtigkeit bestätigt.

Hr. Fournet fand, dass aus dieser Erde bereitete gebrannte Steine sich mit dem Messer leicht schneiden lassen, leicht Sculptur aufnehmen zu Abgüssen von Metall und den Abguss leicht loslassen, weshalb er sie für viel vortheilhafter hält als Seplenschulpen, indem man sie beliebig gross formen könne. Ferner empfiehlt er diese Kieselerde für Glashütten als Holz sparend gegen den Sand, so wie zu porösen Abkühlungsgefässen für heisse Länder, da man sie durch Ausglühen leicht reinigen könne. Mit Talg oder Wachs überzogen, schwammen diese Steine auf Wasser. Ferner sagt er: Man sieht leicht den Nutzen ein, welchen eine so leichte Substanz für die Marine haben muss. Die Pulverkammer, die Küche, die Herde der Dampfmaschinen, die Orte, wo Spirituosen aufbewahrt, und die, wo leicht glühende Kugeln eingeschossen werden, lassen sich dadurch sicher machen. Eben so ist sie wichtig für die Gewölbe der Schmelzöfen und alle Oefen, wo man die Hitze zu hohen Temperaturen concentriren will, weil sie nicht schmilzt und sich wenig zusammenzieht.

Später hat der Graf Montlosier auch auf seiner Domaine von Randamme dergleichen Erde gefunden, und Hr. Leopoldo Pelli-Fabroni in Florenz hat 1838 von Neuem die Aufmerksamkeit auf die Anwendung solcher Steine gegen Feuergefahr hingelenkt. Uebrigens ist die Anwendung desselben Materials in Griechenland wohl auch schon lange in Gebrauch, da ein solches Bergmehl aus Zante in des verstorbenen Chemikers Klaproth's, dem königl. Mineralienkabinete einverleibter Sammlung mit der Etikette *Πλακαγουρο* liegt, welches griechische Wort offenbar „Ofenmörtel“ bezeichnet.

Man hielt diese Erdarten allgemein für unorganisch und ihr Auffinden für ein zufälliges Glück, weshalb denn ihre technische Benutzung sich wenig verbreiten konnte.

Die am meisten gerühmten jener verschiedenen Erdarten Italiens, Frankreichs und Griechenlands hat nun Hr. Ehren-

berg seit einer Reihe von Jahren untersucht und er hat der Academie auch seit 1836 schon mitgetheilt, dass die Erden von Santafiora, Ceyssat (nicht Ceypah) und Zante ihre Eigenthümlichkeit dem Umstande verdanken, dass sie Zusammenhäufungen unsichtbar kleiner Kieselschalen von Infusorien sind.

Die neueren Fortschritte in der Kenntniss des Einflusses der unsichtbaren kleinen Thiere haben seine Aufmerksamkeit nun auch auf die technische Anwendbarkeit derselben gelenkt, und da von vielen Seiten und auch von ganz praktischen Männern, wozu man doch den Vitruvius Pollio, römischen Baumeister des Kaisers Augustus, sowohl als den Bergwerksdirector Hrn. Fournet in Lyon zählen muss, die Nützlichkeit des Infusorienthons (*γη ἀργιλώδης*) für vielerlei technische Zwecke hervorgehoben worden ist, so scheint es dem Verf. zweckmässig, in wissenschaftlicher Form auf die nahe Gelegenheit aufmerksam zu machen, welche man in der hiesigen Hauptstadt sowohl als wahrscheinlich im ganzen Spree- und Havelthale, ja wohl in allen unteren Flussgebieten und Küstenniederungen Deutschlands, wie aller Länder, hat, diese Nützlichkeit zu prüfen und anzuwenden.

Das unter den Häusern Berlins am Spreeufer liegende, zuweilen sehr mächtige Infusorienlager ist da, wo es frisch gegraben silbergrau, trocken pfeifenhörnartig weiss aussieht, von ganz derselben Beschaffenheit wie das italienische und das französische, aber bedeutend mächtiger und ausgedehnter als jene. Durch die Gefälligkeit des Hrn. Geh. Bergrathes Frick, Directors der königl. Porcellanfabrik, hat der Verf. einige Mauersteine anfertigen zu lassen Gelegenheit gehabt, von denen er der Academie einige Proben vorlegte. Ein gewöhnlicher Mauerstein wiegt 7—8 Pfd. und darüber. Ein fast eben so grosser von dem Berliner Infusorienthon wiegt weniger als 2 Pfund. Mit Wachs überzogene Stücke schwimmen wie Kork auf dem Wasser. Das stärkste Porcellanofenfeuer schmelzt sie nicht und verkürzt sie wenig. Durch Zusatz von etwas Thon oder Lehm wird die Festigkeit den gewöhnlichen Mauersteinen gleich, wohl sogar besser, aber die Schwere nicht bis zur Hälfte erhöht.

Die übrigen Benutzungen zum Poliren, zum Formen, zum Ausfüllern aller Feuerstellen, besonders derer, welche starke Hitzgrade zu erliden haben, zu Brandmauern der Häuser,



zum Bauen von steinernen Behältern oder Unterlagen auf Schiffen reihen sich an jene des Wölbens und der gewichtlos zu haltenden inneren Bedeckungen an und werden, wie der Verf. glaubt, in neuer Zeit wie in der alten, mannigfachen Nutzen auch in Deutschland, Schweden, Fianland und Nordamerika gewähren, sobald die Anwendung mit der gehörigen Umsicht vorgenommen wird.

Mögen diese wissenschaftlichen Studien, so schliesst er, auch ausser ihrem nächsten Kreise einige Früchte tragen.

---

## XXIX.

### *Ueber den Granit des Riesengebirges.*

Von

G. R O S E.

(Aus den Ber. der Berl. Acad.)

Der herrschende Granit des Riesengebirges, den v. Raumer in seinem bekannten Werke über Schlesien *Centralgranit* nennt, besteht aus einem Gemenge von Feldspath, Oligoklas, Quarz und Glimmer.

Der *Feldspath* ist gewöhnlich fleischroth bis bräunlich-roth, an den Kanten durchscheinend und auf den Spaltungsflächen stark glänzend von Perlmutterglanz. Er findet sich in einzelnen, mehr oder weniger ausgebildeten einfachen oder Zwillingkrystallen zwischen den übrigen Gemengtheilen; die Krystalle sind gewöhnlich äusserlich unregelmässig begrenzt, zuweilen aber, wenn das Gemenge der anderen Gemengtheile klein und fein ist, sehr regelmässig und glattflächig, wie z. B. am Scholzenberg bei Warmbrunn und am Cavalierberge bei Hirschberg. Die Grösse der Krystalle ist wohl im Allgemeinen verschieden, am häufigsten beträgt sie etwa 1 Zoll, doch finden sich auch Krystalle von 2—3 Zoll Grösse (Schreibersbau, Agnetendorf, Seydorf); eben so kommen sie auch kleiner vor.

Der *Oligoklas* ist schneeweiss, gelblich- oder grünlichweiss und gewöhnlich weniger durchscheinend und glänzend als der Feldspath. Er findet sich meistens in tafelförmigen Körnern und un ausgebildeten Krystallen, zuweilen aber auch in

ziemlich glättlichen Krystallen, wie in dem Granite vom Scholzenberg. Die Körner und Krystalle sind in der Regel kleiner als die des Feldspaths; fast stets sind sie aber regelmässige Verwachsungen von mehr als 2 Individuen und erscheinen daher immer auf der deutlichsten Spaltungsfläche auf die bekannte Weise gestreift. Nicht selten ist auch der Oligoklas mit dem Feldspath regelmässig verwachsen und umgiebt dann stets denselben in einer mehr oder weniger dicken Hülle \*).

Der *Quarz* ist graulich-weiss bis rauchgrau, mehr oder weniger durchscheinend und findet sich in Körnern von verschiedener Grösse, seltener in kleinen, an den Kanten etwas abgerundeten Krystallen.

Der *Glimmer* findet sich in rundlichen Blättchen oder regelmässigen sechsseitigen Tafeln von  $\frac{1}{8}$ —2 Linien Grösse und ist von dunkel grünlich-schwarzer, in dünne Blättchen gespalten, von lauchgrüner Farbe. Er liegt am häufigsten einzeln zwischen dem Gemenge der übrigen Gemengtheile, seltener in kleinen zusammengehäuften Partien; er ist sehr wahrscheinlich einzig.

An zufälligen Gemengtheilen ist dieser Granit sehr arm, nur zuweilen finden sich kleine schwarze Krystalle von *Hornblende* (Schreibershau, Seydorf), noch seltener kleine braune Krystalle von *Titanit* (Warmbrunn) und kleine faserige Partien von *Picaxit* (Warmbrunn).

Dadurch, dass der Feldspath an Grösse fast stets die anderen Gemengtheile übertrifft und einzeln zwischen diesen liegt, erhält der Granit des Riesengebirges eine *porphyritartige Struktur*, worin er mit den Graniten von Einbogen und Carlsbad vom Fichtelgebirge und von Mehlis im Thüringer Walde übereinstimmt \*\*). Die Feldspathkrystalle liegen auf diese Weise

\*) Dass der obige angeführte Gemengtheil Oligoklas sei, ist der Verf. zwar noch durch keine Analyse bewiesen, doch ergibt sich dies schon hinreichend aus den von ihm angestellten Versuchen, indem er fand, dass dieser Gemengtheil im Vergleich mit dem Albit, mit welchem man ihn allein verwechseln könnte, eine grössere Schmelzbarkeit und ein grösseres spec. Gewicht, nämlich 2,682, hat und eine bedeutend grössere Menge Kalkerde enthält.

\*\*) Dies ebenfalls, wie den Granit des Riesengebirges, Oligoklas enthalten.

In einem mehr oder weniger körnigen Gemenge der übrigen Gemengtheile, welches nun die Grundmasse bildet und zuweilen selbst noch ausgezeichnet grobkörnig ist, wie in den Graniten von Warmbrunn, Fischbach und Alt-Paulsdorf bei Reichenberg, in welchem Falle aber in der Regel noch der Feldspath den einzelnen Körnern der Grundmasse an Grösse überlegen ist. Seltener ist der Unterschied in der Grösse der einzelnen Gemengtheile weniger auffallend, so dass die Structur sich mehr der gemein-körnigen nähert, wie am Zackelfall, den Schneegruben u. s. w., aber auch bei diesen ist der Unterschied nur weniger gross; genau genommen, findet er, wenn auch in geringem Maasse, immer statt.

Wo die Grundmasse feinkörniger wird, was jedoch nur so weit geht, dass die Körner dem Auge ganz unkenntlich werden, sind es in diesem Falle gewöhnlich auch nur die 3 Gemengtheile, die sich in der Grundmasse finden, doch scheint zuweilen auch schon wirklich Feldspath darin vorzukommen, was aus der röthlichen Farbe, die die feinkörnige Grundmasse unters hat (Hampelbaude), anzunehmen ist, und eben so finden sich in dieser Grundmasse nicht blos Feldspathkrystalle eingewachsen, sondern es kommen auch einzelne Oligoklas- und Quarzkrystalle und selbst Glimmertafeln darin vor, die aber, auch die ersteren, doch immer an Grösse den eingewachsenen Feldspathkrystallen nachstehen. Granitabänderungen mit feinkörniger Grundmasse kommen sehr ausgezeichnet auf der östlichen Seite des Granitgebirges vor (am Scholzenberge bei Herischdorf, am Cavalierberge, besonders aber an der Hampelbaude und im Mäzzergrunde). Je feinkörniger die Grundmasse ist, desto glatter ist die Oberfläche der eingewachsenen Krystalle.

Was die *relative Menge der Gemengtheile* anbelangt, so übertrifft darin der Feldspath gewöhnlich bei weitem die übrigen Gemengtheile. Oligoklas und Quarz finden sich in geringerer und beide ungefähr in gleicher, Glimmer gewöhnlich in der geringsten Menge. Ein starkes Vorherrschen des Feldspaths findet besonders in den grobkörnigen Abänderungen statt, in denen die grossen Feldspathkrystalle oft so gedrängt liegen, dass sie sichtlich mehr Raum einnehmen als die übrigen Gemengtheile; in den Abänderungen mit feinkörniger Grundmasse findet diess meistens auch noch statt, doch kommen die Feld-

Späthkrystalle hier auch schon sparsamer vor, und zuweilen scheinen wirklich die neben den Feldspäthkrystallen vorkommenden Albitkrystalle die ersteren an Menge, wenigstens stellenweise, zu übertreffen, wie z. B. an der Lomnitz bei Arnsdorf. Da in diesen feinkörnigen Abänderungen neben dem Feldspäth noch Albit-, Quarz- und Glimmerkrystalle in der Grundmasse eingewachsen erscheinen, so tritt oft die letztere sehr zurück, so dass man sie leicht übersieht und, wegen der vielen eingewachsenen Gemengtheile und ihrer meistens stattfindenden bedeutenden Grösse, diese Abänderungen mit den grobkörnigen Abänderungen von Warmbrunn und von Alt-Paulsdorf verwechseln kann. Die genannten Abänderungen kommen indessen sehr häufig vor; und die Granite von Schreibersbäu, Aghetendorf, Seydorf und der Iserwiese sind alle von der Art.

Die Gemengtheile dieses Granits schliessen fest an einander, ohne Drusen oder Höhlungen zu bilden, was eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieses Granits ist. Nur in einem Falle ist dem Verf. eine Ausnahme vorgekommen, nämlich bei dem Granit vom Leopoldsbade bei Warmbrunn, welcher nur äußerst sparsam ganz kleine Drusen enthält, in welchen Quarz und Pistazit sich finden. Der Letztere kommt nur in diesen Drusen vor und ist daher, wie diese, sehr selten.

Der beschriebene Granit \*) findet sich in einzelnen grossen spärlichen Massen, die eher Klüfte sind und durch diese sehr zerklüftete und bröckliche, ihrer Zusammensetzung nach sonst ganz ähnlliche Massen verbunden werden. Diese verwittern leicht und die verwitterte Masse wird von den Tagewässern zwischen den festen Massen ausgewaschen, daher diese an der Oberfläche über einander stürzen und die Gipfel grösserer oder kleinerer Berge gewöhnlich aus lose über einander liegenden Blöcken bestehen. Oefters sieht man aber auch, besonders bei freistehenden Felsen, eine parallelepipedische Abänderung.

\*) Sie und da, und stellenweise selbst ziemlich häufig, finden sich in diesem Granit, wie auch in anderen Granit-Abänderungen; mehr oder weniger grosse, sehr glimmerreiche-Einschlüsse, die nach einer von dem Verf. schon anderwärts gekusserten Meinung veränderte Bruchstücke der Gebirgsart sind, die der Granit bei seinem Emporsteigen durchbrochen hat.

Ausser dem beschriebenen Granit findet sich noch eine andere Abänderung, die sich von dem vorigen dadurch unterscheidet, dass Feldspath und Oligoklas schneeweiss, und der Glimmer wohl in dicken Blättchen schwarz, in dünnen schneeweiss erscheint. Der Verf. lässt es dahingestellt sein, ob diese Umstände eine wesentliche Verschiedenheit begründen; die angegebene Abänderung hält sich indessen bestimmt gesondert von der andern und findet sich zwar viel seltener, aber sehr ausgezeichnet grobkörnig porphyrtig, wie unter andern am Prudelberge bei Siondorf.

Betrachtet man aber auch diesen zuletzt beschriebenen Granit als keine besondere Abänderung, so findet sich ausser ihm am Riesengebirge doch noch ein *anderer Granit*, der sowohl durch mineralogische Beschaffenheit als auch durch Struktur- und Lagerungsverhältnisse ausgezeichnet ist. Dieser Granit enthält nämlich ausser Feldspath, Quarz und Glimmer wahrscheinlich gar keinen Oligoklas, sondern statt dessen Albit; er ist ferner gewöhnlich klein- und fein- und immer gemein-körnig und durchsetzt gangförmig den herrschenden porphyrtigen Granit, ist also neuer als dieser. Der Feldspath ist häufig ganz weiss und wie der Albit gefärbt und bei der Feinkörnigkeit des Gemenges daher schwer zu unterscheiden; in andern Fällen ist aber auch hier der Feldspath fleischroth und der Albit dann gewöhnlich gelblich-weiss, der Quarz gewöhnlich granlich-weiss, der Glimmer schwarz und, in dünnen Blättchen gegen das Licht gehalten, olivengrün. Glimmer ist bei diesem Granit immer nur in geringer Menge enthalten und fehlt oft ganz, Albit scheint auch nicht selten zu fehlen, in welchem Falle dann Feldspath und Quarz die einzigen Gemengtheile bilden; diess scheint besonders da der Fall zu sein, wo dieser Granit nur in kleinen Gängen in die beiden ersten Arten hineinsetzt; da aber der Feldspath in diesem Falle stets weiss und das Gemenge fein ist, kann diess oft schwer ausgemacht und erst durch eine chemische Analyse unterschieden werden.

Dieser feinkörnige Granit bildet in einigen Fällen Gänge von nur geringer Mächtigkeit, in andern Fällen von bedeutender, wohl 8-300 Fuss Mächtigkeit. Manche Kuppen und Rücken ziemlich hoher und langer Berge, wie die Kuppen des Schölzenberges bei Warmbrunn, des Hopfenberges zwischen

Wamborn und Staudorf, des Popelberges bei Malwaiden, so wie die langgezogenen Rücken des Stangenberges bei Staudorf und des Ameisenberges bei Erdmannsdorf bestehen daraus; jene findet sich auch in grosser Masse auf dem Kamme des Gebirges, doch hier meist in einzelnen Blöcken, und ist in diesem Falle oft schwer von dem porphyrtigen Oligoklasgranit zu unterscheiden, wo derselbe kleiner körnig geworden ist und die Gemengtheile mehr von gleicher Grösse vorkommen, wie dies namentlich am Kamme öfters stattfindet. Eine Ueberstimmung im Streichen hat der Verf. bei diesen Gängen nicht wahrgenommen, wiewohl hierbei die St. 1—1½ sehr häufig vorkommt, in welcher Richtung auch die Rücken des Stangenberges und Ameisenberges fortlaufen. Die Gänge stehen, wo sie mächtig sind, meistens ganz seiger, und wie die Gänge streichen und fallen auch die Klüfte, die in mehr oder weniger grossen Abständen das Gestein durchhaetzen, doch kommen auch Gänge vor, die in ganz anderen Richtungen streichen.

Dieser feinkörnige Granit zeichnet sich von dem porphyrtartigen auch dadurch aus, dass er nach der Mitte der Gänge zu häufig drusig und oft überaus grosskörnig wird. Er enthält in diesem Falle alle Gemengtheile, besonders Feldspath und Quarz, in grossen Partien ausgeschieden, und da diese Ausscheidungen für die Benützung in den Porcellan- und Glasfabriken eifrig aufgesucht werden, so sind auch Gänge mit solchen Ausscheidungen in vielen mehr oder weniger grossen Steinbrüchen aufgeschlossen. Die grobkörnigen Ausscheidungen halten mehr oder weniger lange an, sie hören oft bald auf und finden sich in manchen mächtigen Gängen auf grosse Erstreckungen gar nicht; in anderen halten sie aber auch mehr an, wie z. B. in dem grossen Gange bei Lomnitz, der schon seit sehr langer Zeit in Betrieb steht und immer noch bearbeitet wird. Zu den Gängen, in welchen bei dem jetzigen Zustande des Abbaues alle diese Verhältnisse am deutlichsten zu sehen sind, gehören die Gänge am Falkeberge bei Fischbach und auf dem Landsbutter Kamme. Man sieht hier deutlich das Streichen, Fallen und die Mächtigkeit der Gänge und den Uebergang aus dem Feinkörnigen in's Grosskörnige, von den Saalbändern nach der Mitte zu, aber man kann diese Verhältnisse auch sehr gut bei kleineren Gängen sehen, in welchen keine

Stücke angelegt sind, wie besonders bei dem sehr hohlen Steine in der Nähe des Zackelfalles.

In den Drusen dieses grobkörnigen Granits finden sich die verschiedenen Gemengtheile des Granits oft überaus schön krystallisiert, besonders der Feldspath und Quarz, aber auch Albit (Schreibershan) \*), seltener Glimmer. Nicht selten findet sich auch hier Eisenglanz in sehr feinen, metallisch glänzenden Täfelchen, oder auch als Ueberzug, viel seltener Magneteisenstein, aber dann in grösseren Krystallen oder kleinen derben Partien, zuweilen auch Pistazit in feinen Nadeln. Andere Mineralien, die sonst wohl in den Drusenräumen des Granits vorkommen, wie Turmalin, Beryll, Topas oder Flussspath, finden sich hier nicht. Die Feldspath- und Quarzkrystalle kommen aber hier sehr regelmässig und oft bedeutend gross vor. Man findet fuss-grosse Feldspath- und 3—4 Fuss grosse Quarzkrystalle. Die Feldspathkrystalle sind den schönsten ihrer Art an die Seite zu stellen, besonders ausgezeichnet sind die vom Krötenloche bei Schwarzbach; sie sind in der Regel mit Albit bedeckt, der mit ihnen regelmässig verwachsen ist, wie dies auch an anderen Orten vorkommt, aber der Albit auf dem Feldspath ist wohl kaum anderswo so gross, durchsichtig und die Verwachsung so regelmässig zu finden wie hier. Regelmässige Verwachsungen von Feldspath und Quarz, sogenannter *Schwitzgranit*, kommen auch häufig vor.

Dieser Granit zeigt noch die bemerkenswerthe Eigenschaft, dass er nämlich öfters eine kugelige Structur annimmt. Man findet dergleichen *Kugelgranit* zu Schwarzbach und am Kynast, auch soll er in der Gegend von Schmiedeberg vorkommen. Besonders ausgezeichnet ist der Kugelgranit von Schwarzbach. Die Kugeln haben einige Zoll bis  $\frac{1}{2}$  Fuss im Durchmesser und enthalten stets im Innern als Kern einen einzelnen Feldspathzwilling oder eine Gruppe von Zwillingkrystallen; dieser Kern ist zuerst von einer dünnen Hülle von Albit und Glimmer und dann von einer 1—2 Zoll dicken Hülle von grobkörnigem, stark verwachsenem Feldspath umgeben, der mit kleinen graulich-weißen Quarzkörnern und gegen den Rand zu auch mit Glim-

\*) Das spec. Gew. eines solchen Albits fand der Verf. 2,629. Er enthält nur eine äusserst geringe Menge Kalkerde und Kali.

merschüppchen durchwachsen ist. Der Feldspath des Kernes ist fleischroth, der der Hülle aber gelblich-grau. Die Kugeln liegen dicht neben einander, sich gegenseitig in der Ausbildung störend, und bilden einen etwa 20 Fuss mächtigen Gang, nicht weit von dem sogenannten Krötenloche \*).

Der gewöhnlich feinkörnig vorkommende Albitgranit durchsetzt nicht nur den porphyrtigen Oligoklasgranit, sondern er setzt auch noch in den diesen Granit umgebenden Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer hinein, wie man dies sehr schön am schwarzen Berge (dem östlichen Ausläufer des Isarkammes) bei Schreibersbau, am Krkonosch auf der Südseite des Riesengebirges und bei Kupferberg sehen kann.

Ausser diesem Albitgranit durchsetzen noch andere Gesteine den porphyrtigen Oligoklasgranit, nämlich *zweiertei Arten Porphy* und *Basalt*. Die eine Art Porphy findet sich viel häufiger, sie enthält in einer dichten, bald grünlich-grünen, bald röthlich-braunen Grundmasse Oligoklas, Glimmer, Quarz und Feldspath und kommt in grossen, unter einander parallelen Gängen vor, die von NNO. nach SW. streichen, sich meilenweit verfolgen lassen und auf die grossen Abstürze in dem Kame, den Teichen und den Schnee gruben zustreichen. Der andere Porphy hat eine feinkörnige, aus licht-fleischrothem Albit und chloritartigem Glimmer bestehende Grundmasse, worin grosse ziegelrothe Feldspathkrystalle eingewachsen sind, und findet sich unter andern ausgezeichnet bei dem Dorfe Unterpolaun in Böhmen. — *Basalt* ist bis jetzt an vier Orten bekannt, in der kleinen Schnee grubc, am keulichten Buchberge, bei Malwaldau und bei Berbisdorf.

---

\*) Der Verf. verdankt die Kenntniss dieses interessanten Kugelgranits dem Hrn. Manger in Warmbrunn.



Annalen der Physik und Chemie **XXV.** 170. 299. u. XXVI. 1.

*Ueber die Ausdehnung der Gase.*

Von

M. A. G. N. U. S.

(Aus dem Ber. der Berl. Acad.)

Seitdem der Verf. seine erste Abhandlung über die Ausdehnung der Gase der Academie vorgelegt hat, ist eine Arbeit über denselben Gegenstand von Hrn. Regnault in Paris bekannt geworden \*). Der Ausdehnungs-Coefficient, welchen dieser für atm. Luft zwischen 0° und 100° erhalten hat, stimmt mit dem des Verf. bis auf 0,0002 überein. Beide haben nämlich 0,3666 für denselben gefunden, allein Hr. Regnault hat bei seinen Versuchen die Temperatur des kochenden Wassers unter einem Drucke von 0,76 Meter, der Verfasser hingegen unter einem Drucke von 28 Zoll Par. zu Grunde gelegt, und wönte man die Zahl des Verf. für den Druck von 0,76 Meter berechnet, so erhält man 0,36678. Die Ausdehnungs-Coefficienten der übrigen Gasarten stimmen auf ähnliche Weise überein; mit Ausnahme der schwefligen Säure; für diese hat Hr. Regnault 0,3669, der Verf. hingegen 0,3856 erhalten. Die grosse Abweichung dieser letztern Zahl von den Ausdehnungs-Coefficienten der übrigen Gasarten liess befürchten, dass die angewandte schweflige Säure vielleicht nicht hinreichend getrocknet war, um so mehr, als diess durch geschmolzenes Chlorcalcium geschehen war, während Hr. Regnault sich hierzu mit Schwefelsäure befeuchteter Bimssteinstücke bedient hat. Es wurde deshalb der Ausdehnungs-Coefficient der schwefligen Säure von Neuem bestimmt, indem diese, wie es Hr. Regnault angiebt, durch concentrirte Schwefelsäure getrocknet wurde. Das Resultat war dasselbe wie früher.

Da Hr. Regnault bei seinen Versuchen eine grosse Glaskugel angewandt hatte, der Verf. hingegen eine Glasröhre von viel geringerem Inhalte, so schien es möglich, dass eine Verdichtung an der Wand des Gefässes die Verschiedenheit in den Resultaten hervorgebracht haben könnte. Es wurden deshalb einige Versuche mit einer Glaskugel von 996 Cb. C. Inhalt an gestellt, aber auch diese lieferten denselben Ausdehnungs-Coeff-

\*) Dies. Journ. XXV. 170. 299. u. XXVI. 1.

folgenden, so dass über die Richtigkeit desselben wohl kein Zweifel obwalten kann \*). In den vier hier folgenden Versuchen sind I und II mit einer Röhre von 80 Gb. C. Inhalt, III und IV mit der oben erwähnten Kugel angestellt.

I. 0,3847

II. 0,3839

III. 0,3849

IV. 0,3842

Mittel: 0,3844.

Der Verf. hat ferner die absolute Ausdehnung des reinen Luft, verglichen mit der anscheinenden Ausdehnung des Quecksilbers, für Temperaturen, die höher sind als 100°.

Die Herren Dulong und Petit haben bei ihrer Untersuchung über diesen Gegenstand 0,375 als Ausdehnungs-Coefficienten für die Luft zwischen 0° und 100° angedehmt. Die von ihnen für die Vergleichung der Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers mitgetheilten Werthe können daher nicht als richtig betrachtet werden, und da die Originaltabellen ihrer Versuche nicht bekannt gemacht sind und deshalb eine Correction derselben unmöglich ist, so sollten eine neue Untersuchung dieses Gegenstandes nothwendig.

Es ist überraschend genug, dass die Zahlen, welche oben geliefert hat, dennoch sehr genau mit denen übereinstimmen, welche die Herren Dulong und Petit erhalten haben, wie die folgende Tafel zeigt:

Anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers.	Absolute Ausdehnung der Luft nach: Dulong u. Petit	dem Verf.
100°	100°	100°
150°	148,7	148,5

\*) Bald nachdem diese Resultate der physikalischen Classe der Academie mitgetheilt waren, ist hier die zweite Abhandlung des Hrn. Regnault über diesen Gegenstand eingetroffen, in welcher derselbe sein früheres Resultat zurücknimmt, indem er den Ausdehnungs-Coefficienten des schwerflüchtigen Gases nunmehr auch gleich 0,3844 gefunden hat (Ann. de Chim. et de Phys. Ser. III. T. V. P. 37. Im Auszuge in dies. Journ. XXVI. 287). In derselben Abhandlung bestätigt auch Hr. Regnault die frühere Angabe des Verf., dass der Ausdehnungs-Coefficient des Wasserstoffgases etwas geringer sei als der der atmosphärischen Luft.

Anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers.	Absolute Ausdehnung der Luft nach; Dulong u. Petit.	Absolute Ausdehnung der Luft nach; dem Verf.
200°	197,65	197,38
250°	245,65	245,58
300°	292,70	293,15
330°		319,67
360°	356,00.	

Es ist diese Uebereinstimmung nur dadurch zu erklären, dass diese Herren bei der Berechnung ihrer Versuche sich des Ausdehnungs-Coefficienten von 0° bis 100° nicht bedienten, was nach der Beschreibung ihrer Versuche auch ganz wahrscheinlich ist, da sie die mit Luft gefüllte Röhre, nachdem sie dieselbe erwärmt hatten, jedesmal bis zur Temperatur der umgebenden Luft und nicht bis 0° abkühlten (*Ann. de Chim. et de Phys.* II. 245 und VII. 119).

Vor Kurzem hat Hr. Regnault eine Vergleichung der Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers bekannt gemacht, bei welcher er jedoch zu anderen Resultaten gelangt ist. Es ist indessen zu vermuthen, dass die Verschiedenheit dieser Resultate von denen der Herren Dulong und Petit und des Verf. in der Art und Weise zu suchen ist, wie Hr. Regnault seine Temperaturen bestimmt hat.

## XXXI.

## Literarische Nachweisungen.

*Arch. d. Pharm.* Von Brandes u. Wackenroder. Aug. 1842.

Vorläufiger Versuch einer chem. Untersuchung der *Ruta graveolens*. Von Kümmer.

Unterscheidung und Trennung des Arsens vom Antimon. Von Wackenroder.

*Repertorium der Pharm.* Von Buchner. Bd. XXVII. Heft 2.

Über die Kupferarsenikprobe. Von Reinsch.

Untersuchung eines durch den After abgegangenen Gallensteins. Von Reinsch.

Analyse eines Concrements. Von Torostewicz.

Die Bitterquelle zu Truskawiec. Von Demselben.

## XXXII.

# Untersuchungen über einige Gegenstände aus dem Gebiete der Atomentheorie.

Von

R. F. MARCHAND und Th. SCHEERER.

### Zweite Abhandlung.

### Ueber die Zusammendrückbarkeit der Metalle.

(Gelesen in der Versammlung der naturforschenden Freunde zu Berlin im März 1842.)

In unserer ersten Abhandlung „über den *Dimorphismus des Schwefels*“ \*) hatten wir auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einem *krystallisirten* und einem *stark zusammengepressten* Metalle vielleicht verschiedene spec. Gewichte und spec. Wärmen zukommen möchten, und hatten in den oft un- gemein von einander abweichenden Angaben über das spec. Gewicht eines und desselben Metalles eine Art Bestätigung dieser Vermuthung zu finden geglaubt. Die Feststellung dieser Frage war für uns zu wichtig, als dass wir uns nicht mit al- lem Eifer derselben hätten hingeben sollen. Sie betrifft zu glei- cher Zeit eine allgemeine Eigenschaft der Körper, welche von einigen Physikern angenommen, von anderen gelängnet wird; daher glaubten wir uns einem Gegenstande gewidmet zu haben, weloher für mehrere Gesichtspuncte nicht unwichtig sein möchte.

Die Metalle, welche wir der Untersuchung unterworfen haben, sind besonders das *Kupfer*, *Antimon* und *Wismuth*. Daran knüpfte sich die Untersuchung einiger anderen Substanzen.

#### I. Kupfer.

Zuerst unterwarfen wir das *Kupfer* diesen Untersuchungen, indem wir dasselbe im *krystallisirten* Zustande, im *geschmolze- nen*, ohne *krystallinische* Structur erstarrten, im *krystallinisch* sich dargestellten, im *ausgewalzten*, *gehämmerten*, *gezoge- nen* und endlich durch möglichst starken Druck *zusammenge- pressten* Zustande untersuchten.

Das spec. Gew. des Kupfers ist von den verschiedenen

\*) Dies. Journ. XXIV. 132.

Beobachtern sehr verschieden angegeben worden. Berzelius bemerkt, dass an diesen Verschiedenheiten oft Undichtigkeiten des Metalles Schuld sein möchten \*), und hält nach eigenen Versuchen 8,85 für das spec. Gewicht des geschmolzenen und 8,95 für das spec. Gewicht des geschmiedeten und gewalzten Kupfers. Von den übrigen Angaben erwähnen wir folgende:

Brisson, gewalztes Kupfer	8,878
— geschmolzenes Kupfer	8,788.
Herapath, Rosettenkupfer, beim Gaarmachen nicht mit Holz umgerührt	8,510
— gewöhnliches Rosettenkupfer	8,843
— geschmolzen, im Tiegel erstarrt	8,900.
Berzelius, reines geschmolz. Kupfer	8,830
— dasselbe, in einen 2 Linien dicken Cylinder gezogen	8,9463
— dasselbe, glatt geschlagen	8,9587.

Das spec. Gewicht des krystallisirten gediegenen Kupfers wird zu 8,9—7,8 angegeben. Diese bedeutenden Differenzen liegen offenbar darin, dass es sehr schwierig ist, krystallisirtes Kupfer zu erhalten, welches ganz frei von hohlen Räumen und eingeschlossenen fremden Bestandtheilen ist. Offenbar wird daher, wenn nicht etwa Silber und Gold das Metall verunreinigten, das höchste der von den verschiedenen Beobachtern gefundenen spec. Gewichte den meisten Glauben verdienen und der Wahrheit am nächsten kommen. Auch wird dies durch das von uns gefundene spec. Gew. hinreichend bestätigt.

Wir fanden bei drei verschiedenen Sorten, welche sorgfältig ausgewählt worden waren, 8,940, 8,935 und 8,933. Bei einer vierten Probe fanden wir 8,962. Wir vermutheten etwas Silber darin und stellten deshalb eine Analyse damit an. Das Mineral war, der Etiquette nach, aus Brasilien. Wir fanden:

Kupfer	99,56
Silber	0,30
Gold	0,08
Eisen	0,10

---

100,04.

Ohne die vollkommene Schärfe des Resultates bei den an-

---

\*) Lehrbuch III. 299. 3. Aufl.

geführten spec. Gewichtbestimmungen behaupten zu wollen, da auch unsere Proben vielleicht irgend welche Fehler können beissen haben, die uns entgingen, kann man also das spec. Gewicht des reinen krystallisirten Kupfers annähernd zu 8,940 annehmen.

Es wird sich nun fragen, in welchem Verhältnisse die spec. Gewichte des geschmolzenen und stark zusammengedrückten Kupfers zu diesem stehen. Um möglichst genau das spec. Gewicht des geschmolzenen Kupfers bestimmen zu können, war vor allen Dingen nothwendig, völlig blasenfreie Kupferkönige zu erhalten. Zu diesem Ende wurden Quantitäten von einem Probircantner Kupfer mit folgenden Flussmitteln beschickt und in Probirtuten in einem Gebläseofen eingeschmolzen.

- |    |                        |            |           |       |                   |
|----|------------------------|------------|-----------|-------|-------------------|
| 1) | Mit 2 Probirctrn.      | Flusspath, |           |       |                   |
| 2) | — 1½                   | —          | —         | und ⅓ | Probirctrn. Glas, |
| 3) | — 1                    | —          | —         | — 1   | —                 |
| 4) | — ⅓                    | —          | Borax     | — 1½  | —                 |
| 5) | — 1½                   | —          | Soda      | — ⅓   | —                 |
| 6) | — 2                    | —          | —         |       |                   |
| 7) | — 1                    | —          | —         | — 1   | — Kochsalz,       |
| 8) | — 2                    | —          | Kochsalz, |       |                   |
| 9) | — keinem Flusszusätze. |            |           |       |                   |

Bei den Proben 1, 2 und 3 waren die Flussmittel nach beendeter Schmelzung nur unvollkommen verglast und die Kupferkönige hatten eine blasige, für unsern Zweck ganz untaugliche Structur. Alle übrigen Proben waren gut geschmolzen und hatten ein gutes Ansehen. Die Probe 9, welche ohne Flussmittel eingesetzt worden war, zeigte sich, wie sich erwarten liess, stark oxydirt. Durch die glänzendste und am vollkommensten glatte Oberfläche zeichnete sich vor allen der Kupferregulus No. 4 aus, welcher unter einer Decke von ⅓ Theil Borax und 1½ Th. Glas geschmolzen worden war.

Es würden nach diesen vorläufigen Versuchen nun größere Quantitäten Kupfer, etwa 15—20 Gr. vom reinsten russischen Kupfer, mit diesem Glas-Boraxflusse zusammengeschmolzen. Drei auf solche Weise erhaltene Kupferkönige zeigten dem äussern Ansehen nach sehr befriedigend aus, indem ihre vollkommen glatte und dichte Oberfläche auf keine inneren Blasenräume schliessen liess. Als jedoch das spec. Gewicht dersel-

ben genommen wurde, fanden wir zu unserem Befremden folgende drei Werthe:

- 1) 8,089,
- 2) 7,720,
- 3) 8,132.

Diese geringen spec. Gewichte liessen, trotz dem, dass das Aeusserere der Körner nichts davon verrieth, dennoch Undichtigkeiten im Innern vermuthen. Um hierüber Gewissheit zu erlangen, wurden dieselben alle in der Mitte mit einer Uhrfedersäge zerschnitten, wodurch sich unsere Vermuthung bestätigt fand. Sie waren sämmtlich, besonders aber der König No. 2, mit Blasenräumen erfüllt; diese Blasenräume zeigten sich vorzugsweise in der Mitte des Kornes angehäuft, und zwar dicht unter der Oberfläche, an welcher Stelle sich bei jedem Metallkönige eine warzenartige Erhabenheit befand. Das Ansehen der durchschnittenen Könige zeigte auf das Deutlichste, dass kurz vor dem Erstarren des Kupfers eine Gasentwicklung stattgefunden haben musste, welche noch nicht beendet war, als der Erstarrungsmoment eintrat, so dass die letzten Gasblasen eingeschlossen wurden. Von dieser durch Erstarrung überraschten Gasentwicklung rührte auch offenbar jene warzenförmige Erhöhung auf der obern Fläche der Kupferkönige her. Diese wurde uns nun für die Folge das beste Zeichen, schon aus dem äussern Ansehen eines Kupferkönigs auf dessen Dichtigkeitszustand zu schliessen. Als wir, von diesem Merkmal geleitet, die durch das frühere Schmelzen erhaltenen Kupferkönige nochmals durchmusterten, fanden wir, dass sämmtliche Könige mit solchen mehr oder weniger grossen warzenförmigen Erhöhungen behaftet waren, nur mit Ausnahme eines einzigen unter ihnen, und zwar desjenigen, welcher als Flussmittel bloss Kochsalz zur Decke erhalten hatte. Dieser Kupferkönig zeigte keine Spur einer Erhöhung auf seiner Oberfläche, sondern war sogar in der Mitte etwas eingesunken.

Alle bisher geschmolzenen Kupferkönige waren gleich nach beendeter Schmelzung vor dem Gebläse aus den Kohlen entfernt und schnell abgekühlt worden. Es entstand nun noch die Frage, ob diese schnelle Abkühlung vielleicht daran schuld sei, dass das Kupfer noch während jener Gasentwicklung erstarrte, und ob man nicht auch mit anderen Flüssigkeiten, als gerade

Kochsalz, vollkommen dichtes Kupfer schmelzen könnte, wenn man es nur langsam erkalten liesse. Zu dem Ende wurden wieder 3 Proben (von etwa 15 Gr. jede) eingesetzt, und zwar beschickt 1) mit Glas, 2) mit Borax und Glas, 3) mit Kochsalz. Alle 3 Proben wurden nach beendeter Schmelzung so lange im Ofen gelassen, bis alle Kohlen darin erlöschten und die Proben selbst sehr allmählig erkaltet waren. Die spec. Gewichte der drei resp. Kupferkönige wurden gefunden zu:

1) 8,762

2) 8,586

3) 8,899.

Das mit einer Decke von Kochsalz geschmolzene Kupfer war also zur höchsten Dichtigkeit gebracht worden. Es zeigte sich vollkommen blasenfrei und ohne jene warzenförmige Erhöhung. Die mit Glas und mit Borax und Glas beschickten Kupferkönige hatten offenbar durch das langsame Erkalten gegen früher an spec. Schwere zugenommen, allein dennoch hatten sie nicht die Dichtigkeit des mit Kochsalz beschickten Kupfers erreicht. Es geht also hieraus hervor, dass von allen angewandten Flussmitteln sich nur allein das Kochsalz brauchbar zeigte, um einen von Blasenräumen freien Kupferkönig zu erhalten. Das Entstehen jener Blasenräume könnte man versucht sein, aus einer Ausdehnung des erstarrenden Kupfers ableiten zu wollen, jedoch müsste es sodann sich bei allen Kupferproben, auch bei der unter Kochsalz geschmolzenen, zeigen, und ausserdem wissen wir, dass sich das Kupfer beim Erstarren zusammenzieht und nicht sich ausdehnt. Karsten (*Abhandlungen der Berl. Acad. der Wissenschaften 1832* \*) hat das Auswachsen des erstarrenden Kupfers ebenfalls bemerkt, und gleichfalls die Eigenschaft desselben, dabei Höhlungen in den Auswüchsen oder unter denselben zu zeigen.

Wenn man sich fragt, woher es wohl kommen möge, dass gerade das Kochsalz die Eigenschaft habe, jene Gasentwicklung beim erstarrenden Kupfer zu verhindern, so lässt sich dafür kein anderer Grund auffinden als der, dass das Kochsalz unter den in Rede stehenden Flussmitteln das einzige Salz ist, welches keinen Sauerstoff enthält. Allerdings ist diess beim Flussspath auch der Fall, allein wegen seiner schwerern Schmelz-

\*) Schweigger's Journ. LXVI. 292.



barkeit kam derselbe nicht zum gehörigen Fluss und konnte auf diese Weise das Kupfer nicht vor der Berührung mit der atmosphärischen Luft hinreichend schützen. Es scheint, dass das Kupfer eine ähnliche Neigung wie das Silber hat, beim Schmelzen Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen, welchen es bei eintretender Erstarrung (wenigstens theilweise) wieder abgeben lässt. Aus den obigen Versuchen würde nun folgen, dass das Kupfer sogar im Stande sei, in der Schmelzhitze diesen Sauerstoff aus Körpern wie Borax, Glas und Soda durch zersetzende Einwirkung an sich zu ziehen, welche denselben dann wiederum aus der Luft vielleicht aufnehmen könnten, etwa wie man sich die Cementation des Eisens im Kohlenpulver zu denken hat.

Dass in der That das Kupfer während des Schmelzens Sauerstoff absorbiren könne, den es beim Erstarren wieder abgibt, behauptete schon Lucas \*), welcher dieselbe, von Gay-Lussac \*\*) bestätigte Eigenschaft bei dem Silber wahrnahm, und er leitet davon auch die heftigen Explosionen her, welche das Kupfer verursacht, wenn es in feuchte Formen gegossen wird. Kupfer, welches aus einem Ofen genommen war, der 5 Ctr. enthielt, und welches 2 Stunden lang im geflossenen Zustande einem Strome von atmosphärischer Luft ausgesetzt war, brachte, in Wasser geworfen, eine sehr lebhaftete Detonation hervor, während dasselbe, noch eine halbe Stunde unter einer Kohlendecke im Fluss erhalten, sich ohne Explosion leicht granuliren liess. Die bekannte Erscheinung des *Spritzkupfers*, welche sich zeigt, wenn Kupfer entblösst im Fluss und gut abgeschäumt einige Zeit gestanden hat, beruht ohne Zweifel auf derselben Ursache. Wenn gleich Chaudet gezeigt hat, dass andere Metalle, welche oxydationsfähiger als das Kupfer sind, dieselben Explosionen hervorbringen, wenn sie in glühendem Zustande in Wasser gegossen werden, so beweist uns diess freilich fast, dass diese Explosionen eben nicht von entweichenden absorbirten Gasarten herrühren. Sie beruhen vielmehr auf der Zersetzbarkeit des Wassers durch diese glühenden Metalle, und diess kann auch die Ursache dieser Erscheinung beim Kupfer sein, denn Regnault hat gezeigt, wie auch das *Kupfer*

\*) *Ann. de Chim. et de Phys.* XII. 404.

\*\*) *Ebend.* XLV. 231.

im Stande ist, in der Weissglühhitze das Wasser zu zerlegen \*).

Indessen steht diese Thatsache mit jener Annahme, das Kupfer absorbire in der That Sauerstoff, durchaus nicht im Widerspruche. Der Einwand, den man machen könnte, dass eine kleine Quantität Kupfer das Spritzen des Silbers hindere, ist kein entscheidender; wir wissen, wie sehr die Eigenschaften der Metalle sich durch geringe Beimischungen anderer verändern. Zwei weiche Metalle könnten, wenn sie eins dem andern beigemischt werden, einander leicht spröde machen.

Metallarbeiter, welche sich mit Kupferguss beschäftigen, kennen alle diese sehr unwillkommene Eigenschaft des Kupfers, beim Erkalten durch Gasentwicklung undicht zu werden. Vielleicht gäbe die hier gemachte Erfahrung ein gutes und anwendbares Mittel ab, um blasenfreie Gussstücke von Kupfer zu erhalten. Es fragte sich hierbei nur, ob das mit Kochsalz geschmolzene Kupfer auch beim Ausgießen in die Form sich sauerstofffrei erhält. Es wurden von uns über diesen Punkt keine weiteren Versuche angestellt, indessen ist es uns sehr unwahrscheinlich, dass das ausgegossene Metall in der kurzen Zeit, in welcher es durch die Luft fliesst, so viel Sauerstoff aufnehmen sollte, als bei längerer Schmelzung in Berührung mit sauerstoffhaltigen Flussmitteln oder mit atmosphärischer Luft. Uebrigens scheint zu der Sauerstoffabsorption eine sehr hohe Temperatur erforderlich zu sein, welche das Kupfer während des Flusses nicht mehr besitzen möchte, und endlich könnte man, wie es ja bei dem Geschützguss u. a. m. zu geschehen pflegt, die Oberfläche des Kupfers vor dem Zutritte der Luft durch Aufwerfen von Pech, Talg und ähnlichen Stoffen noch schützen.

Nachdem wir nun so die Art ausgemittelt hatten, auf welche wir vollkommen dichtes Kupfer durch Schmelzung zu erhalten im Stande waren, wurden 6 Kupferkösige unter Kochsalzbedeckungen geschmolzen und deren spec. Gew. genommen. Vier dieser Kupferkösige bestanden aus eingeschmolzenem Cementkupfer, durch galvanische Fällung aus Kupfervitriol erhalten, und zwei andere aus eingeschmolzenen Stücken von Draht, und zwar der besten Sorte russischen Kupfers, wie sie in den

\*) Dies. Journ. X. 146.

Tressenfabriken gebraucht, wird. Hinsichtlich der chemischen Reinheit der ersten Kupfersorte kann also kein Zweifel obwalten, und auch die letztere enthält bekanntlich kaum erkennbare Spuren fremder Beimischungen.

Die spec. Gewichte dieser 6 Kupferkönige waren:

1) Geschmolzenes Cementkupfer	8,899
2) — — —	8,885
3) geschmolzener Kupferdraht	8,891
4) geschmolzenes Cementkupfer	8,907
5) — — —	8,891
6) geschmolzener Kupferdraht	8,921.

Obgleich alle diese spec. Gewichte von grosser Dichtigkeit des Kupfers zeugen, so weichen sie dennoch etwas unter einander ab. Einestheils mag dieses daher rühren, weil es schwierig ist, bei einem Körper von so hohem spec. Gewicht, wie das Kupfer, dasselbe mit einer bis auf die dritte Decimalstelle gehenden Genauigkeit zu bestimmen, andertheils aber daher, weil die Kochsalzdecke dennoch nicht hinreichend sein mag, die Kupferkönige vor *aller* Berührung mit atmosphärischer Luft zu bewahren und zu verhindern, dass nicht beim Erkalten geringe Blasenräume entstehen. Jedenfalls ist auch hier das höchste spec. Gewicht das richtigste, da dasselbe auf keinem Beobachtungsfehler beruhen kann, indem alle Wägungen mehrere Male wiederholt wurden. Hiernach liesse sich also das spec. Gew. chemisch reinen, völlig dichten geschmolzenen Kupfers zu

8,921

annehmen. Zieht man dagegen vor, das Mittel aus den verschiedenen Beobachtungen zu nehmen, so wird dasselbe nur 8,899.

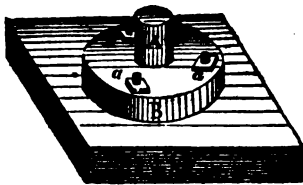
Um das spec. Gew. des stark zusammengepressten Kupfers zu bestimmen, wurden zuerst einige Wägungen mit Stücken von russischem Kupferdraht von 6 Millimetern Dicke vorgenommen, welche folgende Werthe ergaben:

- 1) 8,935
- 2) 8,933
- 3) 8,939
- 4) 8,933
- 5) 8,934,

woraus sich ein mittlerer Werth von 8,935

ergiebt.

Wir suchten nun auszumitteln, ob Kupfer, wenn es, ohne weichen zu können, stark zusammengepresst wird, nicht zu einer grössern Dichtigkeit als durch den Process des Drahtziehens gebracht werden könne. Um bei diesen Versuchen eine grösstmögliche und zugleich nach ihrer Grösse bestimmbare Kraft anzuwenden, bedienten wir uns einer sehr gut construirten hydraulischen Presse, an welcher von einem geschickten Mechaniker eine Vorrichtung angebracht war, um die Grösse jedes ausgeübten Druckes zu messen. Zugleich richteten wir einen Apparat vor, in welchem die zu pressenden Kupferstücke eingeschlossen und am Ausweichen verhindert wurden. Dieser Apparat bestand einfach in einer Vorrichtung, ganz ähnlich, wie man sie zum Zerkleinern von Mineralien angewendet (sogenaante Diamantmörser), nur von grösseren Dimensionen.



A ist ein Stempel von Gussstahl, welcher in den Ring B, ebenfalls von Gussstahl, sehr gut eingepasst ist. Dieser Ring liegt in einer runden Vertiefung der Unterlagsplatte C. Beim ersten Pressversuche war diese Platte nur aus gutem Schmiedeeisen construiert, allein es fand sich, dass dieselbe durchaus keinem heftigen Drucke widerstand, indem der stählerne Stempel A zolltief, wie in eine weiche Wachsmasse, hineingetrieben wurde. Um diesem Uebelstande zu entgehen, wurde die schmiedeeiserne Platte mit einer starken Schicht des besten Stahles belegt. Eben so waren bei diesem Versuche auch die Schrauben a, a, a noch nicht vorhanden; vermittelt welcher der Ring B fest an die Platte C gedrückt wird. Ohne eine solche Schraubenvorrichtung quillt aber jedesmal das gepresste Metall zwischen Ring und Platte und hebt erstern in die Höhe, wobei also der Zweck, Kupfer, ohne dass es ausweichen kann, zusammenzupressen, nicht erreicht wird. Trotz der Festigkeit dieses Apparates gelang es durchaus nicht, demselben eine für

mehrere Versuche hinsichtlich Dauerhaftigkeit zu geben. Fast nach jeder Pressung wurde ein Apparat unbrauchbar und es musste ein neuer construirt werden, oder es fanden wenigstens bedeutende Reparaturen statt. Theils verdrückte sich der Stempel, theils wurde der Ring gesprengt, theils bog sich der Stahlüberzug auf der Unterlageplatte ein. Diese Uebelstände verhinderten uns, die ganze effective Kraft der hydraulischen Presse, welche sich auf mehr als 600,000 Pfd. belief, zu benutzen. Bei einer Kraft von 200,000 Pfd. wurden die Apparate fast jedesmal sehr stark beschädigt und bei 300,000 Pfd. wurden sie fast gänzlich zerdrückt. Jedoch möchten diese Stärken dem angewandten Drucke wohl bedeutend genug sein, und es hätte uns gewiss gelingen müssen, vermittelt derselben dem Kupfer eine bedeutend höhere Dichtigkeit als im geschmolzenen Zustande zu geben, wenn diess überhaupt möglich gewesen wäre.

Wir wollen nun die Resultate von 6 solchen glücklich ausgeführten Pressversuchen anführen.

	Hatte, geschmolzen, ein spec. Gew. von:	Zusammengepresst mit einem      erhielt es ein Drucke von:      spec. Gew. von:
1) Cementkupfer	8,899	100,000 Pfd.      8,919
2) Cementkupfer	8,885	150,000 —      8,928
3) Kupferdraht	8,891	200,000 —      8,927
4) Cementkupfer	8,907	300,000 —      8,931
5) Cementkupfer	8,891	100,000 —      8,922
6) Kupferdraht	8,921	212,500 —      8,930.

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass das Kupfer durch die angewandten starken Pressungen allerdings an Dichtigkeit gegen geschmolzenes Kupfer zugenommen hat. Jedoch ist diese Zunahme nur so unbedeutend, dass man sie kaum einer andern Ursache als kleinen Undichtigkeiten zuschreiben kann, welche, trotz aller Vorsicht, die man bei der Schmelzung des Kupfers anwendet, dennoch nie ganz zu vermeiden sind, bei einer starken Pressung aber weggeschafft, oder doch wenigstens verringert werden.

Hält man die höchste Zahl dieser 6 spec. Gewichtsangaben für die genaueste, so wird das spec. Gew. stark gepressten Kupfers

nimmt man dagegen das Mittel, so erhält man als Werth dafür die Zahl 8,926.

Berselius giebt, wie oben angeführt ist, an, dass das Kupfer, welches er aus einem Drahte habe in Platten schlagen lassen, sein spec. Gew. von 8,946 bis auf 8,958 vermehrt habe. Wir fanden in unsern Versuchen gleichfalls eine solche geringe Vermehrung der Dichtigkeit und glaubten, dieselbe würde sich vielleicht noch steigern lassen durch ein sehr starkes und anhaltendes Hämmern. Wir liessen daher ein Stück russisches Kupferdraht von 7 Mm. Dicke, dessen spec. Gew. wir zu 8,933 gefunden hatten, bis zu einer Dicke von  $\frac{9}{10}$  Mm. ausschmiedeten und fanden nun das spec. Gew. zu 8,944. Als wir es endlich zu einem dünnen Bleche von  $\frac{4}{10}$  Mm. ausschmiedeten liessen, stieg das spec. Gew. bis auf 8,951. Eine ganz ähnliche Zahl giebt das fein ausgewalzte Kupferblech, welches aus eben jenem Kupferdraht angefertigt und darauf stark gehämmert worden war. Seine Dicke betrug  $1\frac{5}{100}$  Mm. und sein spec. Gew. 8,952.

In einer Denkschrift „über die Dehnbarkeit und Hämmbarkeit einiger Metalle“ \*) giebt Baudrimont an, das geschmolzene, langsam abgekühlte Kupfer habe ein spec. Gew. von 8,4525, gehärtete Drähte 8,6225, geglühte Drähte 8,3912, gehärtete Drähte, ausgewalzt, 8,7059, geglühte Drähte, ausgewalzt, 8,8787, gehämmertes Kupfer endlich 8,8693.

Man sieht, dass alle Zahlen, welche Baudrimont mittheilt, kleiner sind als die von uns aufgefundenen, und ferner, dass er sehr beträchtliche Unterschiede fand zwischen den verschieden behandelten Kupferarten. Es ist möglich, dass Baudrimont zu seiner Untersuchung nicht so reines Kupfer gewählt hat wie wir, und höchst wahrscheinlich, dass seine leichteren Kupferarten in der That noch Undichtigkeiten besessen haben.

Am auffallendsten erschien uns der Versuch, welchen Baudrimont mit geglühtem und ungeglühtem Kupfer angestellt hat; er fand bei dem Glühen eine Gewichtsverminderung von 8,6225 bis auf 8,3912. Wir wiederholten diesen Versuch mit den russischen Kupferdrähten von 6 Mm. Dicke und fanden das spec. Gew. vor dem Glühen 8,936; nach dem heftigsten Glü-

\*) Dies. Journ. VII. 203.

hen über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge, wo der Draht frei in die Flamme gehängt wurde und  $\frac{1}{2}$  Stunde lebhaft glühte, 8,932. Wir fürchteten, es möchte das Metall nicht hinreichend erhitzt gewesen sein, brachten ihn daher in einem guten Windofen in einem Tiegel zum heftigsten Glühen. Um dabei zu verhindern, dass er sich nicht oxydire, wurde er sorgfältig mit dünnem Kupferblech umwickelt und die sehr geringe, sich dennoch zeigende Oxydhaut vor der Wägung entfernt. Das spec. Gew. fanden wir jetzt zu 8,930, also freilich um ganz wenig geringer als vorher. Vielleicht hat in dem Baudrimont'schen Versuche das Kupfer sich etwas oxydirt, ohne dass es beachtet worden ist, und es hat sich sodann eine bedeutendere Dichtigkeits-Verchiedenheit daraus ergeben.

Wir sahen uns veranlasst, die Untersuchung von Baudrimont zum Theil zu wiederholen, indem wir die spec. Gewichte von verschieden starken Kupferdrähten untersuchten, welche aus einem und demselben Metallstücke dargestellt worden waren.

Wir verdanken das Material, welches wir hierzu benutzen konnten, der Gefälligkeit der HHrn. Hensel und Schumann in Berlin, welche Inhaber einer Lyoner Goldtressenfabrik sind. Die Kupferdrähte waren aus einer cylindrisch geschmiedeten Kupferbarre gezogen, von welcher wir ein abgesägtes Stück erhielten. Das Kupfer selbst war feinstes Demidoff'sches Kupfer, welches kaum eine Spur von fremden Bestandtheilen enthielt. Nach dem ersten Zuge wurde von dem erhaltenen Drahte ein Stück abgeknippen und das übrige Ende dünner gezogen, darauf wiederum ein Stück abgeknippen und der Rest weiter ausgezogen und so fort, bis wir eine hinreichende Anzahl verschieden starker Drähte daraus erhalten hatten.

Die Wägungen wurden sämmtlich bei 18° C. und 752 Mm. B. vorgenommen.

	Absol. Gew.	Gew. in Wasser.	Spec. Gew.
1) Geschmiedete Barre, Durchm. 55 Mm.	126,6545	112,4800	8,9353
2) geschmiedete Barre, Durchm. 26 Mm.	62,3300	55,3615	8,9445

Absol. Gew. Gew. in Spec.  
Wasser. Gew.

3) gezog. Draht, Drchm. 22,2 Mm. 58,0880 51,5930 8,9435

Das Kupfer war vor dem Ziehen geglüht worden.

4) gezog. Draht, Drchm. 19 Mm. 43,1905 38,3623 8,9454

5) — — — 15,9 Mm. 37,9840 33,7370 8,9437

6) — — — 13 — 42,1800 37,4645 8,9469

7) — — — 11,2 — 38,9110 34,5590 8,9429

Der Draht war vor dem Ziehen geglüht worden.

8) gezog. Draht, Drchm. 10,2 Mm. 39,3885 34,9870 8,9498

9) — — — 9,6 — 37,3045 33,0425 8,9391

Der Draht war vorher geglüht worden.

10) gezog. Draht, Drchm. 8,4 Mm. 36,7590 32,6500 8,9459

11) — — — 7,7 — 35,8695 31,8590 8,9438

12) — — — 6,3 — 22,4590 19,9490 8,9450

13) — — — 5,5 — 16,810 14,930 8,9414\*).

Der Draht war vorher geglüht worden.

Es ergibt sich hieraus, dass der Kupferdraht in der That etwas dichter wird, je dünner derselbe gezogen wird, dass indessen seine Härte, welche er dadurch erlangt, in keinem Verhältnisse zu der grössern Dichtigkeit steht. Merkwürdig ist es, dass bei dem ersten Ziehen die Dichtigkeit abnimmt (2 und 3); dass diess nicht zufällig sei, fanden wir auch schon, indem wir das spec. Gew. von No. 8, nachdem wir es sehr heftig glühten, zu 8,9422 fanden.

Nach dieser Bestimmung der Dichtigkeiten von krystallisiertem, geschmelzenem und stark zusammengepresstem Kupfer schien es uns interessant, auch einige spec. Gewichtsbestimmungen von Kupfer zu machen, welches nach Jacobi's Methode auf galvanischem Wege aus einer Solution von Kupfervitriol gefällt worden war. Man muss bei der Auswahl solcher Cementkupferstücke sehr sorgfältig zu Werke gehen, weil sich das Kupfer bekanntlich nicht mit ebener Fläche, sondern eigenthümlich warzig und traubig an die Platte des positiven galvanischen Pols ansetzt und sehr häufig, wenn man die Kupferschicht zu einer bedeutenden Dicke anwachsen lässt, hohle

\*) Die Berechnungen sind unmittelbar angestellt und nicht auf den luftleeren Raum reducirt.



Räume in sich einschließt. Wir erhielten folgende spec. Gewichte von drei verschiedenen Quantitäten solchen Cementkupfers:

- 1) 8,914
- 2) 8,900
- 3) 8,905;

bei einem vierten Stücke fanden wir nur ein spec. Gew. von 8,848, welche geringere Dichtigkeit aber jedenfalls in einer solchen nicht äusserlich bemerkbaren Undichtigkeit ihren Grund hatte. Die grösste für Cementkupfer gefundene Dichtigkeit wäre also hienach:

8,914.

Ueberblickt man nun die gefundenen Werthe für die spec. Gewichte des Kupfers in den vier verschiedenen Zuständen der Krystallisation, der Schmelzung, der Zusammendrückung und der Cementation, indem man stets hierbei die höchsten der gefundenen Werthe berücksichtigt, so erhält man folgendes Resultat:

	Spec. Gew.
1) Krystallisiertes Kupfer	8,940
2) geschmolzenes Kupfer	8,921
3) zu Draht ausgezogenes Kupfer	8,939 bis 8,949
4) geglühter Draht	8,930 *)
5) gehämmerter Draht von 7 Mm. auf $\frac{4}{10}$ Mm.	8,951
6) gewalztes und gehämmertes Kupfer- blech von $\frac{15}{100}$ Mm.	8,952
7) durch starken Druck gepresstes Kupfer	8,931
8) galvanisch cementirtes Kupfer	8,914.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass die hier stattfindenden Abweichungen zum Theil nur in der mechanischen Schwierigkeit begründet sind, trotz aller angewandten Vorsicht von inneren hohlen Räumen freies Kupfer zu erhalten. Daraus ist wahrscheinlich ist es dagegen, dass diese Abweichungen durch wesentlich verschiedene Anordnung der Atome, den verschiedenen Zuständen des Kupfers entsprechend, herühren sollten, denn in diesem Falle müssten, besonders zwi-

\*) Dieser leichtere Draht war aus einer andern Kupfersorte dargestellt worden.

sehen dem spec. Gew. des krystallinern und dem des zusammengepressten Kupfers, weit bedeutendere Unterschiede stattfanden.

## II. Antimon.

Die ausserordentliche Leichtigkeit, mit welcher das Antimon eine krystallinische Struktur annimmt, machte dieses Metall besonders geeignet zu den vorliegenden Untersuchungen, obwohl wir anfangs vermutheten, dass man bei dem Pressen des Metalles dasselbe zu Staub zermahlen würde, der keine Cohäsion zeigen könnte. Wir überzeugten uns jedoch bald, dass das Antimon durch starkes Hämmern in einer stählernen Form zwar zuerst zermahlt würde, später jedoch wieder eine vollständige Cohäsion erlangte, so dass man aus diesem Metalle Medaillen schlagen konnte.

Da es nichts bei der Entscheidung unserer Frage ausmachen konnte, ob das angewandte Metall chemisch rein sei, abwandten wir das künstliche Antimon an, welches nicht ganz frei von Beimischungen war.

Das spec. Gew. desselben fanden wir in dem krystallinisch blätterigen Zustande:

- 1) 6,696
- 2) 6,695
- 3) 6,6965 .
- 4) 6,697.

Alle vier Proben waren aus vier verschiedenen Stücken von grossen Metallmassen entnommen. Mit dem Metalle, welches 6,696 spec. Gewicht besass, wurden die folgenden Versuche angestellt.

Zuerst wurde ein Stück Metall zusammengeschmolzen und durch Feilen so vorgerichtet, dass es in den Pressapparat hineinpasste; bevor es gepresst wurde, fanden wir das spec. Gew. zu 6,672. Es war leichter geworden.

Wir fürchteten einen Beobachtungsfehler, fanden aber bei öfteren Wiederholungen genau dieselben Zahlen. Offenbar war bei dem Schmelzen eine geringe Höhlung entstanden, welche sich der Beobachtung entzog.

Das Metallstück wurde jetzt einem Drucke von 100,000 Pfd. ausgesetzt. Es kam als ein ganz festes Stück aus dem Apparate, nur an den Ecken war es etwas verletzt durch Ab-

bröckeln. Auf der Oberfläche sah man scharf die Streifen ausgeprägt, welche der Bohrer auf dem Stempel zurückgelassen hatte.

Das spec. Gew. betrug 6,693.

Es hatte also das Metall fast genau die Dichtigkeit des krystallisirten Metalles erhalten, und die erwähnte Leichtigkeit des geschmolzenen Regulus war offenbar nur Folge von Höhlungen.

Ein zweites Metallstück, gleichfalls zuvor geschmolzen, wurde jetzt einem Drucke von 150,000 Pfd. ausgesetzt. Beim Herausnehmen aus der Form fanden wir es feinkörnig, obwohl noch deutlich blätterig; die Blättchen waren sehr klein geworden; es war sehr hart und gut zusammenhängend, trennte sich jedoch leicht in verschiedene Lagen.

Das spec. Gew. betrug 6,698.

Der Versuch wurde nicht weiter fortgesetzt. Es ergibt sich daraus hinreichend, dass das Antimon im krystallisirten Zustande dasselbe spec. Gew. zeigt wie im zusammengepressten, und dass es im geschmolzenen Zustande, indem es in kleinen Massen erstarrt, leicht kleine Höhlungen zeigt, welche seine Dichtigkeit scheinbar vermindern.

Da die Zahl 6,698 niedriger ist als die, welche als das spec. Gew. von den besten Beobachtern dem Antimon zugeschrieben wird, so wünschten wir auch *das wirkliche spec. Gewicht des reinen Antimons* zu erfahren. Die Zahlen, welche angegeben werden, welchen von einander ab, wie man aus folgender Uebersicht ersehen wird:

Musschenbroeck	6,850.
Bergmann	6,860
Boeckmann	6,723
Karsten	6,700
Breithaupt	6,610
Brisson	6,709.

Wir bereiteten uns mit Sorgfalt chemisch reines Metall und gossen aus demselben kleine Stangen, welche krystallinisch erstarrten; diese zeigten in drei Versuchen übereinstimmend bei 46° C. 6,715.

Aus diesem Metalle wurde ein grösseres Stück zusammengeschmolzen, dessen spec. Gewicht wir jetzt zu 6,708 fanden. Als dasselbe jedoch in einer stählernen Form so lange heftig gehämmert worden war, dass das zermalmté Metall wieder

solche Casktionen erhalten hatte, fanden wir das spec. Gewicht zu 6,714.

Wir können also wohl diese Zahl 6,715 als die richtige für das spec. Gew. des Antimons halten.

### III. Wismuth.

Die Versuche mit dem Wismuth wurden auf eine ganz ähnliche Weise angestellt.

Auch hierzu benutzten wir kein chemisch reines Metall, dessen spec. Gewicht wir besonders ausmittelten.

Das spec. Gew. des rohen Metalles fanden wir zu 9,783.

Darauf wurde das Metall einem Drucke von 100,000 Pfd. ausgesetzt. Es hatte dabei seine krystallinische Structur völlig behalten und war noch eine völlig feste Masse. Das spec. Gew. betrug jetzt aber nur noch 9,779.

Wir glaubten, einen Wägungsfehler begangen oder die Temperatur nicht gehörig beachtet zu haben, fanden jedoch bei der sorgfältigsten Wiederholung für beide Werthe ganz dieselben Zahlen. Als darauf das Metall einem Drucke von 150,000 Pfd. ausgesetzt wurde, fiel sein spec. Gew. auf 9,655.

Wir glaubten, durch einen noch stärkern Druck diese sonderbare Erscheinung noch deutlicher hervorrufen zu können, Als jedoch ein Druck von gegen 200,000 Pfd. angewandt wurde, sprang der äussere Ring des Apparates und das Metall spritzte förmlich in die dadurch gebildeten Risse. Es besass nun die Dünne von starkem Papier, war sehr spröde, auf dem Bruche ganz wie grauer Stahl aussehend und selbst unter dem Mikroskope kaum Krystallisation zeigend. Das spec. Gew. war hier bis auf 9,556 gesunken.

Wir kennen keine Erscheinung dieser Art, wenn wir die Veränderung des spec. Gew. von Mineralien durch Schmelzen abrechnen wollen. Das spec. Gew. des chemisch reinen Wismuths fanden wir bei 19° C. und 750 Mm. aus einem 16,246 Gr. schweren Stück zu 9,799. Brisson und Hatchett fanden es zu 9,822, Harepath zu 9,833. Durch Hämmern kann es, was mit der obigen Angabe in directem Widerspruche zu stehen scheint, nach Berzelius bis auf 9,8827 gebracht werden. Schon Musschenbroeck hat diese Gewichtszunahme beobachtet.

Aus der Untersuchung dieser drei Metalle ergibt sich also, dass, abgesehen von der sonderbaren Erscheinung bei dem Wismuth, die Metalle ihre Dichtigkeit durch Pressen nicht wesentlich zu verändern scheinen. Von den übrigen Metallen, welche wir noch untersucht haben, werden wir in der folgenden Abhandlung Rechenschaft ablegen, und bemerken hier nur, dass fast keins derselben eine Ausnahme von den bei dem Kupfer gefundenen Erscheinungen macht.

### XXXIII.

#### Ueber die Galvanographie.

Von

J A C O B I

(Aus einem Berichte an die Academie der Wissenschaften in St. Petersburg. *Bullet. scientif. X. No. 6.*)

Die Academie wird sich der ersten, schön gelungenen galvanographischen Specimina erinnern, welche ich die Ehre hatte ihr in der Sitzung vom 7. August 1840 im Namen Sr. Kaiserlichen Hoheit des Herrn Herzogs von Leuchtenberg vorzulegen. Sr. Kaiserliche Hoheit hatten Zeichnungen verschiedener Art, theils auf polirtem Kupfer, theils auf silberplattirten Platten ausgeführt und sich hierzu einer Auflösung von Damarharz in Terpentinöl bedient. Eine galvanoplastische Copie dieser Platten lieferte unmittelbar eine zum Abdrucke fertige Gravirung der Originalzeichnung. Diese schöne und wichtige Anwendung der Galvanoplastik eröffnete den zeichnenden Künsten ein neues und weites Feld, denn in der That hatte sich hierdurch eine ganz eigenthümliche Kunsttechnik gebildet, über welche sich Sr. Kaiserliche Hoheit in einem spätern Schreiben an mich folgendermassen ausdrückte:

„Die vielfältig von mir angestellten Versuche haben mir bald bewiesen, dass man hierbei zu einem eigenthümlichen, vom Kupferstich und Holzschnitte wohl zu unterscheidenden künstlerischen Producte gelangen kann. Es kommt der englischen Tuschmanier am nächsten, ja es geht mit ihr ganz parallel. Bei allen diesen Versuchen hatte ich es auch am geeignetsten gefunden, die Zeichnungen auf der Metallplatte in

Tuschmanier auszuführen. Aber ich habe auch mehrere solcher Zeichnungen rein linear gehalten, und dann stand in der That der Abdruck auch den besten Holzschnitten nicht nach.“

Statt des Damaraharzes bediente sich Sr. Kaiserliche Hoheit später des gewöhnlichen englischen Lacks, der auf den ganz unvorbereiteten polirten Metallplatten mit der Feder aufgetragen wurde. Auf diese Weise sind die hier vorliegenden, mit flüchtiger Hand hingeworfenen Schriften und Zeichnungen entstanden, aus denen man ersieht, dass auch die feinsten Züge sich reproduciren lassen.

Aber ausser dem künstlerischen und technischen Interesse der Galvanographie war es nicht minder das physikalische Phänomen, das sie begleitet, welches die Aufmerksamkeit Sr. Kaiserlichen Hoheit besonders auf sich zog, und das darin besteht, dass auch nichtleitende Flächen sich allmählig und in vollkommenster Regelmässigkeit mit Kupfer bedecken. Dieses Phänomen, und wie es vor sich geht, ist eigentlich nicht so leicht zu erklären, als es wohl den Anschein haben möchte, denn es ist dabei an ein allmähliges Ueberwachsen der nicht leitenden Reliefpartien von unten herauf keinesweges zu denken. Die Beobachtungen, welche Sr. Kaiserliche Hoheit im Laufe seiner Versuche gemacht hatten, führten Hochdenselben zu folgenden erklärenden Bemerkungen:

„Es war durchaus nicht nöthig, die nichtleitende Zeichnung mit einem leitenden Ueberzuge oder metallischen Hauche zu überziehen, denn die galvanische Praecipitation ging auch ohne diese Armatur vollkommen vor sich, indem in den ersten 24, 48 oder 72 Stunden die blanke Platte sich rasch überzog, an Dicke wuchs und in dem Maasse, als diese Dicke das Niveau der einzelnen Reliefpartien um etwas überschritten hatte, auch auf diese successiv die Praecipitation begann. Es waren somit bei der Bildung meiner galvanographischen Platten drei Epochen sehr genau zu unterscheiden.“

„Zuerst nämlich das gleichzeitige Ueberziehen der blanken Platte an allen ihren leitenden Punkten — Praecipitation mit Unterbruch — *interstitial praecipitation*. — In der zweiten Epoche das successive Ueberwachsen der nicht leitenden Zeichnung, wobei die leichteste Reliefstelle die zuerst überzogene, die höchste Reliefstelle aber die zuletzt überwachsene

war. — Erst in der dritten Epoche ging das Wachsen gleichzeitig und gleichmässig auf allen Punkten vor sich, denn die galvanische Strömung traf überall nur auf metallische Punkte — *præcipitation simultanée.*“

In der That bieten die galvanographischen Platten eine von den gewöhnlichen galvanoplastischen Abdrücken verschiedene und auffallende Gestaltung dar. Bei diesen letzteren, wo das Original aus metallischen oder leitenden Oberflächen besteht, sieht man nämlich selbst bei beträchtlicher Dicke, an der Hinterseite, genau die dem Originale entsprechenden Erhöhungen und Vertiefungen, welche also die Contreformen der Vorderseite sind. Bei den galvanographischen Platten dagegen, welche ich die Ehre habe der Section vorzulegen, sind auf der Rückseite die Lineamente der Vorderseite, jedoch in derselben Ordnung, also umgekehrt wie in der Originalzeichnung, sichtbar. Die Erhabenheiten der Zeichentinte gehen entsprechende Vertiefungen, nicht nur auf der Vorderseite, sondern auch auf der Rückseite der galvanoplastischen Copien.

Ich lege der Academie noch einen andern interessanten Versuch vor, den Sr. Kaiserliche Hoheit im Laufe des vorigen Sommers in Zarskoe-Selo angestellt hatten. Statt nämlich die blanke Metallplatte, auf welcher sich die Zeichnung oder Schrift befand, als Kathode zu gebrauchen, verband Sr. Kaiserliche Hoheit dieselbe mit dem Kupferpole der Batterie, so dass sie die Stelle der Anode vertrat; auf diese Weise wurde die ganze übrige Platte galvanisch geätzt, und nur die beschriebenen Theile erhielten sich und bildeten so eine erhabene Zeichnung, die gleich den Holzschnitten in der Buchdruckerpresse abgedruckt werden konnte. Es ist hierdurch noch eine andere galvanographische Manier gegeben, welche nicht minder einer weitern Vervollkommnung fähig zu sein scheint und bestimmten Zwecken als intermediär entsprechen könnte. Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, dass es der galvanischen Kraft gleichgültig ist, ob sie bei einer flüchtigen Zeichnung oder Schrift oder bei Meisterwerken der Kunst oder Kalligraphie auf die ihr eigenthümliche und gesetzmässige Weise ihre Thätigkeit ankündigt. Ich bemerke noch, dass Sr. Kaiserliche Hoheit die Jahreszahl 1841 auf der letztern Platte erst hinzugefügt hatten, nachdem der Process bereits zwei Tage lang in Thä-

igkeit gewesen war und die Oberfläche ein zerflossenes moléc-  
artiges Ansehen erlangt hatte. Die Wirkung selbst wurde hier-  
auf nur noch einige Stunden hindurch fortgesetzt.

War nun auf diese Weise die Anregung zur Galvanogra-  
phie schon früher gegeben worden, so konnte es nicht aus-  
bleiben, dass geschickte Zeichner und Künstler verschiedenster  
Art sich damit beschäftigten und diese neue Kunst nach Mög-  
lichkeit zu vervollkommen und sich ihrer zu bemächtigen,  
eifrig bemühten. So ist es mir denn sehr erfreulich, dass ich  
der Academie, welche der Entwicklung der Galvanoplastik von  
ihrem Beginne an so lebhaftes Interesse schenkte, Galvanogra-  
phien vorzulegen im Stande bin, welche die Erwartungen voll-  
kommen rechtfertigen, die gleich nach dem Gelingen der ersten  
Versuche gehegt wurden. Die vorliegenden Blätter, die ich der  
gütigen Mittheilung des Königlich Dänischen Gesandten am hie-  
sigen Hofe, Hrn. Grafen von Rantzau verdanke, sind Abdrücke  
von Kupferplatten, die vom Königlich Dänischen Artillerie-Haupt-  
mann Herrn Hoffmann nach der obigen Methode angefertigt  
worden sind und die, was die Schärfe und Reinheit der Züge  
betrifft, alle Anforderungen vollkommen befriedigen, die man  
an eine mit der Feder ausgeführte Linearzeichnung oder an  
eine Lithographie zu machen berechtigt ist. Die Tinte, deren  
sich Herr Hoffmann bedient, ein Gegenstand, worauf es hierbei  
am meisten ankommt, ist bis jetzt noch unbekannt, indessen  
ersieht man aus den Abdrücken, dass dieselbe für Linearzeich-  
nungen manche Eigenschaften besitzen muss, welche den bis  
jetzt gewählten Materialien, die mehr der Tuschmanier ent-  
sprechen, fehlen. Herr Hoffmann sagt hierüber, dass es ihm  
im letztverwichenen Frühjahre nach vielen Versuchen ge-  
lungen sei, eine Substanz zu finden, die so vorzüglich in der  
Feder fließt, dass sich damit eben so zierlich wie mit Tusche  
auf Papier zeichnen und schreiben liesse. Der Erfinder giebt  
folgende Vortheile an, welche dieses Verfahren vor dem ge-  
wöhnlichen Kupferstechen und der Lithographie darbietet.

1) Dass man auf der Metallplatte nicht verkehrt zu zeich-  
nen oder zu schreiben braucht, so dass folglich ein jeder Zeich-  
ner dazu verwendet werden kann, und es ist klar, dass er den  
Kupferstecher in demselben Verhältnisse übertrifft, als er selbst



ein tüchtigerer Zeichner oder Kalligraph ist, denn die Abdrücke sind ein vollkommenes Bild seiner Arbeit.

2) Dass die Ueberführung in Kupfer in ungleich kürzerer Zeit und folglich mit weit geringeren Kosten geschieht.

3) Dass ein jeder Fehler im Zeichnen sich mit der äussersten Leichtigkeit berichtigen lässt, ohne dass die Platte dadurch im allergeringsten leidet, was natürlicher Weise auf die Stimmung des Zeichners während der Arbeit von sehr vortheilhafter Wirkung ist.

Von den Gegenständen zu schliessen, auf welche Herr Hoffmann bis jetzt seine galvanographische Methode angewandt hat, scheint dieselbe besonders für kalligraphische, topographische und architektonische Arbeiten geeignet zu sein.

Nach diesen Bemerkungen und nach der Anerkennung, die der Erfinder dieser besondern galvanographischen Tinte in seinem Lande erhalten hat, scheint es nicht wahrscheinlich, dass bei den vorliegenden Platten der Grabstichel irgend eine Nachhülfe geleistet hat; eben so lässt sich voraussetzen, dass keine besondere Geschicklichkeit, als eben nur die des Zeichnens, oder keine besonderen weitläufigen Vorbereitungen nöthig seien, um dieses Verfahren in Ausübung zu bringen. Wenn auch für die Werke der höhern Kunst der Grabstichel so leicht nicht wird ersetzt werden können, so ist es doch gerade die oben bezeichnete Sphäre, welche die ausgebreitetste ist und eine grosse Menge von Kräften in Anspruch nimmt. Auch unsere Academie ist hierbei lebhaft interessirt, denn sie wird künftig nicht nöthig haben, bei Herausgabe von Werken, die von derartigen Zeichnungen oder Karten begleitet sind, die oft enormen Kosten des Kupferstichs fürchten zu müssen. Ich will nur an die Zeichnung der Instrumente der Pulkowaer Sternwarte erinnern, wovon sich ohne Zweifel auf diese Weise die Kupferplatten ungleich wohlfeiler, als es bisher möglich war, und eben so schön werden herstellen lassen. Die Herren Orientalisten unserer Academie sind, wie ich glaube, schon obnedless genöthigt, sauberere und correctere Manuscripte, als wir Anderen es gewöhnlich thun, zum Drucke einzureichen. Vielleicht werden sie künftig überhaupt nur nöthig haben, auf Kupfer zu schreiben, um sich gravirte Platten für wenig mehr, als die Kosten des Materials betragen, zu verschaffen. Im Bessert das

Missionen der Volksaufklärung sind, wie ich glaube, ebenfalls mehrere Arbeiten im Gange, die den Grabstichel in Anspruch nehmen und die vielleicht theilweise durch das Verfahren des Hrn. Hoffmann ersetzt werden könnten.

---

XXXIV.

*Untersuchungen über die Zusammensetzung  
der eingeschlossenen Luft.*

Von

LEBLANC.

(*Compt. rend. Juin 1842. p. 862.*)

In den meisten Fällen ist zugleich Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure mit Hülfe der neuen, von Dumas und Boussingault angewandten analytischen Methoden bestimmt worden. In den anderen Versuchen begnügte man sich, die Kohlensäure durch ein Verfahren zu bestimmen, welches bis auf einige Veränderungen den bekannten Aspirationsapparaten von Brunner und Boussingault ähnelt.

Der Verf. giebt mit nachstehenden Worten einige allgemeine Betrachtungen, die ihm aus den erörterten Versuchen hervorzugehen scheinen.

1) Ohne läugnen zu wollen, dass verschiedene Ursachen dazu beitragen können, eine begrenzte Atmosphäre ungesund zu machen, giebt doch der Verf. als eine durch die Versuche entschiedene Thatsache an, dass das fast immer bestimmbare Verhältniss von Kohlensäure, das sich in bewohnten und verschlossenen Räumen findet, mit dem wahrscheinlichen Grade der Unzuträglichkeit wächst und beinahe das Maass derselben abgeben kann. Je höher sich die Menge der Kohlensäure erhebt, für desto dringender darf man die Nothwendigkeit einer Lüfterneuerung ansehen. Wenn in Folge der Respiration dieses Verhältniss 1 p.C. erreicht, so würde ein Aufenthalt der Menschen in solcher Atmosphäre keine Verlängerung dulden, ohne bald ein entschiedenes Gefühl von Unwohlsein hervorzurufen; die Ventilation wird unerlässlich, wenn man will, dass das Athmen seine normalen Bedingungen vorfinde.

2) Die Ventilationsversuche geben, unabhängig von jeder vorgefassten theoretischen Ansicht, die Zahl von 6—10 Cb.M. als Luftmenge, die man stündlich einem Menschen darbieten muss, wenn man sein Athmen in den gewohnten Bedingungen erhalten will. Diess ist das Resultat zahlreicher Versuche, die unter der Leitung des Hrn. Peclet angestellt wurden.

Die Analyse lehrt uns, dass bei einem Ventilationsysteme, welches auf ein Verhältniss von 10—20 Cb.M. Luft jede Stunde auf jeden Menschen gegründet ist, die aus der Umgebung tretende Luft noch Kohlensäure-Mengen zwischen 2 und 4 Tausendtheilen zeigen kann. So ist es in der Deputirtenkammer.

3) Die Reinheit der Luft in einer ventilirten Umgebung kann nicht allein von der Menge abhängen, die in einer gegebenen Zeit zufließt, sondern es muss auch die Art des Ein- und Austretens der Luft und mithin die Vertheilung derselben einen Einfluss auf ihre chemische Beschaffenheit äussern; das Ventilationsystem, welches am vollständigsten wäre und die vollkommenste Reinigung bewirken würde, ist dasjenige, wobei die ausgeathmete Luft von einer aufsteigenden Bewegung mit fortgeführt würde, welche ihre Rückkehr in die Zone der Respiration verhinderte. Diess scheint das Princip gewesen zu sein, das die englischen Baumeister in den Eirichtungen zur Herstellung einer wirksamen Ventilation im Hause der Gemeinen von Grossbritannien geleitet hat.

Die Oeffnungen zum Ein- und Austritte der Luft sind viel mehr vervielfältigt als in unseren ventilirten Sälen \*).

4) Da man gewöhnlich die zum Ersatz bestimmte Luft bei der am wenigsten fühlbaren Temperatur zu nehmen strebt, so

---

\*) Wenn von einem stufenweise erhöhten Saale die Rede ist, so werden vielleicht einige Veränderungen in dem Verfahren der Ventilation nothwendig; wenn alle Luft durch den untern Theil zufließt, so kann es sich treffen, dass einige der Anwesenden sich durch einen zu starken Strom belästigt fühlen, während der andere Theil, der auf den höheren Bänken sitzt, Unbehaglichkeit empfinden könnte, da die Producte der Respiration nicht völlig ausgetrieben werden. Solche Wirkungen zeigen sich zuweilen in der Deputirtenkammer, wenigstens muss man es glauben nach dem häufigen Probiren, das der Heizer ausführen muss, um die Ventilation so zu leiten, dass er damit allen Anforderungen Genüge leistet.

Hätte man dieselbe in Kellern unter der Erde aufzufangen. Als es sich darum handelte, die Mittel zur Ventilation der Pairskammer festzustellen, hatte Hr. Talabot sogar daran gedacht, die Luft aus den Steinbrüchen unter dem Quartier St. Jacques herzuleiten. Wenn dieser Ingenieur seinen Vorschlag in's Werk gesetzt hätte, so begreift man, wie wichtig es gewesen wäre, sich von der Natur der aus einer solchen Quelle kommenden Luft zu überzeugen, die schon von vorn herein zu viel Kohlensäure könnte enthalten haben.

Ich überlasse Anderen die Sorge, zu bestimmen, welcher Verbesserungen die Ventilationsverfahren noch fähig wären, und beschränke mich darauf, anzugeben, welchen Vortheil man, wie mir scheint, aus der Bestimmung der Kohlensäure ziehen kann, um in einem gegebenen Augenblicke und in gegebener Lage die chemische Beschaffenheit der Luft zu erkennen; man wird auf diese Weise eine Art Reagens haben, das nützliche Maassangaben für eine wohlverstandene Ventilation liefern kann.

5) Die von Hrn. Peolet angegebenen Zahlen zeigen eine gewisse Uebereinstimmung mit den Resultaten des Hrn. Dumas über das Athmen der Menschen; wir finden nämlich durch Rechnung nach den Angaben von Dumas, dass 3 Cb. M. zugeführte Luft für jeden Menschen in der Stunde 4 Tausendtheile Kohlensäure, oder 6 Cb. M. 2 Tausendtheile Kohlensäure enthalten.

Die Menge der Kohlensäure ist aber in der Praxis nicht immer auf diese Zahl reducirt, weil die Vertheilung der frischen Luft in den ventilirten Räumen, die ich untersucht habe, ungleich ist.

In der Deputirtenkammer ist die Menge der Kohlensäure in der Luft, welche aus den Abzugskaminen strömt, 2 oder 3mal so gross als die Rechnung angeben würde, wenn man die Luft bei ihrem Eintritte als vollkommen rein ansieht und annimmt, dass dieselbe nur einmal durch die Lungen geht. Dieses Verhältniss wurde zu 0,0025 gefunden, wobei die Ventilation 18 Cb. M. für die Person in jeder Stunde lieferte. Man kann also erwarten, bis gegen 5 Tausendtheile Kohlensäure anzutreffen, wenn die Ventilation ihr Minimum erreicht. Daraus schliessen wir, dass das Verhältniss von 5 Tausendtheilen Kohlensäure, wie es durch Respiration in einem eingeschlossenen

Raume hervorgerufen wird, ein Verhältnis ist, das man nicht überschreiten darf. Während des Sommers, wo die Temperatur im Saale 20° C. beträgt, ist es nicht selten, dass die Anwesenden eine Ventilation von 16—18 Ch.M. in der Stunde kaum zureichend finden.

6) Handelt es sich von bewohnten geschlossenen Räumen, welche keine Ventilationsapparate und Kamine haben, so beweist die Erfahrung, dass man nicht auf eine sehr wirksame Lufterneuerung mittelst der Verblindungen von Fenstern und Thüren rechnen darf. Am öftersten reduciren diese allerhöchstens die Veränderung auf die Hälfte dessen, was sie bei sonst ganz gleichen Umständen in einem vollständig verschlossenen Raume betragen würde. Wenn der geschlossene Raum keine Luftlöcher haben soll, so wird es nöthig sein, seine Capacität nach denselben Grundlagen wie vorher zu bestimmen. So müsste ein Schlafzimmer, welches 50 Personen 8 Stunden lang beherbergt und verschlossen bleibt,  $6 \times 8 \times 50 = 2400$  Ch.M., oder ungefähr 50 Ch.M. für jeden, die Nacht enthalten. Nach Verlauf dieser Zeit würde die Lufterneuerung nothwendig.

7) Es bedarf nur eines Blickes auf die unsrerem Berichte beigelegte Tabelle, um wahrzunehmen, dass mehrere Hospitäl-säle eine Räumlichkeit haben, die weit entfernt ist, mit ihrer Bevölkerung im Verhältnisse stehen. In einem Dachschlafzimmer der Salpêtrière beträgt die Luftmenge in der Stunde auf das Individuum nur 1,5 Ch.M. Ich könnte ein Schlafzimmer in einem Gefängnisse erwähnen, wo diese Zahl auf 0,7 Ch.M. sinkt. Aehnlich sind auch die Umstände, in denen sich das Amphitheater der Sorbonne befindet. Bei den ausgesprochenen Resultaten wird die Nothwendigkeit, solche Luftzugapparate einzurichten, in allen Fällen, wo die Umstände sich der Ausführung grossartiger öffentlicher Gebäude, die bestimmt sind, eine starke Menschenzahl zu fassen, widersetzen, im Interesse der Gesundheit erwiesen scheinen.

Würde nicht auch in Rücksicht auf den Gesundheitszustand der Hospitäler die ununterbrochene Erneuerung der durch so viele Ursachen verdorbenen Luft entschiedene Vorzüge vor dieser periodischen Ventilation haben, zu der man seine Zuflucht nehmen muss und die man durch Öffnen der Fenster bewirkt, wie gross auch die Strenge der äussern Temperatur sei?

Die Bedingungen des Aufenthaltes der Arbeiter in vielen Werkstätten und Fabriken würden gleichfalls ein Gegenstand trauriger Bemerkungen sein. Wie viele traurige Beispiele physischer und moralischer Verschlechterung könnte man nicht citiren, deren Hauptursache in den verderblichen Bedingungen des Mediums liegt, in welchem diese Menschen leben müssen?

8) Die Fragen, welche sich an die Gesundheit der Militärställe knüpfen, haben seit mehreren Jahren die Aufmerksamkeit der Regierung auf sich gezogen. Die durch Analysen gewonnenen Resultate, welche ich in meinem Berichte mitgetheilt habe, scheinen mich zu dem Schlusse zu berechtigen, dass die zuletzt als nothwendiges Maass für ein Pferd vorgeschlagenen Zahlen in Wahrheit zu klein sind. Wendet man auf die Respiration eines Pferdes die Betrachtungen an, welche sich auf die Respiration eines Menschen bezogen, und geht man dabei von Versuchen aus, so wird man genöthigt sein, die Luftmenge, die in einem geschlossenen Stalle jedem Pferde in der Stunde muss zugeführt werden, auf 18—20 Cb.M. festzusetzen. Wenn der Stall nicht geschlossen ist, können diese Dimensionen geringer genommen werden. Die Analyse der Luft in dem Stalle der alten Reitbahn an der Kriegsschule beweist, dass dieser in solchem Betrachte die Bedingungen vollständig erfüllt.

9) Was die Anwesenheit miasmatischer Stoffe in der eingeschlossenen Luft betrifft, so waren die Resultate der Analyse negativ; man bemerkte keine wahrnehmbare Färbung der Schwefelsäure oder des Kali's, keine merkliche Einwirkung auf essigsaures Blei; was das Sumpfgas anbetriift, so kann, wenn es überhaupt in diesen Atmosphären existirt, die Menge desselben die in der gewöhnlichen Luft enthaltene nicht übersteigen.

Die Bestimmung der miasmatischen Stoffe, deren Dasein in der Luft man annimmt, bietet einige Schwierigkeiten in der Ausführung; unabhängig von der Vermehrung der in der Analyse anzuwendenden Luftmasse, denn, um den Wasserstoff als Wasser zu bestimmen und den Kohlenstoff als Kohlensäure, müsste man mit einem Gase arbeiten, das vorher wasserfrei und kohlenstofffrei gemacht ist; nun würden aber in diesem Falle Kali oder Schwefelsäure die fraglichen Stoffe entweder absorbiren oder zerstören, und man kann daher nur durch ganz besondere Verfahrensarten ein Resultat zu erlangen hoffen, und

das um so mehr, da man so beträchtliche Luftmassen anwenden muss, wie es Dumas und Bóussingault in ihren neuesten Luftanalysen angeben.

10) Die Analysen künstlicher Atmosphären deuten darauf hin, dass die Menge Kohlensäure, welche ein Mensch ertragen kann, ohne augenblicklich zu unterliegen, sehr beträchtlich ist, wenn man nach den an Thieren beobachteten Wirkungen schliessen darf. Das Leben eines Hundes kann einige Augenblicke in einer Atmosphäre dauern, welche 30 p. C. Kohlensäure und 70 p. C. gewöhnliche Luft enthält, wo also das Gemenge noch 16 p. C. Sauerstoff hat.

Der Widerstand gegen Asphyxie unter diesen Umständen ist um so geringer, je höher die eigenthümliche Temperatur des Thieres ist.

In einer Atmosphäre, welche 5 oder 10 p. C. Kohlensäure enthält, verlöscht eine Kerzenflamme; das Leben kann noch bestehen, aber das Athmen ist beschwerlich und die warmblütigen Thiere erleiden schon grosse Unbehaglichkeit.

Man hat mehrfach Gelegenheit gehabt, wahrzunehmen, dass in den Bergwerken die Arbeiter noch leben konnten in einer Atmosphäre, wo schon die Verbrennung aufgehört hatte; aber die grosse Gefahr, welche mit dem Aufenthalte in einem solchen Medium verbunden ist, wird durch zu viele Unfälle bezeugt, als dass es noch nöthig sein sollte, bei diesem Umstande zu verweilen.

11) Man hat daher Grund, als schädlich eine Atmosphäre zu betrachten, in welcher die Kohlensäure in denselben Verhältnissen aufträte, als in der Luft, welche unsere Lungen ausathmen. Die Erfahrung lehrt selbst, dass unterhalb dieser Grenze die Respiration nicht mehr in normaler Weise vor sich geht. Man kann sich davon Rechenschaft geben, wenn man bemerkt, dass die Kohlensäuremenge mehr und mehr zunimmt nach Massgabe der eingeathmeten und in den Blutumlauf übergeführten Luft, so dass in den Augenblicken, die dem Ausathmen vorhergehen, unsere Organe sich mit einem Gase in Berührung finden können, das beträchtlich stärker mit Kohlensäure beladen ist, als die unter gewöhnlichen Umständen ausgeathmete Luft. Erfahrung und die Theorie stimmen also darin überein, dass

unser Organe von weniger als  $\frac{1}{100}$  Kohlensäure angegriffen werden.

12) Kein einziger entscheidender Versuch existirte bis jetzt über die Veränderung der Luft, welche durch Kohlenfeuer erstickend geworden ist; ich war erstaunt, eine Atmosphäre zu treffen, welche so gegen 3—4 p. C. Kohlensäure enthält und augenblicklich tödtlich auf einen Hund von starkem Wuchs wirkt, während, um denselben Effect hervorzubringen, nicht weniger als 30—40 p. C. reine Kohlensäure nöthig gewesen wären. Die Wirkung war unabhängig von der Temperatur, auch geht der Tod dem Verlöschen einer Kerze weit voraus.

1 Kilogr. glühende Kohlen und noch mehr Kohle in freier Verbrennung kann die Luft eines geschlossenen Raumes von 25 Cb. M. tödtlich machen. Diese Resultate geben den schon seit längerer Zeit von mehreren Gelehrten über die Gefahren gewisser Heizmethoden dargelegten Betrachtungen, wie auch den neueren Beobachtungen Gay-Lussac's über ein neues in England eingeführtes Heizverfahren (dessen Erfolg darin bestand, dass die Producte der Kohlenverbrennung sich in den zu heizenden Raum ergossen) einen neuen Halt. Nicht bloß kann die Atmosphäre durch die Bildung der Kohlensäure und das Verschwinden des Sauerstoffes erstickend werden, was zu dem Glauben verleiten könnte, dass kleine verbrannte Mengen unschädlich seien, sondern obendrein kann, wie man sieht, die Luft schnell verdorbene Eigenschaften in viel höherem Grade annehmen.

Wie soll man die vergiftende Kraft einer Atmosphäre, die unter diesen Umständen erstickend wird, erklären; da die Menge der Kohlensäure allein, so wie der beobachtete Sauerstoffmangel ungenügend sind, um die wahrgenommenen Wirkungen zu erklären?

13) Die Analyse hat die Anwesenheit von  $\frac{1}{2}$  p. C. Kohlenoxyd und einiger Zehntausendtheile Kohlenwasserstoff herausgestellt \*). Die gefährlichen Wirkungen des Kohlenoxyd- und

---

\*) Wirklich konnte ein wenig übbildendes Gas, wenn es vorhanden war, durch Schwefelsäure absorbirt werden.



Kohlenwasserstoffgases sind schon von einigen Beobachtern angegeben \*).

Die durch die Analyse gegebene Menge dieser beiden Gase schien im ersten Augenblicke nicht im Stande, eine der thierischen Oekonomie schädliche Einwirkung auszuüben, aber einige Experimente an Thieren haben mir dargethan, dass selbst bei einer sehr unbedeutenden Menge das Kohlenoxydgas böserartige und selbst tödtliche Zufälle hervorrufen kann. So z. B. tödtet es bei einem Verhältnisse von 5 p. C. in der Luft einen Sperling augenblicklich; beim Verhältnisse von 1 p. C. kann es den Tod längstens nach 3 Minuten bedingen.

Das Sumpfgas dagegen bringt in einer viel längern Zeit bei 1 p. C. keine verderbliche Wirkung hervor, das ölbildende Gas, im Verhältnisse von einigen Hunderttheilen in der Luft verbreitet, bewirkt keine Zufälle.

Das Kohlenoxydgas scheint also die Hauptrolle bei den verderblichen Einwirkungen zu spielen, welche die Verbrennung der Kohlen bewirkt, und man muss sich beeilen, die Gefahren seiner Anwesenheit in der Luft hervorzuheben, über die man, so viel ich weiss, bisher noch nicht hinreichend aufgeklärt war, besonders wo von so unbedeutenden Mengen die Rede ist \*\*). Man begreift sehr wohl, dass mit derselben Quantität wirklicher Kohle, die in einem Zimmer verbrannt wird, je nach der leichtern Verbrennlichkeit der Kohle und je nach dem Verhältnisse des Brennmaterials und der in gegebener Zeit damit zusammentreffenden Luft, man sehr, abweichende Resultate wird beobachten können.

\*) Samuel White verlor, als er einige Athemsüge in Kohlenoxyd gehan hatte, das Bewusstsein und wurde nur mit Mühe in's Leben zurückgerufen; man musste zu Sauerstoff-Einblasungen seine Zuflucht nehmen (*Bibl. brit. sciences et arts. XI.*). Auch Hr. Devergie steht nicht an, dieses Gas, gegen die Meinung von Nysten, als tödtlich zu betrachten. Das Kohlenwasserstoffgas kann nach Séguin, wenn  $\frac{1}{10}$  in der Luft ist, Ohnmachten bewirken.

\*\*\*) Man findet in Devergie's *Traité de chimie légale* die Erzählung der schrecklichen und wahrhaft ausserordentlichen Zufälle, denen mehrere Leute zum Opfer wurden in einem Zimmer, wo gar keine Quelle der Ungesundheit obzuwalten schien; man entdeckte bald, dass diese Wirkungen von der langsamen unterdrückten Verbrennung eines Balkens herrührten, dessen Verbrennungsproducte in das Zimmer drangen.

Tabelle der Analysen eingeschlossener Atmosphären.

Orte, wo die Luft gesammelt wurde.	Sauerstoff in 1000 Th. trockner Luft.	Kohlensäure auf 1000 Th. trockner Luft.	Räumlichkeit des Zimmers in Cubikmetern.	Zahl der Individuen.	Dauer des Aufenthaltes od. des Ver schlusses.	Luftvolumen f. das Individuum für die Dauer des Aufenthaltes.	Luftmen-ge od. Vo-lumen für d. Individuum per Stunde.	Bemerkungen.
I. Buffon'sches Gewächshaus im <i>Jardin des plantes</i> (Abends).	230,1	0,0	273,7	—	St. 12 we-nigstens.	Cb. M. —	Cb. M. —	Aequatorialpflanzen. Dieses Gewächshaus ist in einem zweiten eingeschlossen. Die Luft wurde um 6 Uhr Abends genommen. Insolation während $\frac{2}{3}$ des Tages. Die Luft war genommen den andern Morgen 8 Uhr, am 10. Febr. 1842. Luft genommen bei Oeffnung einer Vorlesung des Hrn. Dumas.
II. Buffon'sches Gewächsh. im <i>Jardin des plantes</i> (Morg.).	229,6	0,1	273,7	—	24	—	—	
III. Chem. Amphitheater in der Sorbonne (vor der Vorlesung).	224,3	6,5	1000,0	400?	$\frac{1}{2}$ St.	—	—	

Orte, wo die Luft gesammelt wurde.	Sauerstoff in 1000 Th. trockner Luft.	Kohlensäure auf 1000 Th. trockner Luft.	Räumlichkeit des Zimmers in Cubikmetern.	Zahl der Individuen.	Dauer des Aufenthaltes od. des Ver schlusses.	Luftvolumen f. das Individuum für die Dauer des Aufenthaltes.	Luftmenge od. Volumen für d. Individuum per Stunde.	Bemerkungen.
IV. Chem. Amphitheater der Sorbonne (nach der Vorlesung).	219,6	10,3	1000,0	900	1,30	Cb. M. 1,1	Cb. M. 0,74	Luft genommen nach einer Vorlesung des Hrn. Dumas; die Thür des Auditoriums schlägt von selbst zu.
V. Schlafzimmer, am Morgen.	229,4	0,4	81,0	2	8,0	40,5	50	Luft im Winter gesammelt; Kamin im Zimmer; Luft genommen 1 Meter über d. Fussboden.
VI. Frauensaal in Notre Dame du Rosaire à la pitié.	229,1	0,8	1958,0	54	2,30	36,0	4,0	Die Luft wurde um 9 Uhr d. Morgens gesammelt, 2 1/3 Stunden, nachdem die zur Erfrischung geöffneten Fenster geschlossen waren.
VII. Frauensaal in Notre Dame du Rosaire à la pitié.	227,2	2,8	1958,0	54	9,0	36,0	4,0	Die Luft wurde um 6 Uhr des Morgens gesammelt; 2 Stubenöfen brannten schwach d. Nacht hindurch. Die Luft wurde 1,50 M. oberhalb des Bodens genommen.

VIII. Dachschlafzimmer in der Salpêtrière. Section der unheilbar Verrückten.	225,3	8,0	611,1	55	8,15	11,1	1,4	Thür u. Fenster geschlossen schlecht. Die Luft würd bei 0,60 M. über dem Boden genommen; schwere Atmosphäre; merkl. Geruch.
IX. Schlafzimmer in der Salpêtrière. Epileptische Wahnsinnige.	226,0	5,9	2417,0	131	9,0	19,9	8,3	Thür u. Fenster geschlossen besser; sonst Alles wie im vorigen.
X. Saal im Asyl des zweiten Arrondissements ( <i>préau</i> ).	227,1	2,7	230,0	116 Knaben u. Mädchen v. 3-6 Jahr.	9,0	—	—	Unangenehmer Geruch. Die Thür war halb geöffnet. Genommen in der Höhe von 0,60 M.
XI. Saal in der <i>École primaire</i> des zweiten Arrondissements (mit vollem Luftzuge).	228,4	verloren	721,0	180 Knaben v. 7-10 Jahr.	4,0	—	—	Kein bemerklicher Geruch. Die Luft genommen in einer Höhe von 1,40 M. — Durch den Zulußkamin kamen stündl. 1080 Cb. M. herein.
XII. In demselben Saale, mit unvollständ. Luftzuge.	—	4,7	721,0	180	4,0	—	—	Kein merklicher Geruch; die Luft genommen in der Höhe von 2,50 M., während durch den Zulußkamin stündl. 877 M. zuströmten.

Orte, wo die Luft gesammelt wurde.	Sauerstoff in 1000 Th. trockner Luft.	Kohlensäure auf 1000 Th. trockner Luft.	Räumlichkeit des Zimmers in Cubikmetern.	Zahl der Individuen.	Dauer des Aufenthaltes od. des Ver schlusses.	Luftvolumen f. das Individuum für die Dauer des Aufenthaltes.	Luftmenge od. Volumen für d. Individuum per Stunde.	Bemerkungen.
XIII. Derselbe Saal, durchaus verschlossen.	—	8,7	721,0	180	4,0	3,1	0,77	Die Oeffnungen für den Luftzutritt und die Oeffnungen, die mit dem Kamin in Verbindung standen, wurden verstopft, in der Stube die Respiration beschränkte sich. Innere Temperatur 18°, äussere 16°. Kein Geruch; 11000 Cb.M. strömen stündlich durch den Kamin.
XIV. Deputirtenkammer. Inneres des Zusskamins	—	2,5	5000,0	600	2,30	—	—	Luft genommen 1 M. oberhalb des Niveau des Fussbodens. 80,000 Cb.M. strömen stündlich durch den Kamin des Kropfleuchters.
XV. Komische Oper (sal. Fav.). Parterre.	—	2,3	5000,0	1000	2,30	—	—	Luft genommen im Pfund in dem Canal, der nach d. Kamin der Lustre geht.
XVI. Komische Oper (sal. Fav.). Die höchsten gewölbten Bogen.	—	4,3	5000,0	1000	2,30	—	—	Ich habe selbst die Beobachtung des Verhältnisses überwacht Die Luft wurde in einer Probe von 100 genommen, wobei Thür und Fenster schiebt schlossen.
XVII. Geschlossener Saal in der École militaire.	228,5	1,05	339,5	9 chev. legs Pferde.	7,45	37,7	4,7	

Natürlicher Luftzug durch  
Vaptes. Die Summe der  
Durchschnitte der Luftzu-  
gänge war für die Nacht  
ungefähr 3 Quadratmeter.

6,5  
bei Ver-  
schluss.

53,9  
bei Ver-  
schluss.

6,6

57  
Pferde.

2000,0

2,3

229,2

XVII. Stall mit Luft-  
zug, ebendasselbe

*Künstliche Atmosphären.*

	Kohlensäure auf 1000.	Sauerstoff auf Stickstoff auf 1000.	Kohlendioxyd auf 1000.	Wasserstoff auf 1000.	Bemerkungen.
Erstickende Luft durch Verbrennen von Kohle	46,1	191,9	756,2	5,4	0,4
Eben solche	3,1	—	—	—	—
Erstickende Luft durch reine Kohlensäure	304,4	160,0	—	—	—

Die Luft wurde in der  
Zone des Athmens des be-  
nutzten Hundes gesammelt,  
10 Minuten nach seinem  
Tode und im Augenblicke  
des Verlöschens einer  
Kerze.

Diese Luft ist für einen  
Finken auf der Stelle tödt-  
lich; die Flamme d. Lich-  
tes wird nicht blass.

Luft in dem Augenblicke  
gesammelt, wo ein Hund  
sterben wollte.

## XXXV.

*Ueber den Siedepunct des Wassers in Gefässen von verschiedener Natur.*

(Auszug eines Briefes von F. Maroet an Arago.)

*(Compt. rend. T. XIV. p. 586.)*

Bei der Untersuchung über die Ursachen der Verschiedenheiten, welche man bei der Siedehitze mehrerer Flüssigkeiten wahrnimmt, wenn sie sich in Gefässen von verschiedener Natur befinden, glaube ich dahin gelangt zu sein, aus dem Versuche folgende Thatsachen zu bestimmen.

1) Die Temperatur, bei welcher das destillierte Wasser in Glasgefässen siedet, liegt zwischen  $100,20^{\circ}$  und  $102^{\circ}$ , je nach den verschiedenen Umständen und zum Theil auch je nach der Beschaffenheit des Glases, das man dazu anwendet. In allen Fällen bleibt die Temperatur des Dampfes, der sich aus kochendem destillirtem Wasser entwickelt, das in Glasgefässen siedet, bemerkbar dieselbe und liegt beständig einige Centigrade unter der Temperatur des in einem Metallgefässe siedenden Wassers \*).

2) Von welcher Beschaffenheit nun auch das Gefäss ist, welches man hierzu anwendet, so liegt die Temperatur des Wasserdampfes stets unterhalb der der siedenden Flüssigkeit, welche ihn bildet. Wendet man Glasgefässe an, so beträgt der Unterschied im Mittel  $1,06^{\circ}$ . Bedient man sich der Metallgefässe, so variiert er zwischen  $0,15 - 0,20^{\circ}$ . Es giebt nur eine einzige Ausnahme, nämlich da, wo das Gefäss, sei es nun Glas oder Metall, in seinem Innern mit einer dünnen Schicht Schwe-

---

\*) Bei allen diesen Versuchen bediente ich mich langer cylindrischer und enger Gefässe oder Flaschen mit verlängertem Halse. Die Temperatur des Dampfes war in dem Augenblicke seiner Bildung genommen und wenigstens einen halben Zoll über der Oberfläche der Flüssigkeit. Die von mir angewandten Thermometer waren von Noblet construiert. Diese Thermometer, obgleich sehr empfindlich, gaben indessen ziemlich grosse Grade, so dass ich vermittelst einer Loupe  $0,04^{\circ}$  abschätzen konnte. Beim Abschätzen der Temperatur, sowohl der Flüssigkeiten als auch der Dämpfe, trug ich Sorge, keine der von den Physikern, welche sich mit diesen Arbeiten beschäftigt haben, anempfohlenen Vorsichtsmaassregeln zu vernachlässigen.

sel, Gummilack oder irgend einer andern ähnlichen Substanz, welche keine bemerkbare Adhäsion zum Wasser zeigt, überzogen ist. Nur in diesem Falle scheint mir die Temperatur des Dampfes genau dieselbe zu sein wie die der siedenden Flüssigkeit, die ihn erzeugt.

3) Die Temperatur des in einem Metallgefäß siedenden Wassers scheint mir, wie diess allgemein angenommen wird, nicht die niedrigste für einen bestimmten atmosphärischen Druck zu sein. Ich habe in der That bemerkt, dass, wenn man das Innere eines Metall- oder selbst auch eines Glasgefäßes mit einer dünnen Schicht Schwefel, Gummilack oder irgend einer andern Substanz überzieht, welche weniger Moleculäradhäsion zum Wasser als zum Metalle hat, die Temperatur des in diesem Gefässe befindlichen siedenden Wassers um  $0,30$ — $0,35^\circ$  niedriger ist, als unter denselben Umständen in einem gewöhnlichen Metallgefässe.

4) Ich habe erwähnt, dass in den Glasgefässen die Temperatur des siedenden Wassers immerhalb der Grenzen von  $100,25^\circ$  und  $102^\circ$  liege. Diese Behauptung ist nur dann vollkommen richtig, wenn man die Glasgefässe anwendet, so wie sie aus der Hand des Glasbläfers hervorgehen und die folglich noch keinen Gebrauch erfahren haben. Ich habe ferner bemerkt, dass in Glasgefässen das Aufbewahren gewisser Flüssigkeiten, die die Eigenschaft besitzen, die Unreinheiten, welche fast immer am Glase haften, aufzulösen, ja vielleicht in gewissen Fällen von der Beschaffenheit sind, durch ihre chemische Wirkung selbst den Moleculärzustand der Oberfläche des Glases zu verändern, auf eine eigenthümliche Weise wirkt, um das Sieden zu verlangsamen. Nimmt man daher einen Ballon oder einen neuen Kolben von grünem dünnem Glase, in welchem das Sieden etwa bei  $100,50^\circ$  stattfindet, lässt darin einige Stunden lang concentrirte Schwefelsäure stehen, wäscht hierauf den Ballon mehrmals mit kochendem Wasser aus, bis man sich von der vollatändigen Reinheit des Wassers durch Anwendung des salzsauren Baryts überzeugt hat, und erhitzt alsdann darin nach und nach mittelst einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge destillirtes Wasser bis zum Siedepuncte, so wird man folgende Erscheinungen wahrnehmen: (A) Es erheben sich vom Boden des Gefäßes nur wenig oder gar keine



Luftblasen, welche man im Allgemeinen in dem Augenblicke bemerkt, wo das Wasser in einem gewöhnlichen Glasgefässe zu sieden beginnt. (B) Die Erscheinung des Singens ist kaum bemerkbar, oder wenigstens nur erst von 95° an. (C) Steht das Thermometer beinahe auf 100°, so bemerkt man nicht, wie in den gewöhnlichen Fällen, die zahlreichen Dampfbläschen, welche mit Geräusch von allen Theilen der innern Oberfläche des Gefässes aufsteigen. Das Thermometer bleibt nicht mehr stationär, wie diess gewöhnlich der Fall, wenn es einmal in's Sieden gekommen ist. In dem Augenblicke, wo das Thermometer 100° erreicht hat, sieht man eine kleine Menge grosser Dampfblasen sich bilden, welche mit Gewalt vom Boden des Gefässes sich losreissen und deren Erzeugung dazu beiträgt, dass das Thermometer nach und nach bis ungefähr 104° steigt. Verstärkt man die Flamme der Alkohollampe, so scheint man die Bildung des Wasserdampfes zu vermehren, die indessen immer nur sparsam stattfindet, und von den grossen Blasen oder dem Aufstossen (*bourffées*), welche sich von der Oberfläche der Flüssigkeit und aus deren Innern entwickeln, schienen die meisten vom Boden des Gefässes aufzusteigen. Bei jedem Dampfstosse sieht man das Thermometer um einige Zehntelgrade fallen, um bald darauf auf den Punkt wieder zurückzukehren, wo der Stoss sich entwickelte. In diesem Augenblicke geschieht es nun, dass, wenn man plötzlich die Flamme der Weingeistlampe vermindert, das Sieden beinahe vollständig aufzuhören scheint, und das Thermometer steigt plötzlich bis zu 105°, ja zuweilen selbst bis 106°. Bei dieser erhöhten Temperatur verharrt das Wasser oft mehrere Secunden lang, ohne dass sich eine einzige Dampfblase entwickelt, oder ohne dass sich irgend Merkmale zu erkennen geben, welche gewöhnlich das Sieden charakterisiren. Wenn man nun, sobald das Wasser sich in diesem Zustande befindet, das kleinste Stück Eisenfette hineinwirft, so fängt das Sieden mit einer ausserordentlichen Lebhaftigkeit wieder an; jedes Körnchen Metall wird ein Punkt, von dem zahllose Dampfblasen aufsteigen, und bald darauf fällt das Thermometer auf ungefähr 100° zurück. Beschränkt man sich jedoch darauf, in die Flüssigkeit einen Metallfitter hineinzubringen, welcher darin schwimmen bleibt, so dass er nicht auf den Boden des Gefässes fällt, so ist die Wirkung weit

schwächer und meistens sinkt dabei dann das Thermometer nicht bis unter  $103^{\circ}$  herab.

Die Schwefelsäure ist nicht die einzige Flüssigkeit, welche einem Glasgefässe die Eigenschaft mittheilt, das Sieden des Wassers zu verzögern. Das concentrirte Kali bringt dieselbe Wirkung hervor, obgleich in einem geringern Grade. Ich glaube wahrgenommen zu haben, dass selbst das einfache Erhitzen eines neuen Glasgefässes bis zu einer Temperatur von  $3-400^{\circ}$  eine analoge Erscheinung hervorbringt; bei diesem Verfahren gelang es mir, wenigstens bei einem Versuche, den Siedepunct des Wassers bis auf  $105^{\circ}$  zu bringen. Das Wasser ist dann auch nicht mehr die einzige Flüssigkeit, welche diesen höhern Siedepunct annimmt, der Alkohol bietet eine Erscheinung gleicher Art dar. Nimmt man daher Alkohol von einem spec. Gewicht von  $0,810$  und bringt ihn in ein Gefäss, das vorher Schwefelsäure enthält, so kann man ihn bis  $89,5^{\circ}$  erhitzen, während derselbe Alkohol in einem gewöhnlichen Gefässe bei  $79^{\circ}$  vollständig in's Sieden kommt.

Schliesslich beschränke ich mich nur noch darauf, zu bemerken, dass die meisten der oben angeführten Erscheinungen ihre Erklärung in der Moleculäradhäsion des Wassers zum Glase zu finden scheinen, eine Adhäsion, welche sich besonders nach dem Zustande dieser Substanz richtet und welche auf eine sehr bemerkenswerthe Weise sich vermehrt, sobald man dahin gelangt ist, alle die Unreinheiten und fremdartigen Stoffe fortzuschaffen. In Folge dieser Adhäsion, welche in einem weit höhern Maasse auftritt, wenn man durch die Wirkung der Schwefelsäure oder des Kali's dahin gelangt ist, das Glas von dieser Art Ueberzug oder von dem ganz feinen Staube, welcher meistens an seinen Moleculen mit grosser Kraft haftet, zu befreien, kann man das Wasser und den Alkohol bis zu einer weit höhern Temperatur erhitzen, als man bisher für möglich hielt, ohne dass das Thermometer bei dem constanten Punkte stehen bleibt, welcher das Sieden bezeichnet. Ich will noch hinzufügen, dass der Versuch genau eben so gelingt, wenn man, anstatt sich einer Alkohollampe zu bedienen, den Ballon mit destillirtem Wasser in einem Oelbade erhitzt, das man nach und nach bis zu der dem Siedepuncte nahe liegenden Temperatur bringt.

## Ueber die Dragonreihe.

Von

AUG. LAURENT.

*(Revue scientif. et industrielle. No. 31. Juillet 1842. p. 5.)*

Das Esdragonöl besteht fast ganz aus einem Oele, welches den Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht.

Ich bereitete mir dieses Oel selbst durch Destillation von Esdragonblättern mit Wasser. Das käufliche schien mir nicht so rein zu sein als das meinige. Indessen stellte ich einen Theil meiner Versuche mit ihm an.

Nachdem ich dieses Oel einige Tage mit Chlorcalcium zusammengelassen hatte, unterwarf ich es der Destillation. Es fing gegen  $200^{\circ}$  zu sieden an. Das Thermometer stieg schnell bis gegen  $206^{\circ}$ , wo es während des grössten Theiles der Operation stehen blieb. Gegen das Ende stieg der Siedepunct noch weit höher. Nachdem ich die um  $206^{\circ}$  überdestillirte Portion besonders gesammelt hatte, rectificirte ich sie mehrmals, bis ihr Siedepunct constant blieb. Diese Portion des Esdragonöles besitzt folgende Eigenschaften:

Sie ist farblos, sehr flüssig, ihr Geruch und Geschmack sind dem des rohen Oeles ähnlich. Ihre Dichtigkeit ist bei  $15^{\circ}$  0,945, und die Dichtigkeit ihres Dampfes im Vergleich mit der des Sauerstoffes = 7,60. In Aether löst sie sich in allen Verhältnissen auf, und mit Hülfe von Wärme löst sie sich in ihrem gleichen Volumen Alkohol auf.

Die Luft ist ohne Wirkung darauf.

Sie brennt leicht mit einer rothen russigen Flamme.

Von Chlor wird sie unter Entwicklung von Chlorwasserstoffdämpfen lebhaft angegriffen.

Das Brom verhält sich eben so.

Aetzkali kussert keine Reaction auf sie, selbst beim Sieden.

Durch Salpetersäure wird sie zersetzt, wobei sich verschiedene Verbindungen bilden.

Nordhäuser Schwefelsäure verbindet sich mit ihr unter Wärmeentwicklung und indem sie sich braun färbt. Bei hinreichender Säuremenge bildet das Oel mit der Säure eine harzige Substanz. Giesst man Wasser hinein, so wird das Harz

auf der Oberfläche weiss, während es inwendig eine violette Farbe hat. Um es zu reinigen, wird es mit Wasser gewaschen, nachher in Aether aufgelöst und diese Auflösung in verdünnten Alkohol gebracht, worin das Harz in weisslichen Flocken niederfällt, welche an einander kleben und eine harzige Masse bilden, die durch Trocknen zerreiblich wird. Bei der Behandlung mit Salpetersäure erzeugt es nicht dieselben Producte wie das reine Oel. Beim Sättigen des sauren Wassers, woraus dieses Harz abgeschieden wurde, mit Baryt, kann man durch Abdampfen ein Salz erhalten, welches beim Glühen ein Gemenge von Sulfür und schwefelsaurem Salze zurücklässt.

Das der Analyse unterworfen Oel gab auf

I. 0,4665:

1,3820 Kohlensäure,  
0,3730 Wasser.

II. 0,5588:

1,6640 Kohlensäure,  
0,4450 Wasser.

Dies macht in hundert Theilen:

	Berechnet.	Gefunden.	
		1.	2.
$C_{32} = 2400,0$	81,03	80,80	81,20
$H_{43} = 262,5$	8,86	8,87	8,83
$O_3 = 300,0$	10,11	10,33	9,97
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	2962,5	100,00	100,00

### Dragonsäure.

Giesst man gewöhnliche Salpetersäure auf Esdragonöl, so findet in der Kälte keine Reaction statt. Erwärmt man aber, so entsteht eine so lebhaft Gasentwicklung, dass, wenn man die Operation mit einigen Unzen und in einem grossen offenen Ballon vornimmt, dieser zersprengt werden kann. Um diese beiden Körper auf einander reagiren zu lassen, muss man in eine grosse Retorte einen Theil Oel und eine geringe Menge von Wasser gossen, nachher Wärme anwenden und nach und nach zu verschiedenen Malen ungefähr drei Theile gewöhnlicher Salpetersäure zusetzen. Das Oel wird immer dicker, bläht sich beträchtlich auf und erstarrt gegen das Ende der Operation fast ganz zu einer braunen harzigen, etwas krystal-

hischen Masse. Darauf entfernt man durch Wasser die überschüssige Salpetersäure und behandelt die harzige Substanz mit überschüssigem, mit Wasser verdünntem Ammoniak. Beim Sieden löst sich fast Alles auf, und es bleibt eine geringe Menge von einer braunen Substanz zurück, welche man noch mit Salpetersäure behandeln kann.

Die ammoniakalische Auflösung, welche rothbraun gefärbt ist, enthält drei in Wasser fast unlösliche Säuren und eine harzige Substanz.

Um die Säuren von einander abzuscheiden, muss man zuvor die braune Substanz entfernen.

Zu diesem Zwecke dampft man die Auflösung bis zur Sirupsconsistenz ab. Durch diese Operation entfernt man den Ueberschuss von Ammoniak und einen Theil desjenigen, von dem die braune Substanz aufgelöst gehalten wurde. Treibt man die Operation noch weiter, so können die Säuren gleichfalls Ammoniak abgeben und zum Theil mit der braunen Substanz in unlöslichem Zustande zurückbleiben. In diesem Falle muss der Rückstand in ein wenig Ammoniak aufgelöst und die Auflösung von Neuem abgedampft werden.

Man gießt Wasser auf das Gemenge, bringt es zum Sieden und filtrirt. Durch eine neue Abdampfung sucht man noch ein wenig von dieser braunen Substanz zu entfernen. Welche Sorgfalt man indessen auch bei dieser Operation anwenden mag, so bleibt immer eine geringe Menge davon aufgelöst, welche man zum Theil durch Thierkohle entfernt. Man kann alsdann zur Abscheidung der Säuren oder der Ammoniaksalze durch aufeinanderfolgende Krystallisationen in Wasser, Alkohol und Aether schreiten.

Beim Abdampfen der wässrigen Auflösung setzt sich eine grosse Menge eines in rhombischen Tafeln krystallisirten Salzes ab. Zuweilen erhält man statt dieser Tafeln Nadeln, welche die Säure des vorhergehenden Salzes sind. In diesem Falle muss man zu dem Gemenge ein wenig Ammoniak setzen und die Krystallisation wieder anfangen. Um dieses Salz zu erhalten, kann man auch das Gemenge in Alkohol auflösen, die Auflösung concentriren und krystallisiren lassen.

Diese rhombischen Tafeln sind dragonsaures Ammoniak, welches man vermittelst einer oder zweier Krystallisationen in

Alkohol reinigt. Um die Säure daraus zu erhalten, löst man es in einem siedenden Gemenge von Alkohol und Wasser, und während es warm ist, giesst man Salpetersäure hinein. Beim Erkalten setzen sich Nadeln von Dragonsäure ab. Sie werden in siedendem Alkohol aufgelöst und nochmals umkrystallisirt.

Will man sie glänzend weiss erhalten, so muss man sie destilliren und sie nachher in Alkohol krystallisiren lassen.

Die Dragonsäure ist farblos, geruchlos und verändert sich nicht an der Luft. Sie schmilzt gegen  $175^{\circ}$  und erstarrt beim Erkalten zu einer aus Nadeln bestehenden Masse. Bei einer höhern Temperatur wird sie sublimirt, indem sie schöne weisse Nadeln giebt, und kann völlig überdestilliren, ohne sich zu verändern. Beim Erhitzen auf einem Platinbleche verbrennt sie leicht mit einer etwas russigen Flamme.

Sie besitzt einen kaum merklichen Geschmack. Siedendes Wasser löst davon ein wenig auf. In kaltem Wasser ist sie fast unlöslich. Alkohol und Aether lösen sie ziemlich gut auf. Alle diese Auflösungen röthen die Lakmustinctur.

In Alkohol krystallisirt sie in Prismen, welche 1 bis 2 Zoll lang und völlig scharf und glänzend sind. Es sind schiefe rhombische Prismen mit Winkeln von  $114^{\circ}$  und  $66^{\circ}$ . Die scharfen Kanten sind gewöhnlich abgestumpft. Die Basis wird durch zwei Hauptflächen und drei andere kleinere Flächen vertreten.

Die sublimirten Krystalle haben dieselben Winkel,

Chlor, Brom und Salpetersäure wandeln sie in neue Verbindungen um, auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Die Analysen wurden mit Kupferoxyd angestellt. Zuletzt wurde ein Strom von Sauerstoffgas, nachher ein Strom von trockner Luft darüber geleitet.

I. 0,350 gaben:

0,807 Kohlensäure,  
0,161 Wasser.

II. 0,350 gaben:

0,807 Kohlensäure,  
0,164 Wasser.

III. 0,400 gaben:

0,187 Wasser.

IV. 0,371 Kohlensäure,  
0,857 Wasser.

V. 0,3874 gaben:  
0,8950 Kohlensäure,  
0,1845 Wasser.

VI. 0,300 dragonsaurer Baryt, bei 100° im luftleeren Raume getrocknet, gaben beim Glühen mit Schwefelsäure 0,158 schwefelsaures Salz, das 0,1037 Basis enthielt.

VII. 0,400 dragonsaures Silberoxyd liessen beim Glühen 0,166 Silberoxyd.

VIII. 0,400 dragonsaures Silberoxyd liessen beim Glühen 0,167 Silberoxyd.

Diese Zahlen leiten auf folgende Formel:

	Berechnet.		Gefunden.					
			I.	II.	III.	IV.	V.	
$C_{32}$	=	2400,0	63,15	62,80	62,80	—	63,00	63,07
$H_{32}$	=	200,0	5,26	5,11	5,20	5,2	5,28	5,29
$O_{12}$	=	1200,0	31,59	32,09	32,00	—	31,72	31,64
		3800,0	100,00	100,00	100,00		100,00	100,00.

Die gefundenen Atomgewichte sind: VI. 1810, VII. 1805, VIII. 1785.

Wenn man das Atomgewicht der wasserhaltigen Säure durch 2 dividirt und 1 Atom Wasser abzieht, so bleibt 1785 übrig.

Die vorige Formel lässt sich daher durch  $C_{32}H_{28}O_{10} + 2H_2O$ , und die Silbersalze und Barytsalze durch  $Dr + 2MO$  darstellen,

Man wird weiter unten sehen, warum ich das Atomgewicht dieser Säure verdoppelt habe.

Bei Vergleichung ihrer Zusammensetzung mit der des Dragonöles sieht man, dass letzteres 7 Aequivalente Wasserstoff gegen 7 Aequivalente Sauerstoff ausgetauscht hat und dass von den sieben Aequivalenten des gebildeten Wassers 2 mit der neuen Säure in Verbindung geblieben sind.



Das Esdragonöl ist neutral. Es verbindet sich weder mit Wasser noch mit Säuren oder Basen. Wenn man jedoch Wasserstoff gegen sein Aequivalent Sauerstoff austauscht, so bildet es eine Säure. Schon seit langer Zeit gehe ich damit um, zu beweisen, dass, wenn ein Körper Wasserstoff gegen sein Ae-

quivalent Sauerstoff, Chlor u. s. w. austauscht, die Eigenschaften des neuen Körpers mit den Eigenschaften desjenigen Analogie haben, von dem er regelmässig herkommt, kurz, dass die Eigenschaften der Körper vielmehr von der Anordnung der Atome als von ihrer Natur abhängen. Die Umwandlung des Esdragonöles in Dragonsäure würde das Gegentheil beweisen. Es fragt sich aber, ob man annehmen kann, dass die Dragonsäure dieselbe Constitution wie das Oel hat. Eben so fragt es sich, ob, wenn sich das Bittermandelöl in Benzoesäure umwandelt, hierbei Substitution stattfindet.

Um diese Fragen zu beantworten, müsste man zuerst die Constitution der wasserhaltigen Säuren kennen und wissen, ob es Wasserstoffsäuren sind.

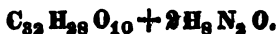
Nimmt man die Theorie der Wasserstoffsäuren an, so kann man leicht erklären, warum das Benzoylhydrür unter dem Einfluss der Salpetersäure zuerst Benzoesäure giebt, indem es seine Eigenschaften ändert, nachher Nitrobenzinsäure, deren Eigenschaften denen der Benzoesäure analog sind. Wenn die Constitution des Benzoylhydrürs durch  $C_{14}H_{10}O_2 + H_2$  dargestellt wird, so wäre die der Benzoesäure  $C_{14}H_{10}O_4 + H_2$  und die der Nitrobenzinsäure  $C_{14}H_9(N_2O_4)O_4 + H_2$ .

Aus demselben Grunde würde das Esdragonöl bei seiner Umwandlung in Dragonsäure 5 Aequivalente Wasserstoff gegen 9 Aequivalente Sauerstoff austauschen. Da die Constitution der Säure in keiner Beziehung zu der des Oeles steht, so kann zwischen ihren Eigenschaften keine Analogie stattfinden.

#### *Dragonsaures Ammoniak.*

Dieses Salz krystallisirt in Tafeln, welche dem geraden Prisma mit rhombischer Basis angehören. Die Winkel der Basis betragen  $84^\circ$  und  $96^\circ$ . Die Kanten der Basen werden durch kleine Seitenflächen ersetzt, welche  $164^\circ 30'$  gegen einander geneigt sind. Die verticalen scharfen Kanten sind gewöhnlich abgestampft.

100 Theile dieses Salzes, bei einer Temperatur von  $80^\circ$  bis  $99^\circ$  in den luftleeren Raum gebracht, verlieren 11 Theile, und es bleibt Dragonsäure zurück. Man könnte es daher durch folgende Formel darstellen:





$C_{32} H_{28} O_{10} =$	3575	—
$2 H_6 N_2 =$	425	10,8
$2 H_2 O =$	225	—
	4225	100,0.

Es würde sich nur Ammoniak im luftleeren Raume entwickeln. Das dragonsaure Ammoniak, in Metallauflösungen gegossen, bildet gewöhnlich krystallisirte Niederschläge.

**Chlorbaryum.** Im ersten Augenblicke entsteht kein Niederschlag. Nach einigen Minuten setzen sich rhombische Blättchen ab. Wenn man den dragonsauren Baryt direct aus der Säure und Basis durch Sieden bereitet, so setzen sich beim Erkalten zuerst Nadeln, nachher rhombische Blättchen ab.

**Chlorstrontium.** Anfangs kein Niederschlag. Allmählig bilden sich rechtwinklige oder sechseckige, sehr glänzende Blättchen.

**Chlorcalcium.** Es giebt sogleich einen Niederschlag. Im verdünnten Zustande aber setzt es zuerst feine zusammengehäufte Nadeln, nachher rechtwinklige Blättchen ab.

Siedendes *salpetersaures Silberoxyd*. Es giebt einen in Nadeln krystallisirten weissen Niederschlag.

*Schwefelsaure Magnesia*. Es erfolgt kein Niederschlag.

*Alaun*. In verdünnter Auflösung bildet er langsam feine glänzende Nadeln.

*Schwefelsaures Manganoxydul*. Es setzt allmählig kleine Krystalle ab.

*Eisenchlorid*. Es giebt einen gelben, aus mikroskopischen Nadeln bestehenden Niederschlag.

*Chlorkobalt* und *Chlornickel*. Sie geben keinen Niederschlag. (?)

*Essigsaaures Kupferoxyd* giebt einen bläulich - weissen Niederschlag.

*Schwefelsaures Zinkoxyd*  
*Salpetersaures Quecksilberoxydul* } ein weisser Niederschlag.

*Quecksilberchlorid*  
*Essigsaaures Bleioxyd* } wenn die Auflösungen warm sind,  
so setzen sich mikroskopische Nadeln ab.

Das dragonsaure Kali krystallisirt in rhombischen oder sechseckigen Tafeln.

Das dragonsaure Natrium krystallisirt in Nadeln.

*Nitrodragonasinsäure.*

Die ammoniakalische Mutterlauge, welche das dragonensäure Ammoniak absetzte, enthält Nitrodragonasinsäure und Nitrodragonasinsäure und ein wenig Dragonsäure. Um die erstere zu erhalten, dampft man das Gemenge fast bis zur Sirupsconsistenz ab, nachher bringt man es in eine Phiole mit siedendem Alkohol. Alles löst sich auf und es bildet sich beim Erkalten ein krystallinischer Absatz. Man concentrirt und erhält einen zweiten Absatz, welchen man bei Seite setzt. Man concentrirt ferner u. s. w. Alle diese Absätze werden nach einander in siedendem Alkohol aufgelöst, und man lässt die Auflösungen in Phiolen mit flachem Boden langsam krystallisiren.

Die Nitrodragonasinsäure oder vielmehr ein saures Nitrodragonasinsäures Ammoniak krystallisirt in strahligen Nadeln, welche sich zuerst auf der Oberfläche der Flüssigkeit bilden. Ihr Volumen nimmt allmählig zu, nachher fallen sie auf den Boden der Phiole. Wenn sich Nadeln bilden, so muss man die Flüssigkeit sogleich abglessen.

Um dieses Salz zu reinigen, lässt man es zwei- oder dreimal in Alkohol krystallisiren, setzt, um die Säure daraus zu erhalten, zuerst ein wenig Ammoniak zu und lässt es in siedendem Wasser auflösen, nachher giesst man Salpetersäure zu. Es bildet sich sogleich ein voluminöser weisser Niederschlag, den man filtrirt, waschen und trocknen muss.

Um sie krystallisirt zu erhalten, löst man sie in siedendem Alkohol auf. Beim Erkalten setzt sie sich in Gestalt von platten Nadeln ab.

Die Nitrodragonasinsäure ist farblos (?), vielleicht etwas gelblich. Sie besitzt einen fast unmerklichen Geschmack. Sie ist kaum löslich in Wasser. In Alkohol und Aether löst sie sich ziemlich gut auf. Sie kommt gegen  $165^{\circ}$  in Fluss und krystallisirt beim Erkalten zu einer strahligen Masse. Bei einer höhern Temperatur sublimirt sie in kleinen Nadeln. Es war mir unmöglich, die Winkel der Krystalle zu messen, die sich aus der weingeistigen Auflösung absetzten, weil sie halb gewunden sind. Der Querschnitt der sublimirten Nadeln ist ein Rhombus, dessen Winkel ungefähr  $100-102^{\circ}$  betragen.

Sie kann überdestilliren, ohne sich zu verändern, wenn man die Operation nur mit einigen Decigr. vornimmt.

Chlor, Brom und Salpetersäure wandeln sie in neue Säuren um.

Bei der Analyse gab sie mir auf:

I. 0,350

0,705 Kohlensäure,

0,138 Wasser.

II. 0,350

0,704 Kohlensäure,

0,135 Wasser.

III. 0,3387

0,4700 Kohlensäure,

0,0910 Wasser.

IV. 0,400 gaben 15 Cb. C. Stickstoff bei 0,770 Mm. und bei 10°. Diess macht bei 0,760 Mm. und bei 0° 14,44 Cb. C.

V. 0,420 nitrodragonasinsäures Silberoxyd, bei 100° getrocknet, lassen beim Glühen 0,161 Silber. Diess giebt für das Atomgewicht der wasserfreien Säure 2074.

VI. 0,500 desgl. liessen 0,192 Silber, woraus sich für das Atomgewicht die Zahl 2068 ableiten lässt.

Diese Zahlen leiten auf folgende Formel:

		Gef.			
	Ber.	I.	II.	III.	
$C_{32} =$	2400,0	55,00	54,90	54,85	55,10
$H_{30} =$	187,5	4,30	4,20	4,30	4,34
$O_{16} =$	1600,0	36,70	36,40	—	—
$N_2 =$	175,0	4,00	4,50	—	—
	<u>4362,5</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>		

Die Zusammensetzung lässt sich so ausdrücken:



Es ist daher Dragonsäure, wovon 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. salpetrige Salpetersäure ersetzt wird.

Das Atomgewicht der trocknen Säure = 4137,5.

Die beiden Silbersalze gaben 2074 und 2068: Verdoppelt man diese Zahlen, so erhält man als Mittel 4142.

#### *Nitrodragonasinsäure Salze.*

Das Ammoniaksalz krystallisirt in strahligen, nicht sehr löslichen Kugeln. Seine neutrale Auflösung giebt mit:

*Chlorbaryum*  
*Chlorstrontium*  
*Chlorcalcium*

weisse Niederschläge. Werden diese Chlorüre ein wenig verdünnt, so setzt das erste mit Blättern bedeckte Aeste langsam ab, das zweite in Büschel gruppirte Nadeln, das dritte unregelmässige Blättchen.

*Schwefelsaure Magnesia* giebt keinen Niederschlag.

*Magnesiaalaun*, weisser, nicht krystallinischer Niederschlag.

*Eisenchlorid*, gelber Niederschlag.

*Schwefelsaures Manganoxydul* giebt langsam Nadeln.

*Chlorkobalt* und *Chlornickel*, kein Niederschlag (?).

*Essigsäures Kupferoxyd* giebt einen bläulichen Niederschlag.

*Schwefelsaures Zinkoxyd*  
*Essigsäures Bleioxyd*

weisse Niederschläge.

*Salpetersaures Silberoxyd* giebt in der Wärme einen weissen perlmutterglänzenden Niederschlag.

*Quecksilberchlorid* giebt einen weissen Niederschlag. In verdünntem Zustande setzt sich nichts ab.

#### *Nitrodragonessinsäure.*

Bei Untersuchung der Mutterlaugen, welche das dragonsäure und das nitrodragonessinsäure Ammoniak gaben, findet man noch darin diese beiden Salze gemengt mit einem dritten Salze, welches in seidenglänzenden Nadeln krystallisirt. Nach vergeblichen Bemühungen musste ich darauf verzichten, dieses letztere Salz zu reinigen. Da ich aber gesehen hatte, dass die Säure, welche darin enthalten ist, dem Producte der längern Reaction der Salpetersäure auf die Dragonsäure und die Nitrodragonessinsäure ähnlich war, so goss ich alle ammoniakalischen Mutterlaugen der vorigen Behandlungen zusammen und zersetzte sie durch Salpetersäure. Nachdem der erhaltene Niederschlag gewaschen und getrocknet worden war, wurde er mit Salpetersäure eine halbe Stunde lang gekocht. Beim Erkalten setzten sich kleine abgestumpfte vierseitige Prismen ab. Sie werden durch Waschen mit Wasser gereinigt. Nachher kocht man sie in siedendem Alkohol auf. Beim Erkalten bildet sich ein Brei von sehr feinen weissen Nadeln. Ist der Alkohol verdünnt, so sind diese Nadeln ein wenig dicker.

Die Nitrodragonessinsäure ist farblos (?), geruchlos, ohne Geschmack, fast unlöslich in kaltem Wasser. In Alkohol und

Aether löst sie sich, besonders in der Wärme, gut auf. Sie schmilzt gegen 175—180°. Bei einer höhern Temperatur sublimirt sie, ohne sich zu zersetzen. Indessen scheint es, dass sie nicht überdestilliren kann, ohne sich zu verändern, wenn man die Operation mit 20 oder 30 Gr. vornimmt. Ich versuchte, ein Gemenge dieser Säure mit den vorhergehenden Körpern von der braunen Substanz abzuschneiden, wovon sie begleitet sind, indem ich dieselben der Destillation unterwarf. Es waren schon einige Gr. Säure in den Recipienten übergegangen, als sich das Uebrige plötzlich unter Lichtentwicklung zersetzte.

Chlor, Brom und Salpeter äussern keine Reaction auf sie.  
0,400 gaben:

0,720 Kohlensäure,

0,130 Wasser.

0,400 gaben 25 Cb.C. Stickstoff bei 0,765 Mm. und bei 15°, oder 23,4 Cb.C. Stickstoff bei 0,760 Mm. und bei 0°, oder 7,37 p. C.

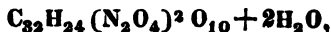
0,499 nitrodragonesisaures Silberoxyd liessen beim Glühen 0,178 Silber zurück. Diess giebt 2336 als Atomgewicht der wasserfreien Säure.

Diese Resultate leiten auf folgende Formel:

	Ber.	Gef.	
$C_{32} = 2400$	48,73	49,07	
$H_{28} = 175$	3,53	3,60	
$O_{20} = 2000$	40,64	39,96	
$N_4 = 350$	7,10	7,37	
	4925	100,00	100,00.

Das Atomgewicht der wasserfreien Säure würde 4700 sein. Wenn man die durch den Versuch gefundene Zahl verdoppelt, so erhält man 4672.

Die Formel dieser Säure kann daher so dargestellt werden:



d. h. durch Dragonsäure, worin 2 Aeq. Wasserstoff durch 2 Aeq. salpetrige Salpetersäure ersetzt sind.

Das Ammoniaksalz ist löslich in Wasser und Alkohol. Es krystallisirt in schönen, in Kugeln gruppirten Nadeln. Wird es in Metallauflösungen gegossen, so bildet es mit

Chlorbaryum einen Niederschlag, welcher langsam in verzweigten Nadeln krystallisirt.

*Chlorstrontium* verhält sich wie das vorige.

*Chlorcalcium* giebt einen körnigen sphäroidischen Niederschlag.

*Schwefelsaure Magnesia* setzt sehr langsam strahlige Nadeln ab.

*Magnesiaalaun* giebt einen voluminösen weissen Niederschlag.

*Schwefelsaures Manganoxydul* giebt Büschel von mikroskopischen Nadeln.

*Chlorkobalt* und *Chlornickel* geben nur mit Schwierigkeit einen Niederschlag.

*Eisenchlorid* giebt einen voluminösen gelben Niederschlag.

*Kupfersalze*, bläulich-weißer Niederschlag.

*Zinksalze*, aus Nadeln bestehender weißer Niederschlag.

*Bleisalze*, weißer Niederschlag.

*Silbersalze*, dergleichen.

*Quecksilbersalze*, sehr geringer weißer Niederschlag.

#### *Chlorodragonesinsäure.*

Um diese Säure zu bereiten, leitet man einen Chlorstrom in geschmolzene Dragonsäure. Es entwickelt sich Chlorwasserstoffsäure und man erhält die neue Verbindung, welche man in Alkohol krystallisiren lässt, um sie zu reinigen.

Sie ist farblos, geruchlos, fast unlöslich in Wasser. Alkohol und Aether lösen sie gut auf.

Sie schmilzt gegen  $180^{\circ}$  und sublimirt in Gestalt von Nadeln mit rhombischer Basis, deren Winkel ungefähr  $138^{\circ}$  und  $42^{\circ}$  betragen.

Durch das Ammoniaksalz werden das Silbersalz und das Bleisalz gefällt und es bilden sich in dem Baryumsalze, Strontiumsalze und Calciumsalze, wenn sie mässig verdünnt sind, krystallinische Niederschläge.

0,350 gaben:

0,670 Kohlensäure,

0,116 Wasser.

0,300, bis zum Rothglühen mit Kalk erhitzt, gaben 0,227 Chlorsilber, die 0,0559 oder 18,6 p.C. Chlor enthielten.

Diese Säure enthält daher:

	Ber.	Gef.
$C_{32} = 2400$	51,50	52,20
$H_{28} = 175$	3,75	3,64
$O_{12} = 1200$	25,75	25,56
$Cl_4 = 885$	19,00	18,60
	<hr/>	<hr/>
	4660	100,00 100,00.

Die Formel  $C_{32}H_{24}Cl_4O_{10} + 2H_2O$  stellt Dragonsäure dar, weniger 4 At. Wasserstoff, plus 4 At. Chlor. Die Reaction des Chlors hat wahrscheinlich nicht lange genug gedauert.

#### Bromodragonesinsäure.

Wenn man bei gewöhnlicher Temperatur Brom auf Dragonsäure giesst, so entwickeln sich Wärme und saure Dämpfe. Der Rückstand wird mit ein wenig kaltem Alkohol gewaschen, um den Ueberschuss von Brom zu entfernen, nachher löst man ihn in siedendem Alkohol auf. Beim Erkalten setzt sich fast die ganze Bromodragonesinsäure in Gestalt von weissen und glänzenden Nadeln ab.

Diese Säure ist geruchlos, in Wasser unlöslich, ziemlich löslich in siedendem Aether und in siedendem Alkohol.

Sie schmilzt gegen  $205^\circ$  und sublimirt in sehr schönen rechtwinkligen oder rhombischen, etwas irisirenden Platten.

Das bromodragonesinsäure Ammoniak bildet mit den Baryum-, Strontium-, Calcium-, Blei- und Silbersalzen weisse Niederschläge. Werden die drei ersten ein wenig verdünnt, so setzen sich allmählig Nadeln ab. Die schwefelsaure Magnesia giebt keinen Niederschlag.

Bei der Analyse gab die Säure auf 0,300:

0,457 Kohlensäure,

0,080 Wasser.

0,200, mit Kalk bis zum Rothglühen erhitzt, gaben 0,162 Bromsilber, die 0,068 oder 34 p.C. Brom enthielten.

0,3778 bromodragonesinsäures Silberoxyd, bei  $100^\circ$  getrocknet, wurden mit Chlorwasserstoffsäure behandelt und nachher mit Alkohol gewaschen, um die Bromodragonesinsäure aufzulösen. Der gegläthete Rückstand wog 0,1612. Das Gewicht des Silbers betrug daher 0,12143 oder 32,14 p.C., woraus

sich als Atomgewicht der wasserfreien Säure die Zahl 2759 ergibt.

Diese Zahlen leiten auf folgende Formel:

	Ber.	Gef.
$C_{32} = 2400$	41,87	41,55
$H_{28} = 175$	3,04	2,95
$O_{12} = 1200$	20,96	21,50
$Br_2 = 1956$	34,13	34,00
	<hr/>	
	5731	100,00

Das Atomgewicht der wasserfreien Säure = 5506. Gefunden wurde 5504. Am Ende der Analyse wurde kein Strom von Sauerstoff hineingeleitet, weil dieser das mit dem Kupfer verbundene Brom austreibt.

#### *Nitrobromodragonesinsäure.*

Diese Säure erhält man, wenn man Brom auf Nitrodra-  
gonesinsäure giesst. Die Zersetzung findet sogleich statt. Man bewirkt sie vollends dadurch, dass man das Gemenge ein wenig erwärmt. Der Rückstand wird mit Alkohol gewaschen, nachher in dieser Flüssigkeit durch Wärme aufgelöst. Beim Erkalten setzt sich die Nitrobromodragonesinsäure in Gestalt von kleinen blätterigen Nadeln ab. Sie ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und in Aether.

Sie schmilzt gegen 175—180°, nachher sublimirt sie, wobei sie kleine rhombische oder sechseckige Blättchen giebt.

Bei der Analyse gab sie mir auf 0,280:

0,456 Kohlensäure,  
0,085 Wasser.

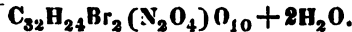
0,200 gaben 6 Cb. C. Stickstoff bei 15° und 0,756 Mm., oder 5 Cb. C. bei 0° und 0,760 Mm.

Aus diesen Zahlen leitet man folgende Formel ab:

	Ber.	Gef.
$C_{32} = 2400$	45,03	44,41
$H_{28} = 175$	3,28	3,37
$O_{16} = 1600$	30,06	—
$N_2 = 175$	3,28	3,51
$Br_2 = 978$	18,35	—
	<hr/>	
	5328	100,00.



Man kann sie auf folgende Weise darstellen:



Das nitrobromodragonesinsäure Ammoniak bildet mit:

*Chlorbaryum* einen in Zweigen krystallisirten Niederschlag,

*Chlorstrontium* desgl.,

*Chlorcalcium* desgl. in Kugeln,

*Chlormagnesium* nichts,

*Chlormangan* einen geringen Niederschlag in sphärischen

Körnern,

*Chlorkobalt* nichts,

*Chlorkupfer* einen bläulich-weißen Niederschlag,

*Quecksilberchlorid* einen weißen Niederschlag,

*salpetersaurem Bleioxyd* desgl.,

*salpetersaurem Silberoxyd* desgl.

#### Nitrochlorodragonesinsäure.

Man bereitet sie, indem man einen Strom von Chlor in geschmolzene Nitrodragonasinsäure leitet. Man reinigt das erhaltene Product, indem man es in siedendem Alkohol auflöst und krystallisiren lässt.

Sie ist farblos, unlöslich in Wasser. Sie krystallisirt in Alkohol und Aether in kleinen Nadeln.

Sie schmilzt gegen 170°, nachher sublimirt sie in kleinen Nadeln, welche schiefe Prismen sind.

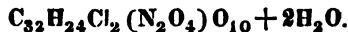
0,200 gaben:

0,368 Kohlensäure,

0,067 Wasser.

Aus diesen Zahlen kann man folgende Formel ableiten:

	Ber.	Gef.
$\text{C}_{32}$ = 2400	50,10	50,18
$\text{H}_{28}$ = 175	3,64	3,76
$\text{O}_{16}$ = 1600	33,40	—
$\text{N}_2$ = 175	3,64	—
$\text{Cl}_2$ = 442	9,22	—
	<hr/> 4792	100,00.



Das Ammoniaksalz giebt mit:

*Chlorbaryum*

*Chlorstrontium*

*Chlorcalcium*

} wenn sie ein wenig verdünnt sind, krystallisirte Niederschläge,

*Chlormagnesium* nichts,  
*Chlormangan* einen weissen Niederschlag,  
*Chlorkobalt* einen blassen rosenrothen Niederschlag,  
*Chlorkupfer* einen bläulich-weissen Niederschlag,  
*salpetersaurem Bleioxyd* einen weissen Niederschlag,  
*salpetersaurem Silberoxyd* desgl.,  
*salpetersaurem Quecksilberoxyd* desgl.

*Dragonylchlorür.*

Leitet man einen Chlorstrom in Esdragonöl, so entwickeln sich Wärme und saure Dämpfe. Man erhält ein Oel, welches immer dicker wird. Ich untersuchte eins dieser Producte, welches die Consistenz von Terpentin hatte. Es war farblos, sehr löslich in Aether und sehr wenig in Alkohol.

Bei der Destillation entwickelte es Chlorwasserstoffsäure und eine sehr dicke ölige Substanz. Es blieb wenig Kohle in der Retorte. Es gab mir auf 0,378:

0,553 Kohlensäure,  
 0,120 Wasser,

woraus man ableitet:

	Ber.	Gef.
$C_{32} = 2400$	40,00	39,90
$H_{32} = 200$	3,33	3,50
$O_3 = 300$	—	—
$Cl_{14} = 3100$	—	—
	6000.	

Diese Formel lässt sich darstellen durch:



d. h. durch Esdragonöl, welches 5 Aeq. Wasserstoff gegen 7 Aeq. Chlor ausgetauscht hat.

*Chlorodragonyl.*

Ich habe gezeigt, dass allemal, wenn eine Verbindung mehr Chlor erhält, als sie Wasserstoff verloren hat, sie an das Kali eine Menge von Chlor oder von Chlor und Wasserstoff abtreten muss, welche gleich ist der Anzahl von Chloratomen, die sie im Ueberschusse enthält.

Indem ich Dragonylchlorür mit Kali und Alkohol kochte, erhielt ich eine neue Verbindung, welche diese Regel auch bestätigt.

Sie ist ein sehr dickes Oel, ähnlich dem, woraus es entstanden ist. Es gab mir auf 0,340:

0,530 Kohlensäure,

0,104 Wasser,

woraus sich ableiten lässt:

	Ber.	Gef.
$C_{33} = 2400$	43,3	42,5
$H_{30} = 188$	3,3	3,4
$O_3 = 300$	—	—
$Cl_{12} = 2652$	—	—
	<hr/>	
	5540.	

Wir wollen jetzt die verschiedenen Verbindungen dieser Reihe vergleichen. Man bemerkt sogleich, dass alle Säuren, ungeachtet der Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung, hinsichtlich ihrer Eigenschaften einander so ähnlich sind, dass es schwierig ist, andere Verbindungen zu einer so natürlichen Gruppe zusammenzureihen.

Alle sind krystallisirt, fast unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether. Alle lassen sich sublimiren, ohne sich zu zersetzen. Ihr Siedepunct variirt von 175—200°. Mit den verschiedenen Basen bilden sie alle dieselben löslichen oder unlöslichen Salze. Diese 7 Säuren mit einander zu mengen, nachher sie von einander abscheiden zu wollen, würde, nach meiner Meinung, eine der schwierigsten Operationen sein.

Wir wollen diese Körper hinsichtlich ihrer Zusammensetzung mit einander vergleichen. Wenn wir rohe Formeln annehmen, so ist es unmöglich zu begreifen, warum die Säuren ähnliche Eigenschaften besitzen, warum die Dragonsäure mehr der Nitrochlorodragonesinsäure als dem Esdragonöle gleicht.

Nimmt man dagegen, wie ich vorgeschlagen habe, an, dass, wenn ein Körper dem Wasserstoffe substituirt wird, er wirklich seine Stelle einnimmt und seine Rolle spielt, dass ferner in verschiedenen Verbindungen ein Radical existiren kann, das in Bezug auf die Anzahl der Atome constant, aber hinsichtlich ihrer Natur veränderlich sein kann, so begreift man leicht, warum einige von diesen Körpern einander ähnlich, während andere verschieden sind.

Wenn man  $N_2O_4$  durch X darstellt, so hat man folgende Reihe, in der die ähnlichen Körper eine und dieselbe Zusammensetzung haben.

von Öl	$C_{32}H_{42}O_3 = 4 \text{ Vol.}$
Dragonyl	$C_{32}H_{30}Cl_{12}, O_3$
Chlorür	$\frac{C_{32}H_{32}Cl_{10}, O_3 + Cl_4}{C_{32}H_{28}O_7, O_3 + 2H_2O}$
säure	$C_{32}H_{26}XO_7, O_3 + 2H_2O$
säure	$C_{32}H_{24}X_2O_7, O_3 + 2H_2O$
säure	$C_{32}H_{24}Cl_4O_7, O_3 + 2H_2O$
Chloronesinsäure	$C_{32}H_{24}Br_4O_7, O_3 + 2H_2O$
Chlorodragonesinsäure	$C_{32}H_{24}Cl_2XO_7, O_3 + 2H_2O$
Nitrochlorodragonesinsäure	$C_{32}H_{24}Br_2XO_7, O_3 + H_2O.$

Ich habe in einer Abhandlung über die Krystallform der Verbindungen der Phenylreihe gezeigt, dass die von einander regelmässig abgeleiteten Körper im Allgemeinen isomorph sind. Ich suchte diese Regel durch die vorhergehenden Verbindungen zu bestätigen. Die von mir angeführten Thatsachen sind, ich gestehe es, nicht sehr schlagend, ich kann aber nicht annehmen, dass die folgenden Zahlen sich bloß Zufall so ergeben haben.

Die Winkel der Dragonsäure betragen  $114^\circ$  und  $66^\circ$ . Die Winkel der sublimirten Nitrodragonesinsäure betragen ungefähr  $114^\circ$  und  $66^\circ$ . Die Winkel derselben, aber in Salpetersäure krystallisirten Säure sind ungefähr  $102^\circ$ . Die Winkel der sublimirten Nitrodragonasinsäure sind ungefähr  $100^\circ$  und  $102^\circ$ , und die der sublimirten Chlorodragonesinsäure  $132^\circ$  und  $48^\circ$ .

Bei der ersten verhalten sich die Axen folgendermassen zu einander:

$$a : b = 1,00 : 1,54 \quad 1,54.$$

Bei der zweiten:

$$a : b = 1,00 : 1,54 \quad 1,54$$

und  $a : \frac{1}{2}b = 1,00 : 0,80 \times 2 = 1,60.$

Bei der dritten:

$$a : \frac{1}{2}b = 1,00 : 0,80 \times 2 = 1,60.$$

Bei der vierten:

$$a : \frac{1}{4}b = 1,00 : 0,38 \times 4 = 1,52.$$

Ich habe gezeigt, dass die Phtalinsäure und die Nitrophtalinsäure dieselbe Constitution und dieselbe Krystallform haben. Ich habe daraus geschlossen, dass, wenn die erstere eine einbasische Säure  $C_8H_4O_3 + H_2O$  wäre, die zweite, ungeachtet der

## 250 Ueb. die Entstehung der Baldriansäure aus Indigo.

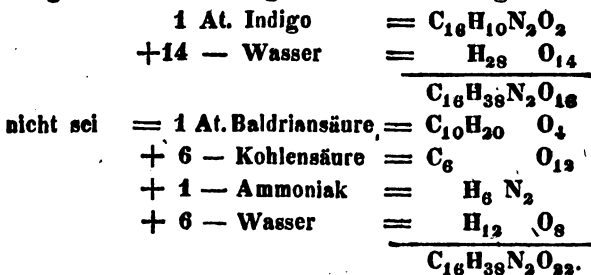
halben Aequivalente, die sie enthält, gleichfalls als eine einbasische Säure  $C_8H_3X\frac{1}{2}O_3 + H_2O$  betrachtet werden müsste, und umgekehrt. Ich sage dasselbe von der Dragonsäure. Nichts berechtigt, die Dragonsäure, Nitrodragonesinsäure und Chloro- dragonesinsäure als zweibasische Säuren zu betrachten. Sind sie einbasische, so müssen alle anderen Säuren es gleichfalls sein, ungeachtet der halben Aequivalente Chlor, Brom und salpetriger Salpetersäure, die sie enthalten. Ich neige mich zu dieser letztern Meinung, die ich in einer künftigen Abhandlung durch überzeugende Beweise begründen will.

### XXXVII.

#### Ueber die Entstehung der Baldriansäure aus Indigo.

Winckler hat die aus *Valeriana off.* und aus *Athamanta Oreoselin.* erhaltene Baldriansäure mit den aus Indigo und *Lycopodium* durch Kalihydrat erzeugten flüchtigen Säuren verglichen.

Der Verf. einer Notiz über diesen Gegenstand in *Buchner's Repert. XXVIII. 1* findet, dass Gerhardt's stöchiometrische Entwicklung der Bildung von Baldriansäure aus dem Indigo unter Einwirkung des Kali's unrichtig sein müsse, weil



„Es kommt hier,“ heisst es am angeführten Orte, „ein Ueberschuss von 6 At. Sauerstoff heraus, was entweder von einem Druckfehler im *Journ. f. prakt. Chem.* oder davon herrührt, dass statt obiger 14 At. Wasser 20 At. in Rechnung gebracht werden müssen, weil bei dem Zeretzungsprocesse zugleich Wasserstoff entweichen soll, oder es wird ausser den genannten Producten noch ein anderes erzeugt, oder die erzeugte flüchtige Säure ist keine Baldriansäure.“

## Ueb. die Entstehung der Baldriansäure aus Indigo. 251

Der vorausgesetzte Druck- oder Rechenfehler ist indessen nicht vorhanden, die Gleichung heisst (a. a. O.):

$C_{16}H_{10}N_2O_2 + 14H_2O = C_{20}H_{20}O_4 + 6C_2O_2 + N_2H_6 + 6H_2$   
und nicht  $6H_2O$ , wie der Verf. gelesen hat. Letztere Formel würde übrigens gar keinen Sinn gehabt haben, da es sich ja um Wasserzersetzung handelt und ausdrücklich das Entweichen von Wasserstoffgas erwähnt ist. Was die von Gerhardt angenommene Gleichheit der entstehenden Säure mit Baldriansäure anbelangt, so hat Hr. Winckler darüber einige Versuche angestellt. Er fand in den Erscheinungen bei der Zersetzung des Indigo's durch schmelzendes Kalihydrat eine grosse Aehnlichkeit mit den früher von ihm bei der Zersetzung des Lycopodiums mit Kalihydrat beobachteten. In beiden Fällen erhielt er durch Behandlung mit schmelzendem Kalihydrat, Zersetzung des Rückstandes durch Schwefelsäure, Destillation u. s. w. eine flüchtige Säure vom Geruche der Baldriansäure, deren Barytsalze jedoch wesentlich anders schmeckten und anders gegen Silbersolution sich verhielten als der baldriansaure Baryt. Sie reducirten das Silber aus seinen Lösungen.

„Es geht hieraus mit Bestimmtheit hervor,“ sagt der Verf., „dass die beiden Säuren keine Baldriansäure sind, aber für identisch gelten müssen und höchst wahrscheinlich von Ameisensäure nicht verschieden sind. Allerdings bleibt mir die Erscheinung, dass die Barytsalze derselben mit Schwefelsäure den eigenthümlichen Geruch der Baldriansäure entwickeln, höchst merkwürdig.“ Aus der in *Athamanta Oreoselin.* gewonnenen neuen Substanz wurde wirkliche Baldriansäure erhalten.

Der Hr. Verf. möge mir die Bemerkung erlauben, dass seine Versuche das nicht beweisen, was sie beweisen sollen.

Die von Hrn. Gerhardt publicirten Arbeiten sind nicht von der Art, dass man glauben sollte, er verstehe nicht Baldriansäure und Ameisensäure von einander zu unterscheiden. Ich weiss, dass er schon vor 8 Jahren, als er noch in Leipzig studirte, dieses Problem glücklich gelöst haben würde. Auch ich habe bei Behandlung von Indigo mit Kali nur Spuren von Baldriansäure erhalten; da aber Gerhardt angiebt, dass er sie in beträchtlicher Menge erhalten habe, gewiss also nicht bloß in wässriger Auflösung, so kann man wohl annehmen, dass die Erzeugung der Säure an gewisse Bedingungen ge-

## 259 **Bereitung der Chromsäure. — Ueb. den Copal.**

knüpft sei, die bei meinen und Hrn. Winckler's Versuchen nicht eingehalten worden sind. Entstände die Baldriansäure unter allen Umständen bei Behandlung des Indigo's mit Kalihydrat, so würde sie auch Hrn. Fritzsche bei seinen Untersuchungen über die Einwirkung des Kali's auf den Indigo gewiss nicht entgangen sein. Wir haben in der nächsten Zeit eine ausführliche Arbeit von Hrn. Gerhardt über verschiedene ätherische Oele, namentlich auch über das Baldrianöl, zu erwarten, die hoffentlich das Nähere über seine Entdeckung enthalten wird. Bis zum Erscheinen derselben dürfte es kaum gestattet sein, daraus, dass einige Chemiker bei der Behandlung des Indigo's mit Kalihydrat nur eine nach Baldrianöl riechende wässrige Flüssigkeit erhielten, zu schliessen, dass dabei keine Baldriansäure gebildet werde. E.

---

### XXXVIII.

#### *Bereitung der Chromsäure.*

Warrington findet, dass man bei der Bereitung der Chromsäure nach Fritzsche's Methode dieselbe stets gemengt mit saurem schwefelsaurem Natron erhält. Er modificirt deshalb das Verfahren folgendermaassen.

Zu 100 Vol. einer kalt gesättigten Auflösung von saurem chromsaurem Kali setzt man 120—150 Vol. concentrirter, von schwefelsaurem Bleioxyd freier Schwefelsäure. Man lässt die Mischung erkalten, worauf die Chromsäure in schönen dunkelcarmoisinrothen Nadeln krystallisirt, die man zwischen porösen Steinen auspresst. Sie erscheint dann trocken und nur mit Spuren von Schwefelsäure verunreinigt. (*Rev. scient. Juillet 1849.*)

---

### XXXIX.

#### *Ueber den Copal.*

Eine Untersuchung des Copals von Filhol führte den Verf. zu folgenden Resultaten:

1) Wird der Copal in feingepulvertem Zustande und bei erhöhter Temperatur der Luft ausgesetzt, so absorbirt er Sauer-

## Stenhouse, üb. Cetin, Aethal u. einige äther. Oele. 353

stoff, entsprechend den Angaben von Unverdorben über den afrikanischen Copal.

2) Die Producte dieser Oxydation sind neue Harze, welche demselben Radical, wie das ursprüngliche Harz, anzugehören scheinen.

3) Die verschiedenen Varietäten des Copals, welche „indischer Copal“ genannt werden, haben bis auf sehr geringe Verschiedenheiten dieselbe Zusammensetzung.

4) Der indische Copal enthält 5 verschiedene Harze, von welchen die sauerstoffreichsten am löslichsten sind.

5) Der weiße Copal (*copal tendre*) ist so zusammengesetzt, dass er in dieselbe Reihe gestellt werden muss.

6) Der in Alkohol und Terpentinöl unlösliche Copal wird in diesen Mitteln löslich, nachdem er Sauerstoff aus der Luft absorbirt hat.

7) Bei der Analyse der Harze muss man beständig die Einwirkung der Luft und des Wassers abhalten. Diese können von solchem Einflusse sein, dass, nachdem man ein Harz in reinem Zustande dargestellt hat, man doch nur ein Gemenge der Analyse unterwirft. *(Rev. scient. Juillet 1842.)*

### XL.

#### *Cetin, Aethal und einige ätherische Oele*

sind von J. Stenhouse analysirt worden. *(Phil. Magazine, April 1842.)*

#### *Cetin und Aethal.*

Gewöhnlicher Wallrath, in welchem das Cetin durch ein hartnäckig anhängendes Oel verunreinigt ist, das den Schmelzpunkt desselben erniedrigt, wurde zwei- bis dreimal mit siedendem Alkohol behandelt und neun- bis zehnmal mit Aether umkrystallisirt. Er wurde als rein betrachtet, nachdem der Erstarrungspunct bis 120–121° F. (48,9–49,4°C.) gestiegen war.

Die Analysen gaben:

C =	79,72	79,74	79,53	79,96
H =	13,32	13,13	13,19	13,19
O =	6,96	7,13	7,28	6,85,

was sehr von Chevreul's Resultat



$$C = 81,66$$

$$H = 12,86$$

$$O = 5,48$$

abweicht.

Der Verf. hält es indessen nicht für thunlich, gegenwärtig eine Formel aus den gefundenen Zahlen zu berechnen, da die im Wallrath enthaltenen Säuren nicht hinreichend bekannt sind. Man nimmt gewöhnlich an, der Wallrath bestehe aus margarinsäurem und ölsäurem Aethyl. Da der Wallrath bei der Destillation keine Spur von Fettsäure giebt, so zweifelt der Verf. an dem Vorkommen der Oelsäure im Wallrath. Gewöhnlicher Wallrath, bei 107° F. (41,6°C.) schmelzend, zeigt ganz nahe die Zusammensetzung des Cetins, so dass das Wallrathöl isomer zu sein scheint mit dem festen Fette.

Die Zusammensetzung des Aethyls wurde übereinstimmend mit den Analysen von Chevreul und Dumas gefunden zu:



#### Lorbeer-Terpentin.

Vor einigen Jahren kam aus Demerara eine bedeutende Menge eines ätherischen Oeles, dem man den unrichtigen Namen *Lorbeeröl* gab. Es wurde mit Erfolg äusserlich gegen Rheumatismen angewandt und zeigte sich als ein gutes Lösungsmittel des Kautschuks, indessen ist es zu diesem Zwecke zu theuer. Der Verf. glaubt, dass es von einer Pinusart herstamme. Der Baum liefert das Oel, wenn er verletzt wird, in grosser Menge. Das Oel, wie es im Handel vorkommt, ist durchsichtig, gelblich durch ein wenig beigemischtes Harz, das durch Destillation mit Wasser entfernt wird. Der Geruch

---

\*) Der Wallrath und seine Zersetzungsproducte sind neuerlich der Gegenstand einer Untersuchung von Laurence Smith (*Ann. d. Chemie u. Pharm. XLII. 241*) gewesen. Nach den Untersuchungen von Smith ist die Säure aus dem Wallrath, welche man bisher für Margarinsäure gehalten hat, identisch mit der *Aethylsäure*; Oelsäure ist im Wallrath nicht enthalten, er ist vielmehr äthylsaurer Aethyl. Nach Smith würde die Zusammensetzung des Wallraths sein:

$$C \quad 64 \text{ At.} = 80,18 \text{ p.C.}$$

$$H \quad 128 \text{ —} = 12,82 \text{ —}$$

$$O \quad 4 \text{ —} = 6,60 \text{ —}$$

nahe übereinstimmend mit Hrn. Stanhouse's Analyse. D. Red.

## Stenhouse, üh. Cetin, Aethal u. einige äther. Oele. 255

erinnert an Terpeutinöl, ist aber angenehmer und nähert sich dem Citronenöl. Das spec. Gewicht ist 0,864 bei 56°F. (13,3°C.) Das Oel enthält eine kleine Menge einer flüchtigen Säure, die das salpetersaure Silberoxyd reducirt und wahrscheinlich Amelensäure ist.

Das Oel wurde mit Wasser destillirt und durch Chlorcalcium entwässert. Bei der Rectification im Oelbade begann es bei 301°F. zu sieden. Der Siedepunct stieg aber auf 325°F. Es war farblos, durchsichtig. Die zuerst übergehende Portion wurde bei Seite gesetzt, die zweite und dritte analysirt.

Es wurde erhalten:

	1.	2.	Ber.	At.
C =	88,51	88,29	88,46	5
H =	11,57	11,57	11,54	8
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
	100,08	99,86	100,00.	

Das Oel besteht also aus zwei oder mehreren isomerischen Oelen, welche zu der grossen Classe der Fünfsachtel-Kohlenwasserstoffe gehören.

### Ysopöl.

Der Ysop liefert bei der Destillation mit Wasser eine beträchtliche Menge Oel. Das Oel, vom Geruche der Pflanze, ist frisch durchsichtig und farblos, allmählig wird es gelblich und harzig, wenn die Luft nicht sorgfältig abgehalten worden ist; es ist leichter als Wasser, neutral; der Siedepunct ist nicht constant, es beginnt bei 288° zu sieden, der Siedepunct steigt aber bis 325°, worauf es gefärbt übergeht. Es ist also ein Gemenge. Die bei 288°F., die bei 299° und bei 335°F. überdestillirten Oele wurden besonders analysirt.

Sie gaben:	1.	2.	3.
C =	34,18	31,29	30,31
H =	11,05	10,95	10,45
	4,82	7,76	9,24.

Die an Kohlenstoff und Wasserstoff reichste Portion destillirt also zuerst über, was gewöhnlich der Fall ist. Es gelang nicht, durch die Behandlung des Oeles mit schmelzendem Kali nach der Methode von Gerhardt und Cahours einen reinen Kohlenwasserstoff aus dem Oele zu erhalten, obgleich dadurch die Menge des sauerstoffhaltigen Oeles sehr verringert wurde.

### Assafoetidaöl.

Die Assa foetida verdankt diesem Oele ihren Geruch. Man

## 256 Stenhouse, üb. Cetin, Aethal u. einige äther. Oele.

erhält es durch Destillation mit Wasser. 1 Pfd. Harz giebt etwa  $\frac{1}{3}$  Unze Oel. Es ist gelblich, sein spec. Gew. = 0,942 bei 60° F. Der Geschmack ist erst mild, dann scharf. An der Luft wird es harzig. Das Oel wurde über Chlorcalcium im Oelbade rectificirt, der Siedepunct stieg von 325—370° F. \*). Der Reipient wurde während der Destillation dreimal gewechselt und die Producte einzeln analysirt. Das Oel enthält, wie Zeise gezeigt hat, Schwefel. Es enthält keinen Stickstoff. Der Schwefel wurde bestimmt, indem man den Dampf über ein glühendes Gemisch von Salpeter und kohlensaurem Baryt leitete.

Das bei 325° übergegangene Oel gab:

C =	66,16	65,78
H =	9,83	9,64
S =	22,98	22,54
O =	1,03	2,04.

Das bei 341° siedende gab:

C =	62,54	62,60
H =	9,45	9,05
S =	20,12	19,99
O =	7,89	8,36.

Eine dritte Portion, bei 370° siedend, gab:

C =	58,42	58,03
H =	9,12	9,09
S =	16,88	15,74
O =	15,58	17,14.

Das Assafoetidaöl ist also ein Gemisch mehrerer Oele, von denen eins oder mehrere wahrscheinlich bloß aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel bestehen. Durch Behandlung des Oeles mit geschmolzenem Kali wurde der grösste Theil des Schwefels, aber nicht der ganze, entfernt. Die Wirkung der Reagentien auf das Oel war folgende: Silber-, Blei- und Quecksilberoxydsalze gaben schwarze Niederschläge. Mit Quecksilberoxyd entwickelte es Wärme, und ein Theil des Oxyds wurde in eine grünlich-gelbe, in Wasser unlösliche Masse verwandelt. Aetzsublimat gab einen reichlichen weissen Niederschlag, der in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, in Salpetersäure löslich war und, mit Kali gekocht, Quecksilberoxydul lieferte. Das Oel verbindet sich nicht mit Ammoniak. Wässrige und alkoholische Kalilösung wirkt wenig darauf. Salpetersäure zersetzt es mit Heftigkeit unter Entwicklung von Stickstoffoxyd. Es wird dabei in ein Harz verwandelt, und bei Zusatz eines Barytsalzes erhält man einen reichlichen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt. Schwefelsäure rüthet und verkohlt das Oel bei Anwendung von Wärme. Es löst Jod leicht ohne Verpuffung auf.

\*) Bei dieser Temperatur konnte wohl Wasser mit dem Oele übergehen. D. Red.

## XLI.

# Untersuchungen über den menschlichen Harn.

Von

Dr. C. G. LEHMANN.

(Fortsetzung von Bd. XXV. S. 29.)

### Harn bei verschiedener Kost.

#### Beobachtungen beim Genusse rein animalischer Nahrungsmittel.

Im Mai des Jahres 1837 versuchte ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde, Prof. Hasse, einige Zeit nur von Animalien zu leben. Wir setzten diese Beobachtung, ohne besondere Unannehmlichkeiten zu empfinden, gegen 3 Wochen lang fort. An den ersten Tagen fühlten wir nach dem Essen und bei vollkommener Sättigung höchstens eine gewisse Leere im Magen, dabei wurde aber die Verdauung keinesweges gestört. Besondere physiologische oder pathologische Erscheinungen nahmen wir bei dieser Kost kaum wahr, wenn man davon absehen will, dass wir beide, nachdem wir ungefähr 10 Tage lang Fleisch gegessen hatten, Jucken und Breanen im Ausgange des Rectum empfanden, welches den bekannten Hämorrhoidalsymptomen glich. Wir beide haben übrigens, selbst bis jetzt, also nach 5 Jahren, noch keine *Molimina haemorrhoidalia* an uns bemerkt. Die Secretionen und Excretionen fanden wir qualitativ durchaus nicht verschieden, nur die quantitativen Verhältnisse einzelner Substanzen, namentlich im Urin, zeigten sich auffallend verschieden. Da ich jedoch damals die Normalverhältnisse noch nicht für meinen Organismus festgestellt hatte, so wiederholte ich später, indem ich noch mancherlei früher übersehene Verhältnisse berücksichtigte, diese Beobachtung und unterwarf mich 12 Tage hindurch der höchstens für einen Gourmand sehr unangenehmen Fleischkost.

Bei dieser zweiten Versuchsreihe vermied ich den Genuss von Milch und Butter gänzlich, wegen ihres Gehaltes an stickstofffreien Substanzen. Zum Getränk diente nichts als Wasser. Täglich machte ich mir 2 Stunden Bewegung im Freien.

Um mit einiger Sicherheit die Quantitäten des von mir aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsmaterials bestimmen zu

können, verzehrte ich einige Tage vor Beendigung meiner zweiten Beobachtung nur Hühnereier, theils roh, theils geackert. Damit das in den Eiern enthaltene Albumin und Fett möglichst genau bestimmt werden konnte, mussten die Eier erst für sich auf ihren Gehalt an festen Bestandtheilen untersucht werden. Zu diesem Zwecke wurden die Eier, da natürlich zu den Versuchen nicht bloß frisch gelegte erlangt werden konnten, zunächst auf einen gleichen Feuchtigkeitszustand gebracht, indem sie in einem Brutofen 24 Stunden hindurch bei 25° C. erhalten wurden. Zehn auf diese Weise behandelte Eier wogen = 440,20 Gr. Im Mittel von 7 Versuchen fand ich aber, dass ein solches Ei 5,47 Gr. Schale mit *Membrana putaminis*, 23,01 Gr. Weisses mit den *Chalaxis* und 15,54 Gr. Dotter mit der Dotterhaut enthalte.

Am 27., 28., 29. und 30. Juni 1839 nahm ich im Ganzen 178 Hühnereier zu mir, so dass auf jeden Tag 37 Eier oder 497,28 Gr. Dotter und 736,32 Gr. Weisses kommen.

Um den Gehalt der Eier an Albumin und Fett zu eruien, wurde das Eiweiss von je 3 Eiern nebst den *Chalaxis* gemengt, mit Alkohol coagulirt und ausgekocht und endlich noch mit Aether extrahirt; als Mittel von 4 solchen Versuchen fand ich nach Abzug des Aschengehaltes (der im Durchschnitt = 2,018 p.C. gefunden wurde) 13,28 p.C. Albumin im Eiweiss und 18,46 p.C. im Eidotter. Die Quantität des Eidotterfettes wurde gefunden, indem ich eingetrocknetes Dotter mit kochendem Alkohol und Aether auszog und das alkoholische Extract wieder in Aether löste, diesen verdunstete und das Fett im Liebig'schen Trockenapparate von allen flüchtigen Beimengungen befreite. Im Mittel von 4 Versuchen fand ich, dass in 100 Th. Eidotter 31,81 Th. Fett enthalten sind.

Diesen Bestimmungen zufolge sind in 736,32 Gr. Eiweiss und 497,28 Gr. Dotter, welche innerhalb 24 Stunden genossen wurden, 189,7 Gr. trocknes aschefreies Albumin und 157,46 Gr. Fett enthalten.

Legen wir nun unserer weitern Betrachtung dieser Aufnahme von Nahrungsmaterial Scherer's neueste Elementaranalysen des Albumins zu Grunde, wonach in 100 Th. desselben 55 Th. Kohlenstoff und 15,9 Th. Stickstoff (3 At.: 2 At.) enthalten sind, so ergibt sich, dass ich in 189,7 Gr.

Albumin täglich 104,335 Gr. Kohlenstoff und 30,16 Gr. Stickstoff zu mir nahm. Da das Eidotteröl ein kohlenstoffärmeres festes Fett und ein flüssiges kohlenstoffreicheres (aber kein Cholesterin \*) in variablen Verhältnissen enthält, so ist die Annahme, dass in 100 Th. Dotteröl 79 Th. Kohlenstoff enthalten sind, eher zu hoch als zu niedrig; in 157,48 Gr. Fett sind also höchstens 124,41 Gr. Kohlenstoff enthalten. Somit wurden von mir an einem Tage mit 32 Eiern nicht mehr als 228,75 Gr. Kohlenstoff aufgenommen.

Des Vergleiches halber setzen wir hier die Resultate der Versuche bei, welche bekanntlich Liebig in Bezug auf die Quantität des Kohlenstoffes gemacht hat, die täglich von Personen unter verschiedenen Verhältnissen aufgenommen wird.

Nach Liebig nahm täglich im Durchschnitte eine Person  
 von 354 casernirenden Soldaten = 423 Gr. oder 27,8 Loth,  
 — d. Gefangenen zu Marienschloss = 386 — — 21 —  
 — 6 Familiengliedern — = 396 — — 19 —  
 — den Detinirten im Arresthaus  
 zu Giessen = 266 — — 17 —

Kohlenstoff mit den Nahrungsmitteln auf.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass ich bei dieser Eierkost täglich immer noch 37 Gr. oder 2½ Loth Kohlenstoff weniger consumirte, als das von Liebig gefundene Minimum der täglichen Kohlenstoffconsumtion beträgt. Hierbei bemerke ich, dass ich nach anderweiten Bestimmungen bei gemischter Kost täglich höchstens 310—320 Gr. Kohlenstoff verzehre, dass das Gewicht meines Körpers vor der animalischen Kost (früh vor dem Genusse von Nahrungsmitteln bestimmt) 73780 Gr., nach jener Kost aber 73731 Gr. betrug, und dass ich bei gemischter Kost im Mittel von 3 Versuchen in venösem Blute von mir 5,323 p. C. Albumin und 0,331 p. C. Faserstoff fand, während bei der animalischen Kost am 24. Juni das Venenblut 5,871 p. C. Albumin und 0,491 p. C. Fibrin, am 31. Juni aber 6,275 p. C. Albumin und 0,665 p. C. Fibrin enthielt. Uebrigens erfreute ich mich auch während dieser zweiten Be-

\*) Im Fette unbebrüteter Eier habe ich durch chemisch-mikroskopische Analyse nie Cholesterin finden können, wohl aber, wenn die Eier 10 bis 12 Tage bebrütet waren.

ubachtung einer vollkommenen Gesundheit und empfand nur gegen die letzten Tage hin die schon früher beobachteten Hämorrhoidalcongestionen.

Wie früher bei der Untersuchung des normalen Harns bei gemischter Kost, wurde auch hier der innerhalb 24 Stunden gelassene Harn täglich gesammelt, sein absolutes und spec. Gewicht bestimmt, so wie die Menge der festen Bestandtheile.

	Absol. Gew.	Spec. Gew.	Fester Rückstand. p. C.	Summe.
Am 20. Juli	981	1,0293	8,087	79,34
— 21. —	1240	1,0219	6,612	81,99
— 22. —	998	1,0307	8,493	84,06
— 23. —	1075	1,0278	7,772	83,55
— 24. —	1184	1,0264	7,230	85,61
— 25. —	1384	1,0187	5,921	82,09
— 26. —	1113	1,0285	7,815	86,99
— 27. —	1092	1,0289	7,904	86,23
— 28. —	979	1,0338	9,068	88,78
— 29. —	1211	1,0263	7,238	87,85
— 30. —	1346	1,0243	6,673	89,84
— 31. —	1127	1,0290	7,838	88,38

An die Vergleichung dieser Zahlen unter einander knüpfen sich zunächst dieselben Betrachtungen über den sehr relativen Werth der Schlüsse, die sich aus einzelnen Untersuchungen gesunden oder krankhaften Harns, besonders in Bezug auf absolutes oder spec. Gew. u. s. w. ziehen lassen; vergleichen wir dagegen diese Zahlenreihen mit den früher bei gemischter Kost gewonnenen Resultaten, so stellt sich schon hier ein ganz eigenthümliches Verhältniss heraus.

Stellen wir zunächst die erhaltenen Durchschnittszahlen zusammen:

	Bei gemischter Kost.	Bei animalischer Kost.
Absolutes Gew. des in 24 Stunden gelassenen Harns	1057,8 Gr.	1202,5 Gr.
Spec. Gew.	1,0220	1,0271
Procente des festen Rückstandes	6,5825	7,548
Summe der festen Bestandtheile	67,82	87,44.

Dass bei rein animalischer Kost sich die Quantität der Be-

standtheile des Harns vermehren müsse, liess sich ohne irgend eine Hypothese über die Stoffmetamorphose im thierischen Körper mit Sicherheit erwarten; auffallender ist, dass sich mit der Vermehrung der festen Bestandtheile auch der Wassergehalt des täglich gelassenen Harns um 125 Gr. vermehrt hat, zumal da diese Versuche im Juni angestellt wurden, während ich den Gehalt des Harns an Wasser bei gemischter Kost im October bestimmte.

Ziehen wir ein Mittel aus den letzten 5 Beobachtungen, die an den Tagen gemacht wurden, wo ich nur Eier verzehrte, so ergibt sich für die Quantität der täglich durch den Harn excernirten festen Bestandtheile = 88,22 Gr. Da nun, die Salze eingerechnet, täglich an den 5 letzten Tagen ungefähr 350 Gr. trockner Nahrungsmittel aufgenommen wurden, so ist so ziemlich gerade der vierte Theil der festen Nahrungsstoffe durch den Harn bei animalischer Kost wieder ausgeschieden worden.

Ehe wir zu den weiteren quantitativen Veränderungen des Harns übergehen, fragt es sich, welche qualitative Veränderungen sich etwa an dem während der animalischen Kost entleerten Harn wahrnehmen liessen. Schon in meinem *Lehrbuche der physiol. Chemie, I. 360* habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass die Farbe des während dieser Kost gelassenen Harns sich wesentlich von der des bei gemischter Kost entleerten Urins unterschied. Die Farbe desselben wurde nämlich schon am zweiten Tage, nachdem Animalien genossen worden waren, blass strohgelb, die Flüssigkeit selbst völlig limpid, ganz so, wie wir den Harn von reissenden Thieren finden. Durch Salpetersäure wurde aus dem Harn unmittelbar (d. h. ohne vorhergegangene Concentration) ein sehr wenig gefärbter Harnstoff niedergeschlagen; häufig war der durch Salpetersäure ausgeschiedene salpetersaure Harnstoff völlig farblos. Die aus diesem Urin sich allmählig abscheidende Harnsäure ist blass lehmgelb gefärbt, wird aber an der Luft sehr bald licht scharlachroth. Das sich spontan abscheidende Sediment war übrigens in der Regel sehr gering. Die Harnsäure schied sich meist in so grossen Krystallen aus, dass die in der Flüssigkeit suspendirten Flimmern recht gut mit blossem Auge unterschieden werden konnten. Der Geruch des Harns war nur unbedeutend; schwach aromatisch, Reaction deutlich sauer; erst nach län-



gerer Zeit ging dieser Harn bei der Sommertemperatur in Zersetzung über.

Zunächst führe ich nur zwei ausführlichere Analysen an, die ich mit dem am 28. und am 30. Juli entleerten Harn nach den früher beschriebenen Methoden angestellt habe.

	V. 28. Juli.	V. 30. Juli.
Wasser	90,932	93,327
Harnstoff	5,379	4,165
Harnsäure	0,141	0,118
Milchsäure, frei	0,228	0,164
milchsaure Salze	0,167	0,102
in Wasser lösliche Extractivstoffe	0,082	0,061
in Alkohol — —	0,450	0,324
Schleim	0,009	0,011
Kochsalz und Salmiak	0,537	0,346
schwefelsaure Salze	1,151	0,708
phosphorsaures Natron	0,552	0,404
phosphorsaure Erden	0,372	0,270.

Ehe wir diese beiden Analysen mit den früher mitgetheilten Analysen des Harns bei gemischter Kost (vergl. dies. Journ. XXV. 25) vergleichen, stellen wir nach den gemachten Beobachtungen die Verhältnisse fest, in denen hier die wichtigeren Bestandtheile des Harns zu den übrigen und zu dem festen Rückstande überhaupt stehen.

In Bezug auf die täglich exocernirten Quantitäten von *Harnstoff* und dessen Verhältniss zu den übrigen Bestandtheilen sind folgende 6 Beobachtungen gemacht worden:

	Harnstoff v. 100 Th. Harn.	Gehalt des Harn- stoffes in 100 Th. festen Rückstandes.	Summe des täglich exocernirten Harnstoffes.
23. Juli	4,571	58,815	49,134 Gr.
27. —	4,667	59,043	50,913 —
28. —	5,379	59,320	52,034 —
29. —	4,619	63,811	56,095 —
30. —	4,165	62,413	54,071 —
31. —	5,036	64,382	56,897 —

Aus diesen 6 Bestimmungen ersehen wir zunächst, dass bei animalischer Kost im Durchschnitte täglich 53,198 Gr. Harnstoff exocernirt wurden, und dass in 100 Th. des festen Harn-

rückstandes im Mittel 61,397 Th. Harnstoff enthalten waren. Legen wir nun die oben mitgetheilten (Bd. XXV. 25) Bestimmungen für die normalen Verhältnisse zu Grunde, so ergibt sich, dass bei der animalischen Kost 30,7 Gr. Harnstoff mehr ausgeschieden wurden als bei gemischter (denn 53,198 — 32,498 = 20,700). Bei gemischter Kost ist das Verhältniss des Harnstoffes zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 116, bei der animalischen dagegen = 100 : 63. Hiernach hat bei der stickstoffreichen animalischen Kost nicht nur eine absolute, sondern auch eine sehr bedeutende relative Vermehrung des ausgeschiedenen Harnstoffes stattgefunden.

Ziehen wir endlich aus den 4 letzten, über den Harnstoffgehalt des Urins gemachten Beobachtungen das Mittel, um die Quantität des zur Bildung von Harnstoff verwandten Albumins berechnen zu können, so sind täglich 51,772 Gr. Harnstoff entleert worden; da nun in diesen 25,623 Gr. Stickstoff enthalten sind, so müssen von den 189,7 Gr. des täglich aufgenommenen trocknen Albumins 161,2 Gr. ihren Stickstoff zur Bildung von Harnstoff hergegeben haben.

In Bezug auf die quantitativen Verhältnisse der *Harnsäure* sind bei dieser Reihe von Beobachtungen 4 Versuche an den letzten 4 Tagen nach reiner Eiernkost angestellt worden.

	Harnsäure		Summe der täglich ausgeschied. Säure.
	in 100 Th. Harn.	in 100 Th. fester Bestandtheile.	
28. Juli	0,141	1,554	1,371 Gr.
29. —	0,120	1,630	1,432 —
30. —	0,118	1,764	1,565 —
31. —	0,137	1,749	1,546 —

Es wurden also an den letzten 4 Tagen während der Eiernkost täglich im Durchschnitt 1,478 Gr. Harnsäure mit dem Urin ausgeschieden; in 100 Th. des festen Harnrückstandes waren aber im Mittel 1,674 Th. Harnsäure enthalten. Da bei gemischter Kost (vergl. Bd. XXV. 27) täglich von mir 1,183 Gr. Harnsäure ausgeschieden werden, so hat also die reine Eiernkost eine tägliche Vermehrung von nur 0,395 Gr. Harnsäure verursacht. Es ist hieraus wohl mit Sicherheit zu schließen, dass animalische Kost kaum eine Vermehrung der Harnsäurebildung im gesunden Organismus hervorzubringen im Stande ist. Finden

wir doch auch, dass die fleischfressenden Thiere nur wenig Harnsäure excreiren. Die Harnsäurebildung hat, wie aus später mitzuthellenden Versuchen einleuchtet wird, in ganz andern Verhältnissen ihren Grund.

Bei gemischter Kost ist das Verhältniss der Harnsäure zu den übrigen festen Bestandtheilen des Harns = 1 : 58,5, bei animalischer Kost = 1 : 59,7. In Bezug auf die festen Bestandtheile des Harns ist also die Quantität der ausgeschiedenen Harnsäure um ein Geringes vermindert worden; die Differenz ist jedoch so gering, dass kaum etwas auf diese Zahlen zu geben sein wird. Anders verhält es sich jedoch mit dem Verhältnisse der Harnsäure zum Harnstoffe; bei gemischter Kost fanden wir dieses Verhältniss = 1 : 27,0, während bei der Eierkost das Verhältniss = 1 : 32,7 ist. Demnach hat sich bei dieser Kost die Harnsäure keinesweges dem Harnstoffe proportional vermehrt. Es ist also wohl nicht anzunehmen, dass die Harnsäure sich gleichmässig, wie etwa der Harnstoff, aus dem Proteïn erzeuge. Nehmen wir aber an, dass die Harnsäure in diesem Falle aus zersetzten Proteïnverbindungen entstanden sei, so würden ihrem Stickstoffgehalte nach von dem täglich aufgenommenen Albumin 3,100 Gr. zur Bildung der 1,478 Gr. Harnsäure, die täglich ausgeschieden wurden, verwandt worden sein.

Während der letzten 4 Beobachtungen wurde auch die freie Milchsäure zu bestimmen gesucht; die Ergebnisse sind folgende:

	In 100 Th. Harn.	In 100 Th. fester Bestandtheile.	Täglich.
28. Juli	0,228	2,514	2,232 Gr.
29. —	0,169	2,411	2,056 —
30. —	0,164	2,457	2,207 —
31. —	0,193	2,461	2,175 —

Sonach wurden während der Eierkost täglich im Durchschnitt 2,167 Gr. freier Milchsäure entleert, eine Menge, welche in gar keinem Verhältnisse zu dem ausgeschiedenen Harnstoffe steht, so dass also in diesem Falle ohne allen Zweifel der grösste Theil des Harnstoffes nicht an Milchsäure gebunden war. Die Quantität der an Basen gebundenen Milchsäure war zu gering, als dass bei der grossen Mangelhaftigkeit der Tre-

nungsmethode auch nur ein annäherndes Resultat mitgetheilt werden könnte.

In Bezug auf die *phosphorsauren Erden* sind von mir noch 5 Beobachtungen gemacht worden:

	In 100 Th. Harn.	In 100 Th. fester Bestandtheile.	Täglich.
27. Juni	0,309	3,913	3,374 Gr.
28. —	0,372	4,102	3,642 —
29. —	0,299	4,134	3,632 —
30. —	0,270	4,046	3,635 —
31. —	0,313	3,994	3,530 —

Im Mittel dieser 5 Beobachtungen wurden während der Eierkost hiernach täglich = 3,562 Gr. phosphorsaure Erden durch den Harn entleert. Die phosphorsauren Erden finden sich im Harn in sehr variablen Mengen; um so auffallender ist es, dass, während ich die Quantität der bei gemischter Kost entleerten Erdsalze im Mittel = 1,130 Gr. fand, sich bei der reinen Eierkost die Quantitäten der ausgeschiedenen Salze nicht nur unter einander ziemlich gleich blieben, sondern dass auch dieselben bedeutend grösser waren als das bei gemischter Kost gefundene Mittel.

Nehmen wir den Gehalt des Albumins an phosphorsauren Erden zu 2 p.C. an, so hätte ich nach obigen Bestimmungen täglich 3,794 Gr. phosphorsaure Erden zu mir genommen. Es würde nun gewiss sehr irrig sein, wollten wir annehmen, dass von diesen 3,794 Gr. Erden 3,562 Gr. durch den Urin wieder abgeführt und die übrigen 0,232 Gr. durch den Darmcanal, die Hauptabscuppung u. s. w. an die Aussenwelt wieder abgegeben worden wären. Denn wir nehmen bei gemischter Kost häufig weit grössere Mengen phosphorsaure Erden zu uns, ohne dass dadurch der Gehalt des Urins an diesen Substanzen in dem Grade vermehrt wird, als ich ihn hier gefunden habe. Die mit den Speisen aufgenommenen Erden gehen bekanntlich grösstentheils mit den festen Excrementen wieder fort; wir geben überhaupt mehr phosphorsaure Erden an die Aussenwelt wieder ab, als wir aufgenommen haben. Dieses Plus phosphorsaurer Erden, welches bei der thierischen Stoffmetamorphose selbst erzeugt werden muss, entsteht ohne allen Zweifel durch die Oxydation des im Albumin, Fibrin und anderen Stoffen enthaltenen

**Phosphors.** Dieses wird durch die hier mitgetheilte Bestimmung vollkommen bestätigt; im Dotteröl haben wir nämlich ein phosphorreicherer festes Fett und ein phosphorsäurigeres flüssiges. Dieses bei reiner Eierkost in so reichlicher Menge zugeführte Öl wird von den Säugadern des Darmkanals in die Säftemasse vollkommen übergeführt, während die phosphorsäuren Erden nur theilweise absorbiert werden; die Vermehrung des phosphorsäuren Kalkes hängt hier also gewiss hauptsächlich von der Bildung von Phosphorsäure aus den Proteinverbindungen und dem Eieröl ab; der Kalk findet sich im Blute in solcher Menge und wird diesem schon mit dem Trinkwasser zugeführt, so dass die gebildete Phosphorsäure sich leicht mit ihm zu Knochenerde verbinden kann.

Dasselbe bestätigt sich auch, wenn wir die Quantitäten des ausgeschiedenen phosphorsäuren Natrons vergleichen. Nach den früher mitgetheilten Untersuchungen entleerte ich bei gemischter Kost täglich im Durchschnitte 3,673 Gr. phosphorsäures Natron, während aus den hier mitgetheilten ausführlichen Analysen erhellt, dass ich bei der Eierkost täglich ungefähr 5,317 Gr. durch den Urin abschied.

Ueber die schwefelsäuren Salze werden wir weiter unten bei einer andern Gelegenheit sprechen.

#### *Beobachtungen beim Genusse rein vegetabilischer Nahrungsmittel.*

Obgleich sich im voraus erwarten liess, dass der Genuss rein vegetabilischer Nahrungsmittel rücksichtlich des allgemeinen Befindens kaum Störungen hervorbringen und nur geringe Aenderungen bedingen werde, so unternahmen wir es doch, einige Zeit hindurch nur Vegetabilien zu geniessen. Die folgenden Beobachtungen wurden von mir und Prof. Hesse im August des Jahres 1837 angestellt. Wir vermieden es völlig, mit Butter angemachte Speisen zu geniessen, assen wenig Obat, liessen aber die Speisen mit feinem Olivenöl anstatt mit Butter bereiten. Am 11. August begannen wir unsere Beobachtungen, konnten aber bis zu Ende derselben (27. Aug.) nicht die geringsten Veränderungen an den Excretions und in dem allgemeinen Befinden wahrnehmen.

Der Harn war mehr von braungelblicher als gelber Farbe, von schwachem Geruche, deutlich saurer Reaction, die bei et-

ner Temperatur von 15° C. meist erst nach 6—8 Tagen verschwindend. Der Morgens gelassene Harn war dunkelbraun gefärbt und setzte sehr bald ein Schleimsediment ab; einige Zeit nach dessen Ausscheidung färbte sich die Oberfläche der Flüssigkeit lichter roth, und nun schieden sich heftig gefärbte Krystalle von Harnsäure, theils als Sediment, theils an den Wänden des Gefäßes aus.

Wir theilen zunächst die täglich entleerten Quantitäten von Urin und der darin enthaltenen festen Bestandtheile mit.

	Absol. Gew.	Spec. Gew.	Fester Rückstand.	
			p.C.	Summe.
12. Aug.	980	1,0289	6,760	66,248
13. —	765	1,0361	8,276	63,312
14. —	1059	1,0201	5,585	59,144
15. —	978	1,0257	6,013	58,807
16. —	1212	1,0164	5,001	60,612
17. —	817	1,0323	7,568	61,830
18. —	916	1,0268	6,309	57,790
19. —	720	1,0342	8,076	58,147
20. —	796	1,0298	7,090	56,436
21. —	931	1,0238	5,809	54,082
22. —	841	1,0286	6,701	56,355
23. —	892	1,0279	6,508	58,051.

Stellen wir zunächst die aus diesen Beobachtungen resultirenden Mittelzahlen mit denen zusammen, die wir bei gemischter und bei animalischer Kost gewonnen haben.

	Bei gemischter Kost.	Bei animalischer Kost.	Bei vegetabilischer Kost.
Quantität des täglich entleerten Harns	1057,8 Gr.	1202,5 Gr.	909 Gr.
Spec. Gewicht	1,0220	1,0271	1,0275
Fester Rückstand in 100 Th. Harn	6,5825	7,518	6,641
Feste Bestandtheile, in 24 Stunden entleert	67,82 Gr.	87,44 Gr.	59,235 G.

Die Vergleichung der absoluten Gewichte des täglich bei verschiedener Kost entleerten Harns kann höchstens zeigen, dass auf den Wassergehalt des Harns im Allgemeinen keine Rücksicht genommen werden darf; denn dass ich bei dem Genuss

reiner Vegetabilien täglich sehr wenig Harn entleerte, liegt wohl lediglich daran, dass während der heissen Augusttage des Jahres 1837 die Transpiration sehr stark war.

Aus einer Vergleichung der mittleren spec. Gewichte mit den in 100 Th. Harn enthaltenen festen Bestandtheilen ersehen wir, dass wenigstens hier kein bestimmtes Verhältniss zwischen der Dichtigkeit des Harns und seinem Gehalte an festen Bestandtheilen stattfindet. Wir finden also hier den schon oben ausgesprochenen Satz bestätigt, dass verschiedene Bestandtheile im Harn eine verschiedene Dichtigkeit desselben bedingen, und dass somit nicht zu viel aus dem spec. Gewichte des Harns, zumal bei verschiedenen Individualitäten, geschlossen werden darf. Hierzu kommt, dass das spec. Gewicht des Harns nicht füglich bei 10 oder 15° C. genommen werden darf, da bei solchen mittleren oder untermittleren Temperaturen fast immer Auscheidungen fester Bestandtheile stattfinden, die nothwendig der Genauigkeit der Bestimmungen Eintrag thun müssen. Ohne deshalb grossen Werth auf die hier mitgetheilten Bestimmungen der Dichtigkeit des Harns zu legen, habe ich doch stets das spec. Gewicht bei 30° C. zu finden gesucht.

In die Augen fallend ist die Verschiedenheit der Quantitäten fester Bestandtheile, welche bei verschiedener Kost täglich im Mittel mit dem Harn ausgeschieden wurden. Indessen liess sich aus dem schon früher Bemerkten fast a priori schliessen, dass bei rein vegetabilischer Kost die festen Bestandtheile des Harns sehr verringert sein würden.

Die Quantitäten ausgeschiedenen *Harnstoffes* wurden an 7 Tagen bestimmt:

	in 100 Th. Harn.	Harnstoff in 100 Th. festen Rückstandes.	täglich ausgeschieden.
17. Aug.	2,887	38,145	23,585
18. —	2,600	41,211	23,815
19. —	3,068	37,988	22,089
20. —	2,831	40,078	22,618
21. —	2,842	38,607	20,880
22. —	2,552	38,093	21,167
23. —	2,569	39,478	22,917.

Im Mittel finden sich hiernach in den festen Bestandtheilen

des bei vegetabilischer Kost entleerten Harns 39,086 p. C. Harnstoff, und täglich wurden während dieser Kost im Durchschnitt nur 22,481 Gr. Harnstoff durch die Nieren ausgeschieden.

Vergleichen wir diese Mittelzahlen mit den früher bei gemischter und animalischer Kost gewonnenen:

In 100 Th. festen Rückstandes. Täglich entleert.

Gemischte Kost	46,23	32,498 Gr.
animalische Kost	61,297	53,198 —
vegetabilische Kost	39,086	22,481 —

so ergibt sich, dass bei vegetabilischer Kost das Verhältniss des Harnstoffes zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100:155,8 ist, während wir dasselbe bei gemischter Kost = 100:116 und bei animalischer = 100:63 finden.

Der Harnstoffgehalt des Urins ist demnach bei der vegetabilischen Kost nicht bloß absolut (täglich um 10,917 Gr.), sondern auch relativ bedeutend verringert worden.

In Bezug auf die quantitativen Verhältnisse der *Harnsäure* sind bei der vegetabilischen Kost 5 Bestimmungen von mir gemacht worden.

Harnsäure

in 100 Th. Harn. in 100 Th. f. Bestandth. tägl. entleert.

17. Aug.	0,140	1,836	1,135
18. —	0,193	1,947	1,195
20. —	0,117	1,659	0,988
21. —	0,161	1,743	0,949
22. —	0,098	1,499	0,969

Es wurden also an diesen 5 Tagen täglich im Durchschnitt 1,091 Gr. Harnsäure entleert; im festen Rückstande dieses Harns fanden sich aber im Mittel 1,737 p. C. Harnsäure.

Stellen wir auch hier wieder diese Zahlen mit den bei den früheren Beobachtungen gewonnenen Resultaten zusammen:

In 100 Th. festen Rückstandes. Täglich entleert.

Bei gemischter Kost	1,710	1,183 Gr.
— animalischer Kost	1,674	1,478 —
— vegetabilischer Kost	1,737	1,021 —

Demnach ist das Verhältniss der Harnsäure zu den übrigen festen Bestandtheilen bei gemischter Kost = 1:58,5, bei animalischer = 1:59,7 und bei vegetabilischer = 1:57,5, und das Verhältniss der Harnsäure zum Harnstoffe im ersten Falle = 1:27,0, im zweiten = 1:32,7, und im dritten = 1:22,5.



Wir erschließen aus den nur geringen Differenzen in der täglichen Harnsäureausscheidung, dass die Bildung von Harnsäure im gesunden Zustande des Organismus ziemlich unabhängig von den genossenen Nahrungsmitteln ist; denn jene Differenz von 0,162 Gr., um welche bei vegetabilischer Kost weniger Harnsäure ausgeschieden wird als bei gemischter, kann trotz der entsprechenden Beobachtungen bei animalischer Kost in atmosphärischen und anderen Einflüssen ihren Grund haben.

#### Freie Milchsäure.

	In 100 Th. Harn.	In 100 Th. festen Rückständen.	Täglich entleert.
20. Aug.	0,155	2,194	1,238
21. —	0,101	1,908	1,032
22. —	0,135	2,084	1,209.

#### Gebundene Milchsäure.

20. —	0,178	2,514	1,419
21. —	0,145	2,498	1,351
22. —	0,150	2,315	1,343.

Hiernach sind täglich im Mittel 1,189 Gr. freie und 1,371 Gr. gebundene Milchsäure bei vegetabilischer Kost durch den Harn ausgeschieden worden. Wir können diesen Zahlen wegen der Schwierigkeit, mit der sich die Milchsäure selbst nur annähernd bestimmen lässt, zwar keinen grossen Werth beilegen, allein so viel geht doch mit Sicherheit daraus hervor, dass sich nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel weniger freie, aber mehr gebundene Milchsäure als bei gemischter Kost entleert.

	Bei gemischter Kost.	Bei animal. Kost.	Bei vegetab. Kost.
Freie Milchsäure	1,462	2,167	1,189
gebundene —	1,162	?	1,371.

Es gewinnt also in der That den Anschein, als ob die Quantitäten ausgeschiedener Milchsäure sich bei verschiedenen Nahrungsmitteln gleich hielten und somit die Milchsäureausscheidung unabhängig von der Nahrung überhaupt sei.

Andererseits aber geht ziemlich bestimmt aus den vorliegenden Resultaten hervor, dass die Milchsäure bei rein animalischer Nahrung meistens frei, bei rein vegetabilischer dagegen grösseren Theils gebunden von den Nieren abgeschieden wird.

Rücksichtlich der phosphorsauren und schwefel-sauren Salze

schien sich bei der Vergleichung mit den während der gemischten Kost erzeugten keine erheblichen Unterschiede, so dass wir hier nur noch 3 Analysen des bei vegetabilischer Kost an einem Tage gelassenen und zusammengemischten Harns mittheilen. Auch hier wurden die einzelnen Bestandtheile nicht aus einer und derselben Harnquantität bestimmt und die Extractivstoffe einfach durch Abzug von den übrigen Harnbestandtheilen berechnet.

	20. Aug.	21. Aug.	23. Aug.
Wasser	92,910	94,191	93,492
Harnstoff	2,831	2,242	2,569
Harnsäure	0,117	0,101	0,098
Milchsäure, freie	0,155	0,101	0,135
milchsäure Salze	0,239	0,198	0,206
Extractivstoffe, nur in Wasser löslich	0,380	0,281	0,334
— in Alkohol	1,784	1,378	1,577
Schleim	0,012	0,010	0,010
Kochsalz und Salpik	0,380	0,307	0,371
schwefelsäure Salze	0,716	0,714	0,723
phosphorsaures Natron	0,354	0,368	0,374
phosphorsaure Erden	0,122	0,109	0,111.

Vergleichen wir diese 3 Analysen mit den früher mitgetheilten, so ist der auffallendste Unterschied, der sich zwischen dem Harn bei rein vegetabilischer Kost und dem bei dem Gebrauche anderer Nahrungsmittel herausstellt, ohne Zweifel in dem Gehalte an Extractivstoffen zu erkennen. Berechnen wir nämlich aus den mitgetheilten Analysen die Mengen in Alkohol löslicher und unlöslicher Extractivstoffe, so ergibt sich folgendes auffallende Verhältniss aus den Mittelzahlen:

*Extractivstoffe.*

In 100 Th. festen Rückstandes. Täglich entleert.

Bei gemischter Kost	16,637	10,489 Gr.
— animal. —	5,818	5,196 —
— vegetabil. —	29,482	16,499 —

Thierische Nahrungsmittel bedingen also eine relative und absolute Verminderung von Extractivstoffen im Harn, während vegetabilische die Quantität dieser Stoffe relativ und absolut ver-

mehren. Die Entstehung der Extractivstoffe im Harn ist daher hauptsächlich aus den vegetabilischen Stoffen herzuleiten.

*Beobachtungen beim Genuß stickstofffreier Nahrungsmittel.*

Weit schwieriger als die bisher mitgetheilten Beobachtungen ist der Versuch einer völlig stickstofffreien Kost auszuführen. Denn abgesehen davon, dass es sehr viel Ueberwindung kostet, sich der gewöhnlichsten Bedürfnisse zu entschlagen, und dass man sich im Allgemeinen äusserst übel beim Genuß von reinem Zucker, Stärkemehl und dergl. fühlt, ist der Versuch nicht leicht länger als 2, höchstens 3 Tage fortzusetzen, weil später eine wahrhaft krankhafte Reaction des Organismus eintritt und somit eine rein physiologische Beobachtung nicht mehr möglich ist. Es kam mir nämlich hierbei nicht sowohl darauf an, zu erfahren, welche krankhaften Symptome und Veränderungen sich bei dem Genuß stickstofffreier Nahrungsmittel einstellen, als vielmehr darauf, in welcher Weise bei ganz normaler Stoffmetamorphose im thierischen Organismus die azotlosen Substanzen verändert und ausgeschieden würden.

An diesem Orte, wo bloß die veränderte Urhauausscheidung in Frage gestellt wird, bemerke ich bloß in Bezug auf die genossenen Substanzen, dass nicht fetthaltige stickstofffreie Substanzen besser nehmen lassen und die Verdauung weit weniger beeinträchtigen als fetthaltige. Anfangs versuchte ich die stickstofffreie Kost nur mit einem Gemenge von Stärkemehl, Rohr- und Milchzucker; später nährte ich mich aber von Mandelölmehl abgesehen mit Zucker oder Stärkemehl; letzters vertrug ich 2 Tage hindurch so, dass ich mich, sobald ich wieder stickstoffhaltige Nahrungsmittel zu mir nahm, alsbald wieder ganz wohl fühlte, ein Zeichen, dass die krankhaften Erscheinungen, welche sich während der Versuchszeit zeigten, nur von dem Mangel an stickstoffhaltiger Kost, nicht aber von einer wahrhaften Verdauungsstörung herrührten. Bemerken muss ich aber noch, dass wahrhafte Verdauungsstörung wohl eingetreten sein würde, wenn ich selbst die ölhaltigen Nahrungsmittel bis zur Sättigung hätte genießen wollen; der Versuch gieng daher theilweise auch mehr einer Hungercur. Ich verbrauchte täglich ungefähr 400 Gr. Stärkemehl, Zucker und Gummi und 125 Gr. Mandelöl, welche zusammen circa 250 Gr. oder 18 Loth Kohlenstoff

enthalten. Hiernach nahm ich also trotz des fühlbaren Hungers 51 Gr. Kohlenstoff mehr als bei reiner Eierkost zu mir.

Der Harn, welcher nach 24stündigem Genusse von azotlosen Stoffen gelassen wird, zeichnet sich durch die fast braunrothe Farbe und die sehr geringe saure Reaction aus, nie war er jedoch ganz ohne saure Reaction; mit Salzsäure versetzt, entwickelte er den widrigen Geruch, den wir bei gewöhnlichem Harn auf Zusatz von Mineralsäuren zu beobachten pflegen, und wurde noch dunkler gefärbt; eine Abscheidung von Harnsäure war dabei nicht wahrzunehmen. Nach 24—36 Stunden stellte sich bei einer Temperatur zwischen 14 und 18° C. bereits alkalische Reaction ein. Wichtig war es, solchen Harn auf die Gegenwart von Hippursäure zu untersuchen; es fand sich aber neben Harnsäure nicht eine Spur jener Säure in dem Harn von 5 verschiedenen Beobachtungen.

Folgende Analysen sind mit dem Harn angestellt worden, der im Juni 1840 am 2. und 3. Tage rein azotloser, aber blühaltiger Kost entleert wurde.

	I.	II.
Wasser	95,398	96,511
Harnstoff	1,892	1,108
Harnsäure	0,089	0,054
Milchsäure und milchsaure Salze	0,498	0,511
in Wasser nur löslicher Extractivstoff	0,280	0,276
in Alkohol — —	0,832	0,878
Schleim	0,011	0,011
Kochsalz und Salmiak	0,274	0,114
schwefelsaure Salze	0,325	0,298
phosphorsaures Natron	0,301	0,248
phosphorsaure Erden	0,100	0,091.

Da am zweiten Tage 977 Gr., am dritten aber 1113 Gr. Harn gelassen worden waren, so sind somit excernirt worden:

Feste Bestandth.	Harnstoff.	Harnsäure.	Salze.	Milchsaure Extractivstoffe.
Am 2. Tage 44,524 Gr.	18,484 Gr.	0,869 Gr.	4,865 Gr.	10,864 Gr.
— 3. — 38,836 —	12,332 —	0,601 —	5,687 —	12,844 —

Bei Vergleichung dieser Zahlen mit den früher mitgetheilten finden wir, dass die Vermehrung der Extractivstoffe und milchsauren Salze im Harn bei azotloser Kost noch grösser

ist als bei vegetabilischer. Wir haben hierin nur eine Bestätigung dessen, was wir bereits in Bezug auf die Umänderung des Harns bei vegetabilischer Kost ausgesprochen haben. Hinzuzufügen ist nur noch, dass die milchsauren Salze sich zweifelsohne auf Kosten des Harnstoffes und vielleicht auch der Harnsäure vermehrt haben, denn die milchsauren Salze bestehen hier zu wenigstens  $\frac{10}{11}$  aus kohlensaurem Ammoniak; zur Sättigung der vergrößerten Menge Milchsäure ist aus den untauglich gewordenen stickstoffhaltigen Substraten mehr Ammoniak als Harnstoff erzeugt worden.

Als Resumé der mitgetheilten Untersuchungen stellen wir hier nur noch die Quantitäten der täglich ausgeschiedenen festen Bestandtheile des Harns zusammen.

	Feste Bestandth.	Harnstoff.	Harnsäure.	Milchsäure u. milchs. Salze.	Extraktivstoffe.
Bei gemischter Kost	67,82	32,498	1,183	2,725	10,489
— animal. —	87,44	53,198	1,478	2,167	5,196
— vegetabil. —	59,24	22,481	1,031	2,669	16,499
— stickstoffr. —	41,68	15,408	0,735	5,276	11,854.

(Fortsetzung folgt.)

## XLII.

### *Ueber die Bestandtheile der Knochen in einigen Krankheiten.*

Von

H. N A S S E.

Da es bis jetzt immer noch an Aufschluss über die Veränderungen der Zusammensetzung der Knochen in den verschiedenen allgemeinen Krankheiten mangelt und die vorhandenen Analysen keinesweges übereinstimmen, so habe ich eine Untersuchung derselben angefangen, von welcher ich das bereits Vollendete jetzt schon mitzuthellen nicht für überflüssig halte. Es betreffen die angestellten 15 Analysen nicht lauter solche Knochen, deren Untersuchung gerade am wünschenswerthesten wäre, nämlich von dyskrasischen Kranken genommen, — leider bietet sich mir nicht die Gelegenheit dar, die geeignetsten Gegenstände auszuwählen —; indessen gehören mehrere der analysirten Knochen zu solchen, deren Analyse am

meisten Interesse darbietet, und die übrigen sind zu Vergleichen von grossem Werthe.

Es ist bei den vergleichenden Analysen von Knochen durchaus erforderlich, die Stücke stets von derselben Stelle des Skelets zu nehmen; keine Knochen sind hierzu passender als die Rippen, von denen man ohne Verstümmelung der Leiche leicht die vorderen Enden 3—4" weit absägen kann. Die auf diese Weise erhaltenen Knochenstücke befreite ich von allem Knorpel und weichen Theilen mit Inbegriff des Periosteums und wog dieselben im frischen Zustande. Nachdem sie in der Siebhitze getrocknet waren, wurden sie mit Aether ausgekocht und dann calcinirt. Aus der weissen Asche zog ich darauf zuerst die löslichen Salze aus. Die beiden Kalksalze und die Magnesia wurden nach ihrer Auflösung in Salzsäure auf die gewöhnliche, leider etwas unvollständige Weise (der phosphorsaure Kalk scheint nicht immer in derselben Verbindungsstufe gefällt zu werden) durch Aetzammoniak, dann durch oxalsaures Ammoniak und zuletzt durch phosphorsaures Natron mit Zusatz von Ammoniak getrennt.

Die untersuchten Rippenstücken hatten folgenden Kranken angehört:

I. Ein 18jähriger Jüngling mit vereiterten Lungen tuberkeln und Wasserkopf.

Die Rippen platt und fest.

II. Eine 50jährige Frau, die früher sehr stark an *Rhachitis* gelitten, mit Geschwüren des Dickdarms und einem sechswöchentlichen mässigen Durchfalle.

Die Rippen hart, dick und verbogen.

III. Ein 49jähriger Mann, mit Markschwamm des Magens, sehr abgemagert.

Die Rippen leicht und sehr zerbrechlich.

IV. Ein 70jähriger Mann, ein starker Branntweintrinker, sehr schlecht genährt.

Die Rippen leicht und sehr zerbrechlich.

V. Ein 40jähriger Mann, seit 2 Jahren kränklich, abgemagert, mit Geschwüren des Darmcanals (und Durchfall), ohne Lungentuberkeln.

VI. Ein 17jähriger kleiner magerer Knabe, früher scrofulös, dann epileptisch, zuletzt schlafüchtig, mit Lähmung der

Harnblase. Im Gehirn fand sich blos etwas Verhärtung, in der Lunge Brand und nur sehr wenige Tuberkeln.

Die Rippen fein, dünn, leicht, elastisch.

VII. Ein ungefähr 50jähriger Mann mit einem Herzfehler und daraus entsprungener, jedoch nicht sehr beträchtlicher Wassersucht, plötzlich und daher in einem nicht sehr abgemagerten Zustande gestorben.

Die Rippen sehr fest.

VIII. Ein 16jähriger Knabe, sehr abgemagert, mit Lungentuberkeln.

Die Rippen auffallend saftig, so dass das Periosteum sich ausserordentlich leicht abziehen liess.

IX. Ein 19jähriger Jüngling, mit Lungentuberkeln im Zustande der anfangenden Erweichung, noch ziemlich gut ernährt, ohne starke Ausleerungen und nur seit einigen Wochen erst am hektischen Fieber leidend.

Die Knochen sehr fest, das Periosteum schwer ablösbar.

X. Ein 36jähriger, kräftig gebauter Mann, an eine ziemliche Quantität Branntwein gewöhnt, im Zustande grosser Abmagerung an einer äusserst rasch entwickelten Lungenschwindsucht gestorben.

Die Rippen platt und ziemlich fein.

XI. Ein 30jähriger Mann, mit einem chronischen Gehirnleiden, an Lungenentzündung und Lungenlähmung ohne vorausgegangene Abmagerung gestorben.

Die Knochen sehr hart und dick.

XII. Eine 24jährige Frau, vor 3 Wochen entbunden, mit Eiterung der Schenkelvene und eiterigem Ergüsse in den Herzbeutel.

Die Rippen fein gebaut.

XIII. Ein 21jähriger junger Mann, mit allgemeiner chronischer Wassersucht, die nach einer Brustfellentzündung entstanden war, durch eine Vergrösserung und Verhärtung der Milz aber unterhalten wurde.

Die Rippen dünn, leicht, blutreich und fettig.

XIV. Ein 48jähriger, sehr fetter Mann, dem Branntwein in einem sehr hohen Grade ergeben, plötzlich apoplektisch gestorben.

Die Rippen rundlich, nicht hart, blutreich und fettig.

XV. Ein 25jähriger magerer Mann, mit Hirnwassersucht und einem kleinen Abscesse im Gehirn.

# Nasse, üb. die Bestandtheile der Knochen etc. 277

Die Rippen platt, hart, weiss, blutleer.

Die Analyse dieser 15 Knochen lieferte nun folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Fett	2,17	14,85	2,78	34,70	2,39	9,83	14,46	2,78
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff)	52,10	37,17	39,33	31,36	44,02	42,02	37,56	41,77
phosphorsaurer Kalk	35,96	39,53	48,70	27,84	37,39	43,69	40,74	47,93
kohlensaurer Kalk	8,15	6,34	6,67	5,22	13,08	2,79	6,11	6,52
in Wasser lösl. Salze	0,60	0,43	0,59	0,60	0,61	0,56	0,49	0,54
kohlensaure Magnesia	} 1,02	0,23	0,23	0,23	} 2,51	0,31	0,35	} 0,36
Verlust		1,95	1,65	0		1,35	0,39	
	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	
Fett	3,75	2,27	6,82	50,57	14,37	11,63	45,19	
Gallerte (Eiw., Faserstoff)	41,02	44,96	40,56	} 37,48	} 44,93	} 45,19		
phosphorsaurer Kalk	44,21	42,85	45,44				36,41	41,10
kohlensaurer Kalk	10,37	7,11	5,58	12,44	5,96	4,71	7,07	
in Wasser lösl. Salze	0,47	0,58	0,52	0,48	0,50	0,46	0,44	
kohlensaure Magnesia	0,18	} 1,23	1,08	0,10	0,04	0,08	0,22	
Verlust	0		0	0,55	0,86	1,23.		

Es sind diese Verhältnisse procentisch auf die getrockneten und nicht auf die frischen Knochen berechnet, weil der Wassergehalt durch den Zutritt der Luft so veränderlich ist. Im Durchschnitte betrug derselbe 42,8 p. C., nämlich in den einzelnen Fällen:

I. 42,1. — II. 36,6. — III. 51,85. — IV. 40,7. — V. 54,3. — VI. 45,1. — VII. 40,3. — VIII. 45,6. — IX. 43,2. — XI. 44,1. — XII. 43,1. — XIII. 37,2. — XIV. 39,9. — XV. 35,8.

Es scheint somit nicht, dass die Härte der Knochen, welche ich bei jedem im frischen Zustande bestimmt habe, mit dem Wassergehalte in einem Verhältnisse steht, noch dass in der Wassersucht das Knochengewebe mehr Wasser als sonst aufzunehmen im Stande ist.

Weil in der Zusammensetzung der Knochen das Verhältniss der animalischen Bestandtheile zu den Erden und Salzen das wichtigste ist, so stelle ich diess von den einzelnen Analysen hier neben einander.

I. 54,27	: 45,73	IX. 44,77	: 55,23
II. 51,52	: 48,48	X. 47,23	: 52,77
III. 42,11	: 57,89	XI. 47,38	: 52,62
IV. 66,06	: 33,94	XII. 50,57	: 49,43
V. 46,41	: 53,59	XIII. 51,85	: 48,15
VI. 51,40	: 48,60	XIV. 56,56	: 43,44
VII. 52,02	: 47,98	XV. 45,19	: 54,81.
VIII. 44,55	: 55,45		



Das Mittel für die thierischen Bestandtheile ist 50,18, das für die anorganischen 49,88, so dass also zwischen beiden fast gar kein Gewichtsunterschied existirt. Bei den Branntwein-trinkern (IV. und XIV.) überwiegen beträchtlich die ersteren und bewirken eine grössere Mürbheit der Knochen; im Markschwamme dagegen (III.) ist die Menge derselben am geringsten. Die Knochen sind hier gar nicht weich, aber sehr zerbrechlich. In der Wassersucht (VII. und XIII.) zeigt sich wenig Abweichung von der Mittelzahl, in der Schwindsucht (VIII., IX. u. X.), so wie auch bei Abmagerung aus anderen Ursachen (XV.) eine Abnahme der animalischen Bestandtheile.

Das durch Aether ausgezogene Fett ist grösstentheils ein flüssiges; ganz ölig ist es bei den Branntwein-trinkern. Es enthält Phosphor; 100 Th., mit der dreifachen Menge kohlensaurem Kalk eingeseihert, gaben 6,6 phosphorsauren Kalk, der, wenn man ihn als  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  berechnet, 3,1977 Phosphorsäure oder 1,4057 Phosphor enthält. Wenn man daher, ohne vorher das Fett ausgezogen zu haben, die Knochen brennt, so wird immer ein gewisser, wenn auch meist kleiner Theil des kohlensauren Kalkes in phosphorsauren verwandelt. — Die mittlere Menge Fett beträgt in den obigen Analysen 9,37 p. C., bei den vier Schwindsüchtigen nur 2,67, bei dem am Markschwamme Leidenden nicht viel mehr (2,78). Dagegen zeigen die Rippen der beiden Wassersüchtigen eine ziemlich beträchtliche Vermehrung des Fettes, und zwar in einer fast ganz gleichlautenden Zahl (14,46 und 14,37). Auffallend gross ist der Fettgehalt bei dem alten Branntwein-trinker (IV.), er übertrifft den der Schwindsüchtigen um das Dreizehnfache. Die Vermehrung bei dem andern Branntwein-trinker (XIV.) würde unstreitig grösser ausgefallen sein, wenn die Rippen desselben nicht ausnahmsweise ein Jahr lang gelegen hätten, ehe sie mit Aether behandelt wurden. — Wenn man den Fall IV. bei Ziehung des Mittels ausschliesst, so fällt dasselbe um 2,11. Die so gewonnene Zahl 7,26 kommt der des am besten genährten und an keiner allgemeinen Krankheit gestorbenen Mannes (XI.) am nächsten. — Die Zunahme des Fettes geschieht sowohl auf Kosten der Gallerte als des Kalkes. Die Verminderung der Menge der Gallerte (das Mittel derselben ist 42,86) fällt jedesmal mit einer Vermehrung des Fettgehaltes zusammen, nicht so die Verminderung des Kalkes.

Das mittlere Verhältniss des phosphorsauren Kalkes zum kohlensauren ist in den obigen Analysen 41,09:7,22 (ohne Fall IV. aber 42,03:7,70). Die Zunahme von diesem bedingt keinesweges eine entsprechende Abnahme von jenem (I. V. XII.), eben so wenig wie umgekehrt die Abnahme von diesem die Zunahme von jenem, wenn gleich diess zuweilen (VI. XI.) der Fall ist. Bei beiden Brantweinrinkern haben die Kalksalze abgenommen, der kohlensaure Kalk jedoch mehr als der phosphorsaure. Auch später noch näher zu beschreibende Versuche an Thieren bewiesen, dass jener immer zuerst schwindet, dieser nur sehr langsam sich vermindert. — In der Tuberkelschwindsucht (VIII. IX. X.) hat, mit Ausnahme des einen complicirten Falles (I.) der Kalkgehalt der Rippen im Verhältnisse zu den animalischen Bestandtheilen nicht abgenommen; die beiden Gehirnkranken (VI. XI.) zeigen dagegen bei einer mittlern Menge phosphorsauren Kalkes eine Verminderung des kohlensauren. Geringer, aber doch noch deutlich bemerkbar ist diese bei den zwei Wassersüchtigen (VII. XIII.).

Die Menge der löslichen Salze in den Knochen bleibt sich immer ziemlich gleich, die Schwankungen liegen innerhalb naher Grenzen (0,44 und 0,61) und das Mittel ist 0,52. — Behufs einer Analyse habe ich die löslichen Salze aus den Rippenstücken von 6 Fällen gesammelt und so gegen 10 Gr. Salz gewonnen, dessen Säuren ich bestimmte und als an Natron gebunden berechnete. Die 0,52 p. C. löslicher Salze enthalten dieser Untersuchung zufolge:

Kohlensaures (milchsaures) Natron	0,253
Chlornatrium	0,134
phosphorsaures Natron	0,101
schwefelsaures Natron	0,032
	<hr/>
	0,520.

Dieses Verhältniss der einzelnen Salze ist nicht das im Blute vorhandene; in diesem beträgt das Kochsalz weit mehr als die Hälfte der übrigen Salze, in den Knochen aber nicht viel mehr als  $\frac{1}{4}$ . Bei dem Manne mit Markschwamm waren nur 0,066 in 0,59 p. C. Kochsalz. — Das kohlensaure oder milchsaure Alkali ist wohl grösstentheils mit der Gallerte verbunden; das phosphorsaure und schwefelsaure sind unstreitig zum Theil erst aus Verbindung der frisch beim Verbrennen aus Phosphor und Schwefel entwickelten oder an Kalk gebunden gewesen

Säure mit dem kohlensauren Natron entstanden. Das Chlor-natrium dagegen ist als solches schon in dem Blute oder in der parenchymatösen Flüssigkeit der Knochen enthalten gewesen. — Das Blut der Menschen enthält durchschnittlich 0,469 p. C. Kochsalz; es entsprechen also 0,134 Th. von diesem 28,5 Th. von jenem. In 28,5 Th. Blut befinden sich 22,76 Th. Wasser; zieht man diese von der Wassermenge ab, welche 100 Th. fester Bestandtheile der Knochen entspricht (74,8 Th. nämlich), so bleiben 52,04 Th. Wasser übrig, die nicht als Blut oder als Serum, sondern als reines Wasser die Knochensubstanz tränken. Von den 42,86 p. C. animalischer Bestandtheile der Knochen, die nach Abzug des Fettes als Mittelzahl aus obigen Analysen sich herausstellen, müssen nach dieser Berechnung 5,74 p. C. als feste Bestandtheile des Blutes abgezogen werden, um die Menge des Knochenleims zu schätzen. Immer bleibt aber noch diese Zahl ungenau, weil die Gefässe und die Medullarhaut nicht getrennt werden können.

Die Menge der Talkerde, als kohlensaure berechnet, beträgt im Durchschnitte ungefähr 0,2 p. C.

Schliesslich will ich noch eine Analyse der Rippenknorpel von Fall IV. mit der der Rippen desselben Menschen vergleichen.

	Knochen. Knorpel.	
Fett	34,70	3,16
Gallerte u. s. w.	31,36	87,70
phosphorsaurer Kalk	27,84	2,17
kohlensaurer	— 5,22	3,07
lösliche Salze	0,60	3,08
Magnesia	}	0,14
Verlust		0,28

Die 1,76 p. C. als Verlust angegebene Menge liess sich, des wiederholten anhaltenden Glühens ungeachtet, nicht weiss brennen.

Die Rippen enthielten 40,7, die Knorpel 54,8 p. C. Wasser.

Auffallend gross ist die Menge der löslichen Salze im Knorpel. Nur 0,593 p. C. waren Chlornatrium. Diese entsprechen 126,3 Th. Blut oder 25,4 Th. fester Bestandtheile desselben. In den 121,2 Th. Wasser, die mit 100 Th. trockner Knorpelsubstanz verbunden sind, ist demnach gerade so viel Kochsalz enthalten, als in 100,9 Wasser des Blutes.

Der kohlensaure Kalk, noch nicht  $\frac{1}{5}$  des ganzen Kalkgehaltes im Knochen erreichend, beträgt im Knorpel  $\frac{1}{5}$  des Kalkgehaltes.

## XLIII.

*Untersuchung der Molecülärveränderungen,  
welche der Zucker unter dem Einflusse des  
Wassers und der Wärme erleidet.*

Von

E. SOUBEIRAN.

(*Journ. de pharm. No. 1. Janv. 1842. p. 1. et Févr. 1842. p. 59.*)

Die Modificationen, welche der Zucker unter der gleichzeitigen Einwirkung des Wassers und der Wärme erleidet, sind von Seiten der Chemiker noch nicht der Gegenstand einer durchgeführten Arbeit gewesen, ungeachtet des hohen Interesses, welches sich daran knüpft. Es wird mir daher leicht sein, in wenig Worten das zusammenzufassen, was sie darüber bekannt gemacht haben.

Wenn man nach Thénard eine Auflösung von Rohrzucker lange Zeit einer Temperatur von 90—100° aussetzt, so färbt sie sich und der grösste Theil des darin enthaltenen Zuckers verliert die Eigenschaft zu krystallisiren. Der auf diese Weise nicht krystallisirbar gewordene Zucker bildet allem Anscheine nach eine neue Art. Berzelius sagt dagegen, dass, wenn man eine concentrirte Zuckerlösung über 100° erhitzt, der Zucker sich verändert und sich in nicht krystallisirbaren Zucker umwandelt. Fast mit denselben Worten drückt Liebig sich aus. Pelouze bemerkte, dass sich zugleich nicht krystallisirbarer Zucker und Traubenzucker bilden. Nach Bouchardat giebt die Umwandlung des Rohrzuckers einen nicht krystallisirbaren Sirup, welcher sich später in einen andern Zucker umwandelt. Endlich muss ich noch beifügen, dass Biot Rohrzucker sah, welcher auf die Art gekocht war, dass er beim Erkalten in den festen Zustand übergehen, einen Theil seines Rotationsvermögens verlieren und dem Stärkezucker analog werden konnte.

Aus diesen widersprechenden Behauptungen, von denen weder die einen noch die anderen, man muss es bekennen, durch Versuche gestützt worden sind, die mit gehöriger Ausdauer vorgenommen worden wären, ist es nicht möglich, einen Schluss zu ziehen, ausser, dass wir noch nichts über die Veränderun-

gen behaupten können, welche der Rohrzucker unter dem Einflusse der Wärme und des Wassers erleidet. Da die Analysen bewiesen haben, dass das Zuckerrohr und die Runkelrübe den grössten Theil des Zuckers, wo nicht allen, als krystallisirbaren Zucker enthalten, so muss man erstaunen, dass die Chemiker sich nicht genauer mit den Phänomenen beschäftigt haben, welche bei einer der ausgedehntesten und interessantesten Fabricationen vorkommen. Ich will es in dieser Abhandlung versuchen, einen Theil dieser Lücke auszufüllen und einiges Licht auf einen so schwierigen Gegenstand zu werfen. Ich werde durch die Natur der Substanzen selbst darauf geleitet, mich ein wenig auch mit den anderen Zuckerarten zu beschäftigen, weil die Veränderungen, welche sie durch die Wärme erleiden, sich, wie man später sehen wird, innig an die anschliessen, welche der Rohrzucker unter denselben Umständen erleidet. Der grössern Deutlichkeit wegen will ich zuvor angeben, welches die bekannten Zuckerarten sind. Sie lassen sich auf 3 Typen oder Hauptarten bringen.

**Erste Art, Rohrzucker.** Er ist völlig bestimmt. Man weiss nichts, was veranlassen könnte, mehrere Varietäten davon anzunehmen.

**Zweite Art, Traubenzucker (Glycose von Dumas).** Er unterscheidet sich durch seine Krystallisation in Körnern, durch seinen Geschmack, der nicht so zuckersüss ist wie der des Rohrzuckers, durch seine grössere Löslichkeit in Alkohol, durch die Leichtigkeit, mit der er sich in fester Gestalt aus seinen Auflösungen abscheidet, durch seine schnelle Veränderung unter dem Einflusse der Alkalien und durch sein Rotationsvermögen nach rechts, welches hinsichtlich seiner Intensität von dem des Rohrzuckers verschieden ist.

Dieser Zucker existirt fertig gebildet in dem Honig. Er setzt sich ab, wenn die Säfte der Früchte gesättigt und hinreichend concentrirt worden sind. Er erzeugt sich auch durch die Einwirkung der Diastase auf das Stärkemehl, oder wenn man den Sirup, welcher durch die Einwirkung der verdünnten Säuren auf die Stärke oder auf den Zucker entsteht, sich selbst überlässt. Man findet ihn auch fertig gebildet im diabetischen Harn.

Man stimmt im Allgemeinen an, dass zwischen diesen Zuk-

kerarten von verschiedenem Ursprunge eine Identität stattfindet, wenn jeder derselben gehörig gereinigt worden ist. Diese Identität stützt sich indessen durchaus nicht auf hinreichende Versuche. Bekanntlich hat Bouchardat die Bemerkung gemacht, dass der von Trauben gegebene Körnerzucker nicht so lange wie der Satzmehlzucker der zersetzenden Einwirkung der verdünnten Säuren widersteht. Nach Guérin - Varry enthält der aus Stärkemehl und gekeimter Gerste erhaltene Zucker 9 At. Wasser mehr als der Traubenzucker. Vielleicht ist dasselbe der Fall mit dem Honigzucker und dem, welchen die Säuren durch Umwandlung des Satzmehles geben.

Biot hat gezeigt, dass, wenn das Rotationsvermögen des gewöhnlichen Stärkezuckers und des diabetischen Zuckers gleich sind, ein durch Diastase erhaltener Stärkezucker ein grösseres Vermögen hatte, und dass dieses Vermögen fast doppelt so stark bei einem Zucker war, den Jacquelin bereitete hatte, indem er  $\frac{1}{3000}$  Oxalsäure auf Stärkemehl bei einem starken Drucke reagiren liess. Bei den Versuchen endlich, die Biot gemeinschaftlich mit Person anstellte, hatten diese Gelehrten Ursache zu vermuthen, dass verschiedene Zuckerarten gebildet werden, wenn verdünnte Schwefelsäure eine längere oder kürzere Zeit auf Stärkemehl reagirt. Alle diese Thatsachen müssen von Neuem Versuchen unterworfen werden. Dieser Gegenstand, welchen man als gehörig untersucht betrachtet, erfordert neue und mühsame Versuche.

Dritte Art, *nicht krystallisirbarer Zucker* (Chylarlose, von *glaucosier*, Sirup, wenn man die von Dumas für den Traubenzucker bereits angenommene Endung auf *ose* beibehält).

Diese Art hat viele dem Traubenzucker analoge Eigenschaften. Sie unterscheidet sich mit Bestimmtheit davon, weil sie nicht krystallisirbar ist und weil sie die Polarisationsebene des polarisirten Lichtes links dreht. Unsere Kenntnisse von den verschiedenen Varietäten dieses Zuckers sind äusserst unbestimmt. Vielleicht rühren die Modificationen, welche man beobachten kann, von Gemengen her. Folgendes ist der Standpunkt der Wissenschaft hinsichtlich dieses Gegenstandes.

1) Nicht krystallisirbarer Honigzucker. Er wurde immer nur mit Krümelzucker gemengt erhalten.

2) Nicht krystallisirbarer Zucker, welcher durch die Re-

action der verdünnten Säuren auf den Rohrzucker entstand. Bouchardat nahm 2 Varietäten desselben an, die er nur durch ihren grössern oder geringern zuckersüssen Geschmack unterschied. Meine Versuche bestätigen diese Angabe nicht.

3) Nicht krystallisirbarer Zucker der Säfte von den Früchten. Wahrscheinlich ist es derselbe wie der vorige. Liebig betrachtet ihn als eine Verbindung von Zucker und Säure. Meine Versuche sind dieser Ansicht entgegen.

4) Nicht krystallisirbarer Zucker, welcher durch Veränderung des Rohrzuckers entsteht. Er macht grösstentheils die Melasse aus. Man hat ihn immer nur als Gemenge erhalten.

Nachdem der Zustand unserer Kenntnisse von den verschiedenen Zuckervarietäten auf diese Weise gehörig angegeben ist, so will ich noch Einiges erwähnen, ehe ich zu dem speciellen Zwecke dieser Abhandlung übergehe. Ich muss die Aufmerksamkeit von Neuem auf den nicht krystallisirbaren Zucker fixiren.

Wenn man Rohrzucker mit verdünnten Säuren behandelt, so giebt er bekanntlich einen Sirup, dessen Rotationsvermögen nach links gerichtet ist und der nicht krystallisirt. Der in dem Saft der sauren Früchte enthaltene Zucker scheint von derselben Beschaffenheit zu sein. Dieser nicht krystallisirbare Sirup bildet eine so verschiedene Gattung durch die Richtung seiner Rotation wie durch seine anderen Charaktere. Liebig betrachtet ihn als eine Verbindung von Säure und Zucker. Mit Schwefelsäure bildet er Sulfosaccharinsäure, mit den Pflanzensäuren analoge Verbindungen, woraus Alkalien die Säure nicht abscheiden können. Ich glaube dagegen, dass dieser nicht krystallisirbare Zucker als ein völlig verschiedener Zucker betrachtet werden muss. Ich gründe mich darauf, dass, da sein Rotationsvermögen dem der anderen Zuckerarten sich ganz entgegengesetzt zeigt, seine Moleculärconstitution gewiss verschieden ist; ferner darauf, dass, da einige Tausendtheile Säure zu seiner Umwandlung hinreichen, man nicht annehmen kann, dass aller fertig gebildete Zucker mit der Säure verbunden ist; endlich darauf, dass man ihn ganz frei von Säure erhalten kann, wie folgender Versuch beweist: Ich liess Rohrzucker mit Wasser und ein wenig Schwefelsäure sieden. Ich sättigte die Säure mit gepulvertem Marmor und löste den Sirup

in Alkohol auf sich filtrirte und dampfte im Wasserbade ab. Der auf diese Weise erhaltene Sirup enthielt weder Kalk noch Schwefelsäure. Die Richtung seiner Rotation war nach links, er krystallisirte nicht.

Ein sehr merkwürdiger Charakter dieses Zuckers und ohne Zweifel der merkwürdigste ist seine Eigenschaft, sich in der Länge der Zeit in Zucker umzuwandeln, welcher in Blumenkohlgestalt krystallisirt. Als sehr concentrirter Zuckersirup an einem kühlen Orte aufbewahrt wurde, dauerte er zuweilen Monate lang aus, ohne das geringste Zeichen von Krystallisation zu geben. Nachher bildeten sich darin einige Körner, deren Menge jeden Tag zunahm. Diese Körner sind, wie Biot beobachtet hat, Traubenzucker mit seiner Ablenkung nach rechts. Der nicht krystallisirbare Zucker wurde umgewandelt. Ich habe mich durch Versuche überzeugt, dass, wenn der Krümelzucker nicht erschelnt, der Sirup nicht die geringste Veränderung in seinem Rotationsvermögen nach links erlitten hat. Ich selbst habe keine beträchtlichen Unterschiede an diesem Sirup bemerken können, wenn schon ein Theil des Zuckers fest geworden war, indem der Theil, welcher krystallisirt, ohne Zweifel fast eben so viel Wasser mit sich fortreisst, als der flüssige Sirup davon enthält. So behält der Sirup den Moleculärzustand, durch welchen er zu nicht krystallisirbarem Zucker wird, sobald er flüssig bleibt. Im Augenblicke, wo er fest wird, verändert sich sein Moleculärzustand. Zugleich wird sein Rotationsvermögen umgekehrt.

Ich will, um diesen Zucker noch von den beiden anderen Arten zu unterscheiden, beifügen, dass er sich unter dem Einflusse des Wassers und der verdünnten Säuren leicht verändert, wodurch er sich von dem Traubenzucker unterscheidet, dass er aber auch durch Alkalien sehr veränderlich ist, wodurch er sich von dem Rohrzucker unterscheidet.

Ich finde in der Abhandlung von Bouchardat, dass der durch Reaction einer Säure auf den Rohrzucker erhaltene Sirup kein Zeichen von Krystallisation giebt, selbst nach Verlauf einer beträchtlichen Zeit. Diess ist meinen Beobachtungen entgegen, und die Anwendung, welche dieser Chemiker von dem Kalke machte, um die Sättigung zu bewirken, könnte wohl die einzige Ursache von unserer Meinungsverschiedenheit sein. Bouchardat zeigt an, dass, wenn man nicht krystallisirbaren Zuk-



ker der längern Einwirkung der Säuren unterwirft, er sich in Traubenzucker umwandelt. Als bei einem seiner Versuche der nicht krystallisirbare Zucker, welcher bei der ersten Einwirkung der Säure entstand, einer 4 Stunden lang unterhaltenen Wärme von 60° unter dem Einflusse von  $\frac{1}{125}$  Schwefelsäure unterworfen wurde und die sirupartige Flüssigkeit mit Kalk gesättigt worden war, so hatte er seinen Zuckergeschmack verloren. Er erstarrte, nachdem er einige Tage ruhig gestanden hatte, zu festem Zucker. Es ist wahr, dass der Uebergang des nicht krystallisirbaren Zuckers in Krümelzucker zu einer Zeit erfolgt, die nicht genau bestimmt ist, und ich meines Theils sah ihn immer nur 5—6 Wochen wenigstens nach der Bereitung krystallisiren. Ich möchte aber nicht mit Bouchardat annehmen, dass die längere Einwirkung einer Säure seine Verwandlung in Traubenzucker bewirkt. Als ich die Operation in einem Apparate vornahm, worin keine Verdunstung stattfinden konnte, und die Operation bis zu dem Augenblicke fortsetzte, wo der Zucker sich stark färbt, so bemerkte ich, dass der Zucker, welcher gleich anfangs die Rotation nach links angenommen hatte, sowohl die Richtung als die Intensität dieser Rotation in allen Zeitpunkten, worin er untersucht wurde, beibehielt, was nicht hätte der Fall sein können, wenn sich Traubenzucker gebildet hätte. Ich kann daher diese zweite Umwandlung unter dem Einflusse der Säuren nicht annehmen. Für mich bleibt es erwiesen, dass sie das Resultat der Moleculärbewegung ist, welche das Festwerden der Zuckersubstanz herbeiführt.

*Veränderung des Rohrzuckers unter dem Einflusse der Wärme, des Wassers und der Luft.*

Die Versuche, welche ich anführen will, wurden alle mit Sirup angestellt, der durch Auflösung des Rohrzuckers in destillirtem Wasser entstand. Der Sirup wurde in einen Kolben gebracht, welcher durch eine Röhre mit einem Kühlapparate in Verbindung stand, so dass die wässrigen Dämpfe, welche von dem Sirup entwichen, sogleich condensirt wurden und in den Kolben zurückfielen, worin sie die Flüssigkeit bei demselben Grade von Concentration während der ganzen Zeit des Versuches erhielten. Das Rotationsvermögen des Sirups wurde zuerst bei dem ursprünglichen Sirup bestimmt, nachher

wurde es von Zeit zu Zeit wieder untersucht, indem ein Theil Sirup herausgenommen und, wenn es nöthig war, entfärbt wurde, indem man ihn in der Kälte durch gereinigte Thierkohle filtrirte.

Ich will ein für allemal erklären, dass bei diesen Versuchen wie in dem übrigen Theile dieser Abhandlung das Rotationsvermögen sich auf den mittlern gelben Strahl und auf eine Länge von 100 Mm. bezieht. Man darf sich nicht über den fast ausschliesslichen Gebrauch wundern, den ich von den optischen Charakteren gemacht habe. Sie waren die einzigen, vermittelt deren es möglich war, den in der Zuckersubstanz eingetretenen Umwandlungen zu folgen.

*Erster Versuch.*

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 68 r *)
Sirup nach 18 Stunden	—	+ 54 r,
— — 48 —	—	+ 30 r,
— — 90 —	—	— 7 l,
— — 114 —	—	— 16 l,
— — 138 —	—	— 6 l.

In diesem Zeitpunkte war der Sirup schwarz, sauer und hielt einen reichlichen schwarzen Niederschlag suspendirt.

*Zweiter Versuch.*

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 68 r,
Sirup nach 108 Stunden	—	— 2 l,
— — 192 —	—	— 8 l.

*Dritter Versuch.*

Bei diesem Versuche wurde der den Sirup enthaltende Kolben in ein mit Kochsalz gesättigtes Bad getaucht.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 68 r,
Sirup nach 20 Stunden	—	+ 15 r,
— — 40 —	—	— 8 l,
— — 60 —	—	— 0,

Der Sirup von +15 r war noch neutral. Der Sirup von — 8 l war etwas sauer. Der Sirup von 0 hatte eine sehr deutliche saure Beschaffenheit.

\*) r = rechts, l = links.

**Vierter Versuch.**

Er wurde in einem Bade von Chlorcalcium angesetzt, welches bei 110° erhalten wurde. Die aus diesem Bade aufsteigenden Dämpfe wurden durch eine Röhre in ein Kühlgefäß geleitet, darin verdichtet und fielen in das Bad zurück.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,
Sirup nach 18 Stunden	—	— 8 l,
— — 30	—	— 15 l,
— — 48	—	— 0.

**Fünfter Versuch.**

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,
Sirup nach 30 Stunden	—	— 10 l.

**Sechster Versuch.**

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,
Sirup nach 24 Stunden	—	— 10 l,
— — 49	—	— 0.

**Siebenter Versuch.**

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,
Sirup nach 44 Stunden	—	— 0.

Alle diese Sirupe waren deutlich sauer geworden und zugleich hatten sie sich gefärbt.

Die so eben von mir angeführten Versuche beweisen, dass die von dem Zucker erlittenen Umwandlungen schneller erfolgen, wenn die Temperatur höher ist. Sie beweisen, dass das dem Rohrzucker eigenthümliche Rotationsvermögen nach rechts nach und nach schwächer wird, dass es in einem gewissen Zeitpunkte Null wird, nach welchem die Rotation nach umgekehrter Richtung erfolgt, und dass es, nachdem es in dieser Richtung einige Zeit zugenommen hat, wiederum abnimmt und endlich ganz verschwindet.

Aber die Eigenschaften der umgewandelten Sirupe lassen keinen Zweifel, dass die Reaction complicirter war. Die Sirupe hatten sich immer stark gefärbt. Zuletzt hatte sich darin ein brauner Niederschlag gebildet. Sie hatten eine sehr deutliche saure Reaction. Ich habe die Natur der Säure untersucht, welche sich hatte bilden können.

Zu diesem Zwecke verdünnte ich einen Theil des Sirups

mit Wasser und destillirte ihn. Die erhaltene Flüssigkeit war sauer. Ich concentrirte sie durch neue Destillationen, nachher brachte ich sie mit Quecksilberoxyd zusammen. Ein Theil des Oxyds wurde reducirt, während ein anderer ein Salz in schönen weissen und glimmerartigen Blättchen gab, die leicht als essigsäures Quecksilberoxyd zu erkennen waren. Es hatten sich daher während der Reaction Ameisensäure und Essigsäure gebildet. Man darf sich alsdann nicht mehr wundern, dass Pelouze durch eine ähnliche Reaction Traubenzucker erhielt. Der Rohrzucker muss unter dem Einflusse der Säuren seine gewöhnliche Umwandlung erleiden und einen Zucker geben, der die Rotation nach links hat und sich in der Länge der Zeit in krystallinischen Körnern von Traubenzucker absetzt. Später erscheinen, wie diess wirklich stattfindet, diese braunen Substanzen, reicher an Kohlenstoff, welche das letzte Product der Reaction der verdünnten Säuren auf den Rohrzucker sind.

Indessen habe ich bemerken können, dass das Rotationsvermögen des Sirups sich verändert, ehe man ein Zeichen von saurer Beschaffenheit bemerken kann. Die Bildung der Säuren kann daher als ein secundäres Phänomen betrachtet werden, das vielleicht von dem Einflusse der Luft herrührt, welche die Reactionen complicirter gemacht hat und deren man sich erledigen kann. Bei folgenden Versuchen habe ich den Zucker gegen dieses zerstörende Agens geschützt.

#### *Veränderung des Rohrzuckers unter dem blossen Einflusse der Luft und des Wassers.*

Um den Zutritt der Luft zu dem Sirup zu vermeiden, construirte ich anfangs mit grosser Mühe Apparate, um die Operation in einer nicht sauerstoffhaltigen Atmosphäre vorzunehmen. Statt ihrer brachte ich bald eine dicke Oelschicht über den Sirup. Ich konnte alsdann mit Leichtigkeit den Einfluss des Wassers und der Wärme auf den Sirup des Rohrzuckers studiren, ohne zu fürchten, dass die Phänomene durch die oxydirende Wirkung der Luft complicirter würden.

#### *Erster Versuch.*

Er wurde in einem Bade von Kochsalz angestellt. Der Sirup war in einem Kolben enthalten, so dass die Dämpfe con-

## 290 Soubeiran, üb. die Moleculärveränderungen des

densirt wurden und in den Kolben zurückfielen. Der Apparat wurde mit Kohlensäure angefüllt erhalten.

Ursprünglicher Sirup	Rotation + 68 r,
Sirup nach 72 Stunden	— — 10 l.

### Zweiter Versuch.

Er wurde unter denselben Umständen wie der vorige angestellt.

Ursprünglicher Sirup	Rotation + 68 r,
Sirup nach 60 Stunden	— — 2 l.

### Dritter Versuch.

Ursprünglicher Sirup	Rotation + 68 r,
Sirup nach 72 Stunden	— — 2 l,
— — 96	— — 15 l,
— — 112	— — 10,2 l,
— — 128	— — 5 l,
— — 144	— — 2 l,
— — 160	— — 0,
— — 184	— — 8,8 l.

Während dieser Umwandlung hatte sich der Sirup immer mehr gefärbt. Der letzte enthielt einen Theil von unlöslichem braunem Absatz.

Bei den folgenden Versuchen wurde der mit Oel bedeckte Sirup in ein Bad im Kolben gebracht. Der Kolben enthielt eine mit Kochsalz gesättigte Auflösung, in der ein Ueberschuss von Salz erhalten war. In den ersten Augenblicken des Versuches kam der Sirup in's Sieden. Er wurde bald concentrirt genug, so dass er zu sieden aufhörte. Er wurde alsdann bis an das Ende des Versuches unter denselben Umständen erhalten.

### Vierter Versuch.

Ursprünglicher Sirup	Rotation + 71 r,
Sirup nach 18 Stunden	— + 21 r,
— — 24	— — 11,4 l,
— — 37	— — 8,58 l.

### Fünfter Versuch.

Ursprünglicher Sirup	Rotation + 71 r,
Sirup nach 18 Stunden	— + 21 r,
— — 24	— — 11 l,

Sirup nach 26 Stunden	Rotation	- 8,5 l
— — 49	—	— 2 l
— — 60	—	— 1,5 l
— — 66	—	0

*Sechster Versuch.*

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 71 r
Sirup nach 24 Stunden	—	— 11 l
— — 25	—	— 22 l
— — 28	—	— 15 l
— — 36	—	— 11 l
— — 48	—	— 5,5 l
— — 60	—	— 1 l
— — 72	—	+ 2 r

*Siebenter Versuch.*

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 71 r
Sirup nach 2 Stunden	—	+ 68 r
— — 4	—	+ 58 r
— — 6	—	+ 38 r
— — 8	—	+ 22 r
— — 12	—	+ 25 r
— — 18	—	+ 20 r
— — 20	—	0
— — 25	—	- 11 l
— — 26	—	- 22 l
— — 27	—	- 24 l
— — 28	—	- 16 l
— — 34	—	- 12,5 l
— — 42	—	- 8 l
— — 50	—	- 5 l
— — 58	—	- 3 l
— — 64	—	0
— — 72	—	+ 3 r
— — 76	—	+ 5 r

Bei diesem Versuche habe ich den Zustand des Sirups sorgfältig angemerkt. Er hatte sich nur wenig gefärbt, als er zum ersten Male neutrale gelangte. Von diesem Augenblicke an fing er an, sich schneller dunkler zu färben, behielt jedoch seine Durchsichtigkeit bei. Bei - 12,5 war er von dunkelbrauner,

fast schwarzer Farbe, gab aber noch mit Wasser eine durchsichtige Auflösung. Bei  $-51$  trübte er sich mit Wasser. Bei Null hielt er eine unlösliche braune Substanz suspendirt, deren Menge sehr und schnell zunahm. In dem Augenblicke aber, wo die Operation unterbrochen wurde, hatte der von der schwarzen Substanz befreite Sirup noch einen starken Zuckergeschmack.

Aus den vorhergehenden Versuchen geht offenbar hervor, dass eine Auflösung von Rohrzucker, wenn sie bei Absperrung der Luft erhitzt und bloß dem Einflusse der Wärme unterworfen wird, Umwandlungen erleidet, welche regelmässig auf einander folgen.

1) Das Rotationsvermögen nach rechts, welches dem Rohrzucker eigenthümlich ist, nimmt immer mehr ab und wird endlich Null.

2) Von diesem Punkte aus geht die Richtung der Rotation des Sirups nach links und erreicht ein Maximum, welches bei dem Versuche, wo es sich am grössten zeigte,  $-241$  für den mittlern gelben Strahl und für eine Länge von  $100$  Mm. befunden wurde.

3) Die Abweichung nach links nimmt wiederum ab und das Rotationsvermögen wird noch einmal Null.

4) Der Sirup nimmt noch einmal eine Rotation in umgekehrter Richtung an. Er geht immer mehr nach rechts zu.

5) Diese Veränderungen sind um so schneller, je concentrirter der Sirup und je höher die Temperatur ist.

Wenn man sich an Wahrscheinlichkeiten hält, so hat der Zucker ein Rotationsvermögen nach links bei seiner Umwandlung in nicht krystallisirbaren Zucker angenommen. Von da an wird eine allmähliche Abnahme in der Rotation nach rechts und endlich der Uebergang und das Zunehmen in umgekehrter Richtung bemerkt. Aber dieser nicht krystallisirbare Zucker modificirt sich wieder auf eine noch unbekannt Weise, und von da an treten Abnahme in dem Rotationsvermögen nach links und Rückkehr nach rechts ein, welche sich im letzten Theile der Operation bemerken lassen. Versuche über den Einfluss der vereinigten Wirkung der Wärme und des Wassers auf die dem Rohrzucker zunächst kommenden Zuckerarten können einiges Licht auf die Frage werfen.

Sehr weisser und sehr reiner Hölzszucker in Körnern wurde

bei einer gelinden Wärme in der Hälfte seines Gewichtes destillirten Wassers aufgelöst. Der dadurch entstandene Sirup lenkte die Polarisationsebene der polarisirten Strahlen um  $+47r$  ab. Er befand sich im Salzbad in einem gläsernen Kolben, Er wurde mit einer Oelschicht bedeckt, wodurch er vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft bewahrt wurde. Vor jeder Bestimmung der Abweichung wurde er auf das Gewicht reducirt, welches er vor der Einwirkung des Feuers hatte, so dass er sich immer auf demselben Concentrationsgrade befand.

Die Resultate waren folgende:

Ursprünglicher Sirup	Rotation	$+47r$ ,
Sirup nach 40 Stunden	—	$+46,5r$ ,
— — 80 —	—	$+47r$ ,

und der Sirup farbte sich kaum.

Derselbe Versuch wurde mit festem Zucker wiederholt, welcher durch die Krystallisation eines Sirups entstand, der durch Reaction von verdünnter Schwefelsäure auf den Rohrzucker in der Wärme erhalten worden war. Wenn das Maximum seiner Abweichung nach links erreicht war, wurde der Sirup mit Marmor gesättigt, nachher mit einer grossen Menge von Alkohol gemengt, um allen schwefelsauren und kohlen-sauren Kalk abzuscheiden. Nachdem der Alkohol durch Destilliren entfernt war, setzte dieser Sirup mit der Zeit Krystalle von Blumenkohlgestalt ab, welche durch Waschen mit Alkohol und durch Pressen gereinigt wurden.

Dieser Körnerzucker gab folgende Resultate:

Ursprünglicher Zucker	Rotation	$+22r$ ,
Sirup nach 50 Stunden	—	$+22r$ .

Der Sirup hatte sich sehr wenig gefärbt.

Aus diesen Versuchen sieht man, dass der feste Traubenzucker, mag er nun aus Honig entstanden sein, oder durch Reaction der Schwefelsäure auf Zucker sich gebildet haben, durch Wärme und Wasser sehr wenig veränderlich ist.

Nicht krystallisirbarer Sirup, welcher durch Reaction der Schwefelsäure auf Rohrzucker entstanden und mit Vorsichts-massregeln bereitet war, welche sogleich werden angegeben werden, wurden bei ausgeschlossener Luft in einem Kolben der Wirkung der Wärme eines Salzbadcs unterworfen. Er farbte sich stark während des Versuches.



Die Resultate waren folgende:

Ursprünglicher Sirup	Abweichung	Farbe des Sirups.
Sirup nach 24 Stunden	—	— 20, weiss,
— — 64 —	—	— 16, roth,
— — 80 —	—	— 14,7, rothbraun,
— — 120 —	—	— 8, dunkelrothbraun,
— — 168 —	—	— 2,9, schwarz u. trübe,
		+ 2,5, schwarz u. reichlicher Absatz.

Diese Versuche beweisen, dass, während der Traubenzucker in Körnern der vereinigten Wirkung des Wassers und der Wärme widersteht, der nicht krystallisirbare Zucker, welcher durch die Reaction der Säuren auf den Zucker entsteht, weit veränderlicher ist als der Rohrzucker selbst, dass ferner diese Veränderung durch eine unaufhörlich zunehmende Färbung der Flüssigkeit sich zeigt und durch die Veränderung seines Rotationsvermögens, welches, anfangs nach links gerichtet, unablässig und langsam, indem es schwächer wird, vorschreitet, um endlich Null zu werden und in umgekehrter Richtung nach rechts zu gehen. Nun sind diess gerade dieselben Veränderungen, welche bei dem durch Wärme umgewandelten Rohrzucker entstehen. Wir können daher daraus schliessen, dass unter dem Einflusse des Wassers und der Wärme sich der Rohrzucker in nicht krystallisirbaren Zucker umwandelt, der demjenigen ähnlich ist, welcher sich unter dem Einflusse der Säuren bildet.

Die Vergleichung der Wirkung der Säuren und Alkalien auf die Zuckerarten wird ebenfalls einiges Licht auf diese Frage werfen.

Die Alkalien verbinden sich mit dem Rohrzucker. Ihre Anwesenheit bewirkt eine Verzögerung seiner Moleculärumwandlung. Diess geht aus den Versuchen hervor, welche ich anführen will. Diess hatte Kuhlmann sehr gut vorausgesehen, welcher nach meiner Meinung eine befriedigende Erklärung davon gegeben hat, indem er sagte, dass der Zucker, wie alle organischen Säuren, durch seine Verbindung mit einer alkalischen Basis Stabilität annimmt. Die ersten Versuche wurden beim Zutritte der Luft angestellt. In den folgenden wurde der Sirup mit einer Oelschicht bedeckt.

**Erster Versuch.**

Die Operation wurde im Wasserbade angestellt. Der Sirup war mit Kreide gemengt.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,
Sirup nach 30 Stunden	—	+60 r,
— — 108 —	—	+26 r.

**Zweiter Versuch.**

Die Operation wurde im Salzbade angestellt, beim Zutritte der Luft, mit Sirup, der mit Kreide gemengt war.

Farbe des Sirups.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,	weiss,
Sirup nach 30 Stunden	—	+54 r,	sehr wenig gefärbt,
— — 110 —	—	?	schwarzbraun, sauer.

**Dritter Versuch.**

Die Operation wurde, wie die vorige angestellt, aber in einem Bade von Chlorcalcium von 110°.

Farbe des Sirups.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+71 r,	weiss,
Sirup nach 24 Stunden	—	+57 r,	wenig gefärbt,
— — 48 —	—	+29 r,	
— — 96 —	—		schwarzbraun, sauer.

**Vierter Versuch.**

Die Operation wurde im Chlorcalciumbade beim Zutritte der Luft mit Zuckersirup vorgenommen, dem  $\frac{1}{20}$  flüssiger Zuckerkalk zugesetzt worden war.

Farbe des Sirups.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+62 r,	
Sirup nach 24 Stunden	—	+52 r,	
— — 72 —	—	?	schwarz.

**Fünfter Versuch.**

Die Operation wurde im Chlorcalciumbade mit Sirup vorgenommen, dem  $\frac{1}{50}$  krystallisiertes kohlensaures Natron zugesetzt worden war.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+70 r,
Sirup nach 24 Stunden	—	+52 r,
— — 72 —	—	— 4 f.

Der Sirup war sauer und stark gefärbt geworden.

**Sechster Versuch.**

Die Operation wurde beim Zutritte der Luft mit oder mit Kalk gesättigten Zuckerlösung vorgenommen.

Ursprünglicher Sirup	Rotation	+ 20 r,
Sirup nach 24 Stunden	—	+ 20 r,
— — 48 —	—	+ 19 r.

**Siebenter Versuch.**

Die Operation wurde im Salzbad ohne Luftzutritt ange- stellt. In dasselbe Bad tauchten 2 Kolben ein, von denen der eine Rohrzuckersirup, der andere denselben Sirup enthielt, dem eine auf nassem Wege erhaltene concentrirte Auflösung von Zuckerkalk zugesetzt war.

Reiner Zuckersirup	Rotation	+ 71 r,
— — nach 48 Stunden	—	7,4 l,
— — — 98 —	—	1,5.
Mit Zuckerkalk gemengter Zuckersirup	—	+ 68 r,
— — — nach 48 St.	—	+ 64,6 r,
— — — — 98 —	—	+ 44 r.

Diese Versuche beweisen, dass die Alkalien, besonders der Kalk, die Zersetzung des Rohrzuckers verzögern, nicht nur wenn der Zucker der Wärme und dem Wasser beim Zutritte der Luft ausgesetzt wird, sondern auch wenn man die Luft ausgeschlossen hat. Aber die Zersetzung wurde nur bei dem Versuche völlig gehindert, welcher mit durch Kalk gesättigtem Zucker angestellt wurde. Sobald, was man voraussehen musste, der nicht krystallisirbare Zucker sich in beträchtlicher Menge gebildet hat, schreitet seine Zersetzung wäit schneller vorwärts, indem das Alkali auf diesen Zucker die ihm gewöhnlichen Phä- nomene schneller Zerstörung äussert.

Diese Beobachtungen stimmen mit einem Versuche von Bouchardat überein, welcher krystallisirten Rohrzucker aus einem Sirup erhalten konnte, der, nachdem er mit Kalk gesättigt worden war, 8 Monate ohne Luftzutritt einer Temperatur von 60° ausgesetzt geblieben war. Kuhlmann hatte auf eine Beobachtung dieser Art den Entwurf zu einem Fabrications- verfahren basirt, bei welchem der Runkelrübensaft erst nach der Sättigung mit Kalk abgedampft werden sollte. Dieses Plan

## Zuckers durch den Einfluss d. Wassers u. d. Wärme. 297

gab Kuhlmann nur mit grosser Zurückhaltung an, und ich meines Theils halte ihn für unausführbar.

Ich will zwei Reihen von Versuchen anführen, die mit Honigzucker und mit nicht krystallisirbarem Zucker angestellt wurden, bei denen die Veränderungen der Zuckerarten für sich allein und die mit Säure oder Alkali versetzten Zuckerarten verglichen worden sind.

*Versuche mit festem Honigzucker, wobei alle Sirupe in dasselbe Salzbad und in Kolben gebracht wurden. Die Abweichung bezieht sich auf den mittlern gelben Strahl und auf eine Länge von 100 Mm.*

Angewandte Substanzen.	Ursprüngl. Sirup.		Nach 40stünd. Erhitzen.		Nach 80stünd. Erhitzen.	
	Farbe.	Abweichung.	Farbe.	Abweichung.	Farbe.	Abweichung.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser; der Sirup bedeckt mit Oel.	weiss.	47 r.	etwas citronenfarbig.	47 r.	citronenfarbig.	46,5 r.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser; ohne Oel.	—	47 r.	—	47 r.	—	47 r.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser, $\frac{1}{50}$ Essigsäure; Oel.	—	46 r.	braun gefärbt.	46 r.	sehr hell citronenfarb.	46 r.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser, $\frac{1}{50}$ Essigsäure; kein Oel.	—	46 r.	—	46 r.	citronenf.	45,6 r.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser, $\frac{1}{50}$ kohlen. Natron; Oel.	—	47 r.	dunkelbr.	14,7 r.	sehr dunkelbraun.	11 r.
2 Th. Zucker, 1 Th. Wasser, $\frac{1}{50}$ kohlen. Natr.; ohne Oel.	—	47 r.	sehr dunkelbraun.	14 r.	fast schwarz.	10 r.

Dieser Versuch bestätigt die Stabilität des krystallisirten Traubenzuckers, wenn er dem Einflusse des Wassers und der Wärme unterworfen wird. Er zeigt, dass die Anwesenheit der Luft das Resultat durchaus nicht modificirt. Er bezeugt den Widerstand dieses Zuckers gegen den Einfluss der Essigsäure und fügt einen Beweis zu den bereits bekannten Beobachtungen über die leichte Zersetzung dieses Zuckers beim Zusammen-

treffen mit Alkalien hinzu. Ich fand, dass der Krümelzucker, welcher sich bei der Umwandlung des nicht krystallisirbaren Zuckers bildet, sich ganz auf dieselbe Weise wie der Honigzucker verhält.

*Versuche mit nicht krystallisirbarem Zucker, durch die Reaction der Schwefelsäure auf den Rohrzucker erhalten. Der Sirup wurde in Kolben und, mit Oel bedeckt, in dasselbe Salzbad gebracht. Die Abweichung bezieht sich auf den mittlern gelben Strahl und auf eine Länge von 100 Mm.*

Angewandte Substanzen.	Ursprüngl. Sirup.	Nach				
		24 St.	64 St.	100 St.	140 St.	188 St.
Nicht krystallisirbarer Sirup allein	20l.	16,17l.	14,7l.	7l.	2,94l.	3,66r.
Sirup u. $\frac{1}{50}$ Essigsäure	19,5l.	14,7l.	11,75l.	5,88l.	2,90r.	—
Sirup u. $\frac{1}{100}$ kohlen-saures Natron	20l.	11,7l.	8,5l.	2,9l.	7r.	9r.
Sirup u. Kreide	20l.	14,5	8,5	0	—	—

Dieser Versuch bot zwei wichtige und unterscheidende Charaktere des nicht krystallisirbaren Zuckers dar, nämlich seine schnelle Veränderung unter dem Einflusse der Essigsäure und unter dem der Alkalien.

Die Veränderung, welche der nicht krystallisirbare Zucker unter dem Einflusse der Säuren erleidet, unterscheidet ihn von dem Traubenzucker in Körnern eben so sehr, wie er sich schon durch sein Rotationsvermögen nach links unterscheidet.

Die schnelle Zerstörung, welche der nicht krystallisirbare Zucker durch die Alkalien erleidet, entfernt ihn von dem Rohrzucker. Sie bietet aber eine ausserordentliche Analogie, man könnte sagen, eine vollkommene Identität mit der des alkalisch gemachten Bohrsirups dar, sobald die Rotation umgekehrt wurde und nach links zu ging.

Die von mir angegebenen Charaktere des nicht krystallisirbaren Zuckers bestärken mich in der Meinung, dass er es ist, welcher während der Veränderung des Zuckers entsteht. Diese Reaction kann vielleicht mit den Phänomenen verglichen werden, die sich unter dem Einflusse der verdünnten Säuren erzeugen, nur müssen, da das Wasser nur eine sehr schwache Reaction hat, Wärme und Zeit ihr nothwendig zu Hilfe kom-

men. Die Umwandlung ist um so schneller, als die Temperatur höher und der Sirup concentrirter ist \*).

Die färbenden Substanzen entstehen nicht während dieser Umwandlung. Wirklich gelangt der Sirup zum ersten Nullpunkte, ohne dass seine Färbung stark genug ist, um den optischen Beobachtungen ein Hinderniss in den Weg zu legen, und schon in diesem Zeitpunkte enthält er nicht krystallisirbaren Zucker, dem man die Bildung von färbenden Substanzen beilegen muss.

In dem Zeitpunkte, wo die Flüssigkeit zum ersten Male dahin gelangt ist, dass sie keine Rotation hat, enthält sie nicht zersetzten Rohrzucker, denn wenn man sie mit Chlorwasserstoffsäure mengt, so nimmt sie sogleich eine Rotation nach links an.

Die Zersetzung dauert fort, der Rohrzucker wird völlig zerstört, die Menge des nicht krystallisirbaren Zuckers nimmt zu. Während dieser Periode schreitet die Färbung schneller vorwärts. Wenn der Sirup alle Rotation nach links verloren hat und zum zweiten Male auf Null gefallen ist, so ist schon ein grosser Theil des nicht krystallisirbaren Zuckers zerstört. Der Rohrzucker existirt nicht mehr in der Flüssigkeit. Wirklich liess ich Sirup, welcher bis auf  $-2,51$  nahe bei dem zweiten Nullpunkte auf eine Länge von 300 Mm. gekommen war, einige Minuten mit ein wenig Schwefelsäure sieden. Die Rotation für diese nämliche Länge von 300 Mm. blieb  $-2,51$ .

Es fragt sich aber, welches die Natur des nach rechts ablenkenden Zuckers ist, der ganz am Ende der Operation erscheint. Ich weiss weiter nichts von ihm, als dass seine Bildung constant ist und dass er durch die Säuren nicht umgekehrt wird. Da er sich aber nur am Ende der Versuche gezeigt hat, zur

---

\*) Bouchardat führte Versuche an, bei denen der Traubenzucker die Umwandlung des Rohrzuckers beschleunigte. Folgendes sind zwei Beobachtungen in demselben Sinne: Den 24. Juli hatte ich Rohrzuckersirup, dessen Rotation der ersten Null nahe war,  $-1,51$ , in den Keller gebracht. Den folgenden 10. Oct. war die Rotation  $-71$ . Die Menge des Rohrzuckers hatte daher abgenommen. Den 30. April hatte ich einen auf die erste Null reducirten Sirup in den Keller gebracht. Den 30. Oct. hatte dieser Sirup Krümelzucker abgesetzt und seine Rotation war  $-121$  geworden. Es fragt sich, ob reiner Rohrzuckersirup mit der Zeit dieselbe Umwandlung erleiden würde.

Zeit, wenn der Sirup fast erschöpft war, so erkannte ich ihn kaum. Er erfordert eine besondere Untersuchung.

#### Anwendungen.

Aus den zuerst angeführten Versuchen geht hervor, dass Wasser auf den Rohrzucker nach Art einer verdünnten Säure reagirt, indem es seine Umwandlung in nicht krystallisirbaren Zucker bewirkt, welcher sich wiederum zersetzt, indem er färbende Substanzen und später eine unlösliche kohlige braune Substanz erzeugt. Es bleibt zugleich eine Zuckersubstanz zurück, welche, wie der Rohrzucker, ein Rotationsvermögen nach rechts, aber ein weit schwächeres als dieser hat, und die beim Zusammentreffen mit Säuren keine Rotation nach links annimmt.

Bei den industriellen Verfahrungsarten zur Ausziehung oder Raffinirung des Zuckers gehen die Veränderungen niemals weit genug, um den ersten Zeitpunkt zu erreichen, den, wo der Sirup zum ersten Male auf den Nullpunct kommt.

Die Existenz des nicht krystallisirbaren Zuckers in dem Zuckerrohre und der Runkelrübe ist zum wenigsten problematisch. Wenn er nicht existirt, so kann der Kalk nur dazu beitragen, seine Bildung zu hindern. Existirt er aber, so äussert der Kalk, wie die anderen Alkalien, den übelsten Einfluss.

Hauptsächlich während der Ausziehung des Saftes in der Zeit, welche verfliesst, ehe er genug erwärmt werden kann, entsteht der nicht krystallisirbare Zucker durch die Gährung. „Man muss sich beeilen, das Rohr auf die Mühle zu bringen und den rohen Zuckersaft über das Feuer“ sagt Guignot (*Ann. de la Martinique. 1839*). „Je langsamer diese Arbeiten vor sich gehen, desto mehr zersetzt sich der Saft und giebt einen Ueberschuss von nicht krystallisirbarem Zucker. Auf diesen Punkt muss hauptsächlich die Aufmerksamkeit der Fabricanten gerichtet werden. Ein wenig Kalk zum Saft zuzusetzen, sobald er aus der Presse kommt, würde ohne Zweifel vortheilhaft sein.“

Die Raffineure wenden Zucker an, welcher eine Portion nicht krystallisirbaren Zucker enthält. Ihre Kunst besteht darin, die möglichst grösste Menge von krystallisirtem Zucker daraus zu erhalten, die möglichst wenigste Melasse zurückzulassen und

zu erzeugen. Wir wollen untersuchen, wech die Verbesserungsversuche gerichtet sein müssen.

*Raffiniren des Rohrzuckers.* Ich verdanke die Produkte, mit denen ich die Operation vornahm, der Güte von Benjamin Delessert. Sie wurden seiner Raffinerie zu Passy entnommen, wo das Kochen des Sirups im luftleeren Raume vorgenommen wird.

1) Ich beobachtete einen Sirup, der aus einem Gemenge von Rohrzucker aus Martinique und Guadeloupe bereitet war. Seine Dichtigkeit war 1360, sein Rotationsvermögen +54r. Derselbe Sirup wurde, als er aus dem Apparate zum Kochen im luftleeren Raume gebracht wurde, durch Wasser auf seine erste Dichtigkeit 1360 zurückgebracht. Sein Rotationsvermögen war noch +54r.

2) Der grüne Sirup \*) , welcher von der vorigen Operation herkam (in der Fabrik würde er Lumpenzucker geliefert haben), hatte eine Dichtigkeit von 1360, ein Rotationsvermögen von +64r. Da nach dem Kochen der Sirup wieder auf seine erste Dichtigkeit gebracht worden war, so betrug sein Rotationsvermögen 60,8. Er hatte sich nicht verändert.

3) Der aus dem Lumpenzucker der vorigen Operation gewonnene grüne Sirup hatte eine Dichtigkeit von 1398 und ein Rotationsvermögen von +57r. In der Fabrik würde er Vergoisse gegeben haben. Als er nach dem Kochen im luftleeren Raume auf die Dichtigkeit 1398 zurückgebracht worden war, betrug sein Rotationsvermögen +56r.

4) Die Melasse, welche von der vorigen Operation zurückblieb, wurde durch Kohle entfärbt. Ihr Rotationsvermögen betrug +40r. Sie wolte durchaus keine Krystalle geben.

Eine andere Melasse, welche ich zu einer andern Zeit von Benj. Delessert erhielt, zeigte gleichfalls +40r. Die Herren Say und Dumeril stellten mir eine andere zu, die gleichfalls aus Rohrzucker bereitet war. Sie zeigte +38,6r.

Aus dieser Reihe von Versuchen ist man berechtigt, folgenden Schluss zu ziehen:

\*) In der Fabrik nennt man grünen Sirup den, welcher von selbst ausfließt, wenn man die Formen, in welchen der Zucker krystallisiert hat, öffnet.



In einer gehörig geleiteten Raffinerie und bei einer regelmässigen Operation erzeugt man sehr wenig nicht kristallisbaren Zucker. Die Arbeit bewirkt, so zu sagen, nur, dass er in dem Rohrzucker fertig gebildet, nicht kristallisirbare Zucker in der Melasse concentrirt wird. Die Melasse enthält zur Zeit, wo sie in den Handel kommt, noch sehr viel kristallisirbaren Zucker.

*Raffiniren des Runkelrübenzuckers.* Dem Herrn Say und Dumeril verdanke ich die Mittel, die folgenden Versuche anzustellen. Der Sirup, wovon bald die Rede sein wird, wurde in ihrer Raffinerie von Austerlitz bereitet, wo das Concentriren des Sirups im luftleeren Raume vorgenommen wurde. Die Operation geschieht nicht mit ganz derselben Regelmässigkeit wie bei dem Rohrzucker, weil bei der Arbeit die Sirupe von verschiedenen Operationen entweder mit einander oder mit Rohrzucker gemengt werden. Im Allgemeinen sind die Resultate nicht weniger schlagend.

1) Ein Sirup von rehem Runkelrübenzucker hatte vor dem Kochen, zur Zeit, als er in den Abdampfkessel gebracht wurde, eine Dichtigkeit von 1286 und ein Rotationsvermögen von  $+63r$ . Als nach dem Kochen der Sirup wieder auf dieselbe Dichtigkeit gebracht worden war, hatte er sein Rotationsvermögen nicht geändert.

2) Ein Sirup, aus  $\frac{4}{5}$  Rohrzucker und  $\frac{1}{5}$  des Sirups bereitet, welcher während des zweiten Terrirens und während des Abtropfens der Brode nach dem Terriren ausgeflossen war, hatte vor dem Kochen eine Dichtigkeit von 1300 und ein Rotationsvermögen von  $+62,5r$ . Als derselbe Sirup nach dem Kochen auf seine erste Dichtigkeit zurückgebracht wurde, hatte er ein Rotationsvermögen von  $68r$ .

3) Die dritte Beobachtung wurde an einem Sirup vorgenommen, welcher aus  $\frac{1}{3}$  Vergewisse und  $\frac{2}{3}$  Sirup bereitet war, der aus dem Lumpenzucker ausfloss und aus grünem Sirup und Sirup bestand, der während des ersten und zweiten Terrirens und während des Abtropfens ausgeflossen war. Dieser Sirup hatte zur Zeit, als er in den Abdampfapparat gebracht wurde, eine Dichtigkeit von 1264 und ein Rotationsvermögen von  $+48,38r$ . Als nach dem Kochen der Sirup auf die Dichtigkeit von 1264 zurückgebracht worden war, lenkte er um  $+48r$  ab.

4) Die vierte Beobachtung wurde an einem Sirup angestellt, welcher aus  $\frac{1}{8}$  Rohrzucker und  $\frac{5}{8}$  Sirup bereitet war, welcher von 4 Cassons herrührte und aus grünem Sirup und Sirup von dem ersten Terriren bestand. Die Dichtigkeit betrug vor dem Kochen 1291 und die Rotation  $+55,7r$ . Als nach dem Kochen die Dichtigkeit auf 1291 wieder gebracht wurde, war das Rotationsvermögen  $+55r$ .

5) Der angewandte Sirup kam von dem Waschen der Formen her, in welchen der Sirup des ersten Sudes krystallharrte. Seine Dichtigkeit war 1280, die Rotation  $+42,5r$ . Seine Rotation nach dem Kochen war  $+42r$ .

6) Sirup, welcher von Bastard herrührte, hatte eine Dichtigkeit von 1274 und ein Rotationsvermögen von  $+62r$ . Nach dem Kochen und für dieselbe Dichtigkeit war das Rotationsvermögen  $+57,2r$ .

7) Ein anderer aus Bastard ausgeflossener Sirup hatte vor dem Kochen eine Dichtigkeit von 1298 und ein Rotationsvermögen von  $+43r$ . Nach dem Kochen war es  $+42r$ .

8) Eine Melasse von der Raffination hatte eine Abweichung von  $+54r$ . Eine andere Melasse hatte  $+46,8r$ .

Auch hier finden wir, dass bei dem Raffiniren des Runkelrübenzuckers, wie bei dem des Rohrzuckers, wenig nicht krystallisirbarer Zucker erzeugt wird.

Bei den vorigen Versuchen hatte ich die Operation mit Sirupen vorgenommen, welche dem Klären durch Blut und dem Raffiniren durch Thierkohle unterworfen worden waren. Ich wollte die Veränderungen kennen lernen, welche diese beiden Operationen bei dem Zucker hätten bewirken können. Ich stellte daher folgenden Versuch an:

Ein Sirup war in der Raffinerie von Say und Dumeril aus 7 Th. Rohrzucker von Runkelrüben und 1 Th. Sirup befeuchtet worden, welcher von dem zweiten Terriren der Zuckerbrode von 4 Formen und von dem Abtropfen dieser Brode herrührte. Dieser Sirup hatte eine Dichtigkeit von 1214 und ein Rotationsvermögen von  $+65r$ .

Ich bereitete einen Sirup in der Kälte aus denselben Substanzen und in denselben Verhältnissen und einer Menge von Wasser, welche hiesichte, um ein Product von der Dichtigkeit 1214 zu erhalten. Ich fand bei diesem Sirup ein Rotations-

Rotationsvermögen von  $+66,4^{\circ}$ . Dabar hatte die fabrikmässige Operation des Klärens und Raffinirens den Sirup nicht merklich verändert.

Die jetzt üblichen Verfahrensarten des Raffinirens sind daher sehr befriedigend, wenn bei der Fabrication kein Zufall eintritt. Sie geben 4—5 Th. Melasse für blinde Carbonsäde von Rohrzucker, und immer eine grössere Menge für Runkelrübenzucker. Dass die Melasse von Runkelrüben, ungeachtet der grössern Sorgfalt, die man darauf verwendet, um sie zu erschöpfen, immer reicher bleibt an krystallisierbarem Zucker, erklärt sich ganz natürlich aus der grossen Menge von Kochsalz, das sie enthalten und das mit dem Zucker eine sehr lösliche und sehr schwer krystallisirbare Verbindung bildet.

Es bleibt noch zu erwägen übrig, zumal da es den allgemein angenommenen Vorstellungen entgegen ist, die geringe Veränderung, welche der Zucker während der Operationen des Raffinirens erleidet. Während wir bei der unausgesetzten Einwirkung der Wärme allen Rohrzucker und allen ihm folgenden Zucker nach einander haben zerstreuen können; bleibt die Melasse der Fabriken immer von dem ersten Ziele sehr entfernt und enthält eine sehr grosse Menge von krystallisierbarem Zucker.

Der in der Melasse enthaltene Rohrzucker scheidet sich nicht in Krystallen ab, er bleibt in die ihn begleitenden Substanzen eingehüllt zurück. Der flüssige Zucker, die färbenden Substanzen und die Salzsubstanzen tragen alle zugleich zu diesem Resultate bei. Der Einfluss des nicht-krystallisierbaren Zuckers zeigt sich bei folgendem Versuche, welcher auch beweist, dass er nicht allein wirksam ist, um die Krystallisation zu verhindern.

Ich machte Gemenge von sehr gekochtem Sirup aus Zuckerröhr und von Sirup aus nicht-krystallisierbarem Zucker, der aus der Reaction der Schwefelsäure entstand, in angemessenen Verhältnissen, um Sirupe zu erhalten, die das Rotationsvermögen nach rechts von  $37^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $0$  hatten. Nachdem diese Sirupe in verschlossene Gefässe und in einen Trockenschrank gebracht worden waren, unter Umständen, die ihrer Krystallisation günstig waren, so gaben die beiden ersten in einigen Tagen Zuckerkryalle. Der dritte gab Anzeigen von Krystallisation, die beiden letzten krystallisirten nicht. Dabar hie-

der, ein Gemenge von flüssigem Zucker die Krystallisation des Rohrzuckers. Aber die Melassen hörten auf, Krystalle zu geben, als directe Gemenge von demselben Gehalte deren noch gaben.

Ich stellte noch folgenden Versuch an:

Ich setzte Sirup von Rohrzucker der Wärme des Salzbadens bei Ausschluss der Luft aus. Je nachdem die Zersetzung vorschritt, nahm ich nach und nach Proben heraus, die eine Abweichung nach rechts von 58°, 32°, 23°, 15°, 0 hatten. Ich entfärbte sie, indem ich sie durch gereinigte Thierkohle filtrirte, und brachte sie auf eine angemessene Consistenz. Die beiden ersten Sirupe gaben allein Krystalle.

Der Einfluss der Salze ist hinreichend durch die Vergleichung dargethan worden, welche ich zwischen den Melassen von Rohrzucker und denen von dem Saft der Bunkelrüben anstellte. Letztere, die reicher an Salzen sind, halten immer eine grössere Menge von Rohrzucker zurück, welcher nicht krystallisiren kann.

Man konnte sehen, dass das jetzige System des Raffinirens hinreichend ist. Seine ankünftige Vervollkommnung wird auf einem der drei folgenden Punkte beruhen.

Ein Verfahren aufzufinden, welches gleich anfangs dem Rohrzucker die färbenden Substanzen, die Salze und den darin befindlichen nicht krystallisirbaren Zucker entzieht, so dass die Operation auf eine blosse Auflösung und Krystallisation reducirt wird. Desroche hatte schon zu diesem Zwecke die Anwendung von Alkohol versucht.

Ein Verfahren aufzufinden, welches die Krystallisation des Vergaïse und besonders des Bastardzuckers erleichtert.

Noch wichtiger ist es, zu verhindern, dass niemals zu irgend einer Epoche der Krystallisation der Zucker mit Säuren in Berührung bleibt. Dieser Umstand tritt nur zu oft bei der Fabrication ein. Der Rohrzucker selbst ist schwach sauer. Verdünnte Sirupe werden unter dem Einflusse der thierischen Substanz, welche das Klären mit Eiweiss hineingehrahrt hat, sauer. Die wieder wirksam gemachte Thierkohle hat ein wenig von der zu ihrer Reinigung angewandten Säure zurückgehalten. In beiden Fällen nimmt die Menge des nicht krystallisirbaren Zuckers zu und der zum Sirup zugesetzte Kalk kann die Reaction der Säure verzögern, aber er hebt das einmal angeordnete Uebel

nicht wieder auf und beschleunigt wiederum die Zerlegung.

Die Schätzung des wirklichen Werthes der Rohrzuckerarten, d. h. der Menge krystallisirten Zuckers, den man möglicher Weise bei der Fabrication daraus ziehen kann, hat die ganze Aufmerksamkeit der Raffineure auf sich gezogen. Sie sind dabei noch genöthigt, sich an äussere Charaktere zu halten, durch die sie oft getäuscht werden. Biot schlug vor, sich Zedrich zur Circularpolarisation zu nehmen. Indem man eine bekannte Menge von Rohrzucker in Wasser auflöst und das Rotationsvermögen der Flüssigkeit bestimmt, hält man den Rohrzucker für um so reiner, als die Abweichung sich mehr der des reinen Zuckers nähert. Aber die Lösung dieser Aufgabe besteht nicht in der Einfachheit, welche man ihr beim ersten Blick beilegt, denn der Unterschied zwischen dem Rotationsvermögen des reinen Zuckers und des Rohrzuckers rührt von zwei Ursachen her, von der Anwesenheit des Wassers, wodurch die wirkliche Menge des Zuckers vermindert wird, ohne seiner Reindigung zu schaden, und von der Anwesenheit des nicht krystallisirbaren Zuckers, welche eine Rotation in umgekehrter Richtung von der des Rohrzuckers bewirkt und deren Einfluss auf eine verderbliche Weise an dem Reichthume des Productes sich fühlbar machen muss. Nun ist es aber bei der Schwächung des Rotationsvermögens eines Rohrzuckers unmöglich, den Antheil, welchen jede der beiden dem Zucker fremdartigen Substanzen, die auf eine so verschiedene Weise auf die Operation des Raffinirens Einfluss haben müssen, daran nimmt, zu erkennen. Ich stellte einige Untersuchungen an, um zu einem bessern Verfahren zu gelangen. Bis jetzt sind aber meine Versuche fruchtlos gewesen. Ich suchte auch ein leichtes Verfahren auf, welches den Raffinaduren und besonders den Sirupfabricanten gestattet, sich vor einem Betruge zu sichern, der sehr gewöhnlich zu werden anfängt. Es handelt sich von der Verfälschung der Cassonaden mit Stärkezucker. Er wird besonders bei Cassonaden begangen, welche die letzten Producte des Raffinirens bilden. Der Zuckergeruch wird geschwächt, ohne dass der Consument es leicht gewahr werden kann, indem der widrige Geschmack des Stärkezuckers durch den stärkern Geschmack des nicht raffinirten Zuckers maskirt wird.

Wenn man eine Verfälschung des Rohrzuckers durch Stärke-

Zucker vermüthet, 1 Th. Rohrzucker mit  $\frac{1}{2}$  Th. Alkohol von  $70^\circ$  zusammenbringt, die 24—48 Stunden in einem Keller bei einer Temperatur von  $15^\circ$  zusammenlässt, wobei man die Flüssigkeit gebraucht, sie mehrmals des Tages zu schütteln, und man nachher den alkoholometrischen Grad der Lösung bestimmt, so leicht es, wenn dieser Grad  $10^\circ$  nahe kommt oder noch tiefer ist, sehr wahrscheinlich, dass der Zucker verfälscht ist. Der Rohrzucker giebt  $30^\circ$ , der Stärkezucker  $48^\circ$ , die von den Kaufleuten angewandten Rohrzuckersorten  $23^\circ$  bis  $26^\circ$ . Durch  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker fällt die Lösung gegen  $10^\circ$ . Der Versuch lässt sich aber auf gefärbte und nicht krystallisirbaren Zucker enthaltende Zuckersorten nicht anwenden.

Ich hatte zu demselben Zwecke die Reduction der Kupferoxyde versucht und ich hatte noch nichts Befriedigendes erhalten, als ich Kenntniss von dem Verfahren von Trommer erhielt. Es gelang mir eben so wenig. Ich will aber meine Versuche anführen, weil sie eine neue Thatsache darbieten und eine Verwirrung beendigen, deren Aufhören von Nutzen ist. Ich nahm jedesmal die Operation mit 5 Gr. Zucker vor, welche ich in 106 Gr. Wasser auflöste, dem ich 3 Gr. weingeliger Kalilösung zugesetzt hatte. Ich goss noch 12 Tropfen von einer mit schwefelsaurem Kupferoxyd gesättigten Auflösung zu. Es bildete sich ein Niederschlag, der sich nach einigen Augenblicken auflöste. Ich nahm die Operation mit folgenden Zuckersorten vor:

- Stärkezucker.
- Nicht krystallisirbarer Zucker.
- Honigzucker.
- Rohrzucker.
- Rohrzucker und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.
- Gefärbter Lumpenzucker.
- Lumpenzucker und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.
- Indischer Zucker.
- Indischer Zucker und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.
- Zucker von Martinique.
- Zucker von Martinique und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.
- Zucker von Guadeloupe.
- Zucker von Guadeloupe und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.
- Farinzucker.
- Farinzucker und  $\frac{1}{10}$  Stärkezucker.

Der Stärkesucker und der nicht krystallisirbare Zucker fägen sich nach 5 Minuten zu trüben, der Honigzucker nach 2 Minuten. Die Flüssigkeit wurde grün und es erfolgte ein rother Absatz von Kupferoxydul, welcher unaufhörlich zunahm.

Der Rohrzucker gab eine blaue Flüssigkeit, welche sich unverändert erhielt. Der Rohrzucker, mit Stärkesucker gemengt, nahm auch eine schöne blaue Farbe an. Erst nach Verlauf von 24 Stunden fing sich ein rother Absatz darin zu bilden an. Der Lumpenzucker verhielt sich wie das vorige Gemenge. Der Lumpenzucker, mit Stärkesucker gemengt, fing nach einer Stunde an, sich zu trüben.

Die Auflösung des indischen Zuckers war hellblau. Sie fing sich nach 65 Stunden zu trüben an. Der mit Stärkesucker gemengte indische Zucker trübte sich nach einigen Augenblicken. Nach Verlauf von 24 Stunden war die Flüssigkeit blau geblieben.

Der reine und gemengte Zucker von Martinique und Gaudeloupe nahm sogleich eine grüne Farbe an und beide trübten sich nach einer Stunde.

Der reine oder gemengte Vergeoise nahm sogleich eine schmutzig-grüne Farbe an und trübte sich 13 Minuten nach dem Mergen.

Daher verhalten sich die nicht krystallisbaren Zucker enthaltenden Zuckersorten, mit Ausnahme der Intensität der Reactionen, wie die mit Stärkesucker gemengten. Es ist daher nach dem Verfahren von Trommer unmöglich, ihre Reinheit zu erkennen. Den sehr interessanten Beobachtungen von Trommer muss man noch beifügen, dass der nicht krystallisbare Zucker sich bei der Reaction wie der Traubenzucker verhält. Es bleibt so lange unentschieden, bis Versuche darüber Aufklärung gegeben haben, welche von diesen beiden Zuckerarten der Bildung des Alkohols bei dem Acte der Weingährung vorausgeht.

Bei dem Probiren der Zuckersorten finden die Chemiker, welche diese Untersuchung vornehmen wollen, Schwierigkeiten, die sie vielleicht nicht erwarten. Sie hängen davon ab, dass die Geschichte der chemischen Eigenschaften der Zuckersorten nur wenig vorgeschritten ist. Sie werden verschwinden, je nachdem wir die unterscheidenden Charaktere der verschiedenen Zuckervarietäten besser kennen lernen.

XLIV.

Ueber verschiedene Verbindungen, das Azocinnamylhydrür, Imabenzyl etc.

Von

A. LAURENT,

(Revue scient. et industrielle. No. 31. Juillet 1849. p. 110. Im Anhang.)

Azocinnamylhydrür.

Das bei diesen Versuchen angewandte Zimmtöl wurde durch Destillation von Zimmt aus Ceylon mit Salzwasser bereitet. Sogleich nach seiner Bereitung unterwirft man es der Reaction eines Stromes von trockenem Ammoniakgase. Es wird sehr dick, es setzt sich aber nichts Festes ab. Es wurde alsdann in einem warmen Gemenge von Alkohol und Aether aufgelöst. Beim Erkalten setzten sich schöne Nadeln von Azocinnamylhydrür ab. Dieser Körper besitzt, nachdem er durch eine zweite Krystallisation gereinigt wurde, folgende Eigenschaften.

Er ist farblos, geruchlos, in Wasser unlöslich.

Er krystallirt in geraden Prismen mit rechtwinkliger Basis. Die Basis wird durch 2 rechtwinklige Flächen ersetzt, welche sich in einem stumpfen Winkel schneiden.

Er ist schmelzbar und erstarrt beim Erkalten zu einer wie Gummi durchscheinenden Masse, ohne Spuren von Krystallisation. Beim Destilliren zersetzt er sich, indem er ein Oel und eine feste Substanz giebt.

Er wird durch siedende Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzt. In Alkohol aufgelöstes Kali üsset auch keine Reaction auf ihn.

Durch siedende Salpetersäure wird er zersetzt, indem er eine in siedendem Wasser schmelzbare Substanz giebt.

0,300 gaben:

0,940 Kohlensäure,

0,175 Wasser.

0,177 gaben 11 Cb. C. Stickstoffgas bei 15° und 0,776 M = 10,7 Cb. C. bei 0° und 0,760 M.

Dies macht in 100 Theilen:



	Ber.	Gef.
$C_{12}$ = 1350	86,1	85,4
$H_{16}$ = 100	6,4	6,5
$N\frac{1}{3}$ = 117	7,5	7,6
	100,0	100,0

Diese Formel stellt das Cinnamylhydrür plus Ammoniak und etwas Wasser dar:



Die Zusammensetzung dieses Körpers ist daher der des Azobenzoylhydrürs (Hydrobenzamid) analog, er besitzt aber verschiedene Eigenschaften. So wird das Azobenzoylhydrür durch Chlorwasserstoffsäure plötzlich in Salmiak und in Benzoylhydrür umgewandelt, während das Azocinnamylhydrür diesem Agens widersteht. Es nähert sich vielmehr dem Benzhydrant, welches aus Ammoniak und rohem Bittermandelöl bereitet ist und das, wie dieses, sich durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzen lässt. Die Bildung dieser Verbindung beweist daher, dass das frisch bereitete Zimmtöl Cinnamylhydrür enthält.

#### Rechtwinkliges Benzoesäurehydrür.

Diese Verbindung wurde von Robiquet und Boutron-Charlard entdeckt, indem sie feuchtes Chlor in Bittermandelöl löseten. Ich bereitete sie später durch Behandlung dieses Oeles mit rauchender Schwefelsäure. Ich erhielt sie aber bald in einer Form (rechtwinklig), bald in einer andern (schief). Ich habe es auch durch Behandlung des Oeles mit Chlorschwefel bereitet. Das Gemenge schützt sich sehr und entwickelt Chlorwasserstoffsäure. Nach 24stündiger Ruhe werde das einge Nadela enthaltende ölige Product durch ein etwas verdünntes Gemenge von Aether und Ammoniak behandelt. Es bildeten sich drei Schichten. Die untere war eine dicke Substanz, welche hauptsächlich aus Schwefel bestand, die mittlere war eine wässrige Auflösung von Salmiak, und die obere ätherhaltige enthielt ein Gemenge von Oel und rechtwinkligem Benzoesäurehydrür in Auflösung.

#### Benzimid.

Zinin hat gezeigt, dass, wenn man Bittermandelöl der

Reaction der Blausäure und des Kali's unterwirft, man eine krystallinische Substanz erhält, die hinsichtlich einiger Eigenschaften dem Benzimid nahe kommt. Letzteres nimmt eine sehr schöne blaue Farbe an, wenn man es mit rauchender Schwefelsäure zusammenbringt, dagegen beim Zusammenbringen mit gewöhnlicher Schwefelsäure eine schöne smaragdgrüne. Die Verbindung von Zinin wird durch gewöhnliche Schwefelsäure auch grün gefärbt. Diese beiden Körper, die nicht sehr löslich in Alkohol und in Aether sind und in Nadeln krystallisiren, können jedoch nicht einer und derselbe Körper sein, wie angenommen wurde. Wirklich wandelt sich das Benzimid unter dem Einflusse der Säuren und der Basen in Ammoniak und in Benzoesäure um, während die Verbindung von Zinin unter denselben Umständen keine Veränderung erleidet.

Ich habe angekündigt, dass ich Benzimid, gemengt mit vielem Benzoin, in einer festen harzigen Substanz entdeckt hätte, welche sich bei Bereitung von Bittermandelöl einmal bildete. Später zeigte ich an, dass diese Substanz immer in den Rückständen von der Destillation des mit Kali behandelten oder nicht behandelten Oeles vorkomme. Ich habe mich überzeugt, dass in diesem letztern Falle sich nicht Benzimid, sondern wahrscheinlich die Verbindung von Zinin bildet. Sie hat alle Eigenschaften desselben, ausser dass sie in warmer Chlorwasserstoffsäure löslich ist und dass beim Erkalten nichts niedersinkt. Es findet zugleich Entwicklung einer öligen Substanz statt, welche den Geruch des Bittermandelöles besitzt. Liebig betrachtet die Zusammensetzung des Benzimids als nicht sehr wahrscheinlich. Ich weiss nicht, worauf er sich bei seinem Urtheile stützt. Ich habe genug Beispiele von Verbindungen des Imids gegeben, so dass die, welche es mit dem Benzoyl bildet, durchaus nicht überraschen darf. Sollte es darum sein, weil schon ein Benzamid existirt? Ich habe aber gezeigt, dass das Isatin, die Chlorisatinase u. s. w. beide 5 oder 6 Amid- und Imide erzeugen können.

Zinin begnügte sich, die Formel seiner Verbindung durch  $C_{46}H_{36}O_4N_4$  auszudrücken. Ich glaube, dass man diesen Körper als Bittermandelöl betrachten kann, welches den dritten Theil seines Sauerstoffes gegen sein Aeq. Cyan ausgetauscht hat, ohne seine Constitution zu verändern. Die Formel ist der des Sulf-

Azobenzoylhydrürs ganz analog, und man könnte die Verbindung von Zinin *Oxycyanobenzoylhydrür* nennen. Folgendes sind die Formeln, die ihre Constitution darstellen (Cy = 1 Aeq.).

Benzoylhydrür	$C_{14}H_{10}O_2 + H_2$	
Azobenzoylhydrür	$C_{14}H_{10}N\frac{4}{3} + H_2$	
Sulfobenzoylhydrür	$C_{14}H_{10}S_2 + H_2$	
Sulfazobenzoylhydrür	$C_{14}H_{10}S\frac{4}{2}$	} + H <sub>2</sub>
	$N\frac{4}{3}$	
Oxycyanobenzoylhydrür	$C_{14}H_{10}O\frac{4}{3}$	} + H <sub>2</sub>
	$Cy\frac{2}{3}$	
Cyanobenzoylhydrür	$C_{14}H_{10}Cy_2 + H_2$	
unbekannt.		

*Imabenzyl.*

Zinin erhielt, als er Ammoniak in eine weingeistige und siedende Auflösung von Benzyl goss, drei verschiedene Producte, Benzocäther, eine Verbindung, deren Formel  $C_{42}H_{30}O_2N_2$  ist, und eine andere, welche nicht analysirt wurde.

Seit langer Zeit hatte ich diese Reaction untersucht und bei verschiedenen Versuchen verschiedene Producte erhalten, entweder weil die Flüssigkeiten eine verschiedene Concentration hatten, oder weil die Dauer des Zusammenseins verschieden war. Aber diese Producte waren immer Gemenge. Bei einer Operation erhielt ich eine Verbindung, die mir ziemlich rein zu sein schien. Sie krystallisirte in Nadeln und wurde durch Kali zersetzt. Sie ist daher verschieden von der von Zinin, die diesem Agens widersteht.

Folgendes sind die Resultate ihrer Analyse.

0,300 gaben:

- 0,800 Kohlensäure,
- 0,150 Wasser.

0,250 gaben 14,5 Cb. C. Stickstoff, welche auf 0,760 M. und 0° reducirt wurden.

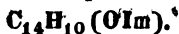
Man hat daher in 100 Theilen:

		Ber.	Gef.
$C_{14}$	= 1050,0	80,4	80,0
$H_{11}$	= 68,7	5,3	5,3
$O$	= 100,0	7,6	7,4
$N$	= 87,5	6,7	7,3
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1306,2	100,0	100,0.

Folgende Gleichung giebt von ihrer Bildung Rechenschaft:



Man kann diesen Körper als Benzyl betrachten, worin 1 Aeq. Sauerstoff durch 1 Aeq. Imid ersetzt wird:



Rechleder sagt in einer Abhandlung über die Zersetzung des Azobenzoylhydrürs durch die Wärme, dass er niemals eine Spur von den Körpern habe erhalten können, welche sich nach meiner Angabe bilden, wenn man Ammoniak mit Bittermandelöl mengt. Bei seinen Untersuchungen hat sich immer nur Azobenzoylhydrür gebildet.

Mir ist es nur einmal gelungen, eine sehr geringe Menge dieses Hydrürs zu bilden, als ich mich des rohen Oeles bediente, und bei 12 oder 15 Versuchen habe ich beständig Gemenge von Benzhydramid, Azobenzoyl, Benzoylazotid u. s. w. erhalten, und zwar, wenn ich mich des Oeles bediente, das ich mir selbst bereitet, oder welches ich bei verschiedenen Kaufleuten gekauft hatte. Ich habe schon an anderen Orten von der grossen Anzahl von Producten und von der Veränderlichkeit der Resultate gesprochen, die man bei der Behandlung dieses Oeles mit Chlor, oder Schwefelsäure, oder Ammoniak und Schwefelwasserstoff-Ammoniak erhält. Ich hatte ein Oel, welches mir bei 5 oder 6 Versuchen beständig Sulfobenzoylhydrür gab. Seitdem ist es mir nicht möglich gewesen, um eine über die Producte und die Zersetzung dieses Hydrürs angefangene Arbeit zu vollenden, es ein einziges Mal zu bereiten, indem ich mich eines andern Oeles bediente.

#### Suberamid.

Suberinsaures Methyloxyd, mit Ammoniakflüssigkeit zusammengebracht, verwandelte sich nach mehreren Tagen in eine weisse krystallinische Substanz. Mit Ammoniakflüssigkeit und dem suberinsauren Aethyloxyde bildete sich nichts. Würde aber ein Strom von Ammoniakgas in eine Auflösung dieses Aethers in absolutem Alkohol geleitet, so bildete sich eine geringe Menge eines dem vorigen ähnlichen krystallinischen Absatzes. Um diesen neuen Körper zu reinigen, wäscht man ihn mit ein wenig Alkohol, nachher löst man ihn in der Wärme in dieser Flüssigkeit auf und lässt ihn krystallisiren. Ich habe diese

§14 Laurent, üb. Azocinnamylhydrat, Imabenzyl etc

Verbindung nicht analysirt, welche wahrscheinlich ein Amid oder ein Imid der Suberinsäure ist.

*Camphoramid.*

Wenn man einen Strom von trockenem Ammoniakgas in eine Auflösung der wasserfreien Camphersäure in absolutem Alkohol leitet, so erhitzt sich die Flüssigkeit ziemlich stark, und beim Abdampfen erhält man eine sirupartige Substanz, die in Wasser unlöslich ist. Chlorwasserstoffsäure zersetzt diese Substanz in der Kälte nicht, während Kali Ammoniak darauf entwickelt und camphersaures Kali sich bildet. Es ist daher wahrscheinlich auch ein Camphoramid oder Camphorimid.

*Adipinsäure.*

Bromeis fand, indem er diese Säure untersuchte, dass sie dieselbe Zusammensetzung hat wie die, welche ich angegeben hatte. Nach diesem Chemiker aber würde ihr Atomgewicht von dem von mir angenommenen verschieden sein. Er betrachtet sie als eine zweibasische Säure, deren Formel in den Salzen  $= C_{14}H_{18}O_7 + 2MO$ . Er hat das Silbersalz und das Barysalz untersucht, und aus Mangel an Substanz hat er darauf Verzicht geleistet, diese Säure einer tiefern Untersuchung zu unterwerfen. Ich habe diesen Gegenstand vergenommen und folgende Salze untersucht:

*Adipinsäures Silberoxyd.* 0,500 wessen beim Glühen 0,285 metallisches Silber zurück.

	Ber.	Gef.
$C_{14}H_{18}O_7 \frac{1}{2} = 931$	—	—
O = 100	—	—
Ag = 1351	56,72	57,60
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2382	100,00.	

*Adipinsäures Bleioxyd.* 0,500 gaben b. Glühen 0,302 Bleioxyd,

0,500 — — — 0,303 —

	Ber.	Gef.
Ad = 931	40,05	—
PbO = 1394	59,95	60,40 u. 60,60
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2325	100,00.	

*Adipinsäurer Kalk.* Dieses Salz wurde durch Mangan des

adipinsäuren Ammoniak mit Chlorcalcium und durch Fällen des Kalksalzes vermittelst Alkohols bereitet.

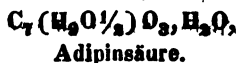
0,500 verloren 0,042 Wasser bei 100° im luftleeren Raume und gaben mit Schwefelsäure 0,310 schwefelsauren Kalk, welche 0,1287 Kalk enthielten. Dies macht auf 100 Theile:

	Ber.	Gef.
Ad = 931,0	66,57	65,89
CaO = 356,0	25,48	25,74
H <sub>2</sub> O = 112,5	8,00	8,40
	100,00	100,00

Adipinsaurer Strontian. Dieses Salz, welches in mikroskopischen Nadeln krystallisirte, wurde wie das vorige bereitet. 0,500 verloren 0,042 im luftleeren Raume bei 130°.

	Ber.	Gef.
Ad + St O = 1578,0	—	—
3/2 H <sub>2</sub> O = 168,7	9,6	9,2
	100,0	100,0

Ich untersuchte in einer vorstehenden Abhandlung, ob die Säuren von den Gattungen der letzteren als zweibasische Säuren betrachtet werden müssten. Bei Vergleichung der Eigenschaften und der Krystallform der Phtalinsäure, Dragonsäure mit der der Nitrophtalinsäure, Nitrodragonsäure u. s. w. wurde ich darauf geleitet, alle diese Verbindungen als einbasische Säuren zu betrachten, ungeachtet der halben Aequivalente gewisser Körper, die sie enthalten. Wenn man die Zusammensetzung der Adipinsäure mit der der Pimelinsäure vergleicht, so sieht man, dass diese die erstere erzeugt, indem sie H gegen 1/2 O austauscht.



Nun sind aber die Eigenschaften dieser beiden Säuren einander so ähnlich, dass es einer grossen Aufmerksamkeit bedarf, um sie von einander zu unterscheiden und sie von einander abzuschneiden. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass ihre Constitution ebenfalls ähnlich ist. Indessen könnte der adipinsäure Strontian auf die Ansicht leiten, dass seine Säure zweibasisch ist, weil sie in der Formel, die ich ihr gegeben habe, 1/2 Aeq. Wasser enthält. Wenn aber 1/2 Aeq. Sauerstoff in der Säure

## 316 Laurent, üb. Azocinnamylhydrat, Imabetyl- etc

existiren kann, warum könnte nicht  $\frac{1}{2}$  Aeq. Wasser in dieses Salz eingehen?

### Lipinsäure.

Ich habe die Zusammensetzung dieser in Wasser krystallisirten Säure durch die Formel  $C_5H_4O_4 + H_2O$  dargestellt. Ich habe aber gezeigt, dass ihr Atomgewicht nicht bestimmt worden war. Diese Säure verflücht beim Destilliren  $H_2O$  und giebt eine sublimirte Verbindung, die ich als wasserfreie Lipinsäure betrachtet habe. Seitdem habe ich das Silbersalz und das Barytsalz untersucht und gebe hier die erhaltenen Resultate.

0,596 lipinsaures Silberoxyd liessen beim Glühen einen Rückstand, der 0,375 wog.

	Ber.	Gef.
$C_5H_4O_3 = 700$	—	—
$O = 100$	—	—
$Ag = 1351$	62,8	67,9
	<hr/>	<hr/>
	2151	100,0

0,328 krystallisirter lipinsaurer Baryt verloren nichts im luftleeren Räume bei  $140^\circ$  und liessen beim Glühen 0,744 kohlen-saures Salz, die 0,1893 Baryt enthielten.

	Ber.	Gef.
$LP = 500$	—	—
$BaO = 956$	57,7	57,7
	<hr/>	<hr/>
	1656	100,0

Die Formel der in Wasser krystallisirten Säure ist daher  $C_5H_4O_3 + 2H_2O$ .

Die der sublimirten Säure  $C_5H_4O_3 + H_2O$ .

Die der Säure in den Salzen  $C_5H_4O_3 + MO$ .

Die sublimirte Säure ist isomerisch mit der Itaconsäure.

### Amniensäure.

In einer Terpentinfabrik in den Umgebungen von Bordeaux bewahrt man diese Flüssigkeit in Zinkkästen auf. Die Deckel dieser Kästen sind mit kleinen weissen körnigen Krystallen belegt, welche man durch Waschen mit Terpentinöl entfernen kann. Sie werden durch Anfeuchten mit Aether und Alkohol gereinigt.

Diese Krystalle sind sehr glänzend, bedeckt mit einer Menge

von Flächen, die aber zu klein sind, als dass man ihre Form bestimmen könnte. Reagentien zeigen darin die Anwesenheit von Ameisensäure, Wasser und Zinkoxyd.

0,500 verloren 0,095 bei 100° im luftleeren Raume und liessen beim Glühen 0,311 Zinkoxyd. Dies macht in 100 Th.:

	Ber.	Gef.
Fo = 462,5	38,5	38,8
Zn O = 514,0	42,7	42,2
2H <sub>2</sub> O = 225,0	18,8	19,0
	100,0	100,0

(Dass die im Terpentinöl sich bildende freie Säure Ameisensäure ist, hat bekanntlich bereits W e p p e n nachgewiesen. *Ann. d. Chem. u. Pharm. XLI. 294.* D. Red.)

### Zusatz.

Die vorstehende Abhandlung des Hrn. Laurent schliesst mit einem Capitel, welches die Ueberschrift führt: „*Essence de Sabine*“, in welchem jedoch sehr wenig über das Sadebaumöl vorkommt. Der Verf. erzählt, dass er vor mehreren Monaten eine Abhandlung über verschiedene Gegenstände, unter anderen über das Sadebaumöl, an die Academie und die *Ann. de chim.* gesandt habe; diese Abhandlung, wie alle übrigen, sei verlegt worden, das Resultat seiner Analyse aber sei in mehrere Journale übergegangen. Er habe gefunden, dass das Oel dieselbe Zusammensetzung und denselben Siedepunct besitze wie das Terpentinöl.

Der übrige Inhalt des Capitels besteht aus Reclamationen, zu welchen der Verf. durch Liebig's Bearbeitung des Geiger'schen *Handbuches der Pharm.* veranlasst wird. Von ihm, erklärt er, und nicht von Rose und Trommsdorff ist die Analyse der Pininsäure, von ihm und nicht von Mitscherlich die Entdeckung des Productes von der Zersetzung des Benzinchlorürs durch Kall, von ihm und nicht von Regnault die Analyse des Körpers, welche er *hydrochlorate de chloréthérise* genannt hat. Weit grössere Irrthümer (*des erreurs plus graves*) finden sich in dem Capitel Indigo. Liebig hat Hrn. Laurent zufolge sehr unrecht gethan, bei den Analysen der Indigoverbindungen meinen Namen neben dem des Hrn. Laurent zu nennen. Alle den Indigo betreffenden Entdeckun-



gen sind mit von Hrn. Laurent. Dieses Lieblingsstern in Hrn. Laurent bereits eben so gründlich als witzig in der *Ann. de chim. et de phys.* Dec. 1841. p. 367 behandelt, so wie in einer kürzlichen Notiz im *Journ. de pharm.* 3. Ser. Mai, welche von Liebig in den *Ann. der Chem. u. Pharm.* Juni 1842 einer Beleuchtung gewürdigt worden ist, die mich jeder Antwort überhebt.

Am Schlusse des Artikels über das Sadebaumöl giebt der Verf. zu verstehen, dass eine seiner verloren gegangenen Abhandlungen von einem andern Chemiker benutzt worden sei!

Erdmann,

### LXV.

#### *Geschmolzene Verbindung von Kieselerde und Kohle.*

Prater (*Phil. Mag.* Jan. 1842) giebt an, dass er eine geschmolzene Verbindung von Kieselerde und Kohle durch zwei- oder dreistündiges heftiges Glühen (fast Weissglühen) eines Gemenges von 5 oder 6 Vol. Kieselerde mit 1 Vol. Kohle unter Kreide oder Sand erhalten habe. Die angewandte Kieselerde war etwas kalihaltig, was die Schmelzung erleichterte; der Verf. glaubt aber, dass auch die Kohle wirklich geschmolzen gewesen sei. Die Masse bildete ein schwarzes Glas, das keine Spuren eines schwarzen Pulvers zeigte. Flusssäure so wie starke heisse Kallauge lösen die Kieselerde auf und die Kohle fällt als schwarzes Pulver nieder. Mit Graphit wurde derselbe Erfolg erhalten.

### XLVI.

#### *Bereitung von Sauerstoffgas.*

Balmann empfiehlt, das Sauerstoffgas aus doppelt-chromsaurem Kali mit Schwefelsäure zu entwickeln. Eine Mischung von 3 Th. doppelt-chromsaurem Kali und 4 Th. gewöhnlicher Schwefelsäure wird in einer geräumigen Retorte gelinde erwärmt, wobei sie reines Sauerstoffgas giebt, dessen Entwicklung sich leicht reguliren lässt. Die Darstellung soll wohl-

feiler sein als mit chlorsaurem Kalk, da 2 Th. chromsaures Kalk so viel Sauerstoff liefern als 1 Th. chlorsaures Kalk, während das letztere etwa dreimal so theuer ist als ersteres. Ueberdies hat der Rückstand einen Werth. (Phil. Mag.)

---

**XLVII.**

**Basisch-schwefelsaures Quecksilberoxyd.**

Da die Angaben über die Zusammensetzung des basisch-schwefelsauren Quecksilberoxyds, welches unter dem Namen *mineralischer Turpeth* bekannt ist, abweichen, so hat Kane eine neue Untersuchung desselben vorgenommen. Er fand die von Berzelius aufgestellte Formel  $\text{SO}_2 + 3\text{HgO}$  bestätigt.

(Phil. Mag. July 1842.)

---

**XLVIII.**

**Literarische Nachweisungen.**

*Ann. der Chemie u. Pharm. Von Wöhler u. Liebig. Juli 1842.*

*Ueber die Analyse der Ochsen-galle etc. Von Berzelius.*

*Ueber die Einwirkung des Phosphors auf Aceton. Von Zeise.*

*Untersuchungen über die Zersetzungsproducte der Schwefelblausäure. Von Völckel.*

*Bemerkungen über die organ. Radicale. Von Dr. Schiel.*

*Ueber eine neue Platinverbindung. Von Knop.*

*Ueber d. Zusammensetzung des Schleimes. Von Kemp.*

*Doppelsatz von schwefelsaurem Blei mit schwefelsaurem Ammoniak.*

*Diesesben. Aug. 1842.*

*Ueber die Anwendung des Cyankaliums in der chem. Analyse. Von J. Haidlen u. R. Fresenius.*

*Vorläuf. Notiz über eine neue Methode, die Metalle aus ihren Auflösungen als Schwefelmetalle abzuscheiden und von einander zu trennen. Von Dr. Himly.*

*Untersuchung des in der Nähe von Giessen vorkommenden Brausteines. Von Dr. Eitling.*

*Ueber das Sanguinarin. Von Dr. Schiel.*

*Ann. d. Phys. u. Chem. Von Poggendorff. 1842. No. 8.*

*Einige Bemerkungen über das unsichtbare Licht. Von Moser.*

*Dieselben. No. 9.*

*Sapazit und Basit, zwei neue Mineralien. Von Swanberg. (Uebersetzung.)*

*Repertorium der Pharm. Von Buchner. Bd. XXVIII. Heft 1.*

*Analyse des jodhaltigen Mineralwassers von Hall in Oberösterreich. Von Buchner jun.*

*Ueber das Ononin. Von H. Reinsch.*

*Anwendung der Weinsteinsäure statt der Schwefelsäure zur Alkalimetrie. Von Wittstein.*

*Ueber die Darstellung des kohlensauren Lithions. Von Demselben.*

---

• L i t e r a t u r .

*Lehrbuch der physiol. Chemie.) Von Dr. R. F. Marchand, Privatdocenten der Chemie an der Univ. zu Berlin. 2. Lief. Berlin, Verlag von M. Simon. 1842. 8. Bog. 9—16. (Die Schlusslieferung ist unter der Presse.)*

*Anleitung zur Experimentalchemie. Von Dr. W. G. Hankel, Privatdocent an d. Universität u. Lehrer an der Realschule zu Halle. Mit 1 Kupfertaf. Halle, Eduard Anton. 1842.*

*Handbuch der Physik etc. Von Joh. Ph. Neumann, Prof. am k. k. polytechn. Institute in Wien. 1. Bd. Dritte, zu einem durchaus neuen Werke umgestalt. Aufl. Mit 7 Kupfertaf. Wien, b. Gerold. 1842.*

*Kurzgefasstes Lehrbuch der Chemie in Bezug auf Landwirthschaft etc. Von Dr. Bruhn, Director einer Lehr- u. Bildungsanstalt für ausgehende junge Landwirthe zu Dresden. 1. Abtheil. Die unorgan. Chemie. Dresd. u. Leipzig, Arnold'sche Buchhandl. 1842.*

*Handbuch der theoret. Chemie. Von Leopold Gmelin. 4. Aufl. 1. Bd. 3., 4. u. 5. Lief. Heidelberg, bei K. Winter. 1842.*

*Vollständ. Taschenbuch der theoretischen Chemie, zur schnellen Uebersicht u. leichten Repetition bearb. von Dr. C. G. Lehmann. Zweite, wesentlich verm. u. verm. Aufl. Leipzig, bei F. Volckmar. 1842.*

*De concretionibus alvinis et Ptyolithis, Cholelithis, Cystolithis. Commentatio, quam — in alma academia Fridericiana Halensi pro facultate legendi — defendet Carolus Steinberg, Phil. Dr. Halis.*

*Observationes quaedam de diabete mellito. Dissertatio inauguralis, quam etc. publice defendet Carolus Liman. Halis 1842.*

---

## Ueber die chemischen Typen.

Von

J. DUMAS und PIRIA.

Fünfte Abhandlung \*).

(Ann. de chim. et de phys. Juillet 1848\*\*.)

Unter den Verhandlungen, welche in der letztern Zeit über die Gesetze in der organischen Chemie geführt worden sind, ist unstreitig diejenige von höchstem Interesse, welche sich auf die Proportion des Sauerstoffes, die ein organischer Körper enthalten kann, und auf die Rolle, die dieser Sauerstoff hierbei spielt, bezieht.

Einer von uns hat schon vor längerer Zeit über diesen Gegenstand seine Ansichten ausgesprochen. Er glaubt, dass der Sauerstoff unter den Gasen einer von den Körpern ist, der bei der Vereinigung mit anderen Körpern am meisten geneigt ist, nicht flüchtige Verbindungen zu bilden. Wenn man die Chlorüre und die Oxyde der Metalle vergleicht, so findet man in der That, dass die ersteren immer weit flüchtiger als die ihnen entsprechenden Oxyde sind. Verbindet sich ein Metall mit Sauerstoff, so verliert es gewöhnlich von seiner Flüchtigkeit. In dem Maasse, dass die Zahl der Sauerstoffatome in einer unorganischen Verbindung sich vergrössert, sieht man ihre Flüchtigkeit sich schnell verringern. Da es nun eine grosse Menge organischer Verbindungen giebt, welche nicht flüchtig sind, so ist man hierdurch angewiesen, sie als Körper zu betrachten, deren Atome eine grosse Anzahl Sauerstoffatome enthalten.

Hieraus kann man folgende Schlüsse ziehen:

1) Eine flüchtige organische Substanz enthält nicht mehr als 5–7 At. Sauerstoff, gewöhnlich nur 1, 2 oder 3.

\*) Vgl. dies. Journ. XXIV. 193.

\*\*\*) Die Bearbeitung dieser Abhandlung erfolgte schon vor mehr als 3 Jahren; die Abwesenheit des Hrn. Piria veranlasste mich, die Publication zu verschieben, um die angefangenen Versuche zu vollenden; da indessen sich nicht voraussagen lässt, wann wir die Arbeit wieder aufnehmen können, so veröffentliche ich die Abhandlung in ihrer ursprünglichen Gestalt.

J. D.

2) Die nicht flüchtigen organischen Substanzen enthalten eine viel größere Anzahl von Sauerstoffatomen, welche unter dem Einflusse einer gewissen Temperatur dahin streben, sie in Producte der vorhergehenden Classe umzuwandeln, was sie hindert, sich ohne Zersetzung zu verflüchtigen.

3) Die organisirten Körper enthalten eine noch grössere Anzahl Sauerstoffatome, welche unter dieser Form nur mit Hilfe der Lebenskraft bestehen können und die, wenn diese Körper sich selbst überlassen sind, ihre freiwillige Zersetzung und ihre Fäulniss bestimmen.

Dieses System bestrebt sich, zu zeigen, dass in dem Maasse, als der Sauerstoff in einem Molecüle sich anhäuft, dieses eine Neigung erhält, aus dem anorganischen Zustande in den organischen und aus dem organischen in einen organisirten überzugehen. So enthält die Kohlensäure, eine anorganische Substanz, nicht mehr als 2 At. Sauerstoff, der Zucker dagegen, eine organische Substanz, 18, und das Fibrin, eine organisirte, eine weit grössere Anzahl.

Umgekehrt, wenn eine organisirte Substanz sich zersetzt, geht sie durch den intermediären Zustand, der die organischen Körper umfasst, hindurch, bevor sie zu dem letzten Grade ihrer Zersetzung ankommt, der die Mineral- oder anorganischen Körper enthält.

Die chemische Wirkung des Lebens würde darin bestehen, Molecüle zu erzeugen, welche eine grosse Anzahl von Sauerstoffmolecülen enthalten. Die Wirkung des Todes und der Fäulniss würde eine Theilung dieses Oxygens herbeiführen, zuerst unter die des Lebens unfähigen Körper, die aber doch von organischer Natur sind, endlich unter die Körper selbst, welche der Mineralchemie angehören.

Berzelius hat niemals die Ideen entwickelt, welche ihn veranlassten, die Anzahl der Sauerstoffatome, welche ein organischer Körper enthalten könne, auf 5 oder 7 At. zu beschränken; jedoch kann man voraussetzen, dass er durch eine Vergleichung der Formen und Formeln des Mineralreiches darauf geführt worden ist. Mit einem binären oder ternären Radicale und mit dem Sauerstoffe glaubt, wie es scheint, Berzelius, alle Formeln der organischen Chemie construiren zu können, indem er die Oxyde der Mineralchemie zum Muster nahm.

Diese Meinung findet ihre Bestätigung in den besser bearbeiteten Theilen der organischen Chemie. Diess ist ein wohlbekannter Punct, und wenn ihn vor der Entdeckung des Cyans Niemand vorausgesehen hat, so hat ihn auch seitdem Niemand in Zweifel gezogen. Dehnt man aber diese Ansichten auf die Bildung der Formeln der nicht flüchtigen organischen Körper oder der organisirten Materien aus, so gelangt man auf einen Weg, der sich, wie es scheint, nicht mit demjenigen vereinigen lässt, auf welchen die allgemeine Erfahrung uns führt.

Hier liegen also zwei Systeme vor, die von der Erfahrung geprüft werden müssen.

In dem erstern würden alle organischen Stoffe zur Basis ein zusammengesetztes Radical haben, analog dem Cyan, welches mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7 At. Sauerstoff und niemals mit mehr vereinigt ist, so dass, wenn man sich dieses hypothetische Radical durch ein Metall ersetzt dächte, man auf die gewöhnlichen Gesetze der Mineralchemie gelangen würde.

In dem zweiten Systeme nimmt man an, dass unter den organischen Substanzen sich solche finden, auf welche diese Ansicht passt, vorzüglich unter den flüchtigen organischen Substanzen, auf welche man sie beschränken würde; aber in den organischen, nicht flüchtigen Körpern nimmt man aus früher schon angeführten Gründen die Anwesenheit einer grössern Anzahl von Sauerstoffatomen an, und in den organisirten Körpern betrachtet man die Zahl der Sauerstoffatome als noch weit grösser.

Zwischen diesen beiden Ansichten findet also eine wesentliche Verschiedenheit statt. In jedem Augenblicke trennen sich die Ansichten, die daraus hervorgehen, eben sowohl bei der Beurtheilung der Thatsachen, als auch in der Art, die allgemeinen Ansichten zu bilden, welche sich daran knüpfen.

Die eine sieht überhaupte die Chemie von Lavoisier mit ihren wohlbekannten Regeln, die andere glaubt die Grundsätze einer neuen Chemie mit gleichfalls neuen Gesetzen zu erkennen.

Man wird daher leicht begreifen, dass die Citronen- und Weinsäure der Gegenstand einer gründlichen Untersuchung wurden.

In der That haben wir hier 8 Körper, welche nach den ältern Ansichten nicht mehr als 4 oder 5 Sauerstoffatome ent-

haben, nach den neueren aber weit mehr, denn sie sind nicht richtig.

Die Ansicht, zu welcher uns alle Versuche über die Citronensäure und ihre Salze und über die Weinsäure und ihre Salze geführt haben, kann auf eine so klare Weise in wenig Worten zusammengefasst werden, dass es uns einfacher scheint, sie zugleich auseinanderzusetzen, bevor wir zu den Einzelheiten der Thatsachen übergehen, auf welchen sie beruht.

Mitscherlich hat in seinen an tiefen Ansichten und wichtigen Thatsachen reichen Abhandlungen über die Benzoesäure gezeigt, dass man durch Behandlung der Benzoesäure mit wasserfreier Schwefelsäure eine Verbindung von diesen 2 Säuren erhält:

2 Aeq. Schwefelsäure und 1 Aeq. Benzoesäure vereinigen sich, 1 Aeq. Wasser tritt aus und der Rest bildet die Säure  $S_2O_5, C_{14}H_8O_3$ , welche die Eigenschaft besitzt, 2 Aeq. Basis zu sättigen.

Auf gleiche Weise scheint auch die Beschaffenheit der Weinsäure zu sein, nur muss man die Schwefelsäure durch Oxalsäure ersetzen und die Benzoesäure durch Essigsäure, was  $C_4O_5, C_4H_4O_3$  als Formel für die wasserfreie Weinsäure giebt.

Demnach würde die Weinsäure als Oxalessigsäure der Benzoeschwefelsäure von Mitscherlich entsprechen.

Diese vorausgeschickte Erklärung könnte genügen. Sie wirft auf die Thatsachen hinreichend Licht und bringt sie in eine ziemlich natürliche Ordnung, so dass es auf den ersten Anblick unnütz erscheint, ihre Auseinandersetzung durch Ansichten zu compliciren, welche von der eigentlichen Erfahrung viel entfernter liegen.

Es ist jedoch leicht, die Zusammensetzung der verschiedenen Verbindungen der Weinsäure vermittelt einer andern, sehr einfachen Formel darzustellen, die auch durch eine grosse Anzahl Betrachtungen gerechtfertigt werden kann. Diese Formel war öfters in unseren öffentlichen Vorlesungen aufgestellt worden und sie möchte in einiger Hinsicht der Prüfung werth sein. Sie besteht in der Annahme der Existenz einer Classe von Säuren, die wir mit dem Namen *gepaarte Säuren* (*acides con-*

jugues) bezeichnen und welche Säuren enthält, die durch Vereinigung von 2 oder mehreren Säuren entstehen \*).

Wenn Salpetersäure auf Benzin  $C_{12}H_{12}$  einwirkt, so entsteht dadurch, dass an die Stelle des Wasserstoffes 1 Aeq. salpetrige Salpetersäure tritt, ein Product  $C_{12}H_{10}N_2O_4$ , welches nicht saurer ist als das Benzin selbst.

Wenn man Benzoesäure mit Salpetersäure behandelt, so geht auf gleiche Weise ein Körper hervor, welcher zur Formel  $C_{14}H_8O_3N_2O_4$  hat und der in dem nämlichen Grade als die Benzoesäure selbst sauer ist.

Wenn man die Salpetersäure durch Schwefelsäure ersetzt, so erhält man auf den ersten Anblick ganz verschiedene Resultate, aber bei einer aufmerksamen Prüfung findet man bald, dass die Differenz nicht wirklich stattfindet und dass sie allein auf dem Bestreben der Schwefelsäure, gepaarte Verbindungen zu bilden, beruht.

In der That bringt die Schwefelsäure mit dem Benzin einen Körper  $C_{12}H_{10}SO_2$  hervor, aber dieser blieb bis jetzt unzertrennlich mit der Schwefelsäure vereinigt und bildet so die Zusammensetzung  $C_{12}H_{10} + SO_2$ . Aber dass  $C_{12}H_{10}$  die Eigenschaften des Benzins theilt, diess beweist der Umstand, dass die so gebildete Verbindung weder mehr noch weniger sauer ist, als wenn  $SO_2$  sich ganz im freien Zustande darin befände.

Wenn man dagegen Schwefelsäure auf Benzoesäure einwirken lässt, so erhält man die Zusammensetzung  $C_{14}H_8O_3SO_2$  in welcher jede der beiden Säuren ihre eigenthümliche Sättigungscapacität beibehalten hat, indem die Verbindung 2 At. Wasser aufnimmt, wenn sie frei ist, und 2 At. Basis zu ihrer vollständigen Sättigung fordert.

Ersetzen wir die Benzoesäure durch die Essigsäure, so

\*) Gerhard hat eine ähnliche Ansicht in der Betrachtung dieser Erscheinungen aufgestellt, die er einer besondern Verbindungsweise zuschreibt, auf welche er die Aufmerksamkeit der Chemiker geleitet hat.



erhalten wir  $C_4H_4O_3, SO_2$  für die Essigschwefelsäure. Diese Säure würde 2 Aeq. Basis sättigen und im freien Zustande wenigstens 2 Aeq. Wasser enthalten. Wir haben so die neue, von Melsens entdeckte und analysirte Säure. Ersetzen wir dagegen die Schwefelsäure durch Oxalsäure, so werden wir wasserfreie Weinsteinensäure erhalten  $C_4H_4O_3, C_2O_3$ , d. h. die Säure, welche in dem wasserfreien Brechweinstein  $C_8H_4O_6$  zurückbleibt.

Da aber  $C_2H_4O_3$  stets Essigsäure ist, in welcher 1 Aeq. Wasserstoff sich durch 1 Aeq. des Radicals der Oxalsäure  $C_2O_3$  ersetzt, so ist zu vermuthen, dass unter dieser neuen Form die Essigsäure die Eigenschaft bewahren wird, sich bald mit 1, bald mit 3 Aeq. Basis oder Wasser zu verbinden, während die Oxalsäure  $C_2O_3$  das Vermögen behält, sich mit 1 Aeq. Basis oder Wasser zu vereinigen, wie man diess in den neutralen Salzen bemerkt.

So würde der Körper  $C_2O_3, C_4H_4O_3$ , wenn die verschiedenen Säuren, welche ihn durch ihre Vereinigung erzeugen, ihre besonderen Eigenthümlichkeiten bewahrt haben, ein Hydrat hervorbringen können, welches zur Formel haben würde:

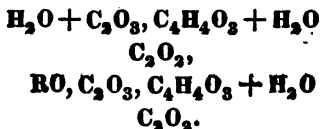


und Salze von derselben Form:



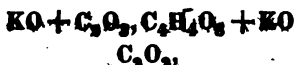
Diess würde die Zusammensetzung der krystallisirten Weinsteinensäure und des wasserfreien Brechweinsteines sein.

Aber es ist offenbar, dass unter dieser Form die Weinsteinensäure basische Salze bilden würde, während die wahren neutralen weinösen Salze diese Formel haben müssten:



Aber warum existiren solche weinösen Salze nicht? Der

Grund davon ist einfach, denn bildet man z. B. das neutrale weinsaure Kali:



es könnte dieses Salz wohl bei der gewöhnlichen Temperatur bestehen, jedoch würde es jetzt noch Wasser zurückhalten. Setzt man es einer höhern Temperatur aus, um das Wasser daraus zu vertreiben, so wird das Salz eine Zersetzung erleiden, die Elemente der Weinsäure trennen sich unter dem Einflusse des Alkali's, um Oxalsäure und Essigsäure hervorzubringen, wie es Gay-Lussac gefunden hat.

Diese Reaction würde wohl noch weiter gehen, wenn man statt ein neutrales Salz zu bilden, ein basisches Salz herzustellen versuchte:



Es würde hinreichen, eine Auflösung dieser Elemente zu concentriren, um unmittelbar oxalsaures und essigsaures Kali daraus zu bilden.

Diese Erörterung würde zum Verständnisse des wahren Charakters der Brechweinsteinse führen, es würden basische Salze sein, deren Basis zu schwach wäre, um bei einer höhern Temperatur die Zersetzung der Elemente in der Weinsäure zu bestimmen. Die zum Verjagen des Wassers nöthige Hitze würde mit Hilfe der Einwirkung einer kräftigen Basis die Bildung der Oxalsäure und der Essigsäure bestimmen und demnach auch die Zersetzung der Weinsäure. Aber in den Brechweinsteinen, wo die Basis sehr schwach ist, würde die Hitze im Gegentheil eine wahrhafte Austrocknung ohne Zerstörung des Salzes und ohne Umbildung der Säure hervorbringen können.

Wenn wir nun mit denselben Ansichten uns eine Idee von der Constitution der Citronensäure zu machen suchen, so würde es leicht sein, eine Formel auf die andere zu bauen.

In der That hat einer von uns bei der Analyse des nitro-messenen Silberoxyds folgende Resultate erhalten:

1) 1,237 citronensaures Silber gaben 0,129 Wasser und 0,605 Kohlensäure.

2) 1,537 citronensaures Silber, getrocknet im luftleeren Raume bei 130°, gaben 0,780 Kohlensäure und 0,143 Wasser.

Diese Versuche wurden auch durch die Bestimmung des Silbers bestätigt, welche gab:

3) Auf 0,500 Salz 0,313 metallisches Silber.

4) — 0,568 — 0,387 — — —

Man leitet aus diesen Zahlen folgende Zusammensetzung ab:

	1)	2)	3)	4)	Mittel.
Kohlenstoff	14,0	14,1	—	—	14,05
Wasserstoff	1,1	1,0	—	—	1,05
Silber	—	—	62,6	62,7	62,65
Sauerstoff	—	—	—	—	22,25

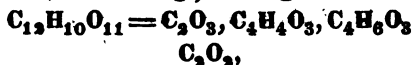
Berechnet man die Zusammensetzung nach der Formel von Berzelius  $C_{12}H_{10}O_{12}, 3AgO$ , oder besser  $C_4H_4O_4, AgO$ , so würde man ganz verschiedene Zahlen erhalten.

Geht man aber von der Formel  $C_{12}H_{10}O_{11}, 3AgO$  aus, so bekommt man fast genau die durch die Analyse erhaltenen Zahlen. Man hat dann in der That:

$C_{12}$	=	918,3	14,26
$H_{10}$	=	62,5	0,97
$O_{14}$	=	1400,0	21,77
$Ag_3$	=	4054,8	62,90
		<u>6435,5</u>	<u>100,00</u>

Die Resultate, welche Liebig mit dem in der Kälte getrockneten citronensauren Silberoxyde erhielt, stimmen ausserdem so gut mit diesen überein, dass es überflüssig erscheint, neue Versuche über diesen Gegenstand anzustellen.

Die Art und Weise, wie nach unserer Ansicht die Formel der Citronensäure sich zerlegt, ist folgende:



d. h. jedes Molecül der Citronensäure stellt dar:

1 Molecül Weinsäure plus 1 Molecül Essigsäure;

1 Molecül Oxalessigsäure plus 1 Mol. Essigsäure;

oder endlich 1 Mol. Oxalsäure, 1 Mol. Essigsäure und

1 Mol. einer besondern Essigsäure, in welcher wir, da das Radical der Oxalsäure an die Stelle eines Molecüls Wasserstoff getreten ist, die wahre Oxalessigsäure, die in allen Functionen der Chloroessigsäure analog ist, erkennen würden. So würde jedes Molecül Citronensäure 3 Molecüle verschiedener Säuren einschliessen.

Oxalsäure	$C_2O_3$
Essigsäure	$C_4H_6O_3$
Oxalessigsäure	$C_4H_4O_3$
	$C_2O_3$

Jedes dieser Molecüle könnte sich mit einem Molecüle Sauerstoff verbinden und es wie gewöhnlich sättigen, woraus folgende Resultate hervorgingen:

$C_2O_3$	$C_4H_6O_3$	$C_4H_4O_3$
		$C_2O_3$
$H_2O$	$H_2O$	$H_2O$
$AgO$	$AgO$	$AgO$
$NaO$	$NaO$	$NaO$

Es ist leicht einzusehen, wie diese Formel Rechenschaft von der Wirkung des Kalks giebt, welches jedes Molecül Citronensäure in 2 Molecüle Oxalsäure und in 2 Molecüle Essigsäure umbildet.

Sie giebt zugleich Aufschluss von der Production des Brenzweiniggeistes, welcher bei der trocknen Destillation der Citronensäure beobachtet wird.

Sie zeigt auch vollkommen die Bildung der oxalartigen, kohlenartigen und ammoniakartigen Salze, welche man durch Behandlung der Citronensäure mit dem Bleisuperoxyde erhält.

Wir würden diese Untersuchung fortgesetzt haben, aber indem wir die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Citronensäure untersuchten, hat uns die dabei eintretende Entwicklung von Kohlenoxyd geneigt, dass wir an eine Reihe von Thatsachen gekommen sind, welche Walter in ihrem ganzen Umfange zum Gegenstande seines Studiums gemacht hat.

Da andererseits Gay-Lussac uns mit ganz neuen Resultaten bekannt gemacht hat, welche er durch Behandlung der citronensauren Salze mit Chlor erhielt, und Cahours interessante Körper durch Citronensäure und Brom hervorgebracht hat, so fürchteten wir, wir möchten durch Fortsetzung der Untersuchung über die Natur der Citronensäure Arbeiten stören, welche man nun so mehr achten muss, als sie noch wenig vorge-schritten sind.

Wenn diese Arbeiten werden veröffentlicht werden, wenn ihre Resultate der Citronensäure keine bestimmte Formel geben sollten, so werden wir die Versuche wieder aufnehmen,

welche uns zur Controle derjenigen, die wir uns jetzt vorgesetzt haben, geeignet erscheinen.

Wenn man Weinsäure mit einer kleinen Quantität Schwefelsäure erhitzt, so erhält man ein Gemisch von Kohlenoxydgas, Kohlensäure und schwefliger Säure, die Flüssigkeit abwärts fließt und man sieht, dass die Erscheinungen sehr complicirt sind.

Wendet man jedoch eine grosse Menge concentrirte, oder besser, rauchende Schwefelsäure an und erhitzt sehr langsam, so zersetzt sich die Weinsäure, ohne dass eine Färbung der Schwefelsäure eintritt, und es entwickelt sich ein Gemisch von Kohlenoxyd und schwefliger Säure, ohne Spuren von Kohlensäure. Gegen das Ende der Operation sieht man nichtsdestoweniger Kohlensäure sich entwickeln, aber da ihr Erscheinen mit einer verhältnissmässigen Vermehrung der Menge schwefliger Säure in Verbindung steht, so lässt Alles glauben, dass die Kohlensäure, welche sich bildet, eine entsprechende Quantität des Kohlenoxyds darstelle, indem sich dasselbe in Kohlensäure auf Kosten des Sauerstoffes in der Schwefelsäure umgebildet hat. Dies wird wenigstens durch die folgenden Versuche wahrscheinlich gemacht:

No. der Glöcher.	Kohlenoxydgas.	Kohlensäure.	Schweflige Säure.
1.	80,1	0	19,9
2.	80,3	0	19,7
3.	79,9	0	20,1
4.	75,6	3,3	21,7
5.	59,0	16,6	33,4

Das in dieser letzten Glöcke gesammelte Gas entwickelte sich mit Schwierigkeit und langsam, denn es war das letzte Product, das man erhalten konnte. Wenn man annimmt, dass die Kohlensäure durch Oxydation des Kohlenoxydgases auf Kosten der Schwefelsäure entsteht, so muss man für jedes gebildete Volumen Kohlensäure ein gleiches Volumen schweflige Säure erhalten haben, woraus man schliessen kann, dass 16,6 Kohlensäure = 16,6 schwefliger Säure sind.

Es folgt daraus, dass nach Abzug dieser schwefligen Säure von der, welche man erhalten hat, und nach Berechnung der Kohlensäure zum Kohlenoxydgas man das frühere Verhältniss dieser beiden Gase wieder herstellen kann.

$$\begin{array}{l} \text{Schweflige Säure} \quad 33,4 - 16,6 = 16,8 \quad 1 \\ \text{Kohlenoxydgas.} \quad 59,0 + 16,6 = 75,6 \quad 4. \end{array}$$

Man findet daher das Verhältnis von 1 : 4, welches so deutlich in den ersten Gleiches war.

Wenn die Weinsäure in diesem Versuche vollkommen zerstört ist, so ist es leicht, daraus die Resultate zu entwickeln; wenn sich aber ein neues Product, welches die Elemente der Schwefelsäure enthält, bildet, so muss man es erst trennen und untersuchen, bevor man irgend eine Hypothese über diesen Gegenstand aufstellen kann.

Die Citronensäure giebt unter den nämlichen Umständen gleichfalls Kohlenoxydgas in Menge.

Wir haben die Untersuchung dieser Reactionen noch nicht erschöpft.

Wir hatten geglaubt, alsbald unsere ganze Aufmerksamkeit auf das Studium der weinsauren Salze wenden zu müssen, aus Gründen, die man später angeführt finden wird, und als wir die Thatsachen, welche wir so eben bekannt gemacht haben, wieder aufnehmen wollten, wurden wir durch früher ausgesprochene Ursachen davon abgehalten.

Wir werden uns daher darauf beschränken, unsere Versuche über die weinsauren Salze bekannt zu machen.

**Weinstein.** — Die Zusammensetzung dieses Salzes ist hinlänglich bekannt, indessen hielten wir es für nöthig, sie zu bestätigen, wobei wir zugleich eine Methode der Analyse controlliren wollten, die wir für sehr nützlich halten und die darin besteht, zu den alkalischen Salzen Antimonoxyd hinzuzufügen, um die vollkommene Austreibung der Kohlensäure, welche von der Verbrennung herrührt, zu bewerkstelligen.

1,000 Weinstein, gemengt mit 5 oder 6 Gr. antimöniger Säure, gaben 0,269 Wasser und 0,920 Kohlensäure. Wir fügten zum Gemenge wie gewöhnlich noch Kupferoxyd hinzu. Die Verbrennung geht gegen das Ende der Operation etwas langsam von Statten, und wenn man nicht Sorge trägt, das Antimonoxyd und die organische Substanz mit einer grossen Menge Kupferoxyd zu mengen, so wird das Glasrohr durch das geschmolzene Antimonoxyd angegriffen und erweicht.

Die Analyse gab:

Kohlenstoff	25,1
Wasserstoff	3,0.

Man würde durch die Berechnung nach der Formel  $C_8H_{10}O_{11}, KO$  oder  $C_8H_8O_{10}, KO, H_2O$  erhalten:

$$C_8 = 600,0 \quad 25,5$$

$$H_{10} = 62,5 \quad 2,7$$

$$O_{11} = 1100,0$$

$$KO = 590,0$$

$$\hline 2352,5$$

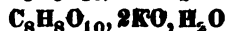
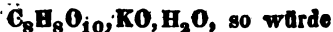
Hieraus kann man offenbar den Schluss ziehen, dass die Analyse der alkalischen Salze auf eine sehr genaue Weise mit Hilfe des Antimonoxyds ausgeführt werden kann.

*Neutrales weinsteinsaures Kali.* — Man nimmt gewöhnlich mit Berzelius an, dass dieses Salz wasserfrei sei, oder dass es nach der alten Formel der Weinsäure enthält:  $C_4H_4O_5, KO$ . Diese Meinung stimmt durchaus nicht mit unseren Versuchen überein. Wir wollen daher sehen, was die Resultate der Analyse ohne Hilfe des Antimonoxyds sind.

- 1) 1,000 neutrales weinsteinsaures Kali gaben, blos mit Kupferoxyd verbrannt, 0,587 Kohlensäure und 0,209 Wasser.
- 2) 1,000 — gaben 0,192 Wasser.
- 3) 1,000 — gaben 0,197 Wasser und 0,559 Kohlensäure.
- 4) 1,000 — gaben 0,199 Wasser und 0,590 Kohlensäure.
- 5) 1,000 — gaben 0,195 Wasser und 0,586 Kohlensäure.

	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlenstoff	16,0	—	15,8	16,1	16,0
Wasserstoff	2,3	2,1	2,3	2,2	2,3.

Die Menge des Wasserstoffes, nach der allgemein angenommenen Formel berechnet, erhebt sich nicht über 1,7. Fügt man zu dem Salze das Wasser des Weinsteines hinzu, so stimmt es mit dem Versuche überein. Wenn man in der That den Weinstein darstellt durch:



krystallisirtes neutrales weinsteinsaures Kali sein.

Was den Kohlenstoff betrifft, so erhebt er sich im Allgemeinen bis 16,3 p. C. in den mit Kupferoxyd allein ausgeführten Analysen. Wenn das kohlensaure Kali, wie von Berzelius angenommen, in den organischen Analysen unzerstört bleibt, so würde man nur 15,5 Kohlenstoff erhalten müssen, was nur ein einziges Mal geschah. Aber von einer andern Seite muss

man nur die Beobachtungen darzustellen, anzunehmen, dass das Viertel der Kohlensäure sich nur entwickelt, und dass der Rest mit dem Kali vereint bleibt; was nicht mit den Beobachtungen von Berzelius übereinstimmt, welcher gefunden hat, dass das Kupferoxyd die Hälfte der Kohlensäure aus dem kohlen-sauren Kali treibt. Wir haben diese Analysen nur angeführt, um zu zeigen, wie unrichtig die Analysen eines Kalisalzes sein würden, wenn man nicht besondere Vorsichtsmaassregeln anwendete.

Man muss daraus schliessen, dass, sei es in Folge der Unreinigkeiten, welche sich in dem Oxyde, dessen man sich gewöhnlich bedient, ansammelt, sei es in Folge der Differenzen, welche bei jeder Analyse in der Art und Weise, die Mischung zu machen, oder die Röhren zu erhitzen, sich darbieten, grosse Verschiedenheiten in der Menge der Kohlensäure stattfinden können, welche aus den der Analyse unterworfenen alkalischen Salzen entwickelt wird. Die Anwendung von Antimonoxyd entfernt alle diese Schwierigkeiten. In der That haben 1,000 neutrales weinsteinsaures Kali bei dem Gebrauche von Antimon-oxyd 0,729 Kohlensäure, 20,17 p. C. Kohlenstoff entsprechend, gegeben, woraus man folgende Formel ableiten kann:

$$\begin{array}{r}
 \text{C}_{24} = 600,0 \quad 20,4 \\
 \text{H}_8 = 50,0 \quad 2,1 \text{ einschliesslich des im Wasser enthaltenen,} \\
 \text{O}_{10} = 1000,0 \\
 2\text{KO} = 1179,8 \\
 \text{H}_2\text{O} = 112,5 \quad 3,8 \\
 \hline
 2942,3
 \end{array}$$

Es ist leicht, hieraus die Anwesenheit von dem Atome Wasser, welches die Elementaranalyse in diesem Salze angiebt, zu beweisen.

2,260 neutrales weinsteinsaures Kali, bis zu 180° in trock-  
ner Luft erhitzt, gaben:

2,175 Rückstand,

0,085 Wasser = 3,8 p. C. Wasser.

Dieses Salz hat uns ausserdem eine merkwürdige Eigenschaft gezeigt. Wenn man es bis zu 200° oder bis zu 220° erhitzt, so erleidet es einen neuen Verlust, welcher sich bis zu 5 oder 5,5 p. C. beläuft. Jetzt hat es eine wirkliche Zersetzung er-



haben, was nicht überraschen kann; aber was uns in Verwunderung setzte, war, dass es sich ohne Färbung zersetzte und eine ziemlich beträchtliche Menge von kohlensaurem Kali erzeugte. Die entwickelten Gase rechen deutlich nach Arabe.

*Zweifach weinsaures Natron.*

Die Analysen wurden mit Anwendung von Antimonoxyd ausgeführt.

- 1) 1,000 gaben 0,341 Wasser und 0,923 Kohlensäure.
- 2) 0,800 gaben 0,273 Wasser und 0,542 Kohlensäure, oder:

	1.	2.
Kohlenstoff	25,01	24,6
Wasserstoff	3,78	4,0.

Nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, NaO, H_2O + 2H_2O$  müsste man finden:

$C_8$	=	600,0	25,7
$H_{14}$	=	87,5	3,3
$O_{13}$	=	1300,0	54,6
$NaO$	=	390,9	16,4
		2378,4	100,0.

Es folgt aus dieser Formel, dass das Salz zwei Atome Wasser, welche ausgetrieben werden können, enthält, oder 9,4 p.C.

3,241 Salz, bei 108° in einem trocknen Luftströme getrocknet, verloren 0,309, was gleich 9,5 p.C. ist.

*Neutrales weinsaures Natron.*

Die Analysen dieses Salzes sind mit Hilfe des Antimonoxyds ausgeführt.

- 1) 1,000 gaben 0,325 Wasser und 0,746 Kohlensäure;
  - 2) 1,000 gaben 0,317 Wasser und 0,762 Kohlensäure;
- was in Procenten gleich ist:

	1.	2.
Kohlenstoff	20,63	20,66
Wasserstoff	3,60	3,52.

Diese Zahlen stimmen mit der Formel überein:



$C_8$	=	586,0	39,8
$H_{18}$	=	166,0	8,5
$O_{14}$	=	1400,0	
$2NaO$	=	781,8	
		2861,8	

Diese Formel aber giebt nur 4 Atome Wasser an, welche ausgetrieben werden können, das sind 15,5 p.C.

Da aber Buchholz gefunden hat, dass dieses Salz 16,9 p.C. verliert, so unterwarfen wir es einem directen Versuche.

2,272 neutrales weinsaures Natron, in einen trocknen Luftstrom gebracht, wurden auf 1,908 reducirt, was einen Verlust von 16 p.C. angiebt. Aber, um diess zu erreichen, war das Bad bis zu 300° erhitzt und das Salz hatte einen deutlichen Geruch von Caramel angenommen, indem es völlig gelb geworden war. Seine Zersetzung war nicht zweifelhaft, es enthielt daher weniger als 16 p.C. Wasser. Die Formel, welche 15,5 angiebt, scheint uns die richtige zu sein.

*Zweifach weinsaures Ammoniak.*

0,500 gaben 0,264 Wasser und 0,521 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	28,8
Wasserstoff	5,6

Nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, N_2H_8O, H_2O$  würde man haben:

$C_8$	=	600,0	28,4
$H_{18}$	=	119,5	5,4
$O_{12}$	=	1200,0	57,4
$N_2$	=	177,0	8,5
		2089,5	100,0

*Weinsaures Ammoniak.*

Die zur Analyse bestimmten Krystalle wurden zerrieben und durch Pressen zwischen Fillesspapier getrocknet.

0,600 Substanz gaben 0,565 Kohlensäure und 0,359 Wasser, oder:

Kohlenstoff	25,7
Wasserstoff	6,6

Die Formel  $C_8H_8O_{10}, 2N_2H_8O$  würde geben:

$C_8$	=	600,0	26,0,
$H_{24}$	=	150,0	6,5
$O_{12}$	=	1200,0	52,2
$N_4$	=	354,0	15,3
		2304,0	100,0.

*Seignettesalz.*

- 1) 1,000 dieses Salzes gaben 0,390 Wasser und 0,536 Kohlensäure; die Analyse wurde ohne Antimonoxyd gemacht.
- 2) 1,000 von einer andern Bereitung gaben 0,389 Wasser und 0,628 Kohlensäure; die Analyse wurde mit Antimonoxyd gemacht.

Diese Resultate geben, wenn man den Kohlenstoff der erstern Analyse nicht mit berücksichtigt:

Kohlenstoff	17,1
Wasserstoff	4,3.

Die Formel  $C_8H_8O_{10}, KO, NaO, 7H_2O$  würde folgende Resultate geben:

$C_8$	=	600,0	17,6
$H_{22}$	=	137,5	4,0
$O_{17}$	=	1700,0	49,6
KO	=	590,0	17,5
NaO	=	390,9	11,4
		3418,4	100,0.

Hiernach müsste das Seignettesalz 22,9 Wasser, welches durch Erwärmung ausgetrieben werden könnte, enthalten.

Hier sind die in dieser Hinsicht beobachteten Resultate.

2,705 pulverisirtes Seignettesalz verloren in einem bis zu  $175^\circ$  erhitzten trocknen Luftstrome 0,663, was gleich 24,5 p.C. ist. Aber das Salz war offenbar verändert.

3,249 von dem nämlichen Salze wurden lange Zeit bei  $155^\circ$  in einem trocknen Luftstrom erhalten, und als der Verlust sich gleich blieb, so wurde er zu 0,749 gefunden, oder 23,05 p.C.

Diese beiden Versuche setzen außer allen Zweifel, dass die Wassermenge des Seignettesalzes nicht 7 Atome übersteigen kann, denn der Verlust erhebt sich nicht über 23 p.C., und diess ist um so mehr der Fall, da eine Zersetzung des Salzes wirklich stattfand.

*Krystallisirtes weinsaures Kali - Ammoniak.*

Dieses Salz, welches dem Seignettesalz entspricht, bot uns eine Eigenthümlichkeit dar, welche einigcs Interesse in der Geschichte der Ammoniaksalze hat.

2,739, getrocknet in einem Luftstrome bei 140°, verloren 0,340, was einem Verluste von 12,4 p. C. entspricht.

Nimmt man nun an, dass der Verlust durch  $N_2H_5O$  dargestellt wird, so würde er sich bis zu 12,1 p. C. erheben, und der Rückstand bestände aus Weinstein.

Um sich dessen zu versichern, wurde eine Elementaranalyse mit Salz, das auf diese Weise getrocknet war, gemacht. 0,600 Substanz gaben 0,143 Wasser und 0,566 Kohlensäure, woraus man schliessen kann, dass die Substanz in der That aus Weinstein bestand; denn sie enthält:

		Weinstein.
Kohlenstoff	25,7	25,5
Wasserstoff	2,6	2,6.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Analyse mit Hülfe von Antimonoxyd angestellt wurde.

*Krystallisirter weinsaurer Kalk.*

Diese Analyse könnte überflüssig erscheinen, weil sie nur die Wiederholung einer älteren von Gay-Lussac und Thénard ist, aber die schöne Krystallisation des Productes, das wir erhalten hatten, bewog uns, sie zu machen.

0,700 gaben 0,299 Wasser und 0,375 Säure, was in Procenten giebt:

Kohlenstoff	14,6
Wasserstoff	4,7.

Berechnet man die Zusammensetzung des neutralen weinsauren Kalkes nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, 2CaO, 8H_2O$  und nimmt man an, dass der Kalk als kohlensaurer zurückbleibt, so würde man erhalten:

$C_8$	=	612	13,8
$H_{24}$	=	150	4,6
$O_{18}$	=	1800	
$2CaO$	=	712	
		3274.	

### 338 Dumas u. Piria, üb. die chem. Typen.

Es tritt daher keine Aenderung in der bis jetzt angenommenen Formel ein.

#### Krystallisirtes weinsaures Kupfer.

1) 1,013 gaben 0,301 Kupferoxyd.

2) 1,000 gaben 0,349 Wasser und 0,659 Kohlensäure, was in Procenten giebt:

Kupferoxyd	29,8
Kohlenstoff	18,2
Wasserstoff	3,8.

Nach der Formel  $C_8H_8O_{10} \cdot 2CuO, 6H_2O$  würde man erhalten:

$C_8$	=	612,0	18,3
$H_{20}$	=	125,0	3,7
$O_{16}$	=	1600,0	48,3
$2CuO$	=	991,4	29,7
		<hr/>	
		3328,4	100,0.

#### Methylenweinsäure.

0,500 gaben 0,235 Wasser und 0,661 Kohlensäure.

Kohlenstoff	36,6
Wasserstoff	5,2
Sauerstoff	58,2
	<hr/>
	100,0.

Die Berechnung würde nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, C_2H_2O_2, H_2O$  geben:

$C_{10}$	=	765,2	37,0
$H_{16}$	=	100,0	4,9
$O_{12}$	=	1200,0	58,2
		<hr/>	
		2065,2	100,0.

#### Methylenweinsaures Kali.

Bei Anwendung von Antimonoxyd gab dieses Salz folgende Resultate:

1) 1,000 gaben 0,369 Wasser und 1,098 Kohlensäure.

2) 0,600 gaben 0,208 Wasser und 0,658 Kohlensäure, was in p.C. gleich ist:

	1)	2)
Kohlenstoff	30,4	30,3
Wasserstoff	4,0	3,8.

Nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, KO, C_2H_2O$  würde man erhalten:

$C_{10} =$	765,0	30,9
$H_{14} =$	87,5	3,4
$O_{11} =$	1100,0	
$KO =$	590,0	
	2542,5.	

Nach Guéria verliert dieses Salz im trocknen Vacuum 4,8 p. C. Wasser, wenn es krystallisirt ist, seine Formel würde daher dargestellt werden durch  $C_8H_8O_{10}, KO, C_2H_2O, H_2O$ .

*Methylentraubensäure.*

1) 0,500 gaben 0,333 Wasser und 0,636 Kohlensäure.

2) 0,500 gaben 0,435 Kohlensäure; nach Procenten:

	1)	2)
Kohlenstoff	35,9	35,1
Wasserstoff	5,1	
Sauerstoff	59,7	
	100,0.	

Diese Resultate stimmen vollkommen mit der Formel  $C_8H_8O_{10}, C_2H_2O, H_2O + H_2O$  überein, welche in der That geben würde:

$C_{10} =$	765,2	35,1
$H_{18} =$	112,5	5,1
$O_{13} =$	1360,0	59,8
	2177,7	100,0.

*Aetherweinsaures Kali.*

1) 1,000 gaben bei Anwendung von Antimonoxyd:

1,336 Kohlensäure und 0,408 Wasser,

woraus man berechnet:

Kohlenstoff	33,9
Wasserstoff	4,5.

Berechnet man es nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, KO, C_2H_{10}O$ , so wird man finden:

$C_{12} =$	916,0	33,7
$H_{18} =$	112,5	4,1
$O_{14} =$	1100,0	
$KO =$	590,0	
	2720,5.	

*Brechweinstein.*

Da die Versuche von Liebig festgestellt haben, dass der gewöhnliche Brechweinstein in der Wärme einen beträchtlichen Verlust an Wasser erleidet, so wurde diese Erscheinung für uns der Gegenstand einer grossen Anzahl von Versuchen. Wir haben sie weit mehr vervielfältigt, als wir es bei anderen Gelegenheiten gethan haben würden, aber einer von uns stimmte seit seinen ersten Versuchen durchaus nicht mit den Chemikern überein, welche ihm in dem Studium des Brechweinsteines vorgegangen sind. Ueberdies haben wir über die Natur dieses Salzes Ansichten aufgestellt, deren Werth nur durch genaue Analysen controlirt werden konnte. Hier sind unsere Resultate:

1) 1,542 Brechweinstein in schönen frischen durchscheinenden Krystallen, in dem Laboratorio bereitet, gaben 0,211 Wasser und 0,809 Kohlensäure.

2) 1,720 Brechweinstein in grossen frischen durchscheinenden Krystallen, aus der Fabrik von Robiqæet, gaben 0,225 Wasser und 0,880 Kohlensäure.

Hieraus kann man folgende Zahlen ableiten:

	1)	2)
Kohlenstoff	14,3	14,0
Wasserstoff	1,5	1,5.

Diese lassen sich jedoch nicht mit der gewöhnlichen Formel des Brechweinsteines vereinigen, stimmen aber genau mit einer einfachern Formel überein, welche durch andere Versuche geprüft worden ist.

Nach der gewöhnlichen Formel des Brechweinsteines würde man in der That  $C_8H_8O_{10}, Sb_2O_3, KO, 2H_2O$  haben, oder:

$C_8$	=	600,00	14,07
$H_{12}$	=	75,00	1,75
$O_{12}$	=	1200,00	
$Sb_2O_3$	=	1912,90	
$KO$	=	590,00	

4377,90.

Es ist offenbar, dass diese Formel viel zu viel Wasserstoff angeht, während, wenn man



annimmt, die berechneten Zahlen mit den Resultaten des Versuches übereinstimmen.

Man würde in der That erhalten:

$C_8$	=	600,00	14,1
$H_{10}$	=	62,50	1,5
$O_{11}$	=	1100,00	
$Sb_2O_3$	=	1912,90	
KO	=	590,00	
			4265,40.

Wir glaubten, dass die geregelte und vollkommene Entwicklung von Kohlensäure, welche sich bei dieser Verbrennung auf eine deutliche Weise zeigte, eine Erscheinung, welche nicht besonders bemerkt worden ist, von grosser Wichtigkeit in der organischen Analyse sein kann. In der That ist es nicht zweifelhaft, dass nur die lönnige Vereinigung des Antimonoxys mit dem Kali die Entwicklung von Kohlensäure, welche diese Basis zurückhält, bestimmt.

Um die wahre Quantität Wasser, welche der Brechweinstein verlieren kann, zu finden, machten wir in der Folge einige Versuche im Oelbade, indem wir den fejn zerriebenen Brechweinstein der Einwirkung eines trocknen Luftstromes aussetzten. Es dauerte nicht lange, so bemerkte man, dass bei 235 oder 240° die Substanz eine rothe Farbe annahm und dass sie den Geruch von Caramel verbreitete. Dagegen erhielt sie sich bei 220° vollkommen weiss, so lange auch der Versuch dauerte. Diese Temperatur wurde daher nicht überschritten.

1) 1,865 Brechweinstein, von Neuem umkrystallisirt in schönen durchscheinenden Krystallen, wurden zu feinem Pulver gerieben und einige Stunden der Einwirkung eines trocknen Luftstromes bei 220° ausgesetzt. Sein Gewicht verringerte sich bis auf 1,727, was einem Verluste von 7,4 p.C. gleich ist.

2) 3,280 des nämlichen Salzes wurden 12 Stunden lang in einem trocknen Luftstrome bei 200° gelassen. Ihr Gewicht reducirte sich bis auf 3,027, was einem Verluste von 7,7 p.C. entspricht.

3) 2,418 des letztern Salzes, gewogen im luftleeren Raume, gaben 0,152 Wasser und 1,381 Kohlensäure, was gleich ist:

Kohlenstoff	15,57
Wasserstoff	0,69.

Um alle Irrthümer zu vermeiden, verschaffte man sich neuen Brechweinstein und unterwarf ihn den nämlichen Versuchen.



### 349. Dumas u. Piria, üb. die ehem. Typen.

1) 2,000 dieses Salzes gaben 0,268 Wasser und 1,048 Kohlensäure.

2) 2,000 gaben 0,262 Wasser.

3) 2,240 gaben 0,303 Wasser.

4) 4,263 des nämlichen Productes reducirten sich auf 3,938 durch dauernde Einwirkung eines trocknen Luftstromes bei einer Temperatur von 220° C., was einem Wasserverluste von 7,62 p. C. gleich kommt.

5) 1,645 Brechweinstein, auf diese Weise getrocknet, gaben 0,102 Wasser und 0,943 Kohlensäure, was

Kohlenstoff	15,63
Wasserstoff	0,69

entspricht.

Diese Resultate stimmen mit den vorhergehenden überein. Nichtsdestoweniger wurden wir später darauf geführt, diesen Gegenstand wieder aufzunehmen und die Reihe von Versuchen aufzustellen, von denen wir eben Rechenschaft ablegen und die uns den Irrthum erklärlich machen, in den die Chemiker verfallen sind, welche annehmen, dass der Brechweinstein bei 100°  $\frac{51}{1000}$  seines Gewichtes an Wasser verliert.

Es wurde schon sehr reiner Brechweinstein umkrystallisirt, und während einiger Tage wurden mit Sorgfalt ausgewählte Krystalle der freien Luft überlassen, um alles anhängende Wasser zu entfernen. Sie waren vollkommen durchscheinend und absolut farblos.

Sie zeigten ausserdem die gewöhnliche Form des Brechweinsteines.

1) 2,800 dieses Salzes gaben 0,377 Wasser und 1,463 Kohlensäure, das ist:

Kohlenstoff	14,44
Wasserstoff	1,49.

Dieser Brechweinstein ist also identisch mit dem, welches wir vorher untersucht haben.

2) Dieses Salz wurde der Einwirkung eines trocknen Luftstromes bei 100° ausgesetzt. Der Versuch war so eingerichtet, dass man den Verlust jederzeit bestimmen konnte. Man machte eine Wägung, als die Quantität Luft, welche den Apparat durchstrichen hatte, ungefähr 15 Liter betrug. Folgendes sind die Resultate:

	6,280	Brechweinstein,					
bei 100°	6,187	1. Wägung,					
— —	6,165	2. —					
— —	6,147	3. —	was ein Wasserverlust von 2,1 p.C. ist,				
— —	6,140	4. —	— — —	—	—	2,2	—
— —	6,135	5. —	— — —	—	—	2,3	—
— —	6,122	6. —	— — —	—	—	2,39	—
— 108°	6,119	7. —	— — —	—	—	2,56	—
— —	6,113	8. —	— — —	—	—	2,66	—
— —	6,110	9. —	— — —	—	—	2,70	—
— —	6,108	10. —	— — —	—	—	2,73	—

Dieser Versuch zeigt auf die klarste Weise, dass der Brechweinstein bei 100° nicht 5 p. C., wie man annimmt, verlieren kann, weil der Verlust bei 108° sich nicht einmal über 2,5 erhebt.

Um zu erfahren, ob die Elementaranalyse die vorhergehenden Erfahrungen bestätigen würde, habe ich zwei Verbrennungen mit auf diese Art getrocknetem Brechweinstein gemacht.

2,000 dieses Salzes gaben 0,226 Wasser und 1,059 Kohlensäure.

2,941 gaben 0,229 Wasser und 1,105 Kohlensäure, was nach Procenten gleich ist:

Kohlenstoff	14,75	14,81
Wasserstoff	1,22	1,26.

3) Es wurde der Rest dieses Brechweinsteines bei 220° getrocknet und eine Analyse damit gemacht, deren Resultate folgende sind:

1,687 Substanz gaben 0,134 Wasser und 0,970 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	15,68
Wasserstoff	0,88.

Alle diese Versuche stimmen so genau unter einander, dass man nur mit Mühe begreifen wird, warum wir eine neue Reihe von Versuchen für nöthig hielten. Aber um einen Irrthum zu zerstören, sind weit mehr Thatsachen nöthig, als um die wahre Natur einer noch nicht untersuchten Substanz festzustellen. Die Zahl der Versuche wird daher einen wesentlichen Bestandtheil der Ueberzeugung ausmachen. Wir stellten daher noch eine Analyse einer Probe Brechweinstein an, welcher in meinem Laboratorio dargestellt war.

1) 3,000 schön krystallisirter Brechweinstein gaben 0,413 Wasser und 1,572 Kohlensäure, was in p. C. gleich ist:

Kohlenstoff	-14,42
Wasserstoff	-1,52.

2) 8,075 des nämlichen Productes wurden der längern Einwirkung eines trocknen Luftströmes bei einer Temperatur von 223° C. unterworfen; sie wurden auf 1,452 reducirt, was einem Wasserverluste von 7,6 p. C. gleich ist.

3) 1,555 Brechweinstein, auf gleiche Weise getrocknet, gaben 0,127 Wasser und 0,892 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	15,64
Wasserstoff	0,90.

Man kann daher die Zusammensetzung des Brechweinsteines bei der gewöhnlichen Temperatur, bei 100° und 220° auf folgende Weise darstellen:

$C_8H_8O_{10}, Sb_2O_3, KO, H_2O$  bei gewöhnlicher Temperatur, nicht verwittert,

$C_8H_8O_{10}, Sb_2O_3, KO$  bei 100°,

$C_8H_4O_8, Sb_2O_3, KO$  bei 220°.

Die Vergleichung der durch diese 3 Formeln gegebenen Resultate und derjenigen, welche die directe Analyse gegeben hat, lassen keinen Zweifel über diesen Punct übrig.

#### Natron - Brechweinstein.

Um eine genaue Analyse dieses Salzes zu erhalten, muss man vermeiden, es im Augenblicke der Mischung der Berührung mit Luft auszusetzen, denn es nimmt leicht Feuchtigkeit auf.

1) 1,000 gaben 0,148 Wasser und 0,525 Kohlensäure.

2) 1,000 desgleichen gaben 0,145 Wasser und 0,525 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	14,3	14,3
Wasserstoff	1,6	1,6.

Andrerseits fanden wir, dass die Substanz, in einem Luftströme bei 220° getrocknet, 8,4 p. C. von ihrem Gewichte verlor.

Alle diese Resultate stimmen sehr genau mit der Formel  $C_8H_8O_{10}, NaO, Sb_2O_3, H_2O$  überein, denn diese würde in der That liefern:

$C_8$	=	600,0	14,76
$H_{10}$	=	62,5	1,54
$O_{11}$	=	1100,0	
$Sb_2O_3$	=	1912,9	
$NaO$	=	390,9	
		4066,3	

*Ammoniak - Brechweinstein.*

Dieses schöne, dem Kali-Brechweinstein ähnliche Salz gab uns folgende Resultate:

1) 1,005 gaben 38 Cb. C. Stickstoff bei 8° und 0,773 M.; das Gas war in feuchtem Zustande.

1,000 desgl. gaben 0,377 Wasser und 0,558 Kohlensäure.

2) 1,500 des nämlichen Salzes gaben 0,398 Wasser und 0,837 Kohlensäure, oder:

	1)	2)
Kohlenstoff	15,2	15,2
Wasserstoff	3,0	2,9
Stickstoff	4,6	

Die Formel des Kali-Brechweinsteines, diesem Salze angepasst, würde folgende geben:  $C_8H_8O_{10}, Sb_2O_3, N_2H_3O, H_2O$ .  
Dies ist:

$C_8$	=	600,0	15,00
$H_{18}$	=	112,5	2,80
$O_{15}$	=	1500,0	—
$Sb_2$	=	1612,9	—
$N_2$	=	177,0	4,41
		4002,4	

Dieses Salz, der Einwirkung eines trocknen Luftstromes bei 108° ausgesetzt, verliert zugleich Wasser und Ammoniak.

*Silber - Brechweinstein.*

Unter den Doppelsalzen, welche dem Brechweinstein entsprechen und welche man mit seiner Hülfe darstellen kann, musste der Silber-Brechweinstein die Aufmerksamkeit zuerst fesseln, um so mehr, da die Analyse dieses Salzes, welche schon durch Walquist angestellt worden ist, Umstände darbietet, welche ihm mit dem eigentlichen Brechweinstein gemein sind. In der That hatte Walquist geglaubt, dass dieses Salz 4,25 p. C. Wasser enthalte, während die directe Analyse uns zeigte, dass es wie

die wasserfreien Tartrate zueinander gemischt sei, woraus folgt, dass der von Walquist beobachtete Wasserverlust von den Elementen des Salzes selbst herrühre und man ihn dem gewöhnlichen Krystallisationswasser nicht zuschreiben könne.

2,000 Silber-Brechweinstein gaben 0,203 Wasser und 0,882 Kohlensäure. Diess sind:

Kohlenstoff	12,03
Wasserstoff	1,29.

Berechnet man es nach der Formel  $C_8H_8O_{10}, Sb_2O_5, AgO$ , so würde man ganz gleiche Resultate erhalten:

$C_8$	= 600,0	11,96
$H_8$	= 50,0	0,96
$O_{10}$	= 1000,0	29,93
$AgO$	= 1451,6	28,85
$Sb_2O_5$	= 1912,9	38,14
	<u>5014,5</u>	<u>100,00.</u>

Umstände, die man in der Folge dieser Arbeit leicht einsehen wird, haben uns darauf geführt, mit Sorgfalt die Veränderungen, welche dieses Salz durch verschiedene Bereitungsarten erleiden könnte, zu untersuchen.

1) 2,000 Silber-Brechweinstein, mit einer fast kochenden Lösung bereitet, gaben 0,190 Wasser und 0,900 Kohlensäure;

2) 1,500 des nämlichen Salzes gaben 0,111 Wasser und 0,669 Kohlensäure, oder:

	1)	2)
Kohlenstoff	12,27	12,10
Wasserstoff	1,05	1,06.

3) 1,500 Silber-Brechweinstein, kalt bereitet, gaben 0,151 Wasser und 0,667 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	12,13
Wasserstoff	1,11.

Wir machten einen Versuch, um den Wasserverlust, welchen dieses Salz erleidet, direct zu bestimmen, und da es offenbar ist, dass die Temperatur bei der Bereitung nicht die Zusammensetzung des Productes ändert, so wandten wir das in der Wärme bereitete Salz an, ohne dass wir irgend ein Gewicht auf diese Wahl legten.

4,136 Brechweinstein, in der Wärme bereitet, wurden im Oelbade durch einen trocknen Luftstrom

bei 150° auf 3,959 reducirt, ohne kaum eine Aenderung in der Färbung zu erleiden,  
 bei 160° zu 3,954, wo das Salz eine röthlich-gelbe Färbung angenommen hatte.

Hieraus folgt, dass bei 150° der Verlust an Wasser 4,28 p. C. beträgt, was mit den Zahlen von Walquist übereinstimmt. Bei 160° erhebt er sich bis zu 4,40 p. C., was dem nach der vorhergehenden Formel berechneten Resultate entspricht, wenn man annimmt, dass Silber-Brechweinstein 2 At. Wasser bei 160° verliert. Nach dieser Hypothese würde man in der That einen Verlust von 4,40 p. C. erhalten.

Das Silbersalz, bei 160° getrocknet, lieferte uns ausserdem noch folgende Resultate:

1) 2,000 gaben 0,912 Kohlensäure, was 12,43 p. C. Kohlenstoff entspricht.

In den meisten Fällen hinterlässt der Silber-Brechweinstein nach seiner Verbrennung einen Rückstand, welcher ein wenig alkalisch ist, obgleich wir uns viel Mühe gegeben haben, ihn zu waschen. Wir haben diesen Umstand als die Folge einer Spur von gewöhnlichem Brechweinstein, welcher bei der Fällung von Silber-Brechweinstein mit niedergefallen worden sei, betrachtet, und er hat uns veranlasst, die Elemente des Silber-Brechweinsteines, welche sich genau bestimmen lassen, einer sorgfältigen Analyse zu unterwerfen.

2,584 der Substanz gaben 0,897 Chlorsilber. Dies wurde erhalten durch Auflösen des Silber-Brechweinsteines in Weinstensäure und durch Fällung vermittelst Salzsäure; der Niederschlag wurde decantirt und in demselben Gefässe gewogen. Diese Quantität entspricht 28,05 Silberoxyd, was die Voraussetzung der Anwesenheit von 2—3 p. C. gewöhnlichem Brechweinstein in dem analysirten Producte rechtfertigt.

Silber-Brechweinstein wurde durch Trocknen sehr genau in den Zustand gebracht, wo er durch die Formel



dargestellt wird, wieder in absoluten Alkohol gebracht und durch einen Schwefelwasserstoffstrom zersetzt. Die filtrirte und im luftleeren Raume verdunstete Flüssigkeit hinterliess einen krystallisirten Rückstand.

0,294 dieser Substanz gaben 0,167. Wasser und 0,459 Kohlensäure, oder:

Kohlenstoff	31,8
Wasserstoff	4,3.

Die Weinsäure würde nach der Formel  $C_8H_4O_8 + 4H_2O$  liefern:

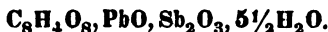
Kohlenstoff	32,0
Wasserstoff	4,0.

*Blei-Brechweinstein.*

Blei-Brechweinstein, in der Kälte durch neutrales essig-saures Bleioxyd und Brechweinstein bereitet, wurde in freier Luft getrocknet, dann der Einwirkung eines trocknen Luftstromes bei einer Temperatur von 100—200° unterworfen; welche er ohne Zersetzung verträgt.

2,013 wurden reducirt auf 1,835 bei 100°, was einem Wasserverluste von 8,84 p. C. entspricht, auf 1,777 bei 200°, was also 11,7 p. C. Wasserverlust sind.

Der Gesamtverlust, der einzige, der mit Sorgfalt bei diesem Versuche beobachtet worden ist, lässt sich nur gut durch folgende Formel darstellen:



Diese würde in der That einen Verlust von 11,7 p. C. geben. Die Zusammensetzung dieses Salzes, wenn man es warm bereitet, entspricht vollkommen der, welche sich herausstellt, wenn das Salz in der Kälte bereitet und dann einem trocknen Luftstromen bei 100° ausgesetzt worden ist. Diess bezeugen folgende Versuche:

1) 2,060 Blei-Brechweinstein, in der Wärme dargestellt, gaben 0,195 Wasser und 0,887 Kohlensäure.

2) 1,500 desgleichen gaben 0,161 Wasser und 0,677 Kohlensäure, oder:

	1)	2)
Kohlenstoff	12,09	12,30
Wasserstoff	1,08	1,19.

Diess entspricht folgender Formel:

$C_8$	=	600,0	12,10
$H_8$	=	50,0	1,01
$O_{10}$	=	1006,0	
$Sb_2O_3$	=	1912,9	
$PbO$	=	1394,5	

4957,4.

In diesem Zustande entspricht daher dieses Salz genau dem gewöhnlichen Brechweinstein, bei 100° getrocknet, und dem Silbersalze, das kalt bereitet ist.

Wenn man diesen Brechweinstein, warm bereitet, zu trocknen versucht, bemerkt man bald, dass er genau 2 At. Wasser verlieren kann, ohne sich in irgend einer Art zu zersetzen.

1) 7,283 wurden reducirt auf 5,025 bei 220°, was einem Wasserverluste von 4,82 p. C. entspricht.

2) 5,926 wurden reducirt auf 5,641 bei 230°, was einen Wasserverlust von 4,80 p. C. giebt.

Zu diesen Versuchen war ein in der Wärme bereiteter Blei-Brechweinstein angewandt, aber keiner höhern Temperatur als 100° ausgesetzt, um ihn nur in einen bestimmten Zustand zu bringen. Indessen entspricht der Verlust der Berechnung; diese würde in der That einen Verlust von 4,9 p. C. verlangen, indem man einen Verlust von 2 At. Wasser in dem Salze  $C_8H_8O_{10}, Sb_2O_3, PbO$  annimmt, was auf die Formel des wasserfreien Brechweinsteines  $C_8H_4O_8, Sb_2O_3, PbO$  führte.

Um diese Formel zu bestätigen, haben wir folgende Elementaranalysen angestellt:

1) 1,924 Blei-Brechweinstein bei 230° gaben 0,102 Wasser und 0,903 Kohlensäure.

2) 3,306 desgl., bei 230° getrocknet, gaben 0,174 Wasser und 1,545 Kohlensäure, entsprechend:

	1)	2)
Kohlenstoff	12,80	12,74
Wasserstoff	0,58	0,58.

Die Berechnung würde folgende Resultate liefern:

$C_8$	=	600,0	12,68
$H_4$	=	25,0	0,53
$O_8$	=	800,0	
$Sb_2O_3$	=	1912,9	
$PbO$	=	1394,5	
		<hr/>	
		4732,4.	

#### Baryt-Brechweinstein.

Die Abweichungen, welche wir in der Zusammensetzung des Baryt-Brechweinsteines beobachtet haben, werden ohne Zweifel auf die genauere Erforschung dieses Salzes führen.



Wir haben in der That zu erkennen geglaubt, dass dieses Salz ein Bruchtheilatom Wasser in sich schliesse, was noch zu einer Erhöhung des Atomgewichtes der Weinsäure führen würde. Um unsere Resultate deutlicher zu machen, werden wir sogleich die Zusammensetzung des wasserfreien Baryt-Brechweinsteines feststellen.

1) 2,422 Baryt-Brechweinstein, bis zu 250° in einem trocknen Luftstrome erhitzt, gaben 0,145 Wasser und 1,155 Kohlensäure, was nach p.C. folgenden Zahlen entspricht:

Kohlenstoff	13,19
Wasserstoff	0,66.

Man würde nach der Berechnung erhalten:

C <sub>8</sub>	=	612	14,2
H <sub>4</sub>	=	25	0,58
O <sub>8</sub>	=	800	
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	1912	
BaO	=	956	

4305.

Das Verhältniss des berechneten Kohlenstoffes ist zu gross, weil das Antimonoxyd, welches die völlige Zersetzung des kohlensauren Kali's bedingte, nur zur Hälfte den kohlensauren Baryt zersetzt, welchen der Baryt-Brechweinstein als Rückstand hinterlässt, wonach in der Analyse des Kalisalzes das Antimonoxyd mit dem Kali ein neutrales Salz bildet und in der des Barytsalzes ein saures Salz des Baryts entsteht. Nach dieser Annahme würde der durch die Analyse gelieferte Kohlenstoff sich bis zu 13,3 p.C. erheben. Setzt man zu dieser Mischung Antimonoxyd, so bekommt man die ganze Quantität Kohlensäure.

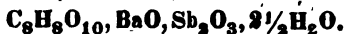
Da der Baryt-Brechweinstein die Form von krystallinischen Blättchen hat, so schien uns seine Analyse nach dem einfachen Trocknen an der freien Luft hinreichend genau zu werden.

1) 2,000 gaben 0,366 Wasser und 0,850 Kohlensäure.

2) 2,000 gaben 0,316 Wasser und 0,849 Kohlensäure, was folgenden Zahlen entspricht:

	1)	2)
Kohlenstoff	11,76	11,74
Wasserstoff	1,79	1,75.

Die Formel, zu der diese Analysen führen, musste uns auffallen, denn sie lässt sich ausdrücken durch:



Sie giebt in der That folgende Zahlen:

$C_8$	=	612	12,7	od.	11,9,	wenn man den Baryt zur Hälfte mit Kohlensäure gesättigt denkt,
$H_{13}$	=	81	1,68			
$O_{12,5}$	=	1250				
$Sb_2O_3$	=	1912				
$BaO$	=	956	19,87			

4811.

Die Existenz von einem Bruchtheile Wasser in diesem Salze ist ein so ungewöhnlicher Gegenstand, dass man ihn nur mit der grössten Vorsicht annehmen kann. Wir haben diese Thatsachen zu begründen versucht, indem wir den Baryt dem Gewichte nach bestimmten. Wir lösten daher einen Theil dieses Salzes in Weinsäure auf, liessen einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, um das Antimon auszufällen, durch die Flüssigkeit gehen und fällten dann den Baryt durch Schwefelsäure.

3,272 Baryt-Brechweinstein, in freier Luft getrocknet, gaben 0,990 schwefelsauren Baryt, entsprechend 19,85 p.C. Baryt.

Also würde der Baryt die früher angenommene Formel bestätigen.

Setzt man dieses Salz dem Einflusse der Wärme aus, so trocknet es nach und nach aus und verliert Quantitäten von Wasser, welche wir mit der grössten Sorgfalt bestimmten.

1) 4,298 Baryt-Brechweinstein wurden auf 3,945 bei 100° in einem trocknen Luftstrame reducirt, dass ist gleich 8,24 p.C. Wasser.

Nimmt man an, dass dieses Salz



in diesem Falle zu



wird, so würde man einen Verlust von 8,17 p.C. Wasser erhalten; der Versuch giebt 8,24 p.C. an.

2) 3,292 des nämlichen, an der Luft getrockneten Salzes wurden auf 3,035 bei 250° reducirt, was einem Wasserverluste von 10,52 p.C. entspricht.

Nimmt man an, dass dieses Salz in dem letztern Falle

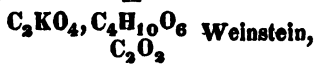


geworden ist, so würden wir einen Wasserverlust von 10,49 p. C. erhalten; der Versuch gab 10,52, was nicht bedeutend abweicht.

Bevor wir ein absolutes Vertrauen diesem Resultate beilegen, erwarten wir, dass es durch andere Chemiker bestätigt wird, oder vielmehr, dass es in Salzen von weniger complicirter Zusammensetzung gefunden wird.

Gesetzt, dass die Weinsäure durch  $C_6H_8O_6$  dargestellt wird, gesetzt, dass man sie in  $C_2O_3, C_4H_4O_3$  zerlegt, so werden wir diese Formel für jetzt als die der wahren Weinsäure betrachten.

Wohl verstanden, dass Nichts hindert, die Weinsäure auf eine andere Weise darzustellen, indem man sie als  $C_2H_2O_4, C_4H_{10}O_6$  betrachtet und annimmt, dass in den weinsauren Salzen die Metalle an die Stelle des Wasserstoffes treten, auf folgende Weise:



Da es leicht ist, diese Umstellungen zu bewirken, so wollen wir uns hierbei nicht aufhalten und uns begnügen, eine Tabelle der verschiedenen weinsauren Verbindungen, welche analysirt worden sind, zu geben:



$H_2O$	—	—	$2H_2O$ Tartrelsäure,
$H_2O$	—	—	$3H_2O$ krystallisirte Weinsäure,
$KO$	—	—	$3H_2O$ Weinstein,
$KO$	—	—	$KO$ } neutrales weinsaures Salz,
			$2H_2O$ }
$NaO$	—	—	$3H_2O + 2H_2O$ zweif.-weinsaures Natrium,
$NaO$	—	—	$NaO$ } + $4H_2O$ neutrales weins. Natrium,
			$2H_2O$ }
$N_2H_5O$	—	—	$3H_2O + H_2O$ zweif.-weinsaur. Ammoniak,
$N_2H_5O$	—	—	$N_2H_5O$ } neutrales weinsaures Ammoniak,
			$2H_2O$ }

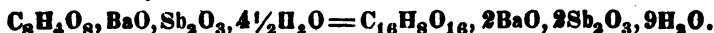
KO	+C <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	+ N <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O 2H <sub>2</sub> O	} + H <sub>2</sub> O weins. Kali-Ammoniak,
CaO	— —	CaO 2H <sub>2</sub> O	} + 8H <sub>2</sub> O neutraler weins. Kalk,
KO	— —	NaO 2H <sub>2</sub> O	} + 7H <sub>2</sub> O Seignettesalz,
CuO	— —	CuO 2H <sub>2</sub> O	} + 6H <sub>2</sub> O weinsaures Kupfer,
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	— —	3H <sub>2</sub> O	} Methylenweinsäure,
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	— —	KO 2H <sub>2</sub> O	} methylenweinsaures Kali,
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	— —	KO 2H <sub>2</sub> O	} ätherweinsaures Kali,
KO	— —	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O	} Kali-Brechweinstein,
NaO	— —	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — —	} Natron-Brechweinstein,
N <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	— —	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O	} Ammoniak-Brechweinstein,
AgO	— —	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O	— Silber-Brechweinstein,
PbO	— —	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O	— Blei-Brechweinstein,
KO	— —	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O	— Bor-Brechweinstein.

Unabhängig von diesen Verbindungen giebt es zwei, die Tartralsäure und den Baryt-Brechweinstein, in welchen man Bruchtheilatome Wasser annehmen muss.

Die Tartralsäure ist in der That:



und der Baryt-Brechweinstein:



Bevor man aber annimmt, dass die Weinsäure durch



darf dargestellt werden, muss erst die Existenz dieser Bruchtheilatome Wasser in diesen Verbindungen ausser Zweifel gestellt werden. Vielleicht muss man sie in beiden Fällen als Zufälligkeiten in dem Versuche betrachten, vielleicht aber muss man sie bei diesen Thatsachen als ein Zeichen ansehen, dass die chemischen Formeln bis jetzt für zu einfach betrachtet worden sind.

In jedem Falle fehlt ein sehr aufmerksames Studium der verschiedenen organischen Salze, mit Berücksichtigung des Wassergehaltes, welchen sie einschliessen, der Wissenschaft, und wer sich dieser Arbeit widmen wollte, könnte, wenn er eine grosse Genauigkeit anwenden wollte, eine reiche Ernte von Entdeckungen sich versprechen. Alles lässt glauben, dass man

auf diesem Wege viel weiter, als es bis jetzt geschehen ist, in der Kenntniss der Constitution der Körper vorrücken wird, welche unsere Formeln bei ihrer gesuchten Einfachheit richtig darzustellen vielleicht noch weit entfernt sind.

Indem Melsens die Weinsäure als Oxalessigsäure betrachtete, wurde er zu einigen Versuchen veranlasst, welche ihn zu der Entdeckung der Essigschwefelsäure führten. Hier sind die Erfolge der Versuche, welche er zu diesem Zwecke in dem Laboratorio von Dumas angestellt hat.

Man erhält essigschwefelsauren Baryt und Blei, wenn man Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure in einen Ballon, welcher krystallisirbare Essigsäure enthält, leitet und das Product durch eine kohlenaure Basis sättigt. Das Sulfat schlägt sich nieder und man verschafft sich eine Auflösung von essigschwefelsaurem Salze, welches man krystallisirt erhalten kann. Es entwickelt sich fast gar kein Gas während der Einwirkung der wasserfreien Schwefelsäure auf die Essigsäure. Die Mischung und die Reaction gehen ganz ruhig vor sich.

Die Analysen von Melsens führen auf folgende Formeln:

*Für das wasserhaltige Barytsalz.*

	Ber.	Versuch.
C <sub>4</sub> =	306,08	8,08 8,07
H <sub>10</sub> =	62,40	1,64 1,61
S <sub>2</sub> =	402,32	10,63 10,48
2BaO =	1913,76	50,56 50,67
O <sub>11</sub> =	1100,00	29,09 29,17
	<u>3784,56</u>	<u>100,00 100,00</u>

*Wasserverlust.*

	Ber.	Versuche.		
		1)	2)	3)
C <sub>4</sub> =	306,08			
H <sub>4</sub> =	24,96			
S <sub>2</sub> =	402,32			
2BaO =	1913,76			
O <sub>8</sub> =	800,00			
3H <sub>2</sub> O =	337,44	8,91	8,45	8,62 8,68
	<u>3784,56</u>			

*Barytenz, bei einer Temperatur von 350° C. getrocknet.*

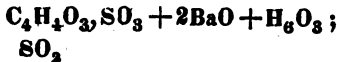
	Ber.		Versuche.			
C <sub>4</sub>	=	306,08	8,85	8,56	8,45	8,39
H <sub>4</sub>	=	24,96	0,72	0,84	0,76	0,82
S <sub>2</sub>	=	402,32	11,64	—	12,36	12,22
2BaO	=	1913,76	55,36	—	55,67	55,62
O <sub>8</sub>	=	800,00	23,43	—	—	—
		<u>3447,12</u>	100,00.			

*Essigschwefelsaures Bleioxyd.*

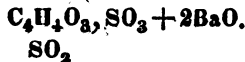
C <sub>4</sub>	=	306,08	6,73	6,57
H <sub>8</sub>	=	49,92	1,10	1,27
S <sub>2</sub>	=	402,32	—	61,26
2PbO	=	2789,00	61,34	—
O <sub>10</sub>	=	<u>1000,00</u>	—	—
		4547,32.		

Die vorhergehenden Analysen zeigen, dass die Essigschwefelsäure durch 1 Aeq. Essigsäure dargestellt wird, in der H<sub>2</sub> durch SO<sub>2</sub> ersetzt wird und welche ausserdem 1 Aeq. Schwefelsäure enthält. Diese beiden Säuren stellen daher eine gepaarte Säure dar, welche 2 At. Basis sättigt, um ein neutrales Salz zu bilden. Ordnet man die Formeln nach diesen Ansichten, so hat man:

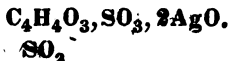
Neutralen krystallisirten essigschwefelsauren Baryt:



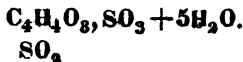
neutralen wasserfreien essigschwefelsauren Baryt:



Das essigschwefelsaure Silber enthält dagegen:



Die Essigschwefelsäure würde sein:



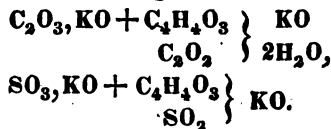
Diese Formel des Hydrats der Essigschwefelsäure zeigt, dass diese Säure nicht auf Art der einbasischen Säuren in eine Formel gebracht werden kann, denn sie würde im Hydratzu-

## 250 Garrod, üb. die Umwandl. der Benzoëssäure in

stande  $2\frac{1}{2}$  At. Wasser enthalten. Während jedoch die Weinsäure unter dem Einflusse des Kali's sich in Oxal- und Essigsäure mit grosser Leichtigkeit umsetzt, so verwandelt sich die Essigschwefelsäure unter den nämlichen Umständen nicht in Schwefelsäure und Essigsäure.

Bemerken wir überdiess, dass, während in der Weinsäure 2 Molecüle Wasser innig gebunden sind, welche unter dem Einflusse der Basen nicht verschwinden, die Essigschwefelsäure im Gegentheile leicht ihr ganzes Wasser verliert, mit Ausnahme der beiden Molecüle, welche den beiden Molecülen der Basis des essigschwefelsauren Silbers entsprechen.

So würde man bei dem Vergleiche der beiden Formeln finden:



Das zweite Molecül der Säure würde im erstern Falle dreibasisch sein, während es im zweiten Falle stets einbasisch bleibt.

Es ist nicht nöthig, darauf aufmerksam zu machen, wie sehr die Existenz einer Essigschwefelsäure die schon so ausgezeichneten Analogien, durch welche die Benzoë- und Essigsäure verbunden sind, unterstützt. Es ist offenbar, dass die Essigschwefelsäure und Benzoëschwefelsäure Körper sind, welche derselben Reihe angehören.

---

### L.

## *Ueber die Umwandlung der Benzoëssäure in Hippursäure im thierischen Organismus* \*).

Von

G A R R O D.

(*Philosophical Magazine and Journal of Science, third Series.*  
June 1842.)

Dr. Alex. Ure hat angegeben, dass nach dem Genusse von Benzoëssäure oder einem ihrer Salze Hippursäure in dem Körper gebildet und von den Nieren als ein lösliches Hippurat

---

\*) Vgl. dies. Journ. XXVI. 491.

ausgeschlossen wird und dass dieses hippursäure Salz durch die Verbindung von Benzoesäure mit Harnsäure gebildet werde. Er bemerkt ferner, dass keine Spur von Harnsäure oder ihren Salzen nach dem Genusse von Benzoesäure im Urin gefunden werden kann.

Ich habe mehrmals Dr. Ure's Versuche wiederholt, indem ich von 1 Scrupel bis zu  $\frac{1}{2}$  Drachme Benzoesäure auf einmal einnahm, und habe stets eine bedeutende Menge Krystalle von Hippursäure erhalten, von 15—39 Gran steigend, welche nach 3—4 Stunden durch Zusatz von Salzsäure anschossen. Diese Krystalle besaßen alle Eigenschaften der Hippursäure, die Krystallform, die geringe Löslichkeit in kaltem Wasser und Aether, die leichte Löslichkeit in Alkohol, die Entwicklung von Stickstoff und auch den Geruch nach Tonkabohnen, wenn sie bis zur Zersetzung erhitzt wird, und meine Versuche bestätigen daher in so weit Dr. Ure's Hauptversuch. Er erwähnt auch eine andere Prüfung auf Hippursäure, dass nämlich, wenn sie mit verdünnter Salpetersäure zur Trockne abgedampft und Ammoniak hinzugefügt wird, eine schöne Purpurfarbe entstehe. Dies ist blos mit aus Urin erhaltenen Krystallen der Fall, aber keine Eigenschaft der reinen Hippursäure. Die Ursache davon soll sogleich gezeigt werden.

Dr. Ure behauptet, dass keine Spur von Harnsäure im Urin gefunden werden kann; aber bei der Untersuchung war ich stets im Stande, durch Hinzusetzung von wenig Salpetersäure, sorgfältige Abdampfung und Halten der Schale über Ammoniak eine deutliche Spur von Harnsäure aus 1 oder 2 Tropfen Urin zu erhalten, wobei eine deutliche Spur von Murexid gebildet wurde; so auch, wenn das Schälchen, in welchem Krystalle von Hippursäure enthalten sind, genau geprüft wird, findet man sehr kleine Körnchen auf dem Boden, welche Krystalle von Harnsäure sind; ferner bei Betrachtung der Hippursäurekrystalle unter dem Mikroskope findet man eine grosse Anzahl ihnen anhängender Harnsäurekrystalle, und diess ist die Ursache von der Entstehung der besprochenen Purpurfarbe, welche er als ein Zeichen der Hippursäure angegeben hat. Werden die Krystalle in Alkohol gelöst, so bleibt die Harnsäure ungelöst, und die aus der alkoholischen Auflösung krystallisierende Hippursäure giebt nicht mehr die purpurne Färbung.



Bei Sammlung der Harnsäure aus einer, gleichen Menge Urin, welcher bei derselben Nahrung in mehreren Tagen gebildet war, wovon die eine gegen 27 Gran, die andere keine Hippursäure enthielt, erhielt ich folgende Resultate:

Aus  $4\frac{1}{2}$  Unzen Urin, wenn keine Benzoesäure gegeben wurde, 1,07 Gran Harnsäure; aus  $4\frac{1}{2}$  Unzen Urin, nachdem 20 Gran Benzoesäure eingenommen worden waren, 0,96 Gran Harnsäure; Differenz zu Gunsten des ersten 0,11 Gran.

Beim zweiten Experimente konnte auch ein kleiner Verlust durch das dabei nöthige sorgfältigere Auswaschen der Krystalle entstanden sein. Wenn wir nun annehmen, dass Harnsäure zersetzt wird, um die Elemente zu liefern, welche zur Bildung der Hippursäure zur Benzoesäure hinzugefügt werden müssen, so finden wir, dass jedes Aequivalent von Benzoesäure die Hinzufügung von  $C_4H_{12}O_4N_2$  erfordert. Um den Stickstoff zu erhalten, würden 4 At. Benzoesäure 1 At. Harnsäure, oder  $\frac{1}{2}$  Drachme Benzoesäure etwas mehr als 10 Gr. Harnsäure erfordern. Nun enthielt die Menge Urin im Experiment ohne Benzoesäure nur 1,07 Gr. Harnsäure, und doch war die Menge nicht wesentlich verringert, wenn 28 Gran Hippursäure im Urin gefunden wurden. Es kann daher nicht sein, dass Hippursäure von der Harnsäure gebildet wird!

Wenn wir den Gegenstand theoretisch untersuchen, so scheint es nicht wahrscheinlich, dass ein Körper wie Benzoesäure, der so schwache Verwandtschaft besitzt und, wenn er genossen, keine fühlbare Wirkung auf den Körper hervorbringt, sollte im Stande sein, eine so beständige Verbindung wie Harnsäure zu zerlegen und der letztern die nöthigen Elemente zu ihrer Umwandlung in Hippursäure zu entziehen. Aber da Hippursäure im Urin wirklich gebildet wird, woher erhält sie die Bestandtheile?

Die Menge des Harnstoffes fand sich in mehreren Versuchen vermindert; konnte diess die Ursache sein? Wir können keine rationale Formel für die Erklärung der Umwandlung finden, wenn wir annehmen, dass sie vom Harnstoffe allein herführe. Wir können allerdings die geforderten Elemente auswählen, aber im letzten Falle müssten wir eine Verbindung im Organismus zurücklassen, welche nicht in die bekannten Verbindungen als Ammoniak, Wasser, Kohlensäure u. s. w. zerlegt wer-

den kann, während wir von der schnellen Umwandlung der Benzoëssäure in Hippursäure erwarten sollten, dass der Wechsel leicht stattfinden könnte, ohne dass die Wirkung einiger ungewöhnlichen Affinitäten in's Spiel gebracht würde. Ich meine, dass es der milchsäure Harnstoff anstatt der reine sein könnte, welcher aufgenommen wird, und bei Vergleichung der Formeln für Hippursäure, Benzoëssäure und den milchsäuren Harnstoff scheint es, dass 1 Aeq. milchsäurer Harnstoff weniger 3 Aeq. Wasser genau die erforderlichen Elemente für die Umwandlung von 2 Aeq. Benzoëssäure in 2 Aeq. Hippursäure gebe. 2 Aeq. Benzoëssäure + 1 Aeq. milchsäurer Harnstoff = 2 Aeq. Hippursäure + 3 Aeq. Wasser.

Hippursäure (wasserfrei)	$C_{18}H_{16}O_5N_2$
Benzoëssäure (desgl.)	$C_{14}H_{10}O_3$
	<hr/>
Differenz	$C_4 H_6 O_2 N_2$
doppelte Differenz	$C_8 H_{12} O_4 N_4$
Milchsäure	$C_6 H_{10} O_5$
Harnstoff	$C_2 H_8 O_2 N_4$
	<hr/>
milchsäurer Harnstoff	$C_8 H_{18} O_7 N_4$
milchs. Harnstoff— $3H_2O$	$= C_8 H_{12} O_4 N_4$ .

Nun ist der Harnstoff von den Herren Cap und Henry im menschlichen Urin als milchsäures Salz gefunden worden, und die Trennung der Elemente des Wassers ist ein Wechsel, von welchem erwartet werden kann, dass er unter solchen Umständen stattfindet. Dass Benzoëssäure gänzlich den milchsäuren Harnstoff aufnimmt und Wasser ausstösst, ist gewiss eine grössere Wahrscheinlichkeit als die Zersetzung einer so beständigen Verbindung wie Harnsäure.

Bei der Prüfung auf die Menge des milchsäuren Harnstoffes nach der Methode von Cap und Henry fand ich, dass, obgleich ich ihn nicht in Krystallen erhalten konnte, doch die Menge im sirupartigen Zustande bedeutend vermindert war nach dem Einnehmen von Benzoëssäure, und dasselbe zeigte sich bei Bildung von salpetersaurem Harnstoff. Ich erhielt 14 Gran weniger Harnstoff aus  $4\frac{1}{2}$  Unzen Urin, wenn Benzoëssäure eingenommen worden war. Bei einem andern Experimente erhielt ich 17 Gran weniger, wenn 30 Gran Benzoëssäure genossen worden waren; diess ist ein grösserer Verlust, als zur Bildung

der Hippursäure zugerechnet werden kann, aber diess kann dem Urin, der ein nahe so hohes spec. Gewicht in diesem Falle hat, als wenn Benzoëssäure genossen wurde, vermöge eines zufälligen Umstandes zugeschrieben werden. 30 Gran Benzoëssäure, eingenommen, vergrösserten das spec. Gewicht des Urins von 4 zu 6 Tausendtheilen.

Aus diesen Resultaten gehen 2 Fragen hervor: 1) Kann nicht Hippursäure künstlich ausserhalb des Körpers gebildet werden? 2) Wenn hinreichende Benzoëssäure eingenommen würde zu einer Zeit, wo im Urin der wenigste Harnstoff enthalten wäre, sollte die Benzoëssäure nicht aufhören, gänzlich in Hippursäure überzugehen, und ein Theil davon dann im Urin unverändert erscheinen?

## LI.

### *Ueber die Zusammensetzung des Paraffins.*

Von

LEWY aus Copenhagen.

(*Ann. de chim. et de phys. Juillet 1842.*)

Das Paraffin ist schon mehreren Untersuchungen von verschiedenen Chemikern unterworfen worden; nach den Analysen von Jules Gay-Lussac würde seine Zusammensetzung dieselbe wie die des ölbildenden Gases sein. Was sein chemisches Aequivalent anbelangt, so hat dieses bis jetzt noch nicht bestimmt werden können, da dieser Stoff keine Verbindungen eingeht. Die durch Dumas und Stas herbeigeführte Aenderung des Kohlenstoffatoms und die neueren Verbesserungen in der organischen Analyse bewogen mich, diesen Stoff von Neuem zu untersuchen. Da man naturgemäss annehmen kann, dass das Paraffin ein sehr hohes Atomgewicht habe, so sieht man, dass bei dem Mangel einer andern Controle die grösste Genauigkeit in der Elementaranalyse nöthig ist, um zu entscheiden, ob das Paraffin mit dem ölbildenden Gase, dem Bicarbür von Faraday etc. isomer ist.

Alle Analysen, welche ich mittheilen will, sind im Laboratorio von Dumas gefertigt; ich verdanke seiner Gefälligkeit die verschiedenen Proben des zur Analyse angewandten

**Paraffin.** Einige dieser Proben waren von Malaguti bereitet, zum Theil aus einem bituminösen Schiefer von Autun, zum Theil aus Wachs verschiedenen Ursprunges. Ich habe selbst einige Proben rohen Paraffins der Reinigung unterworfen, indem ich es wiederholt mit Alkohol und Aether behandelte, hierauf die Producte destillirte und sie einer neuen Krystallisation in ätherhaltigem Alkohol unterwarf.

Das so erhaltene Paraffin ist von einer vollkommenen Weisse und besteht aus perlmutterartigen Schuppen. Seine Dichtigkeit wurde zu 0,89 gefunden, es schmilzt bei 46,8°, kann ohne Veränderung destillirt werden und sein Siedepunct scheint zwischen 370 und 380° zu liegen.

Folgendes sind die Resultate der Analysen:

- 1) 0,863 Paraffin aus Schiefer:
 

1,151 Wasser	H = 14,80
2,694 Kohlensäure	C = 85,22.
- 2) 0,884 der nämlichen Substanz:
 

1,176 Wasser	H = 14,76
2,754 Kohlensäure	C = 84,95.
- 3) 0,760 Paraffin aus Bienenwachs:
 

1,021 Wasser	H = 14,91
2,362 Kohlensäure	C = 84,75.
- 4) 0,804 Paraffin aus Caraubawachs:
 

1,085 Wasser	H = 14,97
2,517 Kohlensäure	C = 85,37.
- 5) 0,978 von der nämlichen Substanz:
 

1,312 Wasser	H = 14,89
3,052 Kohlensäure	C = 85,10.
- 6) 0,938 Paraffin aus Bienenwachs:
 

1,331 Wasser	H = 14,80
3,109 Kohlensäure	C = 85,00.
- 7) 1,007 der nämlichen Substanz:
 

1,352 Wasser	H = 14,90
3,139 Kohlensäure	C = 85,00.
- 8) 1,015 der nämlichen Substanz:
 

1,367 Wasser	H = 14,94
3,160 Kohlensäure	C = 84,89.

Das Mittel dieser acht Analysen ist:

$$C = 85,03$$

$$H = 14,87$$

---


$$99,90,$$

eine Zusammensetzung, welche nicht mit der des obbildenden Gases übereinstimmt.

Die einfachste Formel, welche sich aus diesen Zahlen ableiten lässt, ist:  $C_{10}H_{42}$ , welche

$$C = 85,10$$

$$H = 14,89$$

gibt.

In der Absicht, die Condensation der Elemente und das Aequivalent des Paraffins kennen zu lernen, habe ich seine Dichtigkeit im Zustande der Dampfform zu bestimmen versucht.

Diese Operation erfordert grosse Vorsicht, denn das Paraffin fängt schon bei einer Temperatur an sich zu zersetzen, welche nicht viel seinen Siedepunct übersteigt. Es ist schwer, in dem Ballon nicht einige Cubikcentimeter Kohlenwasserstoffgas zu finden, von denen man eine eudiometrische Analyse machen muss, damit man mit möglichster Annäherung die Dichtigkeit nach den gegebenen Resultaten des Versuches berechnen kann. Nichtsdestoweniger bleibt das Paraffin, wenn man mit Sorgfalt operirt hat, weiss in dem Ballon zurück, und die Analyse zeigt keine Veränderung der Substanz an. Die Resultate von drei Versuchen stimmen nicht hinlänglich überein, um mit Sicherheit das wahre Aequivalent des Paraffins festzustellen. Die Zahlen schwanken zwischen 10 und 11,8. So viel kann man behaupten, dass das Molecül des Paraffins wenigstens 20 Aequivalente Kohlenstoff enthalten muss.

Die Berechnung würde, indem man von  $C_{20}H_{84}$  ausgeht, folgende Zahlen geben:

$$20 \text{ Vol. Kohlenstoffdampf} = 33,728$$

$$84 \text{ — Wasserstoff} = 5,779$$

---


$$39,507$$

$$\frac{39,507}{4} = 9,879.$$

Wenn man die Formel  $C_{24}H_{100}$  annimmt, würde man haben:

$$20 \text{ Vol. Kohlenstoffdampf} = 40,32$$

$$100 \text{ — Wasserstoff} = 6,88$$

---


$$47,20$$

$$\frac{47,20}{4} = 11,8.$$

Diese Formel giebt:

$C_{24} =$	3600	85,99
$H_{100} =$	625	14,78
	4225	99,98,

Zahlen, welche vollkommen mit den Versuchen übereinstimmen.

Es ist klar, dass die Formel des Paraffins durch Methoden, welche dem Irrthume weniger ausgesetzt sind, bestätigt werden muss.

Ich habe mehrere Versuche gemacht, um aus dem Paraffin durch Einwirkung verschiedener Reagentien neue Producte zu erhalten. Das Chlor hat eine entschiedene Einwirkung und kann in günstigen Umständen einen krystallisirbaren Körper, der viel Chlor enthält, geben.

Das Studium der von dem Paraffin abgeleiteten Producte, eben so einige Untersuchungen über das Wachs in seiner Beziehung zu dem Paraffin selbst, wird ohne Zweifel neue Thatsachen zur Bestimmung des Aequivalents vom Paraffin geben. Diess wird der Gegenstand einer Arbeit sein, von welcher diese Notiz die ersten Resultate enthält.

## LII.

### *Ueber eine neue Verbindung von Chlor und Sauerstoff.*

Von

M I L L O N.

(Compt. rend. Sept. 1842. p. 584.)

In einem frühern Berichte habe ich gezeigt, dass die Verbindung von Sauerstoff und Chlor, welche man gemeinlich *deutoxyde de chlore* nannte und welche die Formel  $Cl_2O_4$  hat, eine complexe Säure ist, die keine Salze zu bilden vermag und die in Berührung mit den alkalischen Basen sich in ein chloresaures und in ein chlorigsaures Salz umsetzt. Ich hatte diese Scheidung bei der Einwirkung von  $Cl_2O_4$  auf Kali bemerkt und die Natur derselben durch Analyse der Silberverbindung  $Cl_2O_3$ ,  $AgO$  festgestellt, welche letztere leicht durch

die gegenseitige Zersetzung von chlorigsaurem Kali und salpetersaurem Silber erhalten wird.

Diese ersten Thatfachen machten die Existenz einer neuen Verbindung von Chlor und Sauerstoff, deren Formel  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  wäre, sehr wahrscheinlich. Ich bin glücklich genug gewesen, diese letzte Verbindung wirklich zu isoliren und verschiedene einfache Methoden aufzufinden, welche die Bereitung in grösserer Menge gestatten, und, wie es so oft bei den chemischen Untersuchungen geschieht, war die neue Verbindung kaum von mir bestimmt worden, als ich schon fand, dass sie sich in sehr zahlreichen und sehr verschiedenen Fällen bilde.

Die neue Verbindung, welche man chlorige Säure (*acide chloreux*) nennen muss, da sie sich bildet, so oft man die Chlorsäure desoxydirt, ist die allerbeständigste Chlorverbindung, mag auch irgend ein Desoxydationsmittel zugegen sein, wenn man sich innerhalb derjenigen Temperaturgrenzen hält, über die hinaus diese Säure und ihre Verbindungen zerstört werden.

So widersteht die chlorige Säure der reducirenden Einwirkung fast aller organischen Körper, fast aller Metalle, und ist ein Product der Erhitzung von überchlorsaurem Kali, welches sich zuerst in Chlorit, dann erst in Chlorür verwandelt.

Ich beschränke mich in dieser kurzen Notiz darauf, zwei Arten der Bereitung anzugeben, von welchen, je nach den Umständen, jede ihre Vorzüge hat.

Man gewinnt die chlorige Säure, wenn man einen Ballon von 3 bis 400 Cubikcentimeter Inhalt fast bis an den Hals mit einem Gemenge von Weinsteinssäure, chlorsaurem Kali, käuflicher Salpetersäure von 1,327 spec. Gew. und Wasser in folgenden Verhältnissen füllt:

Weinsteinsäure	1
chlors. Kali	4
Salpetersäure	6
Wasser	8.

Man bringt zuerst die Weinsteinssäure und das chlorsaure Kali gröblich gemengt und unpulverisirt hinein und gieast dann die vorher mit dem Wasser vermengte Salpetersäure hinein. Darnach befestigt man den andern Theil des Apparates daran, und das Gas, über Chlorcalcium getrocknet, streicht in trockenem

Flaschen, oder geht in einen Woulfschen Apparat, um sich in Wasser aufzulösen.

Die Reaction geht von selbst vor sich, wenn man einige Augenblicke wartet (bei  $25^{\circ}$ ), aber man kann sie ohne Furcht beginnen, wenn man eine einzige brennende Kohle unter den Entwicklungsballon stellt. In der Folge erhitzt man so, dass man  $+45^{\circ}$  bis  $+50^{\circ}$  nicht überschreitet.

Die Operation ist beendet, wenn das Gemenge sich entfärbt; bei dieser Reaction ist die chlorige Säure mit Kohlensäure vermischt.

Die chlorige Säure ist ein Gas von grünlich-gelber Farbe, dessen Geruch die Kehle und die Lungen heftig reizt und mit dem der Unterchlorsäure (*acide hypochlorique*) verwechselt werden kann. Die Säure entfärbt Lakmuspapier und Indigolösung in Schwefelsäure. Sie wird in der Kälte tropfbar und bildet eine rothe, weniger als Unterchlorsäure dunkel gefärbte Flüssigkeit, bedarf auch einer stärkern Abkühlung als jene. Bei  $+57$  Grad zersetzt sie sich mit einer leichten Detonation.

Ihre Auflösung hat einen brennenden Geschmack, ist grün, wenn das Gas in geringer Menge darin enthalten ist, dagegen sehr dunkel goldgelb, wenn das Wasser 5 bis 6mal sein Volumen von dem Gase aufgelöst hat, was zugleich die Grenze der Auflöslichkeit zu sein scheint. Bei  $+20^{\circ}$  färbt diese Auflösung schon nach einigen Minuten die Haut gelb.

Eine einzige Gasblase reicht hin, um 1 Litre Wasser zu färben. Diese färbende Kraft kann man nur mit der von löslichen Chromsalzen vergleichen.

Es war nicht möglich, dieses Gas mit dem Kugelapparat zu analysiren, den Herr Gay-Lussac so glücklich zur Analyse der Unterchlorsäure  $\text{Cl}_2\text{O}_4$  angewandt hat. In diesem Apparate setzt sich die chlorige Säure in Chlor, Sauerstoff und Ueberchlorsäure um, und letztere endlich widersteht der Hitze eher auf die Länge von 20 Centimetern bis zum Rothglühen erhitzten Glasröhre.

Aber die Bestimmung der Elemente lässt sich leicht mit Hilfe einer kleinen, mit metallischem Kupfer angefüllten Glasröhre machen. Das gut getrocknete Gas trifft auf das Metall, das in einer Ausdehnung von 7 bis 8 Centimetern erhitzt sein muss; würde man nur an einer Stelle erhitzen, so würde die Ueberchlorsäure der Zersetzung theilweise entgehen.



Das Mittel aus 3 Analysen gab mir 60,15 Procent Chlor, was zu der Formel  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  führt. Die Rechnung liefert 59,66 Procent Chlor.

Diese Formel findet sich bestätigt, 1) durch die Analyse der chlorigen Säure, welche zur allgemeinen Formel folgende haben:  $\text{Cl}_2\text{O}_3, \text{MO}$ ; 2) durch die Dichtigkeit des Gases. Die Versuche ergaben 2,646 und die Rechnung giebt 2,733, was auf eine Condensation der 2 Vol. Chlor und 3 Vol. Sauerstoff zu 3 Vol. der Säure hindeutet.

Unabhängig von den Umsetzungen der gasförmigen und der aufgelösten chlorigen Säure, bei denen man diese Verbindung äusserst empfindlich gegen das Licht findet, bemerkt man auch noch bei der Berührung mit feuchter atmosphärischer Luft folgende Erscheinung.

Wenn man einen Ballon von 8 bis 10 Litern Inhalt nimmt, etwas Wasser hineingiesst und so umschüttelt, dass sich die innere Luft mit Feuchtigkeit sättigt, und wenn man dann einige Tropfen von der wässrigen Auflösung der chlorigen Säure hinzuthut, die höchstens ihr eigenes Volumen an Gas aufgelöst enthält, so sieht man fast augenblicklich von dem Boden des Ballons weisse, sehr dichte Dämpfe aufsteigen, die sich langsam erheben, bald das ganze Innere anfüllen und endlich gar heraussteigen.

Man erhält so mit Hülfe einiger Gasblasen in einem verhältnissmässig ungeheuren Raume das Schauspiel eines dicken Nebels, und doch ist das Gas, wenn es hineinkommt, schon mit Flüssigkeit gesättigt.

Diese Erscheinung dauert ungefähr eine halbe Stunde und geht in einer Atmosphäre von Wasserstoff, Kohlensäure oder Sauerstoff so gut vor sich als in atmosphärischer Luft.

Die chlorige Säure in ihrem gasförmigen Zustande charakterisirt sich mit Rücksicht auf die Metalle durch eine bemerkenswerthe Indifferenz. Selbst Kupfer, Blei, Zinn, Antimon, Zink und Eisen bleiben als feine Fellspäne in einer Atmosphäre dieses Gases ohne die geringste Aenderung. Nur das Quecksilber bildet eine Ausnahme, es absorbirt das Gas bei gewöhnlicher Temperatur, ohne einen Rückstand zu lassen.

Die chlorige Säure in wässriger Lösung giebt sehr von

einander abweichende Resultate. So liefert das Quecksilberoxydchlorüre, das Kupfer ein Gemenge von Chlorür und chlorsaurem Kupferoxyd, das Zink und Blei geben Chlorüre und chlorsaure Salze. Antimon greift dieselbe nicht an, wie lange auch immer die Berührung stattfindet. In dieser Beziehung steht es dem Gold und der Platina zur Seite und hinter mehreren Metallen, die es sonst beständig durch seine Verwandtschaft übertrifft.

Die Oxyde zeigen gleichfalls viele Eigenheiten, und ohne von den Oxyden zu reden, die den unteren Classen angehören, so verbinden sich selbst die alkalischen und erdigen Oxyde nur nach langem Widerstande mit dieser Säure: Kalkhydrat ist ohne Einwirkung auf dieses Gas, und selbst Kali in Auflösung bleibt, wenn es mit der gleichfalls aufgelösten Säure vermengt wird, länger als 20 Minuten, ohne ein Chlorit zu liefern; auch das Umrühren der beiden Auflösungen ist nutzlos.

Kali, Natron und Baryt bilden saure chlorigsaurer Salze, welche stark roth gefärbt sind, die man aber nicht im krystallinischen Zustande erhalten kann. Einige neutrale chlorigsaurer Salze, welche in Auflösungen existiren, zersetzen sich, wenn die Flüssigkeit concentrirt wird. Einige, wie die des Mangans, des Eisens und Quecksilbers, scheinen unter gewöhnlichen Umständen nicht zu existiren, aber die chlorigsaurer Salze von Blei, Silber, Baryt und Strontianerde krystallisiren gut und sind leicht zu analysiren. Alle diese chlorigsaurer Salze zeigen ausser den allgemeinen Eigenschaften, die man schon im voraus übersieht und welche in ihrer Zersetzung und Entzündung bestehen, einen empfindlichen Charakter. Wenn man sie mit verdünnter Salpetersäure behandelt, so entwickeln sie ein gelbes, stark färbendes und stark riechendes Gas, das nicht Anderes ist als die chlorige Säure selbst.

Dieses Gas unterscheidet sich vom Chlor darin, dass seine entfärbende Kraft durch eine Auflösung von arseniger Säure in Chlorwasserstoffsäure nicht zerstört wird. Sie fährt fort, auf schwefelsaurer Indigolösung einzuwirken, wie gross auch der Zusatz von arseniger Säure sein mag. Dieses Gas unterscheidet sich auch von der Unterchlorsäure dadurch, dass es mit Kali kein chlorsaures Kali liefert und aus seiner Auflö-

sung in Wasser durch einen Strom von Kohlensäure so verdrängt werden kann, dass keine Spur von chloriger Säure zurückbleibt.

### LIII.

## *Ueber die Tension der concentrirten Schwefelsäure in getrockneter Luft.*

Von

Dr. A. VOGEL jun. in München.

(Vorgetragen in der Sitzung der mathemat. physikal. Classe der K. Academie der Wissenschaften.)

Faraday hat gezeigt, dass Quecksilber stets eine Schicht von Quecksilberdämpfen über sich stehen hat, auch bei gewöhnlicher Temperatur, wodurch Goldblätter amalgamirt werden. Der Kochpunct des Quecksilbers ist  $+360^{\circ}\text{C}$ ., die Schwefelsäure kocht aber schon bei  $+326^{\circ}\text{C}$ ., also bei einer niedrigeren Temperatur als Quecksilber. Es war daher kaum zu bezweifeln, dass die Schwefelsäure eine Tension, wenn auch eine noch so geringe, haben müsse. Dass die Tension der Schwefelsäure bisher nicht beachtet wurde, rührt nur von dem Umstande her, dass concentrirte Schwefelsäure aus der Luft Wasser anzieht, sich verdünnt und mithin keine Tensions-Erscheinungen zeigen kann. Anders verhält sich dagegen die Schwefelsäure in trockner Luft.

Die Frage über die Tension der Schwefelsäure ist in neuerer Zeit von Berzelius angeregt und wichtig geworden, indem derselbe bei Beurtheilung der von Dumas und Stas mitgetheilten Versuche über die Bestimmung des Atomgewichtes der Kohle durch Verbrennung reiner Kohle Bedenken darüber äussert, dass das zur Verbrennung verwandte Sauerstoffgas, nachdem es vorher durch kaustisches Kali getrocknet war, noch über concentrirte Schwefelsäure geleitet werde.

Die hierher bezügliche Stelle\*) aus Berzelius's Jahresbericht lautet wie folgt: „— Wenn das Gas (nämlich das zur

\*) S. Berzel. Jahresber. 21. Jahrg. 2. Hft. S. 69.

Verbrennung der Kohle verwandte Sauerstoffgas) auf die bei Davy's und Stas's Versuchen angegebene Weise durch Schwefelsäure geleitet wird, so muss, im Fall die Schwefelsäure eine Tension hat, eine kleine Menge davon in dem Gas abdunsten, die nach der ungleichen Temperatur, welche die Säure durch ihre grössere oder geringere Entfernung von dem Feuerherd, während eines mehrere Stunden lang fortgesetzten Versuches erhalten hat, auf der Wage bemerkbar werden kann, da sie aus dem Gase durch das Kalihydrat aufgenommen wird. Davon wird dann die Folge sein, dass die verbrannte Kohle mehr Kohlensäure gegeben zu haben scheint, als sie wirklich hervorgebracht hat. Gewiss verdient es ausgemittelt zu werden, in wie weit die Schwefelsäure eine solche Fehlerhaftigkeit des Resultates veranlasst.<sup>6</sup>

Die von Berzelius geäusserten Zweifel wären es, welche mich veranlasst haben, über die Tension der Schwefelsäure einige Versuche anzustellen.

Zur Auffindung der Schwefelsäure in den geringsten Mengen wird Chlorbaryum stets als das sicherste Reagens angewandt, weshalb ich mich auch dieses Körpers bei meinen Versuchen bediente. Die Schwefelsäure, die ich verwandte, war chemisch reine rectificirte englische Schwefelsäure, welche vorher noch aufgekecht wurde, um die allenfalls darin sich befindende schwefelige Säure zu entfernen. Um das Chlorbaryum möglichst von seinem Wassergehalt zu befreien, wurde es zum feinsten Pulver zerrieben und mehrere Tage lang stark getrocknet. Nachdem ich nach dem Trocknen noch von seiner vollkommenen Auflöslichkeit in Wasser mich überzeugt hatte, brachte ich in den obern Theil einer kleinen Glocke, welche mehrere Tage hindurch vermittelst Chlorcalcium über der Quecksilberwanne ausgetrocknet war, einen Theil des gepulverten Chlorbaryums, in einer dünnen Schicht auf Papier ausgebreitet. Die Schwefelsäure befand sich in einer flachen Schale auf einem Teller unter der Glocke, ungefähr 1 Zoll von der Chlorbaryumschicht entfernt. Nachdem die Glocke mit Quecksilber gesperrt war, liess ich sie während 3 Tagen an einem kühlen, weitgehend vor dem directen Einwirken der Sonnenwärme vollkommen geschützten Orte ruhig stehen. Es fand sich bei der Untersuchung, dass die über Schwefelsäure auf die angegebene

Art suspendirte Schicht Chlorbaryum sich nicht mehr vollständig in Wasser auflöste, sondern die Auflösung war schwach m'lichig. Die Trübung verschwand auch nicht auf Zusatz von chemisch reiner Salzsäure, welche ich anwandte, um das durch die Kohlensäure der Luft möglicher Weise gebildeten kohlensauren Baryt aufzulösen.

Unter eine andere Glocke mit trockner Luft brachte ich 2 kleine Cylindergläser, das eine mit Schwefelsäure, das andere mit getrocknetem Chlorbaryum gefüllt. Auch in diesem Falle, wo nur sehr kleine Oberflächen geboten waren, zeigte sich nach 3 Tagen eine sehr bemerkbare Unauflöslichkeit des Chlorbaryums in Wasser.

In dem folgenden Versuche bemühte ich mich, die Tension der Schwefelsäure annähernd zu bestimmen. Unter eine durch Chlorcalcium mehrere Tage getrocknete, mit Quecksilber gesperrte Glocke brachte ich eine Schale mit 6 Unzen concentrirter Schwefelsäure und darüber, ungefähr  $\frac{1}{2}$  Zoll von der Oberfläche der Schwefelsäure entfernt, auf einem flachen Teller eine dünne Schicht gut getrocknetes Chlorbaryumpulver. Nach 5 Tagen untersuchte ich das angewandte Chlorbaryum und fand, dass es sich nicht mehr vollständig in Wasser, welches zur Vorsicht mit Salzsäure versetzt war, auflöste, sondern es blieb ein Rückstand von 1,011 Gran. Dass dieses Ungelöste wirklich schwefelsaurer Baryt war, zeigte sich bei der Behandlung mit Kohle. Ich glühte nämlich die geringe Menge des unlöslichen Rückstandes mit dem dreifachen Gewichte Kohlenpulver in einem verschlossenen Platintiegel und übergoss alsdann die geglühte Masse mit Salzsäure. Es entwickelte sich dadurch hydrothionsaures Gas, welches sowohl deutlich durch den Geruch, als durch das leichte Schwärzen eines darüber gehaltenen Bleipapiers deutlich erkannt wurde.

Statt des Chlorbaryums wandte ich in einem andern Versuche kautisches Kali an. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass dasselbe keine Spur von Schwefelsäure enthielt, brachte ich eine Quantität dieses chemisch reinen Kali's, nachdem ich es vorher geschmolzen, unter eine trockene Glocke über concentrirte Schwefelsäure, wie dies in den oben beschriebenen Versuchen mit Chlorbaryum geschehen war. Nach 3 Tagen liess ich das angewandte Kali in destillirtem Wasser auf und prä-

cipitirte mit Chlorbaryum. Der Niederschlag löste sich nicht mehr vollständig in reiner Salzsäure auf, sondern es blieb eine sehr bemerkbare Trübung, woraus hervorgeht, dass sich durch das in der trocknen Luft abgedunstete Schwefelsäuregas etwas schwefelsaures Kali gebildet hatte.

Die mitgetheilten Versuche zeigen, wie es mir scheint, dass im lufttrocknen Raume über concentrirter Schwefelsäure sich stets eine Schicht von Schwefelsäuregas befinde, wie es der Analogie nach voranzusehen war.

Dumas und Stas leiteten das zu ihren Verbrennungen der Diamanten nöthige Sauerstoffgas, nachdem es durch Kalihydrat schon getrocknet war, zur völligen Austrocknung noch durch ein Rohr, welches mit kleinen, in concentrirter Schwefelsäure getränkten Bimssteinstücken gefüllt war. Um zu beobachten, in wiefern dieses Verfahren durch die Tension der Schwefelsäure eine Fehlerquelle werden könne, liess ich einen durch Chlorcalcium getrockneten Luftstrom durch ein Rohr streichen, welches mit in concentrirter Schwefelsäure getränkten Bimssteinstücken gefüllt war. Die Mündung des Rohres wurde an dem einen Ende in eine gebogene Spitze ausgezogen und tauchte in ein Glas mit gesättigter Chlorbaryumlösung. Nach mehrstündigem Durchströmen der Luft war eine leichte Trübung der klaren Lösung nicht zu verkennen. Jedoch konnte der Niederschlag wegen seiner zu geringen Quantität durch das Gewicht nicht bestimmt werden.

Ob in den Versuchen von Dumas und Stas das Austrocknen des Sauerstoffgases über concentrirter Schwefelsäure wirklich Veranlassung zu weniger genauen Resultaten gegeben habe, wage ich nicht zu entscheiden. Jedoch möchte es aber in Berücksichtigung der mitgetheilten Versuche vorzuziehen sein, bei sehr delicaten Arbeiten die nöthigen Gasarten nicht über Schwefelsäure zu trocknen.

## Nachschrift.

Ähnliche Versuche als die vorstehend beschriebenen sind auch in Schweden angestellt worden. Berzelius schrieb mir bereits unterm 14. Mai 1841 bei Gelegenheit einer Mittheilung über die Versuche des Barons v. Wrede, das spec. Gewicht der Kohlensäure betreffend, mit Beziehung auf die im Jahresberichte von ihm aufgestellten Bedenken gegen die Trocknungsmethode der Herren Dumas und Stas u. A. Folgendes: „Baron v. Wrede hat gefunden, dass 1500 Cubikoll atmosphärischer Luft, über Kalihydrat ausgetrocknet, dann bei  $+14^{\circ}$  über angesäuerten Bimsstein und zuletzt in eine Auflösung von Chlorbaryum geleitet, einen Niederschlag hervorbrachten, der 0,004 Grm. wog und den ich vor dem Löhrohre zu Schwefelbaryum reducirte, das, mit einem Tropfen Wasser auf eine Silberplatte gebracht, letztere stark schwärzte.“

Obwohl nun diese Versuche keinen Zweifel darüber übrig lassen, dass die Schwefelsäure, wie sich auch schon a priori voraussehen liess, wirklich in einem trocknen Luftstrome eine schwache Verdunstung zeigt, so kann diess doch in den Resultaten der Herren Dumas und Stas in Betreff des Kohlenstoffatoms keinen merklichen Fehler erzeugt haben. Die Schwefelsäure, welche mit dem ausgetrockneten Sauerstoffgase während der Dauer der Verbrennung in das Brennrohr gelangte, musste von dem glühenden Kupferoxyde absorbirt werden, es kommt also nur die von der gebildeten Kohlensäure aufgenommene Menge in Betracht, so wie die, welche nach Beendigung der Verbrennung mit der trocknen Luft, die durch den Apparat strömte, in die Kaliapparate übergeführt werden konnte. Nun betrug aber die grösste Menge von Kohlensäure, welche die Herren Dumas u. Stas in einem Versuche wogen, nicht viel über 5 Grm., die noch nicht 3000 Cb. C., also höchstens 150 Cb. Z. betragen. Angenommen, dass noch 150 Cb. Z. trockner Luft nach der Verbrennung durch den Apparat gegangen wären, eine Annahme, die jedenfalls viel zu hoch ist, so würde nach dem von v. Wrede gefundenen Verhältnisse eine Menge von Schwefelsäure, welche 0,8 Mgr. schwefelsaurem Baryt entspräche, also etwa 0,26 Mgr. in die Kaliapparate haben übergehen können, eine Menge, die in keinem Falle das Resultat stören konnte.

Bei den Versuchen, welche Marchand und ich über das Atomgewicht des Kohlenstoffes angestellt haben, wurde die Anwendung der Schwefelsäure gänzlich vermieden, und wir erhielten (dies. Journ. XXIII. 159.) dennoch vollkommen mit denen von Dumas und Stas übereinstimmende Resultate.

Die in Bd. XXIV. S. 89 bereits erwähnten Versuche des Barons v. Wrede über das spec. Gewicht des Kohlenstoffgases sind nun auch in dem neuesten Jahresberichte von Berzelius angeführt. Berzelius bemerkt dabei, dass die Berechnungen der Zahlen nach dem Rudberg'schen Ausdehnungs-Coefficienten gemacht worden sind. Geschieht aber die Rechnung nach dem von Magnus und Regnault gefundenen, so erhalten die Resultate, welche früher zwischen den Zahlen 75,22 und 75,06 für das Atomgewicht des Kohlenstoffes schwankten, eine merkwürdige Uebereinstimmung. Das spec. Gewicht des Kohlenstoffgases ist dann 1,52037, die Schwankung bleibt zwischen den Grenzen 75,14 — 75,11; die Mittelzahl giebt für das Atomgewicht des Kohlenstoffes die Zahl 75,12, welche Berzelius geneigt scheint, bis auf Weiteres als die richtige anzunehmen. Sie weicht, wie man sieht, von der Zahl 75,0 so wenig ab, dass es völlig gleichgültig ist, welche von beiden bei den Berechnungen zu Grunde gelegt wird. E.

---

LIV.

*Ueber das Verhalten des Quecksilberoxyds  
gegen eine Auflösung von Chlorcalcium.*

Von

CARL HOCHSTETTER.

Die Eigenschaft einer Auflösung von Chlormagnesium, durch Quecksilberoxyd in Quecksilberchlorid und reine Magnesia zersetzt zu werden, giebt bekanntlich ein einfaches Mittel an die Hand, Talkerde von den Alkallen zu trennen und quantitativ zu bestimmen. Dieses Verhalten veranlasste Berzelius (s. dies. Journ. XXV. 358), auf die Wahrscheinlichkeit einer sehr einfachen Trennung der Kalk- und Talkerde vermittelst dieses Princips hinzudeuten, indem er annahm, dass sich Chlorcalcium ähnlich den alkalischen Chlorden verhalten werde.



Da die genaue Trennung der Kalk- und Talkerde stets einigen Schwierigkeiten unterworfen ist, schien es wichtig, den Werth der vorgeschlagenen Trennungsmethode zu untersuchen. Zu dem Ende suchte ich das Verhalten einer Chlorcalciumlösung gegen Quecksilberoxyd zu ermitteln. Eine saure Lösung wurde mit Quecksilberoxyd anhaltend gekocht. Anfangs äusserte sich keine Einwirkung beider Stoffe auf einander; sobald aber die Flüssigkeit durch Verdampfen concentrirter wurde, fing sie an, milchig trübe zu werden. Das Kochen länger fortgesetzt, sah man die Menge des Quecksilberoxyds deutlich abnehmen und in grossen Mengen weisse Flocken sich ausscheiden. Die Masse wurde bei gelinder Hitze zur Trockne gebracht und mit etwas Wasser wieder versetzt. Wenig Wasser brachte keine bemerkenswerthe Veränderung hervor, sobald aber viel Wasser zugesetzt wurde, bildete sich sogleich ein starker rothbrauner Niederschlag. Eine Zersetzung des Chlorcalciums hatte hier offenbar stattgefunden; sie äusserte sich aber erst deutlich bei einer gewissen Concentration der Lösung, bei welcher das auszuscheidende Kalkerdehyd unlöslich in der Flüssigkeit ist. Sobald aber dem Kalkhydrat seine Auflöslichkeit durch Zusatz von Wasser wieder gegeben war, wurde die gebildete Quecksilberchloridlösung auch zersetzt, ein Process, welcher in der Bildung des rothbraunen Niederschlages sich zeigte, der bei der Untersuchung sich zusammengesetzt fand aus:

Quecksilberoxyd	95,4
Chlor	3,0
Kalkerde	1,3
	<hr/>
	99,6.

Die Kalkerde war in dem Niederschlage als kohlensaures Salz vorhanden, durch den Einfluss der Luft während der Behandlung gebildet, gehört also nicht zu der gebildeten Quecksilberverbindung, die in der Zusammensetzung mit dem dreifach-basischen Quecksilberchlorid  $\text{HgCl} + 3\text{Hg}$  ziemlich übereinstimmt, dessen Bildung aus der Anwendung einer sauren Chlorcalciumlösung und des deshalb sich bildenden freien Quecksilberchlorids erklärlich ist.

Eine neutrale Chlorcalciumlösung zersetzte sich unter den obigen Umständen gleichfalls und bildete beim Vermischen mit

Wasser einen Niederschlag mit weniger Chlorgehalt als der obige, aber es fand sich auch wieder kohlensaurer Kalk vor.

Wenn nun gleich eine sehr verdünnte Chlorcalciumlösung keine Zersetzung durch Berührung mit Quecksilberoxyd erleidet, so scheint mir doch die eintretende Zersetzung unter den angegebenen Umständen die Anwendung des Quecksilberoxyds zur genauen Trennung der Kalk- und Talkerde unzuverlässig zu machen.

LV.

*Untersuchung über die Zusammensetzung einiger Mineralien.*

Von

CARL HOCHSTETTER.

1) *Augit* von der azorischen Insel Piko. — Die zur Untersuchung dienenden Exemplare hatte ich unter Trümmern von verwittertem Basaltuff gefunden; sie bestanden aus schönen, völlig reinen Zwillingkrystallen der gewöhnlichen Form.

Ihr spec. Gew. fand sich bei verschiedenen Krystallen bis zu der Grösse von 0,1 verschieden, ist aber durchschnittlich = 3,174.

Ihre Zusammensetzung ergab in 100 Theilen:

	Sauerstoffgehalt.		
Kieselsäure	50,40	—	26,17
Eisenoxydul	22,00	5,00	—
Kalkerde	21,10	5,92	—
Talkerde	2,40	0,92	—
Thonerde	2,99	1,41	13,25
Glühverlust	0,30		
	<hr/>		
	99,19.		

Das analytische Resultat zeigt den Sauerstoffgehalt der Kieselsäure doppelt so gross wie den der Basen, weshalb sich daraus  $R_2Si_2$  deduciren lässt, eine Formel, die mit der Zusammensetzung der bisher untersuchten Augite vollkommen übereinstimmt. Das Verhältniss der Basen ist aber ein etwas anderes als das der bekannten Analysen.

Die meisten Augite aus vulcanischen Gesteinen enthalten gegen 6 p.C. Thonerde, dabei stets einen sehr bedeutenden Gehalt von Talkerde, während Eisenoxydul höchstens zu 12 p.C. steigt. In dem vorliegenden Augite sind Eisenoxydul und Talkerde fast zu gleichen Atomen vorhanden, Talk- und Thonerde in geringer Menge, so dass dieser zu den Kalk-Eisen-Augiten gezählt werden kann \*).

2) Hr. Prof. Scheerer theilte Hr. Dr. Marchand ein Stück von dem in Snarum vorkommenden Steatit in derben Massen mit; es war theilweise mit einem weissen blätterigen Mineral bedeckt, welches dem Ansehen nach für blätterigen Talk gehalten werden musste. Hr. Dr. Marchand beauftragte mich mit der Untersuchung dieser Substanz, deren erstes Resultat die vollständige Abwesenheit von Kieselsäure nachwies, während der Talk grosse Mengen davon enthält.

*Eigenschaften.* Derb, in blätterigen Massen den Steatit überziehend, weiss, Strich weiss, Perlmuttferdigglanz, durchscheinend, biegsam; fettig sich anfühlend, Härte = 2.

Giebt, im Kolben erhitzt, viel Wasser; beim Glühen verliert es seine Farbe und wird röthlich-gelb; löst sich unter schwachem Aufbrausen in Säuren fast vollständig auf.

*Bestandtheile.*

	Sauerstoffgehalt.	
Talkerde	36,30	14,15
Thonerde	12,00	7,27
Eisenoxyd	6,90	
Kohlensäure	10,54	7,62
Wasser	32,66	28,31
unlös. Rückstand	1,20	—
	99,60.	

\*) Diese Analyse des Augits von Piko stimmt sehr genau mit dem von H. Rose untersuchten Hedenbergit von Tunaberg überein. Dieser fand darin:

Kieselsäure	49,01
Kalkerde	20,67
Talkerde (manganhaltig)	2,99
Eisenoxydul	26,08
	98,94.

Das analytische Resultat zeigt, dass, bei der gänzlich unzureichenden Menge Kohlensäure, Thonerde und Eisenoxyd zugleich die Rolle einer Säure haben und angesehen werden müssen als mit einem Theile der Talkerde ein Aluminat bildend. Diess ist die Ansicht von Hrn. Prof. G. Rose, welcher für dieses Mineral die Formel  $3Mg_2 \overset{C}{\cdot} + 2Mg_3 \overset{Al}{\cdot} + 24H$  entwarf.

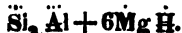
Da, so viel mir bekannt ist, ein Mineral dieser Zusammensetzung nicht untersucht worden, bezeichne ich dieses mit dem Namen „Hydrotalkit“, der Aehnlichkeit halber, die es in seinen physischen Eigenschaften mit dem Talk hat, von dem es sich aber sehr leicht durch den Wassergehalt unterscheiden lässt.

3) *Steatit* von Snarum. Derselbe, auf welchem das vorhergehende Mineral sich fand.

**Bestandtheile.**

	Sauerstoffmengen.	
Talkerde	37,52	14,52
Kieselsäure	32,03	16,63
Thonerde	12,52	7,91
Eisenoxyd	4,48	
Wasser	16,19	14,39
	102,74	

Versucht man, aus diesem analytischen Resultate die chemische Anordnung der verschiedenen Bestandtheile zu deuten, so findet sich, dass für die Bildung einer einfachen Formel zu viel Kieselsäure vorhanden ist. Wenn übrigens berücksichtigt wird, dass einmal die Analyse einen Ueberschuss von 2,74 p. C. ausweist, der möglicher Weise in der Kieselsäurebestimmung gesucht werden kann, ferner dass die Reinheit des untersuchten Minerals etwas zu wünschen übrig liess, so könnte folgende Formel, wenn unter diesen Umständen überhaupt eine solche zulässig ist, die Zusammensetzung repräsentiren:



Bei der Berechnung liefert diese Formel:

2Si	= 1154,95	28,71
Äi	= 642,38	15,92
6Mg	= 1550,10	38,53
6H	= 675,00	16,78
	4022,38	100,00 *)

### LVI.

## *Bericht über einige Producte der gegenseitigen Einwirkung von Aethyl und Schwefelkohlenstoff.*

Von

DE LA PROVOSTAYE und DESAINS.

(*Compt. rend. Sept. 1842. p. 592.*)

Das Aethyl, welches Hr. Chevreul bei der Verseifung des Wallraths erhielt, war vor einigen Jahren ein Gegenstand eifrigen Studiums für die Herren Dumas und Péligot. Diese beiden Chemiker stellten durch genaue Versuche die Natur dieser Verbindung fest, welche sich entschieden der grossen Classe der Alkohole anreichte.

Jedermann kennt die schöne Arbeit des Hrn. Zeise über die xanthogensauren Salze. Die Verfasser haben geglaubt, dass es vielleicht nicht unmöglich wäre, in der Reihe des Cetens die entsprechende Verbindung aufzufinden; nach mehreren Versuchen erreichten sie diess auf folgende Weise:

Man löst Aethyl in Schwefelkohlenstoff bis zur vollständigen Sättigung auf, fügt zu der ganz durchsichtigen Flüssigkeit fein pulverisirtes Kali hinzu, und augenblicklich beginnt

---

\*) Hr. Dr. Giwartowski aus Moskau hat in meinem Laboratorie von demselben Steatit eine Analyse ausgeführt und ihn zusammengesetzt gefunden aus:

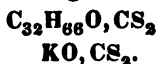
Talkerde	37,9
Kieselsäure	30,2
Thonerde	13,9
Eisenoxyd	3,1
Wasser	17,0

101,4.

R. F. M. d.

die Reaction, welche in einigen Stunden beendigt ist. Zu der breiartigen Masse thut man ihr drei- oder vierfaches Volumen Alkohol von 40° und erwärmt langsam, so dass man den Siedepunct nicht erreicht. Die abgegossene Flüssigkeit giebt durch Abkühlung eine voluminöse Substanz von sehr geringer Dichtigkeit, welche man durch wiederholtes Waschen und Krystallisiren vollständig reinigt. Das so gewonnene Salz ist weiss, geruchlos, fettig anzufühlen, in Alkohol in der Kälte wenig auflöslich, brennt unter Entwicklung von Dämpfen, in denen zu Anfange noch der Geruch des Schwefelkohlenstoffes vorherrscht, hernach der Geruch des Aethals. Der kohlige Rückstand ist sehr alkalisch und enthält Schwefelkalium.

Die Analyse des Salzes gab als Zusammensetzung:



Es ist mithin klar, dass Schwefelkohlenstoff und Aetha bei der Einwirkung auf einander eine Verbindung von derselben Natur wie mit gewöhnlichem Alkohol bilden.

Das Barytsalz wurde auf dieselbe Weise dargestellt und analysirt.

Die Reactionen des Kali-Aethal-Sulfocarbonats (*sulfocarbonate de potasse*) sind denen des Kali-Aethoxyd-Sulfocarbonats (nach Berzelius's Nomenclatur) oder des xanthogensauren Kali's sehr ähnlich; nichtsdestoweniger schlägt es die Zinksalze nieder, während mit der letztgenannten Verbindung die Flüssigkeit vollkommen klar bleibt. Ausserdem giebt Chlorwasserstoffsäure mit dem xanthogensauren Salze Xanthogensäure, während sie das neue Salz völlig zersetzt und ganz reines Aethal als Rückstand lässt.

---

## LVII.

### *Analyse des Schiesspulvers.*

Bolley (*Schweizer Gewerbeblatt 1849. Pol. Journ. Bd. XCVI. 51*) schlägt ein neues Verfahren zur Analyse des Schiesspulvers vor, von dessen Brauchbarkeit er sich überzeugt hat. Es beruht auf der Eigenschaft des Schwefels, sich in schwefliger Säure aufzulösen und damit unterschwefelsaure Salze zu

bilden. Man bereitet sich zuerst schwefligsaures Natron durch Einleiten von schwefliger Säure in eine Auflösung von kohlen-saurem Natron bis zur völligen Austreibung der Kohlen-säure. Nachdem das getrocknete und gewogene Schiesspulver mit Wasser ausgelaugt worden ist, wird der Rückstand ge-trocknet und gewogen. Dieses Gemenge wird nun in eine Auf-lösung von schwefligsaurem Natron gebracht (20—24 Th. schwef-ligsaures Natron und 1 Th. des Gemisches von Kohle und Schwefel) und 1—2 Stunden unter Ersatz des Wassers in ei-nem Kolben gekocht. Alsdann wird filtrirt, die Kohle ausge-waschen und dem Gewichte nach bestimmt, der Verlust ist Schwefel. Von der vollkommenen Abscheidung des Schwefels überzeugt man sich durch Erhitzen des Kohlerückstandes auf einem Platinbleche.

---

### LVIII.

#### *Anwendung des Boraxglases zur quantita-tiven Analyse.*

Graf F. Schaffgotsch hat den Versuch gemacht, zur Zersetzung kohlen-saurer, durch Glühen nicht zerlegbarer Ver-bindungen, welche gewöhnlich durch Uebergiessen mit wäs-rigen Säuren analysirt werden, das geschmolzene wasserfreie, zweifach-hersaure Natron (Boraxglas) anzuwenden, was sehr gut gelang. Das Verfahren war folgendes. Reines wasserhalten Boraxglas, in der Menge von 2 — 7 Gr., wurde in einem 18½ Gr. Wasser fassenden Platintiegel über der Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge umgeschmolzen und nach dem Erkalten genau tarirt. Dann wurde eine gewogene Menge des kohlen-sauren Salzes, bald in Pulverform, bald in Stücken, auf die Oberfläche des Boraxglases geschüttet und letzteres unter vorsichtiger Stei-gerung der Hitze geschmolzen, bis es ungefähr nach ¼ Stunde als klares Glas ruhig floss. Die Wägung des erkalteten Tie-gels gab die Menge der Kohlensäure als Verlust. Wiederhol-tes Schmelzen liess in allen Fällen das frühere Gewicht un-verändert.

Kohlen-saurer Kalk (isl. Kalkspath) gab 44,16 p.C. Verlust \*)

\*) Vgl. dies. Journ. XXVI. 472.

## Atomgew. des Stickstoffes. — Bereit. d. Goldschwefels. 381

kohlensaurer Kalk gab	44,12	p. C.	Verlust,
käufl. kohlensaurer Strontian	30,97	—	—
— — Baryt	22,37	—	—
halb geschmolz. kohlen. Lithion	60,17	—	—
geschmolz. kohlen. Natron	41,35	—	—
krystallisirtes Kalibicarbonat	53,50	—	—

### LIX.

#### Atomgewicht des Stickstoffes.

Berechnet man das Atomgewicht des Stickstoffes nach dem von Dumas u. Stas gefundenen spec. Gewichte des Stickstoffes = 0,972, so erhält man dafür die Zahl 87,908 anstatt 88,548, der bisher angenommenen Zahl. Svanberg hat nach Berzelius's *Jahresbericht*, 22. Jahrg. 2. Heft, als Atomgewicht des Stickstoffes bei Versuchen mit wasserfreiem salpetersaurem Bleioxyd, in welchem er die Basis genau zu bestimmen suchte, um aus dem Reste nach der Formel  $N_2O_5$  die Zahl für den Stickstoff zu finden, ein noch niedrigeres Resultat erhalten.

100 Th. salpetersaures Bleioxyd gaben:

67,4030 Bleioxyd, N = 87,1210

67,4036 — — = 87,1395

67,4043 — — = 87,1780

67,3956 — — = 87,3190

---

Mittel 87,169.

### LX.

#### Zur Bereitung des Goldschwefels (*Sulphur auratum antimonii*).

Von

Dr. WILHELM ARTUS, Prof. an der Universität zu Jena.

Dieser Gegenstand der pharmaceutischen Chemie scheint beinahe erschöpft zu sein, und die über dieses wichtige Präparat erschiessene Literatur lässt fast nichts mehr zu wünschen übrig, und dennoch erhalten wir, selbst bei Befolgung der besten



Methoden, immer ein Präparat von verschiedener Beschaffenheit und demnach auch von verschiedener Wirksamkeit.

Bekanntlich enthalten fast alle Antimonpräparate und besonders die Schwefelungsstufen, wohin auch das oben erwähnte Präparat gehört, fast stets Arsenik.

Man ist auch bemüht gewesen, Methoden zu erforschen, diese der Gesundheit so höchst nachtheiligen Vermengungen \*) zu entfernen. Diess gelang nun zuerst Schlippe durch die Bereitung seines Goldschwefelsalzes, bei dessen Krystallbildung das Arsenik in der Mutterlauge aufgelöst bleibt; werden daher diese Krystalle des Schippe'schen Goldschwefelsalzes sorgfältig abgewaschen, so erhält man ein arsenikfreies Präparat.

Allein werden die Krystalle zur Darstellung des Goldschwefels in Wasser gelöst und die Lösung derselben selbst sorgfältig nach und nach mit verdünnter Schwefelsäure vermischt, so erhält man, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, immer ein Präparat von verschiedenem Aussehen, d. h. bald heller, bald dunkler, bedingt durch einen grössern oder geringern Schwefelgehalt, wodurch allerdings die medicinale Wirksamkeit des fraglichen Präparates beeinträchtigt wird.

Diesem Umstande begegnet man, wenn die gut abgewaschenen getrockneten Krystalle, ehe sie zur Bereitung aufgelöst werden, mehrere Male mit kaltem destillirtem Wasser abgospült, in einem Serpentinmörser fein zerrieben, mit 14 Theilen kaltem destillirtem Wasser übergossen und unter mehrmaligem Umrühren 24 Stunden stehen gelassen werden.

Wird dann die erhaltene Lösung filtrirt, so bleibt aller ausgeschiedene Kermes zurück, und man erhält, wenn man die Lösung vorsichtig nach und nach mit verdünnter Schwefelsäure vermischt,

---

\*) Ob aber Minima von accessorischen Theilen die Wirksamkeit jener Präparate erhöhen oder beeinträchtigen, müssen wir dahingestellt sein lassen, wenigstens können wir diess mit Gewissheit noch nicht behaupten, obgleich die Erfahrung bei anderen Präparaten, wie z. B. bei den *Flor. Zinci*, gelehrt hat, dass die auf pyrochemischem Wege bereiteten bei weitem die auf flüssigem Wege (also die chemisch reinen) an medicinischer Wirksamkeit übertreffen.

den erhaltenen Niederschlag mit kaltem Wasser gut aussüsst und bei gelinder Wärme trocknet, stets ein Präparat von normaler Beschaffenheit.

## L i t e r a t u r .

Oekonomische Chemie. Von A. Duflos u. A. Hirsch. 1. Theil. A. u. d. Titel!

Die wichtigsten Lebensbedürfnisse, ihre Aechtheit und Güte etc., auf chemischem Wege erläutert. Zur Selbstbelehrung für Jedermann. Von Duflos u. Hirsch. Breslau, Verlag von F. Hirz. 1849. 8. 155 S.

Chemische Cauteleu in Bezug auf Arzneimittelverbindung, systematisch entwickelt von J. K. F. Trautner, Dr. med. Nürnberg, bei Bauer u. Raspe, 1842.

*Giamb. Pianciani, Elementi di fisico-chemica. Vol. I. 2. b. II. Napoli.*

*Ott. Ferrario, Corso di chimica generale. Vol. VI. A. u. d. T.: La chimica organica applicata alle scienze mediche, alle arti e sopra tutto all'agricoltura.*

*Piria, Elementi di chimica inorganica. Nap.*

*Jos. Trimmer, Practical chemistry for farmers and landowners.*

Wiegand, Grundriss der Experimentalchemie, für Real- und Gewerbschulen entworfen. Halberstadt, Helm.

*C. Forchhammer, Laerebog i Stoffernes almindige Chemie. Th. I. De enkelte Radikalers alm. Ch. Kopenh.*

*Orfila, Mémoire sur l'absorption des sels de plomb, de bismuth, d'étain, d'argent, d'or, de zinc et de mercure.*

Pharmakologische Chemie. Von Ad. Duflos. I. Hälfte. Breslau. 1 Thlr. 10 Gr.

Dasselbe. II. Hälfte.

Chem. Analyse des Wassers vom Johannisbade bei Nördlingen. Von Alex. Frickhinger. Nördlingen. 5 Sgr.

Untersuchungen über die Veränderungen der Mengenverhältnisse des Faserstoffes, der Blutkügelchen, der festen Bestandtheile und des Wassers im Blute bei verschiedenen Krankheiten. Von Andral und Gavarret. Nebst einem Anhang über d. Faserstoff des Blutes, von F. Hatin. A. d. F. von Walther. Ebendas. 17½ Sgr.

Annalen für Meteorologie und Erdmagnetismus und verwandte Gegenstände. Von Lamont. 1842. Heft I. München. (Jährlich erscheinen 4 Hefte, à 1 Thlr.)

Lehrbuch der praktischen Heilkunde nach chemisch-rationellen Grundsätzen. Von Dr. G. C. Reich. Bd. I. Lief. 1. A. u. d. T.:

Das Leben und Athmen des Menschen in der wahren Bedeutung u. s. w. Berlin.

- Repertorium für Pharmacie u. praktische Chemie in Russland.** Von G. Gauger. I. Jahrg. 1842. Heft I. Petersburg.
- Scheikundige Onderzoekingen gedaan in het Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Erste Stuk. Tweede Stuk. Derde Stuk.** Rotterdam, *Kramers*. 1843. (Leipzig, *Dyk'sche* Buchhandl.)
- Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. In Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Liebig, Poggen-dorff u. Wöhler etc. II. Bd. 1. Lief. (7. Lief.) Braunschweig, bei Vieweg u. Sohn. 1842.**
- Chem. Wörterbuch zum Gebrauche für Aerzte, Pharmaceuten, Techniker u. Gebildete jeden Standes. In 1 Bde. Verfasst von J. K. Czerechowsky, Dr. etc. Wien, bei C. Gerold. 1841.**
- Traité de chimie pathologique, ou Recherches chimiques sur les solides et les liquides du corps humain, dans leurs rapports avec la physiologie et la pathologie, par S. D. L'Héritier. 8. u. Fr. Keller, W., die Geheimnisse der vorzüglichsten Essigsäurefabri-cations-Methoden, oder gründliche Anweisung, alle Arten von Essig gut und billig darzustellen; so wie besonders auch, den zur Schönen Essig-fabrikation erforderlichen Spiritus auf die zweckmässigste Weise zu bereiten u. anzuwenden. S. Berth, A. Meilang, geh. Pflur. 10 Ngr.**
- Weber, Guil. Ed., de tribus novis liquorum construendarum methodis. 4maj. Gottingae, Dieterich. 10 Ngr.**
- Regnault, höchst interessante Versuche über Daguerrotyp-Bilder, von Hrn. Moser in Königsberg. Aus dem Französischen. S. Aachen, Roschütz'sche Buchhandl. geh. 5 Ngr.**
- Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften. Herausg. und redigirt von Ph. v. Holger. VII. Bd. 2. Heft. gr. 8. Wien, Beck. 15 Ngr.**
- Reid, Dr. D. B., the Study of Chemistry considered as a branch of Elementary Education; to which is appended, a short Statement as to the Lectures on the Chemistry of Daily Life, now in Progress at Exeter Hall, under the sanction of the Committee of the Privy Council on Education. By D. B. Reid, M. D. F. R. S. E. M. R. C. S. etc. etc. 2d edition, 8vo. pp. 16, 2d.; taken in numbers exceeding twelve, for distribution, 1d.**
- Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Von Jacob Berzelius. 22. Jahrg. 2. Heft: Unorganische Chemie u. Mineralogie. Tübingen, Laupp'sche Buchhandlung. 1842. (Die physikalischen Theile sowohl von diesem als dem vorhergehenden Jahrgänge sind im Originale noch nicht erschienen.)**
- Handwörterbuch der Chemie u. Physik. Von E. F. August, F. W. Barentin, W. H. Dove, S. F. Kaemtz, K. F. Klöden, R. F. Marchand, F. Minding, F. W. G. Radicke, J. A. W. Röber, L. F. W. A. Seebeck. I. Bd. A—E. Berlin, bei Simon. 1842. gr. 8. 804 S.**

## LXI.

### Ueber einige Verbindungen des Urans.

Von

KBELMEN.

(Ann. de chim. et de phys. Juin 1842. p. 100.)

Die Untersuchungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen, hatten das Studium der hauptsächlichsten Uranverbindungen zum Zwecke, und ich hatte die Untersuchung einer ziemlich grossen Anzahl der von dem gelben Oxyde dieses Metalles gebildeten Salze fast beendigt, als Pelligot das sehr merkwürdige und ganz unerwartete Resultat bekannt machte, dass das Uran eine Verbindung von Sauerstoff mit einem metallischen Radicale ist, dem er den Namen *Uranium* gab. Pelligot zeigte zugleich an, dass das Uran, wenn es sich mit einer Menge von Sauerstoff, gleich der Hälfte von dem, die es schon enthält, verbindet, die Basis der gelben Uransalze bildet, und dass man wegen der Zusammensetzung dieser das Uran so betrachten müsse, als spiele es die Rolle eines Metalles. Das Uran würde dagegen als basisches Oxyd in die Zusammensetzung der grünen Salze eingehen \*).

Ich hatte die Untersuchung der grünen schwefelsauren Uransalze angefangen, als Pelligot seine Entdeckung ankündigte. Ich setzte diese Arbeit nicht fort und ich werde mich begnügen, die ersten von mir erhaltenen Resultate anzugeben, welche mit Pelligot's Ansicht über die Constitution der grünen Uransalze ganz übereinstimmen.

Das Uran wurde aus der Pechblende erhalten. Das von mir angewandte Mineral enthielt ausser Uranoxyd, Bleiglanz, Arsenikeisen und Schwefeleisen, Fahlerz, Schwefelkupfer und kohlen-saures Kupfer, aber weder Nickel noch Kobalt. Alle diese Mineralien befinden sich in einer Gangart von kohlen-saurem Kalk, kohlen-saurer Magnesia und kohlen-saurem Manganoxydul. Die Substanz wurde zuerst mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, um die kohlen-sauren Salze aufzulösen, mit siedendem Wasser gewaschen, nachher mit Kohle bei einer hohen Temperatur erhitzt. Auf diese Weise wird ein Theil des

\*) S. die Journ. XXIV. 449.

## 386 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

Schwefels und des Arseniks entfernt. Bei Behandlung der erkalteten Masse mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure löst man Eisen, Blei und selbst eine gewisse Menge Kupfer auf, ohne Uran wegzunehmen, dessen Oxyd durch die Kohle reducirt worden ist. Die Substanz wird mit vielem Wasser gewaschen und geröstet, wodurch der übrige Schwefel und eine neue Menge von Arsenik entfernt wird. Man behandelt sie alsdann mit Salpetersäure, welche nebst dem Uran Kupfer, Blei, Eisen, Arsenik und selbst Antimon auflöst. Der in der Salpetersäure unlösliche Theil ist ein Gemenge von Kieselsand und Eisenoxyd \*). Wenn man die salpetersaure Flüssigkeit fast bis zur Trockne abdampft und wieder mit siedendem Wasser behandelt, so scheidet man fast alles Eisen und Arsenik als arseniksaures Eisenoxyd ab. Blei und Kupfer werden durch Schwefelwasserstoff abgeschieden. Um die letzten Spuren von Arsenik zu entfernen, muss man, nachdem man die Flüssigkeit mit schwefliger Säure gekocht hat, sie mit Schwefelwasserstoff übersättigen, welcher das Arsenik völlig als Operment fällt. Die Flüssigkeit enthält nur noch salpetersaures und schwefelsaures Uran, nebst einer geringen Menge von Eisenoxyd. Durch Concentriren der Flüssigkeit scheidet man eine neue Menge von Eisen ab und man erhält nach dem Erkalten eine reichliche Krystallisation von salpetersaurem Uran in grossen Prismen, die man leicht von der Mutterlauge abscheiden kann. Es wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Das auf diese Art erhaltene Salz kann zur Bereitung aller Uransalze dienen.

Die von dem salpetersauren Uran getrennten Mutterlauge wurde auf folgende Weise behandelt. Es werden einige Tropfen Ammoniak zugesetzt, wodurch die letzten Spuren von Eisenoxyd und Thonerde abgeschieden werden, nachher wird die filtrirte Flüssigkeit durch einen Ueberschuss von Ammoniak gefällt. Man glüht den Niederschlag, welcher ausser uransaurem Ammoniak die erdigen oder metallischen Basen (Kalk, Magnesia, Mangan) enthält, welche sich noch in sehr geringy

\*) Das Eisen kommt in der Pechblende als Arsenikeisen vor welches sich bekanntlich durch Chlorwasserstoffsäure nicht angreifen lässt und das durch Glühen in verschlossenen Gefässen nur theilweise zersetzt wird.

Menge in der Flüssigkeit befinden könnten. Das Product des Glühens wurde in der Kälte mit Chlorwasserstoffsäure von mittlerer Stärke digerirt, welche die fremden Oxyde und ein wenig Uran auflöste. Der Rückstand, gehörig gewaschen, wird angewandt, um krystallisirtes salpetersaures Uran zu bereiten.

Ich werde nach einander die verschiedenen Verbindungen des Urans in der Ordnung, in der ich sie studirt habe, beschreiben, indem ich bei dem oxalsauren Uranoxyd beginne, dessen Analyse mir dazu gedient hat, das Atomgewicht des Metalles zu bestimmen.

### *Oxalsaures Uranoxyd.*

Dieses Salz wird leicht bereitet, indem man eine concentrirte Auflösung von salpetersaurem Uran durch eine concentrirte und warme Lösung von Oxalsäure fällt. Man erhält zuerst ein klebriges Magua, welches sich nach einiger Zeit in ein krystallinisches Pulver von hellgelber Farbe umwandelt, das auf den Boden des Gefäßes niederfällt. Man bringt den Niederschlag auf ein Filter und wäscht ihn mit siedendem Wasser, bis das Waschwasser das Lakmuspapier nur noch wenig rötht, wie es bei allen neutralen Uransalzen der Fall ist. Das Waschwasser nimmt eine beträchtliche Menge von oxalsaurem Uranoxyd mit sich fort.

Man kann, wenn man will, das Salz durch Krystallisiren reinigen, indem man es mit siedendem Wasser behandelt und die Flüssigkeit erkalten lässt. Das Salz setzt sich in krystallinischen Krusten ab. Dieses Mittel ist aber nicht sehr bequem, wenn man etwas beträchtliche Mengen von Salz erhalten will, wegen seiner geringen Löslichkeit.

100 Th. Wasser lösen 0,8 oxalsaures Uranoxyd bei einer Temperatur von 14° und 3,4 Th. bei 100° auf. Es ist in den starken Säuren etwas löslicher als in reinem Wasser, aber concentrirte Oxalsäure fällt alle einfachen Salze des gelben Uranoxyds, selbst das schwefelsaure Salz. Es löst sich in grosser Menge in den Flüssigkeiten auf, welche oxalsaurer Alkalien enthalten, und bildet Doppelsalze, welche beim Erkalten krystallisiren.

Das oxalsaurer Uranoxyd, bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft getrocknet, ist ein gelbes Pulver, welches den Schwe-

### 368 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

folblumen gleicht. Setzt man es einer Temperatur von 100 bis 120° aus, so verliert es, ohne sein Aussehen zu verändern, eine gewisse Menge Wasser, welches es an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur wieder annimmt, wie folgender Versuch beweist.

1,978 Gr., einer Temperatur von 110° so lange ausgesetzt, bis ihr Gewicht constant wurde, wogen 1,802 Gr. Der Verlust betrug 0,176 Gr. Die 1,802 Gr., am folgenden Tage der Abendluft ausgesetzt, wogen 1,978 Gr.

Das oxalsäure Uranoxyd wird beim Erhitzen bei 300° braun und wandelt sich fast augenblicklich unter Entwicklung von Wasser und Kohlensäure in Uran um.

Nach Berzelius hat das gelbe oxalsäure Uranoxyd folgende Zusammensetzung:

Uranoxyd	70,76
Oxalsäure	16,73
Wasser	12,51
	<hr/>
	100,00.

Seine Formel würde, wenn man in dem gelben Uranoxyde 2 At. Uran und 3 At. Sauerstoff annimmt, sein:



Ich analysirte dieses Salz, indem ich es mit Sorgfalt bei 100° trocknete, es in einer verschlossenen Röhre wog und es mittelst Kupferoxyds nach den gewöhnlichen Verfahrensarten der organischen Analyse behandelte.

I. Angewandte Substanz 5,378 Gr.

Wasser 0,266 —

Kohlensäure 1,215 —

II. Angewandte Substanz 2,800 —

Wasser 0,141 —

Kohlensäure 0,650 —

Bei Bestimmung des gelben Uranoxyds aus dem Verluste findet man für die Zusammensetzung des bei 100° getrockneten Salzes folgende Zahlen:

	I.	II.	Mittel.
Oxalsäure	18,49	18,97	18,73
gelbes Uranoxyd	76,57	76,00	76,29
Wasser	4,94	5,03	4,98
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,00.

Man kann sich leicht überzeugen, dass die in der Oxalsäure und im Wasser enthaltenen Mengen von Sauerstoff sich zu einander wie 3:1 verhalten.

Wenn wir annehmen, dass das analysirte Salz neutral ist und dass die Basis dieses Salzes durch 1 Aeq. Uran und 1 Aeq. Sauerstoff dargestellt wird, welche Annahme ich etwas weiter unten erörtern will, so findet man für das Aeq. des gelben Uranoxyds:

$$UO = 1809,9.$$

Aber diese Zahl ist offenbar nur eine Annäherung. Um das Atomgewicht mit hinreichender Genauigkeit zu erhalten, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, wobei ich das Gewicht des bei der Zersetzung des bei 100° getrockneten oxalsauren Salzes erzeugten metallischen Urans bestimmte, indem ich auf folgende Weise verfuhr.

Das von mir angewandte oxalsaurer Salz war auf folgende Weise bereitet worden. Ich zersetzte in einem Platintiegel durch Hitze oxalsaures Uranoxyd, welches durch Fällung des salpetersauren Salzes mit Oxalsäure erhalten war. Das erhaltene metallische Pulver von rother Kupferfarbe wurde mehrere Stunden mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure digerirt, nachher mit vielem Wasser gewaschen und von Neuem mit Salpetersäure behandelt. Ich liess das salpetersaure Salz krystallisiren und zersetzte die Krystalle von Neuem durch siedende Oxalsäure. Der nach einander durch Abgiessen und auf dem Filter gewaschene Rückstand kann als völlig rein betrachtet werden, und die genauesten Versuche gaben mir keine Spur von fremdartigen Substanzen zu erkennen. Ich untersuchte gleichfalls, ob in dem Salze Salpetersäure zurückbleibt, indem ich den Stickstoff nach Dumas bestimmte. Als ich die Operation mit 5,50 Gr. Salz vornahm, erhielt ich 0,4 Cb. C. in Kall unlösliche Gase. Eine beim Weissglühen angestellte Operation gab mir dieselbe Menge von Gasen.

An der Luft getrocknetes oxalsaures Salz wurde in einen kleinen Platinballen von 60—70 Cb. C. Räuminhalt gebracht, wovon das Tragewicht bestimmt wurde. Ich fügte nachher



### 390. Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

auf den Hals des Ballons einen mit 3 Löchern durchbohrten Pfropfen, um zwei Röhren aufzunehmen, welche dazu dienen sollten, einen Strom von trockner Luft durch den Apparat zu führen. Der Ballon wurde in ein Bad von siedendem Salzwasser gebracht und ich liess einen Strom von trockner Luft 2 oder 3 Stunden lang hindurchgehen. Man lässt erkalten, indem man die Luft trocknet, welche in den Ballon eindringt, und wägt ihn verschlossen, wenn er die gewöhnliche Temperatur angenommen hat. Diese Operation wurde wiederholt, bis zwei auf einander folgende Wägungen des Platinballons nur um ein Mgr. von einander abwichen. Ich erhitzte ihn alsdann bis zum Rothglühen über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge und leitete einen Strom von trockenem Wasserstoff hinein, der aus destillirtem Zink und reiner Schwefelsäure bereitet worden war. Das Uran muss völlig in dem Wasserstoffe erkalten, ehe man die Luft wieder in den Ballon eintreten lässt, sonst erhitzt sich die Masse und absorbirt den Sauerstoff. Wenn das in dem Ballon enthaltene Uran bis zur Kirschrothgluth im Wasserstoffe erhitzt wurde, so ist es weit weniger oxydirbar, als wenn die Zersetzung des oxalsauren Salzes bei einer niedrigen Temperatur erfolgte. Uebrigens erhitzte ich das Uran zwei- oder dreimal in dem Wasserstoffe und überzeugte mich auf diese Weise, dass das Gewicht des Platinballons nicht variierte.

Dieselben Versuche gestatteten mir, die Zusammensetzung des grünen Uranoxyds zu bestimmen. Wenn das Gewicht des Metalles bekannt war, so leitete ich in den bis zum Rothglühen erhitzten Ballon einen Strom Sauerstoff, bis sein Gewicht constant wurde. Zur Bestätigung reducirte ich nachher das Oxydul durch Wasserstoff.

Nach jeder Operation wurde der Ballon gewogen. Sein Gewicht variierte bei einem Versuche gegen den andern um eine Menge, welche niemals 3 Mgr. überstieg, was aber bei der Berechnung des Atomgewichtes berücksichtigt werden musste.

Das durch Destillation des oxalsauren Salzes erhaltene Uran ist ein krystallinisches Pulver von kupferrother Farbe, mit Metallglanz. Wenn man das Uran durch Sauerstoff oxydirt und es nachher durch Wasserstoff reducirt hat, so zeigt es sich in Gestalt kleiner Massen von dunkelrother Farbe, aber ohne Metallglanz.

Ich berechnete das Atomgewicht des Urans, indem ich für den Kohlenstoff und Wasserstoff die Zahlen 75 und 12,5 annahm. Ich berücksichtigte auch bei jedem Versuche die durch das oxalsäure Uranoxyd, das metallische Uran und das grüne Oxyd verdrängte Luft. Die Bestimmung der Dichtigkeit dieser 3 Körper gab mir folgende Resultate:

Dichtigkeit des Urans	10,15
grünes Oxyd (beim Zutritte der Luft zersetztes oxalsäures Uranoxyd)	7,31
oxalsäures Uranoxyd	7,98.

Folgendes ist die Tabelle der Versuche:

	Gr.	Auf d. luftleeren Raum reduc. Gew.
<b>I. Gew. des bei 100° getrockneten oxalsäuren Uranoxyds</b>	10,160	10,1644
Uran	7,293	7,2939.
<b>II. Oxalsäures Uranoxyd (von derselben Bereitung wie das vorige)</b>	12,993	12,9985
Uran	9,330	9,3312
erhitzt in einem Strome von Sauerstoffgas	9,698	9,6997
absorbirter Sauerstoff	—	0,3685.
<b>III. Oxalsäures Uranoxyd (von derselben Bereitung)</b>	11,7955	11,8007
Uran	8,468	8,4690
oxydirt durch Sauerstoff	8,795	8,7966
Sauerstoff	—	0,3275.
<b>IV. In siedendem Wasser aufgelöstes u. beim Erkalten gefälltes oxalsäures Uranoxyd</b>	9,988	9,9923
Uran	7,172	7,1731.
in Sauerstoff erhitzt	7,453	7,4543.
Sauerstoff	—	0,2812.
<b>V. Oxals. Uranoxyd (neue Bereitung)</b>	11,084	11,0867
Uran	7,960	7,961
grünes Oxyd	8,270	8,2715
Sauerstoff	—	0,3105.
<b>VI. Oxalsäures Uranoxyd (von derselben Bereitung)</b>	10,070	10,083
Uran	7,238	7,2389.

	Auf d. luftleeren Gr. - Raum reduc. Gew.	
VII. Oxalsaures Uranoxyd (von derselben Bereitung)	6,791	6,794
Uran	4,876	4,8766.
VIII. Oxalsaures Uranoxyd (von einer neuen Bereitung)	16,0525	16,0594
Uran	11,5275	11,5290
grünes Oxyd	11,9800	11,9821.

Diese Versuche geben für das Atomgewicht des Urans folgende Zahlen:

- I. 1683,4.
- II. 1685,7.
- III. 1684,0.
- IV. 1685,6.
- V. 1686,2.
- VI. 1686,2.
- VII. 1684,9.
- VIII. 1685,9.

Wenn man die durch die Versuche I und III, welche die geringsten Resultate geben, dargebotenen Zahlen weglässt und das Mittel von den 6 anderen Versuchen aufsucht, so findet man als Atomgewicht des Urans die Zahl ( $U_2O_3$ ) = 1685,75.

Das Atom des Uraniums würde wiegen 742,875.

1 At. Uran enthält:

2 At. Uranium	1485,75	88,13
3 — Sauerstoff	200,00	11,87
	1685,75	100,00.

Das in die Zusammensetzung der gelben Salze eingehende Uranoxyd besteht aus:

1 At. Uran ( $U_2O_3$ )	1685,75	94,40	100,00
1 — Sauerstoff	100,00	5,60	5,97
$U_2O_3$	1785,75	100,00,	

oder aus:

2 At. Uranium	1485,75	83,20	100,00
3 — Sauerstoff	300,00	16,80	20,19
$U_2O_3$	= 1785,75	100,00.	

Die Zusammensetzung des grünen Oxyds lässt sich aus den Versuchen II, III, IV, V und VIII ableiten, welche geben:

# Ehelmen, üb. einige Verbindungen des Urans: 393

	II.	III.	IV.	V.	VIII.
Uran	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sauerstoff	3,95	3,86	3,92	3,90	3,93.

Diese Zahlen beweisen, dass das grüne Oxyd  $\frac{2}{3}$  Sauerstoff mit dem Uran im gelben Oxyde verbunden enthält, und dass man seine Formel durch  $U_3O_4$  oder  $UO + U_3O_3$  darstellen muss, welches giebt:

	3 At. Uran	5057,25	100,00	96,18
	2 — Sauerstoff	200,00	3,98	3,82
		5257,25		100,00
oder:	3 At. Uranium	2228,675	84,79	100,00
	4 — Sauerstoff	400,000	15,21	17,94
		2628,675	100,00	

100 Th. grünes Oxyd entsprechen 101,94 gelbem Oxyde. Die von mir angegebenen Zahlen beweisen, dass das grüne Uranoxyd eine gehörig bestimmte Verbindung ist, und bestätigen das Verhältniss, welches Berzelius zwischen dem im grünen Oxyde und im gelben Oxyde \*) enthaltenen Sauerstoffmengen annahm. Die Reaction der Schwefelsäure auf das grüne Oxyd, wovon ich weiter unten sprechen werde, scheint mir es festzustellen, dass es als eine Verbindung von Uran und gelbem Oxyde betrachtet werden muss.

Die Zusammensetzung des oxalsauren Uranoxyds ist nach der von mir für das Aequivalent des Urans angenommenen Zahl:

\*) Arfwedson und Berzelius fanden folgende Zusammensetzung des grünen Oxyds:

Uran	96,44	1 At.
Sauerstoff	3,56	1 —
	100,00.	

Sie nehmen für die des gelben Oxyds folgende an:

Uran	94,76	2 At.
Sauerstoff	5,24	3 —
	100,00.	

Das aus der Zusammensetzung des grünen Oxyds abgeleitete Atomgewicht ist 2711,36. Nimmt man, wie ich es gethan habe, in der Basis der gelben Salze 1 Aeq. Sauerstoff und 1 Aeq. Uran an, so könnte man die Zahl 1807,57 als Aequivalent des Urans daraus ableiten.

## 324 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans

	Ber.	Gef.
$C_2O_3 =$	450,00	49,15
$U_2O_3 =$	1785,75	76,07
$H_2O =$	112,50	4,78
	<u>2348,25</u>	<u>100,00</u>
		100,00.

Die Formel des bei 100° getrockneten, nachher der Luft von Neuem bei gewöhnlicher Temperatur ausgesetzten Salzes ist nach dem weiter oben angeführten Versuche



welche giebt:

$C_2O_3 =$	450,00	17,47
$U_2O_3 =$	1785,75	69,43
$3H_2O =$	337,50	13,10
	<u>2573,25</u>	<u>100,00.</u>

Ich habe das durch Glühen des oxalsauren Uranoxyds mit 3 Aeq. Wasser in Wasserstoff erhaltene Atomgewicht mit dem von mir angenommenen verglichen. Folgendes sind die Data des Versuches.

13,375 Gr. oxalsaures Uranoxyd, der Luft so lange ausgesetzt, bis ihr Gewicht unveränderlich blieb, liessen beim Destilliren in Wasserstoff:

Uran 9,089 Gr.

Wenn man die beiden Wägungen auf den luftleeren Raum reducirt, so findet man, dass das aus der Formel  $C_2O_3U_2O_3, 3H_2O$  abgeleitete Atomgewicht 1680,7 sein würde. Es ist nur ein sehr geringer Unterschied zwischen dieser Zahl und der weiter oben bestimmten. Er hängt sehr wahrscheinlich von dem durch das oxalsaure Uranoxyd condensirten hygrometrischen Wasser ab, seine 3 Aeq. Krystallwasser noch dazu gerechnet.

### Uranoxyd $U_2O_3$ .

Diese Verbindung war noch nicht im Zustande der Reinheit isolirt worden. Bekanntlich fällt, wenn man die gelben Auflösungen des Urans durch die Alkalien fällt, der Niederschlag immer eine gewisse Menge des Fällungsmittels zurück, die man ihm durch Waschen durchaus nicht entziehen kann.

Man erhält reines Uranoxydhydrat auf folgende Weise. Wenn man eine Auflösung von gelbem oxalsaurem Uranoxyd der Einwirkung des Sonnenlichtes aussetzt, so trübt sie sich

## Erbellen, üb. einige Verbindungen des Urans: 303

sogleich und setzt nach einiger Zeit eine flockige Substanz von violettbrauner Farbe ab. Es entwickelt sich zugleich ein Gas, welches ein Gemenge von Kohlensäure und Kohlenoxyd in veränderlicher Menge ist, von Anfang bis zu Ende des Versuchs. Wenn das oxalsäure Uranoxyd rein ist, so entfärbt sich die Flüssigkeit völlig, klärt sich auf, und zugleich fängt der violette Niederschlag an, gelb zu werden. Die Flüssigkeit enthält nichts mehr aufgelöst und die ganze Oxalsäure ist verschwunden. Der Niederschlag, auf ein Filter gebracht und der Luft bis zur völligen Trockne ausgesetzt, verwandelt sich sehr schnell in eine Substanz von zersiggelber Farbe, welche Uranoxyd ist.

Dieses Hydrat verändert sich nicht an der Luft und absorbiert daraus keine Kohlensäure. Wird es mit Vorsicht bei einer Temperatur erhitzt, welche  $300^{\circ}$  nicht übersteigt, so verliert es sein Wasser völlig und verwandelt sich in wasserfreies Uranoxyd, das eine schöne ziegelrothe Farbe besitzt. Das wasserfreie Oxyd, bis zum Rothglühen erhitzt, geht in das grüne Oxyd über.

Wenn man Uranhydrat in einer kleinen Röhre glüht und das Gas in Barytwasser leitet, so erhält man keinen Niederschlag, was beweist, dass die Substanz keine Oxalsäure zurückbleibt.

Ich bestimmte die Zusammensetzung des Uranoxydhydrats durch folgende Versuche.

I. 0,959 Gr., mehrere Tage hindurch im trocknen luftleeren Raume so lange getrocknet, bis ihr Gewicht constant wurde, wogen 0,904 Gr.

Die Farbe des Hydrats geht von dem Zersiggelben in ein Gelb über, das einen Stich in's Orangefarbene hat.

Die 0,904 Gr., im Sandbade bis  $300^{\circ}$  erhitzt und mehrere Male gewogen, gaben wasserfreies Oxyd 0,845 Gr.

Bis zum Rothglühen erhitzt und in gelbes Oxyd umgewandelt; 0,829 Gr.

II. 1,888 Gr. einer andern Bereitung, bei  $100^{\circ}$  in einem Strom trockner Luft so lange erhitzt, bis ihr Gewicht constant wurde, wogen 1,306 Gr.

Das Hydrat nahm eine helle Orangefarbe an.

Die 1,306 Gr., bei  $300^{\circ}$  getrocknet, gaben wasserfreies Oxyd 1,226 Gr.

## 296 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

Bis zum Rothglühen erhitzt und in grünes Oxyd umgewandelt, 1,203 Gr.

Ich leite daraus folgende Zusammensetzung des Uranoxyhydrats ab:

	I.	II.	Mittel.
Oxyd	88,22	88,48	88,35
Wasser	11,78	11,52	11,65
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Die Formel  $U_2O_3 + 2H_2O$  giebt:

$U_2O_3$	=	1785,75	88,81
$2H_2O$	=	225,00	11,19
		<hr/> 2010,75	<hr/> 100,00.

Das im trocknen luftleeren Raume und in trockner Luft bei einer Temperatur von  $100^\circ$  permanente Hydrat enthält die Hälfte weniger Wasser als das vorige und besteht aus:

$U_2O_3$	=	1785,75	94,08
$H_2O$	=	112,50	5,92
		<hr/> 1898,25	<hr/> 100,00.

Die Leichtigkeit, mit welcher der durch die Wirkung des Sonnenlichtes auf das oxalsaure Uranoxyd gebildete violette Niederschlag den Sauerstoff der Luft absorbiert, macht seine Untersuchung schwierig. Um zu vermeiden, dass er nicht ein Gemenge von Uranhydrat enthält, muss man ihn vor der völligen Zersetzung des Salzes von der Flüssigkeit trennen; ihn mit siedendem Wasser waschen und im luftleeren Raume auf einem warmen Körper trocknen. Man erhält auf diese Weise eine schwarze, sehr zusammenhängende Substanz, deren Bruch muschlig und glänzend ist und welche grosse Aehnlichkeit mit gewissen Varietäten der Pechblende hat. Ihr Pulver ist von reinem Schwarz. Wird sie in einem Stickstoffstrome erhitzt, so zieht sie sich etwas zusammen, ohne ihr Aussehen zu verändern. Aber ihr Pulver wird grün und kann an der Luft erhitzt werden, ohne das Gewicht zu verändern. Der violette Niederschlag ist daher ein Hydrat des grünen Oxyds. Wurde das Waschen mit siedendem Wasser nicht lange fortgesetzt, so hielt der Niederschlag eine geringe Menge von Oxalsäure zurück, und wenn man ihn nach dem Trocknen im luftleeren Raume in einem Stickstoffstrome erhitzt, so erhält man eine Sub-

staar, deren Pulver schwarz ist und das beim Glühen an der Luft grün wird, indem es bloß einige Tausendtheile von Sauerstoff absorhirt. Einige Versuche hatten mich auf den Schluss geleitet, dass dieses schwarze Oxyd die Hälfte weniger Sauerstoff enthalte als das Uranoxyd. Um mich von seiner wirklichen Zusammensetzung zu überzeugen, leitete ich über das im luftleeren Raume und in einer Röhre getrocknete Hydrat einen Stickstoffstrom, der aus atmosphärischer Luft mit alkalischem Bimsstein und metallischem Kupfer bereitet war, und ich brachte an die zum Glühen dienenden Röhren 2 Uförmige Röhren an, von denen die eine mit Schwefelsäure getränktem, die andere alkalisirten Bimsstein enthielt. Ich bemerkte auf diese Weise, dass die von dem Alkali absorhirte Kohlensäure, welche von der durch den violetten Niederschlag zurückgehaltenen Oxalsäure herrührte, in Proportion zu dem absorhirten Sauerstoffe während des Röstens der schwarzen Substanz stand. Man muss sie daher als ein inniges Gemenge von grünem Oxyd und einer gewissen Menge von Uran betrachten.

Dieselbe schwarze Substanz erzeugt sich, wenn man das von der Reduction des oxalsauren Uranoxyds durch die Wärme beim Zutritte der Luft bei einer Temperatur von 150 — 200° herrührende Uran erhitzt. Die Substanz wird schwarz und ihr Gewicht nimmt unaufhörlich zu. Man muss aber ihre Aussetzung an die Luft bei dieser Temperatur 12 oder 15 Stunden lang fortsetzen, wenn man zu der Operation 3 — 4 Gr. Uran anwendet, um es in grünes Oxyd umzuwandeln, welches man alsdann bis zum Rothglühen erhitzen kann, ohne dass es an Gewicht zunimmt. Die Umstände, unter denen diese Absorption von Sauerstoff bewirkt wird, beweisen, dass die schwarze Substanz ein Gemenge und nicht eine bestimmte Verbindung ist.

#### *Doppelsalz von oxalsaurem Uranoxyd und Kali.*

Das oxalsaure Uranoxyd löst sich sehr leicht in oxalsaurem Kali und oxalsaurem Ammoniak auf. Mit oxalsaurem Kali erzeugt es zwei in Rücksicht der Krystallform und der Zusammensetzung verschiedene Salze, je nachdem man einen Ueberschuss von oxalsaurem Uranoxyd oder oxalsaurem Kali anwendet.

Das oxalsaure Doppelsalz, welches man erhält, wenn man oxalsaures Kali in concentrirter Auflösung mit einem Ueber-



## 308 Ehelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

schmelze von oxalsaurem Uranoxyd erhitzt, die warme Flüssigkeit filtrirt und sie durch Erkalten krystallisiren lässt, zeigt sich in Gestalt von voluminösen durchsichtigen Krystallen von schöner gelber Farbe, welche keine Veränderung an der Luft erleiden. Ihre Form gehört einem rhombischen Prisma mit scharfer Basis an. Die scharfen Kanten des Prisma's sind abgestumpft durch 2 Flächen (P). Die beiden stumpfen Kanten der Basis (B) des Prisma's werden durch zwei kleine Flächen (H) ersetzt.

Die Messung der Winkel am Reflexionsgoniometer gab:

M zu M (Winkel des Prisma's)	131° 3'
P zu M	114° 30'
desgl. nach der Berechnung	114° 23'
B zu M	111° 26'
B zu H	140° 53'
H zu M	150° 36'

Wird das Salz der Einwirkung einer Temperatur von 100° unterworfen, so efflorescirt es und verliert sein ganzes Krystallwasser. Gegen 300° wird die Substanz schwarz und wandelt sich in ein Gemenge von Uran und kohlensaurem Kalk um. Lässt man in die Phiole Luft eintreten, so nimmt die Substanz eine schöne orangerothe Farbe an und besteht alsdann aus einem Gemenge von kohlensaurem Kali und Uranoxyd-Kali  $2U_3O_8 + KO$ .

Die Analyse dieses Salzes bot mir einige Schwierigkeiten dar. Wenn man es in Wasser auflöst und das Oxyd durch Ammoniak fällt, fand ich beständig eine geringe Menge von Kali darin. Andererseits wird die in dem Salze enthaltene Oxalsäure durch Chlorcalcium nicht gänzlich gefällt. Der oxalsaurer Kalk reißt mit sich eine gewisse Menge von Uranoxyd als Uranoxyd-Kalk nieder, die Flüssigkeit wird sauer und die Fällung der Oxalsäure ist unvollständig.

Ich wandte vorzüglich folgendes Mittel an. Das Salz wurde in einer kleinen Phiole von grünem Glase gewogen und einige Zeit bei einer Temperatur von 130 bis 150° erhalten. Der Gewichtsverlust gibt das Krystallwasser. Das Salz wird hierauf durch Glühen zersetzt, nachher durch die wieder eintretende Luft in ein Gemenge von kohlensaurem Kali und Uranoxyd-Kali

umgewandelt. Man löst die Substanz in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auf und dampft in der gewöhnlichen Phiole, durch welche man einen Strom von trockenem Wasserstoffgas leitet, bis zur Trockne ab. Man erhitzt die Phiole immer mehr, bis sie anfängt weich zu werden und so lange das Gas saure Reaction besitzt. Das Doppelchlorür von Kalium und Uran verwandelt sich in Uran und Chlorkalium (Arfwedson). Man lässt den Apparat erkalten, indem man fortwährend Wasserstoff hineinleitet, nachher wägt man ihn. Das Uran lässt sich sehr leicht von dem Chlorkalium durch Wasser abscheiden. Das Uran bleibt in der Phiole in kleinen, sehr glänzenden Krystallen zurück, welche schwarz zu sein scheinen, deren Pulver aber eine schöne rothe Farbe besitzt. Die Phiole wird getrocknet, gewogen, nachher, nachdem das Uran durch Salpetersäure entfernt wurde, von Neuem gewogen, um aufzusehen, ob ihr Gewicht während des Versuches sich geändert hat. Das Gewicht war immer dasselbe wie vor der Operation, bis auf fast 2 oder 3 Mgr. bald mehr, bald weniger.

Um die Oxalsäure zu bestimmen, brachte ich ein gewisses Gewicht Salz in einen kleinen gläsernen Ballon, der durch einen mit 8 Löchern durchbohrten Kork verschlossen war, durch deren eines eine Entwicklungsröhre und durch das andere eine gerade, an ihrem untern Ende ausgezogene Röhre gebracht wurde, welche bis auf den Boden des Ballons hinabreichte und an ihrem obern Theile in Gestalt eines Trichters erweitert war. An die Fortsetzung der Entwicklungsröhre befestigt man eine Röhre mit durch Schwefelsäure getränktem Bimsstein und einen andern gewogenen Apparat, der alkalisirten Bimsstein und Kali in Stücken enthielt. Das Salz wurde mit seinem Gewichte von doppelt-chromsaurem Kali gemengt. Es wurde Schwefelsäure, die mit ihrem gleichen Volumen Wasser verdünnt war, durch die ausgezogene Röhre hingebbracht. Ein lebhaftes Aufbrausen erfolgte und die von der Zersetzung herrührende Kohlensäure ging in den Kalkapparat über. Am Ende des Versuches wurde die Flüssigkeit erhitzt, die Luft durch das Ende der Kalkröhre ausgezogen und die in der Phiole zurückbleibende Kohlensäure durch die vermittelst der trichterförmigen Röhre hineingebrachte Luft ausgetrieben.

Die Analyse des Salzes gab folgende Resultate:

## 400 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

I. Angewandte Substanz	2,010 Gr.
Verlust beim Trocknen	0,189 —
Gemenge von Uranoxyd-Kali und kohlen- säurem Kali	1,400 —
Gemenge von wasserfreien Chlorüren nach der Reduction durch Wasserstoff	1,701 —
Chlorkalium	0,506 —
Uran	0,959 —
II. Angewandte Substanz	1,975 —
Verlust beim Trocknen	0,100 —
wasserfreies Doppelchlorür reducirt durch Wasserstoff	0,999 —
Chlorkalium	0,268 —
Uran	0,590 —

III. 1,182 Gr. gaben bei der Behandlung mit  
doppelt-chromsaurem Kali und mit  
Schwefelsäure: Kohlensäure 0,349 —

IV. 1,962 Gr. von demselben: Kohlensäure 0,607 —

Man leitet aus diesen Zahlen folgende Zusammensetzung  
des Salzes ab:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Uranoxyd	50,54	49,30	—	—	49,92
Kali	15,99	15,91	—	—	15,86
Oxalsäure	—	—	24,16	25,30	24,73
Wasser	9,40	9,30	—	—	9,35
					99,86.

Diese Zahlen leiten auf die Formel:



welche giebt:

$2C_2O_3$	=	900,00	24,91
$U_2O_3$	=	1785,75	49,40
$KO$	=	589,91	16,35
$3H_2O$	=	337,50	9,34
		3613,16	100,00.

*Anderthalb-basisches Doppelsalz von oxalsaurem Uranoxyd  
und Kali.*

Man erhält diese Verbindung, wenn man oxalsaures Uran-  
oxyd in einem Ueberschusse von oxalsaurem Kali auflöst und

die Auflösung erhalten lässt. Das Doppelsalz scheidet sich beim Erkalten fast ganz ab und die Flüssigkeit bleibt kaum gefärbt. Man reinigt das Salz durch Umkrystallisiren.

Die erhaltenen Krystalle sind mit einander verwachsen und gleichen den Gipskrystallen. Ihre Kleinheit gestattete mir nicht, die Winkel derselben zu messen. Sie verändern sich nicht an der Luft.

Die Auflösung dieses Doppelsalzes, eben so wie die des vorigen, erleidet unter der Einwirkung des Sonnenlichtes keine Veränderung.

Ich analysirte dieses Salz eben so wie das vorige. Es verliert ebenfalls bei einer Temperatur von nicht viel über 100° sein Krystallwasser mit Leichtigkeit.

I. Gewicht des Salzes	1,947 Gr.
Verlust durch Trocknen bei 150°	0,255 —
Chlorkalium	0,614 —
Uran	0,736 —
II. Angewandte Substanz	1,242 —
Chlorkalium	0,383 —
Uran	0,480 —
III. 1,306 Gr. gaben bei der Behandlung mit doppelt-chromsaurem Kali: Kohlensäure	0,414 —
IV. 1,253 von demselben: Kohlensäure	0,388 —

Man leitet aus diesen Zahlen ab:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Uranoxyd	40,06	40,94	—	—	40,50
Kali	19,93	19,48	—	—	19,70
Oxalsäure	—	—	25,91	25,34	25,63
Wasser	13,09	—	—	—	13,09
					<u>98,92.</u>

Diese Zahlen entsprechen der Formel:



woraus man ableitet:

5C <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	2250,00	25,81
2U <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	3571,50	40,97
3KO	=	1769,70	20,30
10H <sub>2</sub> O	=	1125,00	12,93
		<u>8716,20</u>	<u>100,00.</u>

## Kohlensaures Uranoxyd-Kali.

Dieses Salz wird leicht auf folgende Weise erhalten: Man fällt eine Auflösung von salpetersaurem Uran durch Kali und wäscht durch Abgießen, um das salpetersaure Kali zu entfernen. Das Uranoxyd-Kali, mit doppelt-kohlensaurem Kali digerirt, löst sich darin vollständig auf. Wird die Flüssigkeit bei einer gelinden Wärme digerirt, so setzt sich das Salz in krystallinischen Krusten von schöner zeisiggelber Farbe ab, welche man durch Umkrystallisiren reinigen kann.

Das Wasser löst bei  $15^{\circ}$  7,4 p.C. seines Gewichtes von diesem Salze auf. Es ist etwas löslicher in warmem Wasser. Durch siedendes Wasser wird es theilweise zersetzt, sofern nicht ein geringer Ueberschuss von kohlensaurem Kali anwesend ist. Wenn man seine Auflösung mit vielem Wasser verdünnt, so trübt sie sich und setzt orangegelbe Flocken von Uranoxyd-Kali ab. Aber diese Wirkung findet bei Anwesenheit von ein wenig kohlensaurem Kali nicht statt, in welchem Grade auch immer die Flüssigkeit verdünnt ist.

Es ist in Alkohol völlig unlöslich. In geringer Menge angewandte Säuren erzeugen darin einen Niederschlag, ähnlich dem, welchen man erhält, wenn man ein kohlensaures Alkali in eine Auflösung von salpetersaurem Uran giesst und das letztere Salz im Ueberschusse lässt. Das Kali scheidet das Uranoxyd aus der Auflösung des kohlensauren Doppelsalzes als Uranoxyd-Kali ab, und die Flüssigkeit ist bald entfärbt, selbst bei Anwesenheit eines grossen Ueberschusses von kohlensaurem Kali.

Bei  $300^{\circ}$  zersetzt es sich unter Abgabe von Kohlensäure und indem es eine orangegelbe Farbe annimmt, die von der Bildung des Uranoxyd-Kali's ( $2U_2O_3 + KO$ ) herrührt. Diese Thatsache ist schon von Berzelius angegeben worden.

Die Zusammensetzung des Doppelsalzes wurde aus folgenden Versuchen abgeleitet:

I. 2,981 Gr. wurden durch Hitze zersetzt, und durch Chlorcalcium und Kali wurden das Wasser und die Kohlensäure, die sich beide entwickelten, gesammelt. Das geglühte Salz wog 2,645 Gr.

Es wurden erhalten:

Wasser	0,012 Gr.
Kohlensäure	0,328 —

II. 2,306 wurden mit Schwefelsäure behandelt, um die trockne Kohlensäure in dem alkalisirten Bimsstein zu sammeln, und gaben mir:

Kohlensäure 0,503 Gr.

III. 1,845 Gr., in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und nachher durch Wasserstoff nach der weiter oben beschriebenen Methode reducirt, gaben mir:

Chlorkalium 0,899

Uran 0,821.

IV. 2,874 Gr. verloren beim Zersetzen durch Hitze 0,325 Gr.

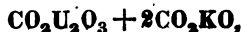
Nachdem das zersetzte Salz mit siedendem Wasser gewaschen worden war, um das kohlen-saure Kali aufzulösen, wurde letzteres mit Chlorwasserstoffsäure gesättigt, und ich erhielt:

Chlorkalium 1,040.

Die Versuche I, II und III geben folgende Zusammensetzung des Salzes:

	I.	II.	III.	
Kohlensäure	—	21,83	—	21,83
Uranoxyd	—	—	47,13	47,13
Kali	—	—	31,12	31,12
Wasser	0,40	—	—	0,40
				100,48.

Diese Zahlen leiten auf die Formel:



welche giebt:

$$3\text{CO}_2 = 825,00 \quad 21,76$$

$$\text{UO} = 1785,75 \quad 47,11$$

$$2\text{KO} = 1179,82 \quad 31,13$$

$$\hline 3790,57 \quad 100,00$$

Wenn man die Resultate der Versuche I und IV mit der vorhergehenden Formel zusammensetzt, so sieht man deutlich, dass die Zersetzung des Salzes durch die Hitze bewirkt wird, wie folgende Formel anzeigt:



Das kohlen-saure Doppelsalz von Uran und Natron wird wie das vorige bereitet. Es scheidet sich auch beim Abdampfen der Flüssigkeit in krystallinischen Krusten ab. Ich habe seine Zusammensetzung nicht bestimmt.

## Kohlensaures Uranoxyd-Ammoniak.

Um diese Verbindung zu erhalten, fällt man eine Auflösung von salpetersaurem Uran durch Ammoniak und digerirt den gehörig gewaschenen Niederschlag mit kohlensaurem Ammoniak. Die Auflösung wird leicht bewirkt, besonders bei einer gelinden Wärme. Man lässt die Temperatur der Flüssigkeit bis auf 60—70° steigen, indem man dafür Sorge trägt, dass das Uranoxyd-Ammoniak im Ueberschusse vorhanden ist. Sie wird filtrirt und setzt beim Erkalten krystallinische Körner von citronengelber Farbe ab, welche sich ziemlich fest an die Wände des Gefässes anhängen. Man digerirt die Mutterlauge wieder mit dem nicht aufgelösten Uranoxyd-Ammoniak, um eine neue Menge von Doppelsalz zu bereiten.

Der freien Luft bei der gewöhnlichen Temperatur ausgesetzt, zersetzt es sich, aber sehr langsam, und nimmt eine schwache Orangefarbe an. Es erhält sich unverändert in verschlossenen Gefässen. Es ist in einer Atmosphäre, die eine geringe Menge von kohlensaurem Ammoniak enthält, stabil. Auch geben die Flaschen, worin es sich befindet, beständig den Geruch von diesem Salze beim Oeffnen von sich. Bei einer Temperatur von 100° sind der Gewichtsverlust, welchen das Salz erleidet, und seine Veränderung der Farbe nach einigen Stunden sehr merklich. Gegen 200 oder 250° zersetzt es sich sehr schnell und entwickelt Wasser und kohlensaures Ammoniak, indem es eine schöne Orangefarbe annimmt. Die letzten Spuren von kohlensaurem Ammoniak sind schwer zu entfernen, aber man kann, wenn man das Salz einer Temperatur von 300° längere Zeit aussetzt, wasserfreies Uranoxyd mit seiner schönen ziegelrothen Farbe erhalten. Man überzeugt sich, dass das Uranoxyd rein ist, durch den Verlust, den es bei seiner Umwandlung in grünes Oxyd erleidet.

Wenn man, statt langsam und allmählig das Doppelsalz zu erhitzen, seine Temperatur schnell steigert, so wird es schwarz und verwandelt sich in Uran, welches sich entzündet, wenn man es der Luft aussetzt, selbst nach dem Erkalten des Gefässes.

Dieses Salz ist nicht sehr löslich. 100 Th. Wasser von 125 Jöden nur 5 Th. Salz auf. Lößlicher ist es in Wasser, das kohlensaures Ammoniak enthält. Wenn man die Auflösung ab-

den Mast, so trübt sie sich, es entwickelt sich kohlensaures Ammoniak und die Flüssigkeit setzt eine gelbe Substanz ab, welche Uranoxydhydrat ist, das ungefähr 2 p. C. Ammoniak zurückläßt, aber ohne alle Spur von Kohlensäure.

Die Zusammensetzung des Doppelsalzes geht aus folgenden Versuchen hervor:

I. 4,7615 Gr. Sals gaben b. Erhitzen grünes Oxyd	2,564 Gr.
II. 1,986 — von demselben, grünes Oxyd.	0,693 —
III. 1,997 — mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:	
Wasser	0,534 —
Kohlensäure	6,516 —

IV. 1,946 Gr. gaben bei der Behandlung mit demselben:	
Wasser	0,540 —
Kohlensäure	6,491 —

V. 1,238 Gr. gaben 129 Cb. C. Stickstoff bei einer Temperatur von 18° und 0,748 M. Barometerstand.

Trocknes Gas, reducirt auf 0° und 0,760 M.: 110,9 Cb. C.

Diese Zahlen geben, wenn man von der Menge des während der Verbrennung des Salzes erzeugten Wassers die dem Ammoniak entsprechende abzieht, folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel.
Kohlensäure	—	—	25,84	24,97	—	25,43
Uranoxyd	54,97	54,91	—	—	—	54,89
Ammoniak	—	—	—	—	12,63	12,63
Wasser	—	—	7,68	7,84	—	7,76
						<u>100,71.</u>

Die Formel  $\text{CO}_2\text{U}_2\text{O}_3 + 2(\text{CO}_2\text{N}_2\text{H}_6\text{O})$  giebt:

3CO <sub>2</sub>	≡	825,00	25,89
U <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≡	1785,75	54,76
2N <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	≡	425,00	12,93
2H <sub>2</sub> O	≡	225,00	6,81
		<u>3260,75</u>	<u>100,00.</u>

Die Zusammensetzung des kohlensauren Uranoxyd-Ammoniaks ist daher der des kohlensauren Uranoxyd-Kalls ganz analog.

Das kohlensaure Uranoxyd, welches, wie man sieht, so gut charakterisirte Doppelsalze mit den kohlensauren Alkalien bildet, scheint im isolirten Zustande nicht zu existiren. Wir haben schon weiter oben gesehen, dass das Uranoxydhydrat keine Kohlensäure aus der Luft absorbirt. Berzelius bemerkt,



## 498. Ethenen, lösliche Verbindungen des Urans.

Wenn man ein lösliches Uransalz mit einem kohlensauren Alkali ohne Ueberschuss fällt, das kohlensaure Uranoxyd, so merkt man nicht, dass es keine Kohlensäure beim Waschen abgibt. Ich wiederholte diesen Versuch, indem ich das salpetersaure Uran im Ueberschusse durch das kohlensaure Kali fällte. Ich erhielt einen Niederschlag von zersiggelber Farbe, ähnlich dem Uranoxydhydrat, welcher (Kalk und alle kohligen Waschen) gewaschen, nasser an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet wurde. Diese Verbindung wurde auf folgende Weise analysirt:

1,275 Gr. wurden geglüht und wogen 1,215 Gr.; sie gaben:  
 Wasser 0,140 Gr.  
 Kohlensäure 0,055.

Das Product des Glühens enthielt grünes Oxid und Uranoxyd-Kali. Es wurde mit Chlorwasserstoffsäure und mit Wasserstoff behandelt.

Ich erhielt:  
 Chlorkalium 0,083 Gr.

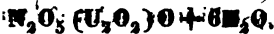
Die analysirte Substanz hat daher folgende Zusammensetzung:

	Säurestoff	
Wasser	10,49	9,32
Kohlensäure	3,87	2,81
Kali	3,66	0,69
Uranoxyd	81,98	4,59
100	100,00	

Sie stellt sich als ein Gemenge von doppelt-kohlensaurem Kali und Uranoxydhydrat dar, es ist aber nicht sehr wahrscheinlich, dass dies seine wirkliche Zusammensetzung ist. Es ist ohne Zweifel eine über schwachen Verbindungen in veränderlichen Verhältnissen, welche so oft zwischen dem Fällungsmittel und der gefällten Substanz gebildet sind die in vielen Fällen durch Waschen nicht völlig zersetzt werden.

**Salpetersaures Uranoxyd.**

Das salpetersaure Uranoxyd wird, wie wir haben, sehr leicht bei Behandlung von Pechblede erhalten. Die vorerwähnte Analyse stimmt ganz mit der von Pöhlgen vom dänischen Salze gegebenen überein, die ihm auf folgende Formel gestellt hat:



Saures salpetersaures Uranoxyd existirt nicht: Es bildet sich so wenig mit den salpetersauren Alkalien Doppelsalze.

*Schwefelsaures Uranoxyd.*

Ich bereitete dieses Salz, indem ich krystallisirtes und reines salpetersaures Salz mit Schwefelsäure behandelte, bis zur Trockne abdampfte, um den Ueberschuss von Schwefelsäure zu entfernen, wieder in Wasser auflöste, nachher von Neuem die Flüssigkeit concentrirte, um sie krystallisiren zu lassen. Wird die Flüssigkeit bis zur Sirupsconsistenz abgedampft, so krystallisirt sie nicht sogleich, und ohne Zweifel glaubte Arfwedson wegen dieses Umstandes, dass das schwefelsaure Uranoxyd nicht krystallisirbar sei. Wird aber die Auflösung sich selbst überlassen, so giebt sie nach einer gewissen Zeit sehr scharfe Krystalle, welche man leicht von der Mutterlauge abscheiden kann. Diese Krystalle effloresciren, wenn sie lange der Luft ausgesetzt werden, verlieren aber auf diese Weise nur eine geringe Menge ihres Krystallwassers. Werden sie länger dem luftleeren Raume oder einer Temperatur von 100° ausgesetzt, so entwickelt sich eine neue Menge von dem in ihnen enthaltenen Wasser, aber das ganze Wasser wird erst gegen 300° ausgetrieben. Wird das getrocknete Salz der Luft ausgesetzt, so nimmt es einen grossen Theil seines Wassers wieder auf, ohne jemals diejenige Menge zu erreichen, welche dem krystallisirten Salze entspricht.

100 Th. Wasser lösen bei einer Temperatur von 22°:

krystallisirtes schwefelsaures Uranoxyd { erster Versuch 216 } Theile  
 { zweiter → 214 } le.

Bei der Temperatur des Siedens { erster Versuch 264 } Theile des  
 { zweiter → 246 } Salzes.

Es ist bekänntlich auch in Alkohol löslich.

Das schwefelsaure Uranoxyd entwickelt beim Durchströmen in einem Strome von Wasserstoff zuerst Wasser und schwefeligen Säure, nachher Schwefelwasserstoff und Schwefel. In dem Platingefässe bleibt Uran zurück, welches keine Spur von Schwefel enthält. Ich benutzte diese Eigenschaft zur Analyse des Salzes. Seine Zusammensetzung würde nach folgenden Versuchen bestimmt:

## 408 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans

I. 1,159 Gr. krystallisirtes schwefelsaures Uranoxyd, bis zum Dunkelrothglühen erhitzt, wogen 0,984 Gr.

Durch Wasserstoff reducirt, nachher in grünes Oxyd umgewandelt, wog das Salz 0,758 Gr.

II. 1,405 Gr. (von einer andern Bereitung) gaben: getrocknetes schwefelsaures Uranoxyd 1,239 Gr., grünes Oxyd 0,925 Gr.

III. Dasselbe wie II. nach dem Umkrystallisiren: 1,300 Gr.; getrocknetes Salz 1,103 Gr.; grünes Oxyd 0,848 Gr.

IV. 1,545 Gr.: getrocknetes Salz 1,335 Gr.; grünes Oxyd 1,015 Gr.

V. 1,602 Gr. krystallisirtes Salz (von einer neuen Bereitung) gaben: beim Dunkelrothglühen getrocknetes Salz 367 Gr.; grünes Oxyd 1,046 Gr.

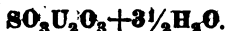
VI. 1,416 Gr., mit Wasser und Chlorbaryum behandelt, gaben in einer durch Chlorwasserstoffsäure sauer gemachten Flüssigkeit:

schwefelsauren Baryt 0,782 Gr.

Diese Zahlen geben folgende Zusammensetzung des Salzes:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Mittel.
Uranoxyd	67,05	67,09	66,47	66,93	66,53	—	66,74
Schwe-							
felsäure	18,37	18,15	18,59	18,72	18,81	18,98	18,60
Wasser	14,58	14,76	14,94	14,35	14,66	—	14,66
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		100,00.

Die Formel des krystallisirten schwefelsauren Uranoxyds wird dargestellt durch die Formel:



Woraus man ableitet:

$\text{U}_2\text{O}_8$	=	1785,75	66,59
$\text{SO}_3$	=	501,16	18,69
$3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	=	393,75	14,72
		<hr/>	
		2680,66	100,00.

Das schwefelsaure Uranoxyd, welches sein Wasser durch Hitze verliert, nimmt genau  $\frac{1}{4}$  davon wieder auf, wenn es der Luft ausgesetzt wird, ohne diese Grenze zu überschreiten. Seine Formel ist alsdann:



Werden die Krystalle des schwefelsauren Uranoxyds des

Luft ausgesetzt, so geben sie beim Erhitzen in das Salz mit 3 Aequivalenten Wasser über.

Das schwefelsaure Uranoxyd giebt, wenn es in einem Strome trockner Luft bei 100° erhitzt wird, nur 10½ Procent vom seinem Gewichte Wasser ab, wie lange es auch dieser Temperatur ausgesetzt wird. Es hält alsdann nur 1 Aequivalent Wasser zurück:



Das einfach-wasserhaltige schwefelsaure Uranoxyd fängt an, sein Wasser bei einer Temperatur von 150° zu verlieren.

Diese Eigenschaft des schwefelsauren Uranoxyds, sich Aequivalent Wasser mit mehr Stärke als die anderen zurückzuhalten, nähert es dem schwefelsauren Zinkoxyd, dem schwefelsauren Magnesia, welche sich ebenfalls, Aequivalent auf Aequivalent, mit den schwefelsauren Alkalien wie das schwefelsaure Uranoxyd verbinden.

#### *Schwefelsaures Uranoxyd-Kali.*

Ich erhielt dieses Salz, indem ich ein Gemenge von schwefelsaurem Uranoxyd und schwefelsaurem Kali krystallisiren liess. Da es weit köstlicher in der Wärme als in der Kälte ist so lässt es sich sehr leicht reistgen. Es setzt sich in Gestalt einer krystallinischen Kruste von einer schönen Citronenfarbe, welche sich an der Luft nicht zu verändern scheint.

100 Theile Wasser von 22° lösen 11 Theile von diesem Salze auf.  
100 — — — 100° — 196

Bis 120° erhitzt, giebt es sein ganzes Krystallwasser ab, Man kann es bis zum Rothglühen erhitzen, ohne dass es sich verändert. Seine Zusammensetzung wurde aus folgenden Versuchen abgeleitet:

I. 1,943 Gr. Salz, bis 150° erhitzt, verloren 0,428 Gr. Wasser.

Das in durch Chlorwasserstoffsäure angesäuertem Wasser aufgelöste Salz wurde durch Chlorbaryum gefällt und gab 1,570 Gr. schwefelsauren Baryt.

II. 3,992 Gr., bis zum beginnenden Rothglühen erhitzt, verloren 0,258 Wasser.

III. 3,337 Gr., bis zum Rothglühen in einem Platinschalen in einem Strome von Wasserstoff erhitzt, gaben dieselben Res.

ducte der Zersetzung wie das schwefelsaure Uranoxyd, wenn man mit der Operation anhält, sobald die Entwicklung von schwefligsauren Dämpfen aufhört, was man an dem Geruche des Gases erkennt, so erhält man ein Gemenge von Urat und schwefelsaurem Kali, welches keine Spur von Sulfur enthält. Man scheidet die beiden Substanzen durch Wasser.

Ich erhielt:

grünes Oxyd . . . . . 1,122 Gr.

schwefelsaures Kali 0,762 —

Man leitet aus diesen Zahlen folgende Zusammensetzung des Salzes ab:

	I.	II.	III.	Mittel.
Uranoxyd	—	—	48,90	48,90
Kali	—	—	16,64	16,64
Schwefelsäure	27,77	—	—	27,77
Wasser	6,58	6,46	—	6,52
				<u>99,83.</u>

Die Formel  $SO_3 U_2 O_3 + SO_3 KO + 2H_2 O$  würde geben:

$U_2 O_3$	= 1786,75	49,50
$KO$	= 569,22	16,37
$2SO_3$	= 1609,28	37,81
$2H_2 O$	= 326,00	6,94
	<u>3691,25</u>	<u>100,00.</u>

Ich habe auch versucht, das Uran aus der Auflösung des Salzes mittelst Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Ammoniak abzuschcheiden. In beiden Fällen fand ich, dass der geseigte Niederschlag noch eine beträchtliche Menge von Kali enthielt.

Berzelius hat 3 Doppelsalze von schwefelsaurem Uranoxyd und Kali beschrieben, deren Formeln er auf folgende Weise darstellte:

- 1)  $2K_2 S_4 + U_2 S_3 + \text{Wasser}$  in unbestimmter Menge.
- 2)  $2K_2 S_4 + U_2 S_3 + 3H_2 O$ .
- 3)  $K_2 S_4 + U_2 S_3 + 6H_2 O$ .

Das erste Salz bildet sich nach Berzelius, wenn man schwefelsaures Kali mit einem Ueberschusse von neutralem schwefelsaurem Uranoxyd krystallisiren lässt. Das zweite wird dagegen bei Anwesenheit eines Ueberschusses von schwefel-

## Erwähnen, einige Verbindungen des Urans. 411

anor. Nat. erhalten. Endlich wird man das letzte Salz, dessen Zusammensetzung merkwürdig ist, weil die Schwefelsäure der Schwefelsäure in dem schwefelsauren Kali viermal grösser ist als in dem Alkali, durch Krystallisation der beiden Salze bei Anwesenheit eines Ueberschusses von Schwefelsäure erhalten.

Kerne dieser Salze stimmt genau mit dem von mir analysirten überein. Die von mir für das Wasser angenommene Formel entspricht dem Salze No. 3, und die hinsichtlich der relativen Verhältnisse der beiden schwefelsauren Salze dem Salze No. 2. Es gelang mir nicht, die von Berzelius angegebenen Salze wieder zu erzeugen.

### Reaction der Schwefelsäure auf das grüne Uranoxyd.

Das grüne Uranoxyd, mit concentrirter Schwefelsäure unter dem Einflusse einer geringen Wärme behandelt, verbindet sich damit. Wenn man den Platinfleß, worin die Operation vorgenommen wurde, abgeseilt erhitzt, dass sich die überschüssige Schwefelsäure verflüchtigt, so erhält man eine Substanz von hellgrüner Farbe, die in Wasser löslich ist und sich grün färbt. Wenn man das grüne schwefelsaure Salz noch mehr erhitzt, so entwickelt sich schweflige Säure und wandelt sich in eine Substanz von hellgelber Farbe um, die löslich ist und alle Charaktere des schwefelsauren Uranoxyds zeigt. Dieses Mittel kann selbst mit Vortheil angewandt werden, um dieses letztere Salz zu bereiten.

Die folgenden Zahlen beweisen, dass die Schwefelsäure in die Verbindung mit dem grünen Oxyd in gehörig bestimmtem Verhältnisse eingeht.

I. 2,109 Gr. grünes Oxyd, mit Schwefelsäure behandelt und erhitzt, um die überschüssige Säure zu verflüchtigen, gaben grünes schwefelsaures Uranoxyd 3,063 Gr.

II. 11,519 Gr., eben so behandelt, erzeugten 13,000 Gr. grünes Salz. Das grüne schwefelsaure Salz, bis zum Rothgüthen erhitzt und in gelbes schwefelsaures Salz umgewandelt, wog 3,600.

Verlust 0,590 oder 5,67 p. C. von dem grünen Salze.

III. 3,453 Gr. gaben 4,800 Gr. grünes Salz.

IV. 3,335 Gr. gaben 4,945 Gr. grünes Salz.

V. 3,335 Gr. gaben 4,945 Gr. grünes Salz.

## 418 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

Die Zusammensetzung des grünen schwefelsauren Salzes, aus diesen Zahlen abgeleitet, ist:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Schwefelsäure	27,9	27,8	28,8	28,5	27,65
grünes Oxyd	72,1	72,7	71,2	71,5	72,35
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00

Das Mittel dieser 5 Versuche giebt:

	Sauerstoff. Verhältnisse.	
Schwefelsäure	28,0	16,7
grünes Uranoxyd	72,0	10,94

Das grüne Salz würde daher ein zweifaches schwefelsaures Salz sein. Wenn man das Uran als metallisches Radical des grünen Oxyds betrachtet, so würde die vorige Verbindung ein zweifach-schwefelsaures Salz sein. Wenn wir endlich annehmen, dass das grüne Oxyd eine Verbindung von Uran und Uranoxyd ist, das keine besonderen Setze bilden kann, so entspricht die Zusammensetzung der grünen Substanz einem Gemenge von neutralem schwefelsaurem Uran und von neutralem schwefelsaurem Uranoxyd, wie die Formel anzeigt:



Die Zersetzung, welche dieses Salz bei der Einwirkung der Wärme erleidet, erfolgt nach folgender Formel:



Der durch Berechnung erhaltene Verlust würde nach dieser Formel 5,5 p. C. von dem Gewichte des grünen Salzes sein. Der Versuch gab 5,67 p. C.

### Schwefelsaures Uranoxydul.

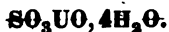
Wenn man das grüne Oxyd mit einem Ueberschuss von concentrirter Schwefelsäure behandelt und nach dem Verdampfen der Flüssigkeit dieselbe im luftleeren Raume abdampft, so scheidet sich durch Concentriren eine krystallinische Substanz von dunkelgrüner Farbe ab. Diese Bereitung gelang nur bei Anwesenheit eines ziemlich grossen Ueberschusses von Säure. Die Mutterlauge besitzt eine hellgrüne Farbe und enthält viel schwefelsaures Uranoxyd. Der krystallinische Absatz ist neutrales schwefelsaures Uranoxydul oder Uran.

Man erhält dieses Salz weit besser krystallinisch und reicher, wenn man in einer verschlossenen Flasche die Auflösung

des grünen Oxyds in einem Ueberschusse von Schwefelsäure, die mit ein wenig alkoholirtem Wasser verdünnt ist, dem Sonnenlichte aussetzt. Das Salz scheidet sich nach und nach in Krystallen ab, womit die Wände des Gefässes belegt sind. Die Flüssigkeit, welche grün ist, wird abgegossen und die Krystalle werden getrocknet, indem man sie der Luft auf Filtrirpapier aussetzt. Das schwefelsaure Uranoxyd wandelt sich bei dieser Reaction unter dem Einflusse des Lichtes und des Alkohols und bei Gegenwart eines Ueberschusses von Säure in schwefelsaures Uranoxydul um. Die Flüssigkeit besitzt den Geruch und zeigt die charakteristischen Reactionen des Aldehyds. Durch Concentriren derselben kann man neue Krystalle erhalten.

Das erhaltene Salz ist unveränderlich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur. Wenn man es beim Zutritte der Luft bis zum Rothglühen erhitzt, so entwickelt es Dämpfe von Schwefelsäure und wandelt sich in neutrales schwefelsaures Uranoxyd um. Das dasselbe zersetzende Wasser wird milchig und zeigt eine deutliche saure Reaction. Es bildet sich eine milchige zweibasisches schwefelsaures Uranoxydul. Die Flüssigkeit, der Luft ausgesetzt, absorbiert schnell den Sauerstoff, wird gelb und der Absatz von basisch-schwefelsaurem Salze löst sich wieder auf. Das schwefelsaure Uranoxydul löst sich in verdünnter Schwefelsäure und besonders in verdünnter Chlorwasserstoffsäure auf, es ist aber in den concentrirten Säuren nicht sehr löslich.

Péligot, welcher dieses Salz durch Behandlung von grünem Chloruranium mit Schwefelsäure erhielt, stellt seine Zusammensetzung dar durch die Formel:



Ich habe mehrere Analysen damit angestellt. Das in einem Platinschale in einem Strome von Wasserstoff erhitzte Salz wandelt sich in Uran um, welches keinen Schwefel zurücklässt und welches ich als grünes Oxyd bestimmte. Ich erhielt die Schwefelsäure, als ich das Salz in Königswasser, oder besser noch, in einer Chlorlösung auflöste und indem ich durch Chlorbaryum fällte. Die Uebersäuerung des Urans verhindert, dass eine geringe Menge von grünem Salze mit dem schwefelsauren Baryt niederfällt.

Folgende sind die Resultate meiner Versuche



# 614 Ebelman, üb. einige Verbindungen des Urans

I.	0,585	Gr. schwefelsaures Uranoxydul,
	0,549	— schwefelsaurer Baryt,
	0,741	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,411	— grünes Oxyd.
II.	0,4696	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,419	— schwefelsaurer Baryt,
	0,799	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,430	— grünes Oxyd.
III.	0,561	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,523	— schwefelsaurer Baryt,
	0,620	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,344	— grünes Oxyd.
IV.	0,676	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,625	— schwefelsaurer Baryt,
	0,814	— schwefelsaures Uranoxydul,
	0,448	— grünes Oxyd.

Biese Zahlen geben, wenn man annimmt, dass Uran die Basis des analysirten Salzes ist:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Schwefelsäure	32,26	31,40	31,98	31,77	31,85
Uranumoxydul (Uran)	53,34	52,43	53,38	52,93	53,02
Wasser (Verlust)	14,40	16,17	14,64	15,30	15,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Formel  $\text{SO}_3\text{UO}, 2\text{H}_2\text{O}$  giebt:

$\text{SO}_3$	=	301,160	31,91
$\text{UO}$	=	842,875	53,72
$2\text{H}_2\text{O}$	=	225,000	14,34
		1569,035	100,00.

Ich suchte die Oxydationsstufe des Urans in dem krystallisirten grünen schwefelsauren Salze direct zu bestimmen, indem ich den durch die Umwandlung der Basis in Uranoxyd absorbirten Sauerstoff bestimmte. Ich wandte zu diesem Zwecke das analytische Verfahren an, das ich vor einigen Jahren angegeben habe, und welches darin besteht, die zu untersuchende Substanz mit einem bekannten Gewichtsmenge von Mangansuperoxyd zu mengen, das Gemenge mit Chlorwasserstoffsäure zu behandeln, und das Chlor in eine Auflösung von schwefel-

liger Säure, zu lösen. Die gebildete Schwefelsäure wird als schwefelsaurer Baryt gefällt, und aus dem Gewichte desselben lässt sich die dem absorbirten Chlor entsprechende Sauerstoffmenge berechnen. Ich habe in den *Ann. des mines* T. VI, p. 590 die Vorsichtsmaassregeln angegeben, die man nehmen muss, um sich der Genauigkeit des Verfahrens zu versichern.

1,169 Gr. angewandtes Mangansuperoxyd gaben:

schwefelsauren Baryt 2,713 Gr.

1,925 von demselben gaben:

schwefelsauren Baryt 2,813 Gr.

Mittel von 9 Versuchen mit 1 Gr. 2,3685 —

I. 0,756 Gr. schwefelsaures Uranoxydul mit 1,076 Gr. Mangansuperoxyd:

schwefelsaurer Baryt 2,181 Gr.

II. 0,818 Gr. schwefelsaures Uranoxydul und 0,959 Gr. Mangansuperoxyd:

schwefelsaurer Baryt 1,688 Gr.

III. 0,655 schwefelsaures Uranoxydul und 0,969 Gr. Mangansuperoxyd:

schwefelsaurer Baryt 2,005 Gr.

Wenn man bei jedem Versuche das erhaltene Gewicht des schwefelsauren Baryts von dem abzieht, welches das Manganoxyd, wenn es allein angewandt worden wäre, gegeben haben würde, so ist es leicht, den durch die Umwandlung der Basis des grünen Salzes in Uranoxyd absorbirten Sauerstoff zu berechnen. Man findet auf diese Weise auf 100 Th. schwefelsaures Uranoxydul:

I. II. III.

absorbirten Sauerstoff 2,72 2,51 2,43.

Wenn das Uranium als Uran in dem grünen Oxyde ist, so muss es 3,17 p. C. Sauerstoff absorbiren, indem es sich in Uranoxyd umwandelt. Die Differenz, welche zwischen diesen Zahlen und das durch Versuch erhaltene entsteht, rührt ohne Zweifel von der Schwierigkeit her, mit welcher das grüne schwefelsaure Uranoxydul von der braunen Manganoxydlösung zerlegt wird, es ist aber nicht gross genug, als dass man es anders Oxyd als Uran als Basis des Salzes annehmen könnte.

# 416 Ebelmen, th. einige Verbindungen des Urans

## Zweibasisches schwefelsaures Uranoxyd.

Man erhält diese Verbindung, wenn man eine Auflösung von krystallisirtem schwefelsaurem Uranoxyd in verdünntem Alkohol dem Sonnenlichte aussetzt. Es scheidet sich bald auf dem Boden des Gefässes ein hellgrünes Pulver ab. Die Flüssigkeit entfärbt sich völlig, sie nimmt den Geruch von Aldehyd an und behält eine schwach saure Reaction bei. Der Absatz wird filtrirt und im luftleeren Raume über concentrirter Schwefelsäure getrocknet.

Dieses basische Salz wird durch im grosser Menge angewandtes Wasser zersetzt. Beim Sieden wird die Substanz schwarz und immer mehr basisch, während die Flüssigkeit sauer wird, aber ohne Uran aufzulösen.

Ich analysirte diese Substanz wie das neutrale Salz.

I. 0,601 Gr., durch Wasserstoff reducirt, gaben:

grünes Oxyd 0,447 Gr.

II. 0,726 Gr. gaben:

schwefelsauren Baryt 0,404 Gr.

III. 0,910 Gr. gaben:

schwefelsauren Baryt 0,509 Gr.

Man leitet hieraus ab:

	I.	II.	III.	Mittel.
Uran	71,53	—	—	71,53
Schwefelsäure	—	19,12	19,22	19,17
Wasser (Verlust)	—	—	—	9,36
				<hr/> 100,00

Die Formel  $\text{SO}_2, 2\text{UO}, 2\text{H}_2\text{O}$  giebt:

$\text{SO}_2$	=	501,16	20,73
$2\text{UO}$	=	1685,75	69,92
$2\text{H}_2\text{O}$	=	225,00	9,33
		<hr/> 2411,91	100,00.

Dieses Salz wird von dem schwefelsauren Uranoxyd  $\text{SO}_2, \text{U}_2\text{O}_3$  durch Subtraction von 1 At. Sauerstoff abgeleitet. Die Analyse gab etwas weniger Schwefelsäure und etwas mehr Uran, als die Formel angiebt. Dless hängt ohne Zweifel von der zersetzenden Wirkung des Wassers auf das basische Salz ab.

0,910 Gr. Salz und 0,815 Gr. Manganoxyd gaben:  
schwefelsauren Baryt 1,401 Gr.,

woraus sich ergibt der durch 100 Th. des Salzes absorbirte Sauerstoff = 3,62.

71,53 Uran würden, um sich in das gelbe Oxyd zu verwandeln, 4,24 Sauerstoff absorbiren.

Dasselbe basische Salz bildet sich bei der Behandlung des neutralen schwefelsauren Uranoxyduls durch Wasser. Man erhält es auch, wenn man die wässrige Auflösung des Salzes sieden lässt, das man durch Behandlung des grünen Oxyds mit Schwefelsäure und durch Verflüchtigung des Ueberschusses der Säure bereitet hat. Die Flüssigkeit trübt sich und setzt eine hellgrüne flockige Substanz ab, welche man von der warmen Flüssigkeit abscheiden muss, denn sie löst sich beim Erkalten wieder auf. Dieses basische Salz ist seiner Zusammensetzung nach mit dem zweibasischen schwefelsauren Uranoxydul identisch.

Péligot nahm, um die Zusammensetzung der von dem Uranoxyd gebildeten Salze darzustellen, an, dass das Uran, ein oxydirter Körper, darin die Rolle eines Metalles spielt, und er nannte dieses zusammengesetzte Radical *Uranyl*. Wirklich scheint es nach den Analysen aller bisher bekannten einfachen und doppelten Uransalze, dass die 2 in dem Uran enthaltenen Sauerstoffatome nichts zur Sättigungscapacität des Uranoxyds beitragen. Wenn es sich anders verhielte, so müsste man annehmen, dass die Salze, die es bildet, selbst bei Anwesenheit eines Ueberschusses von Säure, alle dreibasisch sind und in diesem Zustande mit den neutralen Salzen Doppelsalze bilden können. Die Existenz des Doppelchlorürs von Uran und Kalium  $U_2O_2 \cdot Cl_2 + Cl_2K$  bietet zur Unterstützung von Péligot's Ansicht einen neuen Beweis dar.

Folgender Versuch dient ebenfalls zur Unterstützung der vorhergehenden Hypothese über die Rolle, welche das Uran in den gelben Salzen spielt. Das durch Glühen des oxalsauren Uranoxyds in verschlossenen Gefässen erhaltene Uran bildet, wenn es in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd gebracht wird, salpetersaures Uranoxyd, ohne dass sich Gas und ein Niederschlag von metallischem Silber bildet. Diese Reaction findet noch weit schneller statt, wenn man das Uran als schwarzes Pulver anwendet, wie man es durch Reduction des grünen

## 418 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

Oxyd durch Schwefel erhält. Das Uran verhält sich bei diesem Versuche auf dieselbe Weise wie ein Metall. Uran in kleinen Krytallen, welches man durch Reduction des Doppelchlorürs von Uran und Kalium durch Wasserstoff erhält, fällt das salpetersaure Silberoxyd nicht.

### *Ueber die Bestimmung des Urans.*

Man bestimmt im Allgemeinen das Uran als grünes Oxyd. Meistens scheidet man es aus seinen Auflösungen durch Ammoniak ab und glüht den Absatz, um ihn in grünes Oxyd umzuwandeln. Die Neigung des Uranoxyds, sich mit den Basen zu verbinden, bewirkt, dass es oft mit sich Oxyde niederschlägt, welche sich durch Ammoniak nicht fällen lassen, wie Baryt und Kalk. Wenn die Flüssigkeit viel Kali enthält, so findet man oft eine beträchtliche Menge von Alkali in dem Niederschlage und man erkennt es leicht an der orangenen Farbe, die man an mehreren Punkten des bis zum Rothglühen erhitzten Niederschlages wahrnimmt.

Der durch Ammoniak in den Uransalzen gebildete Niederschlag muss mit einer schwachen Auflösung von Salznätr gewaschen werden, um zu verhindern, dass er durch die Filter hindurchgeht, indem er die Flüssigkeiten milchig macht, was immer bei dem Waschen mit reinem Wasser geschieht.

Schwefelwasserstoff scheidet das Uran von einer grossen Anzahl von Metallen ab.

Uranoxyd und Eisenoxyd lassen sich ziemlich leicht durch kohlensaures Ammoniak trennen. Aber man hielt bis jetzt die Trennung des Urans von den Metallen, deren Oxyde sich zum Theil oder ganz in kohlensaurem Ammoniak auflösen, wie Mangan, Zink, Kobalt, Nickel, für sehr schwierig. (Siehe in dieser Hinsicht das *Lehrbuch der analytischen Chemie*, von H. Rose.)

Die Anwendung des kohlensauren Kali's und des kohlensauren Ammoniaks bietet ein sehr einfaches und sehr genaues Mittel dar, diese Abscheidung zu bewirken.

Das Uranoxyd-Kali löst sich in dem basisch-kohlensauren Kali nicht auf, aber es löst sich völlig und in sehr kurzer Zeit in einer mit doppelt-kohlensaurem Alkali gesättigten Flüssigkeit auf. Wenn man eine Auflösung von Uransalz durch etwas im Ueberschusse angewandtes kohlensaures Kali fällt und die

Flüssigkeit mit Wasser verdünnt, so löst sich das ganze Uran darin auf und färbt sie gelb. Es bildet sich in beiden Fällen das kohlensaure Doppelsalz mit Kali, dessen Analyse ich weiter oben gegeben habe. Die kohlensauren Zink-, Kobalt- und Mangansalze sind dagegen in kohlensaurem Kali unlöslich. Um die Abscheidung zu bewirken, kann man, je nach den Fällen, 1) die Auflösung mit Kali fällen, nachher den gefällten Niederschlag mit doppelt-kohlensaurem Kali digeriren, welches nur Uran auflöst, 2) die Flüssigkeit durch etwas im Ueberschusse angewandtes kohlensaures Kali fällen, filtriren und das Filter waschen, so lange die Flüssigkeit gefärbt durchgeht.

Die Anwesenheit von Phosphorsäure in der das Uran enthaltenden Flüssigkeit hindert es nicht, sich in einem Ueberschusse von kohlensaurem Kali wieder aufzulösen. Man muss aber eine grössere Menge von diesem Reagens anwenden, wofern nicht eine angemessene Menge von Eisenoxyd, welche alle Phosphorsäure in dem Niederschlage zurückhält, anwesend ist. Wenn man zu einer Auflösung von phosphorsaurem oder arseniksaurem Uranoxyd in einem Ueberschusse von kohlensaurem Kali eine bekannte Menge von in Salpetersäure aufgelöstem Eisenoxyd zusetzt, so scheidet man diese beiden Säuren vom Uran völlig ab und man bestimmt die Menge durch Vermehrung des Gewichtes von dem Eisenoxyde, wie es von Berthier angegeben worden ist. Man kann auch das Uran durch Kali abscheiden und die Phosphorsäure und Arseniksäure in der Flüssigkeit lassen.

Um das Uran aus der Auflösung abzuschneiden, könnte man mit Oberwasserstoffsäure sättigen, sieden lassen, um die Kohlensäure auszutreiben, und das Uran durch Ammoniak fällen. Da aber die Flüssigkeit viel Kali enthält, so würde der Niederschlag eine gewisse Menge davon zurückhalten und nicht völlig in grünes Oxyd beim Glühen übergehen. Man müsste es alsdann wieder auflösen und von Neuem Uran durch Ammoniak fällen.

Es ist vorzuziehen, Aetkali zu der Auflösung des kohlensauren Doppelsalzes zuzusetzen. Das ganze Uran setzt sich nach einer gewissen Zeit als Uranoxyd-Kali ab. Die Flüssigkeit wird abgossen, der Niederschlag durch Abgessen gewaschen, und der grössere Theil des Alkali's wird auf diese

## 220 Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans.

Weise entfernt. Man kann in Chlorwasserstoffsäure wieder auflösen und durch Ammoniak fällen.

Um Uran mit grosser Genauigkeit aus dem in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten Uranoxyd-Kali zu erhalten, ist es besser, das von mir weiter oben angegebene Verfahren anzuwenden, das ich auf die Analyse der oxalsauren und kohlsauren Doppelsalze von Uran und Kali angewandt habe. Anstatt sich einer gläsernen Phiole zu bedienen, um die Reduction der Chlorüre durch Wasserstoff zu bewirken, wendet man blos einen Platinfleget mit Vortheil an, in dessen Deckel sich ein Loch befindet, um das Gas hineinzuleiten. Die Wärme der Spirituslampe ist zur Reduction mehr als hinreichend.

Ich stellte folgende Versuche an, um den Grad der Genauigkeit des von mir angegebenen Verfahrens zu erkennen.

I. Es wurden in Salpetersäure zusammen aufgelöst:

0,594 Gr. grünes Uranoxyd,

0,882 — Zinkoxyd.

Die Flüssigkeit wurde abgedampft, um den Ueberschuss von Säure zu entfernen, wieder mit Wasser behandelt, durch kohlensaures Kali gefällt und filtrirt. Der Niederschlag wurde mit warmem Wasser gewaschen, so lange die zum Waschen gebrauchte Flüssigkeit sich durch Zusetzen von Kali trübte.

Der gegläthete Niederschlag wog 0,863 Gr. :

Nachdem dieses Zinkoxyd in Salpetersäure aufgelöst worden war, so liess es durch Ammoniak im Ueberschusse nur einige gelbe Flocken von Uranoxyd-Zinkoxyd zurück, welche nach dem Glühen 0,003 Gr. wogen. Die ammoniakalische Auflösung von Zinkoxyd war ganz farblos.

Die Auflösung des Urans in kohlensaurem Kali wurde durch Kali gefällt und der Absatz in Chlorwasserstoffsäure wieder aufgelöst und nachher durch Ammoniak gefällt. Ich erhielt:

grünes Uranoxyd 0,599 Gr.

II. Mit Salpetersäure wurden behandelt:

0,878 Kobaltoxyd,

0,702 grünes Uranoxyd.

Indem ich wie in dem vorigen Falle verfuhr, fand ich:

Kobaltoxyd 0,882.

Das Uranoxyd-Kali wurde in Chlorwasserstoffsäure wieder

## Ebelmen, üb. einige Verbindungen des Urans. 431

aufgelöst und das Doppelchlorür durch Wasserstoff reducirt. Auf diese Weise wurden gefunden:

metallisches Uran	0,671
entsprechend grünem Oxyde	0,698.

Man sieht, dass man durch dieses Abcheidungsverfahren zu einer grossen Genauigkeit gelangen kann.

Dieselbe Eigenschaft kann benutzt werden, um die Gegenwart von Uran qualitativ zu erkennen, sowohl durch die Färbung der Flüssigkeit, welche das kohlensaure Doppelsalz mit Kali enthält, als durch die Reaction des Aetzkali's auf diese Flüssigkeit. Folgendes sind in dieser Hinsicht einige Angaben, welche aus meinen Versuchen hervorgingen.

1) 1 Th. kohlensaures Uranoxyd-Kali, in 333 Th. Wasser aufgelöst, färbt dasselbe sehr stark rein gelb. Das Kali trübt diese Flüssigkeit augenblicklich, und nach einigen Augenblicken setzen sich voluminöse Flocken von orangefarbigem Uranoxyd-Kali ab.

2) 1 Th. Salz mit 666 Th. Wasser, eine sehr deutliche gelbe Farbe.

3) 1 Th. Salz mit 1332 Th. Wasser, eine schwache gelbe Farbe.

4) 1 Th. Salz mit 2664 Th. Wasser geben noch eine sehr merkliche Färbung. Durch Kali wird die Auflösung nach einigen Minuten sehr opalisirend und setzt nach  $\frac{1}{2}$  Stunde orangegelbe Flocken ab, die das Uran vollkommen charakterisiren.

5) 1 Th. Salz mit 5328 Th. Wasser färbt es noch, aber sehr schwach.

6) 1 Th. Salz mit 10656 Gewichtsth. Wasser erzeugen keine merkliche Färbung mehr. Kalialösung macht nach  $\frac{1}{4}$  Stunde die Flüssigkeit merklich opalisirend, und nach einigen Stunden setzt sich auf dem Boden des Gefässes eine grosse Anzahl orangegelber Flocken ab, die sehr gut zu erkennen sind.

Da das kohlensaure Doppelsalz von Uran und Kali nur 47 p.C. Uranoxyd enthält, so sieht man, dass man durch dieses Mittel leicht die Anwesenheit von Uran in einer Flüssigkeit darthun kann, welche weniger als  $\frac{1}{20000}$  davon enthält.



## LXII.

**Bemerkungen über die Bildung von Verbindungen des Bors und Siliciums mit Stickstoff und gewissen Metallen.**

Von

W. H. BALMAIN.

(*Philosophical Magazine and Journal of Science. Oct. 1842.*)

Bei Betrachtung der grossen Verwandtschaft, welche zwischen Wasserstoff und Stickstoff und zwischen Kohlenstoff und Stickstoff besteht, so wie der Umstände, unter welchen sie sich verbinden, und deren chemischer Beziehung zu Bor und Silicium ward ich auf den Gedanken geführt, dass die zwei letzteren Elemente eine grosse Verwandtschaft zum Stickstoff haben müssten, und schloss, dass sie durch doppelte Zersetzung Verbindungen mit ihm eingehen könnten. Bedenkt man die grosse Verwandtschaft des Ammoniaks und Cyans, so wird es wahrscheinlich, dass die Verbindungen, wenn man sie erhalten könnte, eine bedeutende Rolle als chemische Agentien spielen würden, und ich hoffte, dass einige der jetzt für Elemente gehaltenen Körper Verbindungen von Stickstoff mit diesen oder anderen Elementen sein möchten.

Einige angestellte Experimente, um diese Punkte festzustellen, waren einigermaassen erfolgreich, aber da sie nur zum kleinsten Theile vollendet sind und da meine Zeit anderen Gegenständen gewidmet ist und meine Mittel sehr beschränkt sind, so bitte ich, die wenigen Thatsachen, welche ich bestimmen konnte, den arbeitenden Chemikern vorlegen zu dürfen.

Kieselsäure und Borsäure erleiden keine Veränderung, wenn sie in Ammoniakgas durch die Knallgasflamme bis nahe zu dem Schmelzpunkte des Platins erhitzt werden, aber wenn sie bis zu derselben Temperatur mit Cyankalium statt Ammoniak erhitzt werden, erfolgt eine augenscheinliche Wirkung. Es wurden daher Borsäure und Cyankalium im Verhältnisse von 2 At des erstern zu 3 von letzterem in einen bedeckten Porcellan-tiegel gebracht, welcher in einen grössern hessischen Tiegel eingesetzt wurde, und, nachdem der Raum zwischen ihnen mit kleinen Stücken von Holzkohlen ausgefüllt worden war, in einem Wind-

ofen bis zum Weissglühen erhitzt. Das Resultat war eine weisse poröse Substanz, welche nicht nur am Boden lag, sondern auch die Wände und den Deckel des Tiegels überzog, wohin sie aufgestiegen war. Die oben gegebenen relativen Mengen wurden deswegen angewandt, damit der Kohlenstoff des Cyans genau in dem Verhältnisse da wäre, um den ganzen Sauerstoff der Borsäure aufzunehmen und blos Kohlenoxydgas zu bilden. Wenn durch Zufall ein Ueberschuss von Borsäure oder Cyankalium angewandt worden war, so schienen sie als eine Verunreinigung in der weissen Masse zurückzubleiben; aber diese Punkte sind nicht genau untersucht worden, da die weisse Masse, welche homogen und offenbar eine bestimmte feste Verbindung war, ein interessanterer Gegenstand des Studiums sehten. Folgende ist die beste Art, sie zu bereiten. Man nimmt 7 Th. feingepulverte wasserfreie Borsäure und 30 Th. Cyankalium, von Wasser und so weit als möglich auch von Cyaneisenkalium frei, und nachdem man einen hessischen Tiegel mit einer Masse von gepulverter Holzkohle und Gummi belegt und bis zur Verflüchtigung alles Wassers erhitzt hat, bringt man die Mischung in den Tiegel, bedeckt ihn durch einen umgekehrten kleinern Tiegel, welchen man leirt, und gibt ihm eine Stunde lang Weissglühhitze. Es ist rathsam, einen Tiegel als Deckel zu brauchen, damit hinreichend Raum ist für das Aufsteigen. Das Luftloch muss in den Boden dieses Tiegels und nicht durch das Lotum an der Seite gebohrt werden; ferner, um den Zutritt des Sauerstoffes zu den Materialien zu vermeiden, ist es gut, den obern Tiegel, ähnlich dem untern, auszufüttern. Das Product aus beiden Tiegeln wird, wenn es gewaschen und getrocknet ist, die weisse Masse im Zustande der Reinheit sein. Es ist ein leichter poröser Körper, der schnell zu Pulver zerfällt und, zusammengedrückt, jenes eigenthümliche Ansehen darbietet, welches bei einigen niedergeschlagenen Cyanverbindungen, in einem schwachen Grade beim Chlorsilber und einigen Jodmetallen etc. bemerkbar ist; es ist unschmelzbar, in kaltem und warmem Wasser, in Auflösungen von Kali, Salzsäure, concentrirter und verdünnter Schwefelsäure, Salpetersäure und Chlorwasser unlöslich; es wird weder durch Aussetzen an die Luft verändert, noch wirkt es auf das sehr empfindliche Curcumapapier, wenn es angefeuchtet darauf gelegt wird. Uebergeht man

vor der Hand die merkwürdige Beständigkeit dieser Verbindung, so sind diese Eigenschaften schon hinreichend, die Abwesenheit der Borsäure und des Cyankaliums zu beweisen (bei einigen Versuchen wurde es nöthig gefunden, den Ueberschuss von Cyankalium wegzuwaschen; aber dieses hat keinen Einfluss auf die Natur des weissen Körpers und war nicht nöthig; wenn Borsäure und Cyankalium ganz rein und frei von Wasser und ihre Verhältnisse sorgfältig abgewogen waren). Mit Kali- oder Natronhydrat erhitzt, entwickelt die Verbindung Ammoniak in Menge; in der desoxydirenden Flamme des Löthrobes wird sie nicht verändert, theilt auch der Flamme keine Farbe mit, aber der oxydirenden Flamme ertheilt sie eine stark grüne Färbung, schmilzt allmählig und giebt eine vollkommene Perle, welche, sowohl heiss als kalt, durchsichtig ist und, mit einem Tropfen Wasser befeuchtet, Curcumapapier bräunt und rothes Lakmuspapier bläut. Wenn die äussere Flamme auf eine grosse Fläche der gepulverten Substanz wirkt, so auch, wenn ein Glasstab damit bestreut ist und in den äussersten Punct der Flamme gehalten wird, entsteht ein schöner grüner Schein, welcher ohne Zweifel einer stufenweisen Bildung von Borsäure auf der Oberfläche angehört, und bringt man sie jetzt in die innere Flamme, so wird das Mittelste weissglühend, während die äusseren Theile, wo sie mit dem Sauerstoffe der Luft zusammenkommen, noch die schöne grüne Färbung geben. Wird die Verbindung auf geschmolzenes chlorsaures Kali oder auf Salpeter gebracht, so verbrennt sie mit einem schwach grünen Lichte. Sie wird weder durch gelindes Erhitzen mit Kalium oder Natrium, noch vor dem Löthrobre auf Holzkohle mit Blei, Zink etc. verändert. Chlor wirkt bei schwacher Rothglühbitze nicht darauf, und Jod, Schwefel und ätzendes Quecksilbersublimat kann, ohne sie zu zersetzen, davon absublimirt werden. Durch Wasserstoff wird sie bei Rothglühbitze nicht zersetzt, wohl aber wird sie zersetzt unter dieser Temperatur, mit Ausscheidung von Ammoniak, durch Wasserdampf und alle Substanzen, welche Wasser geben, als Kali- und Kalkhydrat, gemeiner Thon, wasserhaltige Phosphorsäure und rhombisches phosphorsaures Natron. Sie ist durch Salzsäure bei schwacher Rothglühbitze nicht zersetzbar, eben so, glaube ich, wird sie nicht von Fluorwasserstoffsäure verändert; wenigstens, als ein

kleiner Theil davon mit einer grossen Menge Flusspath gemengt und überschüssige Schwefelsäure hinzugesetzt war, um Alles in Fluorwasserstoffsäure zu verwandeln, und so lange erhitzt wurde, als noch Dämpfe sich entwickelten, so schied sie doch noch, nachdem der schwefelsaure Kalk mit verdünnter Salpetersäure weggewaschen war, durch Kalkhydrat Ammoniak aus.

Nach einigen dieser Thatsachen scheint es, dass die Verbindung Bor, Stickstoff und Kalium enthält, und ich vermuthete, dass Stickstoff und Bor vereinigt sind und dass die so gebildete Zusammensetzung durch eine sehr grosse Verwandtschaft mit Kalium verbunden ist.

Da meine Verhältnisse nicht gestatten, eine bessere Wage, als ich mir sie selbst aus Holz und Papier zusammensetzen konnte, oder einen passenden Apparat zu Analysen mir zu verschaffen, so bin ich ausser Stande, etwas Bestimmtes über die Verhältnisse der Elemente anzugeben; aber einige Analysen und Zersetzungserscheinungen deuten auf das Verhältnis  $K_3N_2B_3$ , woraus sich ergeben würde, dass während der Bereitung weder Kalium noch Stickstoff verloren wird und nichts als Kohlenoxydgas entweicht:



Diese Theorie stimmt sehr nahe mit einigen Berechnungen der Menge von Ammoniak und Borsäure, welche ich erhielt, als ich die Verbindung durch Kalk- oder Kalihydrat zersetzte; sie wird dadurch bestätigt, dass nur Ammoniak entweicht und kein Bor während der Zersetzung ausgeschieden wird:



Jedoch kann es sein, dass nur 2 At. Kalium darin sind, weil man die Verbindung nur bei der Temperatur, bei welcher sich Kalium verflüchtigt, erhalten kann, woraus sich ergeben würde, dass Kalium während der Bildung frei würde. Bei der Zersetzung durch Kali- oder Kalkhydrat wird eine neue Verbindung gebildet, die möglicher Weise die ursprüngliche Verbindung, mit Sauerstoff vereinigt, enthalten kann, einigermaassen dem cyansauren Kali analog. In diesem Falle kam der durch den Wasserstoff, welcher Ammoniak gebildet hat, frei gewordene Sauerstoff in die Formel aufgenommen werden, ohne Voraussetzung, dass 3 At. Kalium vorhanden sind

( $N_2B_2K_2$  und  $3H_2O = 3BO_3 + 2K_2O$  und  $3N_2H_6$  und  $O$ ; welcher zu der unzersetzten Substanz gehen würde); jedoch die neue Verbindung kann Sauerstoff enthalten und ihn nicht aus dem zersetzten Wasser, sondern aus der Luft im Gefaß aufgenommen haben. Sie wird gebildet, wenn das „Borstickstoffkallium“ mit Kalk geschmolzen und ein Ueberschuss von Säure zur Lösung des Erhaltenen gesetzt wird; zuerst erscheint sie als eine milchige Trübung in der Flüssigkeit, aber durch fortgesetztes Sieden sammelt sich ein bedeutender Niederschlag, welcher, getrocknet, ein merkwürdig zusammenhängender fastiger Körper ist.

Beim Erhitzen vor dem Löthrohre giebt sie, ohne zu schmelzen, eine stark grüne Flamme; sie entwickelt Ammoniak in Menge mit Kalkhydrat und kohlensaurem Kalk (ein Götze, welches ich statt Kalkhydrat gebrauchte); in anderer Hinsicht verhält sie sich wie Borstickstoffkallium, ausgenommen, dass sie kein Leuchten zeigt und, wenn sie langsam oxydirt wird, eine sehr flüssige Perle bildet, welche während der Oxydation kleine Bläschen durch Entweichen von Gas austreibt. Der Körper wurde hauptsächlich bei einer unvollständigen Analyse des Borstickstoffkalliums durch Erhitzen desselben mit Kalkhydrat erhalten; nachdem das erhaltene Product in Wasser vertheilt, ein Strom von Kohlensäure hindurch geleitet und das Ganze gekocht war, blieb borsaures Kalk gelöst und kohlensaurer Kalk wurde ausgeschieden, welcher durch Behandlung mit Salzsäure eine unvollkommen durchsichtige Flüssigkeit gab, und aus dieser wurde die fastige Substanz durch lange anhaltendes Kochen ausgefällt.

Alle Versuche, das Borstickstoffkallium zu zersetzen, um hypothetischen *Borstickstoff* zu isoliren, sind bis jetzt ohne Erfolg gewesen; jedes Experiment dient als Beweis der merkwürdigen Beständigkeit der Verbindung. Die Trennung gelingt nicht durch Anwendung von oxydierenden Mitteln, denn beide, Kallium und Bor, nehmen Sauerstoff zu gleicher Zeit auf, und es werden entweder Borsäure und Kalk gebildet, oder es entsteht die fastige Substanz, welches der Fall zu sein schien, wenn Braunstein mit Bor oder Schwefelsäure als oxydierende Mittel angewandt wurden, indem nach dem Verdünnen und Einwirken auf den Bod mit einer Lösung von Oxal- und Schwefelsäure, um Borsäure und

etwas zurückgelassenen Braunstein wegzuschaffen, ein weisser Körper, der dasselbe Ansehen und vor dem Löthrobre dieselben Eigenschaften wie jener hatte, abgeschieden wurde.

Da ich fand, dass Cyan, über ein bis zum Röthgühen erhitztes Gemisch von Borsäure und Holzkohle geleitet, kein Resultat gab, so bestreute ich mich, als letztes Mittel, Verbindungen von Borstickstoff mit den gewöhnlichen Metallen durch Erhitzen ihrer Cyanverbindungen mit Borsäure zu erhalten, in der vollen Erwartung, dass diese Cyanverbindungen bei einer Temperatur zersetzt würden, welche zu gering sei, als dass die Desoxydation des Bors stattfinden könne. Ich war angenehm überrascht, als beim Versuche sich zeigte, dass Kupfercyanid, mit Borsäure erhitzt, eine Masse gab, welche, nachdem sie ausgewaschen war, durch Erhitzen mit einem Gemische von Kalkhydrat und kohlensaurem Kali Ammoniak entwickelte. Dicyanid lieferte ein Product, welches nicht blos Ammoniak entwickelte, sondern auch ein Phosphoresciren vor dem Löthrobre hervorbrachte, welches nur in der Farbe von dem des Borstickstoffkalliums abwich, indem es mehr gelb und weniger grün war.

Beide dieser erhaltenen Massen waren so unrein durch den Cyanverbindungen beigemengte Oxyde, dass die Eigenschaften dieser Verbindungen der Metalle mit Borstickstoff nicht als ihnen eigen angenommen werden konnten, und sie waren nur als Beweis der Möglichkeit für die Darstellung dieser Verbindungen durch einen solchen Process werthvoll. Die vom Kupfer erhaltene Masse gab eine sehr schöne grüne Flamme vor dem Löthrobre, aber wollte nicht leuchten, und nachdem das metallische Kupfer durch Salpetersäure abgeschieden war, blieb eine Substanz zurück, welche ähnlicher der wahrscheinlich Sauerstoff enthaltenden faserigen Verbindung als dem Borstickstoffkallium war. Quecksilbercyanid, mit Borsäure erhitzt, gab reichlich Cyan, welches mit einer grünlichen Färbung der Flamme verbrannte, und zugleich sublimirte eine kleine Menge eines weissen krystallinischen Körpers, welcher beweisen kann, dass es eine Verbindung von Quecksilber mit Borstickstoff giebt. Wenn es so ist und man könnte es in grösserer Menge erhalten, so würde diess wahrscheinlich ein Weg, zu der viel gewünschten Isolirung des Borstickstoffes sein. Das Sublimat war

löslich in Wasser und theilte diesem einen bittern Geschmack mit; die Lösung gab keinen Niederschlag mit einem Bismutalze, aber einen reichlichen weissen mit Zinnchlorür, mit Jodkalium keinen, mit essigsauerm Bleioxyd keinen, mit salpetersauerm Silberoxyd einen geringen Niederschlag, der unlöslich im Ueberschusse von Säure war. Es war ferner in Alkohol löslich, aber die Lösung brannte nicht mit grüner Flamme. Mit einer Lösung von kohlelsaurem Kali gekocht, entwickelt es Ammoniak. Beim Erhitzen theilt es der Flamme eine grüne Färbung mit, verdampft schnell und färbt die Flamme in der nächsten Umgebung grünlich-blau.

Ein Gemisch von 1 Th. wasserfreier Borsäure, mit  $2\frac{1}{2}$  Th. Zinkcyanid in einem ausgefütterten Tiegel (bedeckt und gut lutirt) bis zum Weissglühen erhitzt, giebt einen weissen Körper, im Ansehen dem ähnlich, welcher aus einem Gemenge von Borsäure und Cyankalium erhalten wird. Er giebt, mit Kalkhydrat und kohlelsaurem Kali erhitzt, Ammoniak in Menge und war in kaltem und warmem Wasser, in Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, in Auflösung von Chlor, in Kalilauge und Ammoniak unlöslich. Er wird weder durch Chlor bei völliger Rothglühhitze, noch durch ätzendes Sublimat, noch durch Kalium oder Natrium zersetzt. Vor dem Löthrobre ist er unschmelzbar, aber in der oxydirenden Flamme erscheint eine grüne Farbe und am äussern Rande entsteht eine sehr brillante bläuliche Phosphorescenz, welche Erscheinung ebenfalls durch einfaches Tropfen in die Flamme einer Spirituslampe hergebracht wird. Auf geschmolzenem chlorsaurem Kali gebracht, verbrennt es mit schwach blauer Flamme. Diese Eigenschaften sind genau so, als wir sie von einer Verbindung des Zinks mit Borstickstoff, der des Kaliums analog, erwarten können. Er schien rein zu sein und wird leichter erhalten als die Kaliumverbindung, weil die Darstellung von Zinkcyanid mit grösserer Leichtigkeit zu vollziehen ist als die des Cyankaliums.

Dieser Körper ist als eine zweite Verbindung dieser Art, so wie wegen der bemerkenswerthen Schönheit des Leuchtens vor dem Löthrobre interessant; ausserdem ist er von Wichtigkeit, da er ein Mittel zur Bereitung der analogen Verbindungen anderer Metalle durch Erhitzen desselben mit deren Chloriden darbietet. Zur Weissglühhitze in einem ausgefütterten Tiegel im Verhält-

Masse von 1 At. desselben (die Zusammensetzung zu  $Zn_2$ ,  $N_2B_2$  angenommen) zu 9 Atomen des Chlorids erhitzt, giebt er mit Bleichlorid einen weissen Körper, der, mit einem Gemische von Kalkhydrat und kohlensaurem Kali erhitzt, Ammoniak in Menge entwickelt und an der Spitze der Löthrohrflamme mit einem gelblich-grünen Lichte phosphorescirt; Wasser, damit gekocht, giebt mit salpetersaurem Silberoxyd keinen Niederschlag, und wenn er vor dem Löthrohre mit Soda auf Holzkohle behandelt wird, erhält man ein deutliches Bleikügelchen und nur eine geringe Spur Zink; mit Kupferchlorid erhält man ein ähnliches Resultat als durch Zusammenschmelzen von Kupfercyanid mit Borsäure.

Chlorsilber giebt eine dem Blei ähnliche Verbindung und phosphorescirt mit gelblich-grünem Lichte. Es wird weder durch Salzsäure noch durch Chlor bei schwacher Rothglühhitze, noch durch ätzendes Sublimat zersetzt und scheint unter allen Umständen so beständig wie die übrigen zu sein, indem es sogar unverändert bleibt, wenn es in einer Röhre mit Kalium oder Natrium erhitzt wird. Mit den Chloriden des Natriums, Baryums, Strontiums, Calciums und Mangans gab es Resultate, welche Borstickstoffverbindungen dieser Metalle zu sein schienen; aber diese Experimente wurden mit kleinen Quantitäten ausgeführt, nur in der Erwartung, eine lösliche Verbindung zu finden, und da keine derselben beim Sieden mit Wasser, Kalkhydrat und kohlensaurem Kali Ammoniak entwickelte, und da das Wasser nach dem Kochen mit denselben keinen Niederschlag mit Auflösungen von Blei-, Silber-, Kupfer-, Eisenoxyd etc. gab, schloss ich auf ein negatives Resultat.

6 Th. Kieselsäure, mit 13 Th. Cyankalium zum Weissglühen erhitzt, gaben eine zerbrechliche poröse glasige Masse, welche nach sorgfältigem Auswaschen reichlich Ammoniak entwickelte, wenn sie mit Kalkhydrat und kohlensaurem Kali erhitzt wurde. Mit geschmolzenem Kali erhitzt, entwickelte sich Ammoniak in Menge. Nach Kochen mit Schwefelsäure gab es mit Kalkhydrat und kohlensaurem Kali noch Ammoniak. In der desoxydirenden Flamme schmolz es ruhig und in der oxydirenden mit Entweichen von Gasblasen.

Mit Soda gab es in der desoxydirenden Flamme eine rothe Perle, deren Farbe in der oxydirenden verschwand und



nicht wieder erhalten werden konnte. Nachdem es mit salpetersaurem Ammoniak erhitzt und gut ausgewaschen worden war, gab es mit Kalkhydrat und kohlenstoffem Kali mehr Ammoniak als vorher. Hieraus sieht man, dass eine Verbindung von Silicium und Stickstoff mit Kalium, der Boryerbindung analog, gebildet worden war und dass sie fast eben so beständig wie jene ist; aber da ich keinen Weg wusste, die Verbindung von Unreinigkeiten zu trennen, so kann ich für jetzt nichts Weiteres darüber sagen.

Aus den obigen Resultaten und aus wenigen zweideutigen Experimenten, welche nicht erwähnt worden sind, schloss ich, dass Verbindungen von Stickstoff mit Bor und Silicium gebildet worden waren und dass ihre chemischen Verhältnisse denen des Cyans ähnlich sind, und ich zweifle nicht, dass auch analoge Verbindungen mit Aluminium, Beryllium etc. können dargestellt werden. Wir können nicht annehmen, dass die Verwandtschaft des Stickstoffes zu anderen Elementen schwach sei, weil er sich nicht mit ihnen direct verbinden will, wie durch einen Verbrennungsprocess, besonders da die jetzt bekannten Verbindungen des Stickstoffes nicht direct gebildet werden und man dennoch in vielen die Verwandtschaft grösser gefunden hatte, als man vorher vermuthete. Diese Verbindung des Bors und Stickstoffes widersteht allen Einwirkungen, ausser der des Sauerstoffes, und analoge Verbindungen mit nicht so leicht oxydirbaren Basen könnten uns als einfache Körper erscheinen. Ein Blick auf die chemische Zusammensetzung unserer Erde und Atmosphäre kann unsere Erwartung, im Mineralreiche reichlich Stickstoff zu finden, einigermaassen rechtfertigen, und dieser Punkt, wenn er positiv entschieden wäre, könnte viel Licht auf den Zusammenhang der organischen und unorganischen Chemie werfen.

Meine Meinung ist auf eine sorgfältige Prüfung vieler wohlbekannter Thatsachen gegründet und beruht nicht auf diesen neuen Versuchen allein. Ich hoffe, dass, während ich meine Arbeiten fortsetze, Andere sich veranlasst sehen werden, sich diesen Forschungen anzuschliessen.

## LXIII.

Ueber ein neues Doppelsalz von oxalsaurem  
Chromoxyd und Kali.

Von

HENRY CROFT.

(*Philosoph. Magazine and Journal of Science. Sept. 1842. p. 197.*)

Es ist bekannt, dass 1830 Wilton Turner zufällig ein Salz entdeckte, zusammengesetzt aus oxalsaurem Chromoxyd und oxalsaurem Kali. Seine sonderbaren optischen Eigenschaften sind von Brewster untersucht worden. Gregory entdeckte ebenfalls, unabhängig von Ersterem, dasselbe Salz und schlug eine bessere Methode, als die von Turner war, zu dessen Darstellung vor, welche darin bestand, dass Oxalsäure zu einer Lösung von zweifach-chromsaurem Kali zugesetzt wurde, bis das Aufwallen aufhörte; die Lösung wurde tiefgrün oder schwarz, und beim Abdampfen schossen schöne Krystalle des schwarzen Salzes an Gregory glaubte, dass es aus 3 Aequivalenten Oxalsäure, 2 Kali, 1 Chromoxyd und 6 Wasser bestehe. Seine wahre Zusammensetzung  $3(\text{KO}, \text{C}_2\text{O}_3) + \text{Cr}_2\text{O}_3, 3\text{C}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$  ist von Graham und Mitscherlich angegeben worden, welche auch eine Anzahl ähnlich zusammengesetzter Salze dargestellt haben.

Versuche, das schwarze Salz nach Turner's Methode darzustellen, wollten mir niemals vollständig glücken, aber ich erhielt anstatt desselben, wenn ich eine sehr concentrirte heisse Lösung des chromsauren Salzes angewandt hatte, einen rothen körnigen Niederschlag, welcher sich als ein neues Salz ergab und den Gegenstand vorliegender Notiz bildet.

Die beste Methode, es zu bereiten, ist vielleicht die oben beschriebene, nämlich eine so viel wie möglich concentrirte Lösung des chromsauren Salzes anzuwenden; in diesem Falle krystallisirt es beim Erkalten. Das ausgeschiedene Salz muss wieder in einer kleinen Menge Wasser gelöst und umkrystallisirt werden. Es ist jedoch eins der am schwersten krystallisirenden Salze; in 9 Fällen von 10 scheidet es sich in der Form eines körnigen bläulich-grauen Pulvers aus und es schien nur unter besonderen Umständen, die ich jedoch nicht

entdecken konnte, gut zu krystallisiren: Es scheint durch freiwilliges Verdampfen nicht besser als aus sehr concentrirten Lösungen zu krystallisiren. Die besten Krystalle bilden sich meistens an der Oberfläche der Lösungen; sie sind sehr kleine dreieckige Plättchen; häufen sich die Krystalle am Boden der Flüssigkeit an, so sind die Plättchen dicker, aber undeutlicher. Das Salz ist von tiefrother Farbe, sowohl im reflectirten als im durchfallenden Lichte; die Auflösung ist grün, oder selbst schwarz (wenn sie concentrirt ist) im reflectirten und roth im durchfallenden Lichte. Die Auflösung, wenn sie bis zum Kochen erhitzt worden ist, bleibt roth, was man am besten bei Kerzenlicht sieht; dasselbe ist mit der Lösung des schwarzen Salzes der Fall, welches beweist, dass das röthe Oxyd des Chroms in diesen Salzen enthalten ist und nicht durch Kochen in die grüne Modification übergeführt wird; das rothe Oxyd muss jedoch, wie bekannt ist, erst mit der Oxalsäure zusammengebracht werden, da man das schwarze Salz niemals durch Auflösen des grünen Chromoxyds in zweifach-oxalsaurem Kali erhalten kann.

Eine Lösung von kaustischem Kali zur Auflösung des rothen Salzes gesetzt, färbt es schön grün, aber bewirkt keinen Niederschlag, bis es gekocht wird, wobei der grössere Theil des Chromoxyds ausgefällt wird. Kohlensäure Alkalien verändern die Farbe zum Theil auf dieselbe Art, aber schlagen das Oxyd nicht so schnell nieder. Ammoniak bewirkt keinen Niederschlag, so auch Chlorcalcium nicht, wegen der Bildung von Dingler's oxalsaurem Chromoxyd-Kalk; wird nachher Ammoniak hinzugesetzt, so entsteht eine grüne Fällung, welche Chromoxyd enthält.

Dieses Salz enthält eine grosse Quantität Krystallwasser, welches durch starke Hitze ausgetrieben werden kann; dasselbe ist mit dem schwarzen Salze der Fall (Graham). Es verliert bei 100° C. 15—16 p. C., bei 200° 19 p. C. Der letzte Antheil Wasser kann nur bei 300° entfernt werden. Nahe an diesem Punct fängt es an, sich zu zersetzen, und folglich ist die Bestimmung des Wassers etwas schwierig anzustellen.

0,9986 Gr. des Salzes verloren	0,2638 Wasser =	26,42 p. C.
0,7481 — — — —	0,1965 — =	26,27 —
0,8971 — — — —	0,2532 — =	28,22 —

Die Bestimmungen des Chromoxyds und des Kalz's wurden auf folgende Art ausgeführt. Das Salz wurde bis zum Rothglühen erhitzt; hierbei muss man sorgfältig zu Werke gehen, denn das Salz besitzt die sonderbare Eigenschaft, sich mit beträchtlicher Heftigkeit (ohne Explosion) in ein grünes Pulver zu zersetzen, welches, wenn man nicht nach und nach erhitzt, aus dem Tiegel geworfen wird und so die Analyse verdirbt. Wird die Temperatur langsam erhöht, so behalten die Krystalle ihre Form, aber werden schön dunkelgrün; sobald als die Zersetzung beginnt, zerfallen sie in ein hellgrünes Pulver, welches durch stärkere Hitze braun wird. In verschlossenen Gefässen wird kohlensaures Kali gebildet; aber in einem offenen längere Zeit erhitzt, entsteht chromsaures Kali. Dieses muss durch Wasser abgezogen, reducirt und das Chromoxyd durch Ammoniak gefällt werden; es ist jedoch besser, die ammoniakalische Flüssigkeit zur Trockne abzdampfen, da das Ammoniak stets einen kleinen Theil des Oxyds auflöst. Diese Methode ist der gewöhnlich angewandten (Heinrich Rose's *analytische Chemie*) vorzuziehen; die Ammoniak- und Kalzsalze müssen aufgelöst, abgedampft, das Ammoniak verflüchtigt und das Kali entweder als Chlorkalium oder durch Platinchlorid bestimmt werden.

Die Oxalsäure kann durch Kochen des Salzes mit Schwefelsäure bestimmt werden, wie Prof. Graham vorschlägt.

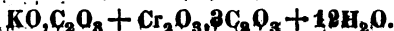
Das Salz krystallisirt ungemein schwierig, und es glückt selten, dass eine homogene Masse zu Analysen erhalten werden kann. Die Analyse ist überdiess etwas complicirt, und daher stimmen die Resultate nicht so genau, als wünschenswerth wäre.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	21,80	21,63	23,11	22,05	21,10	24,11	
KO =	12,18	12,14	12,22	12,22			
C <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	37,00	36,98					40,89

Das Wasser wurde durch andere Versuche gefunden;

H <sub>2</sub> O =	26,42	26,27	28,22
--------------------	-------	-------	-------

Die wahrscheinlichste Formel ist:



$$C_2O_3 \quad 4 \text{ At.} = 1811,50 \quad 38,098$$

$$Cr_2O_3 \quad 1 \quad = 1003,63 \quad 21,107$$

$$KO \quad 1 \quad = 589,92 \quad 12,405$$

$$H_2O \quad 12 \quad = 1840,75 \quad 28,890$$

---

4754,80 100,000.

Dieses ist vom schwarzen Salze dadurch verschieden, dass es 1 At. basisches oxalsaures Salz anstatt 3 At. enthält. Man kann sagen, es verhält sich zum schwarzen Salze wie die metaphosphorsauren Salze zu den phosphorsauren. Es ist daher klar, dass, wenn man 3 At. oxalsaures Kali zu 1 At. des rothen Salzes zusetzt, man das schwarze Salz erhalten muss, was wirklich der Fall ist.

2,97 Gr. rothes Salz wurden mit 1,15 Gr. oxalsaurem Kali gemischt (dies sind die atomistischen Proportionen), die Auflösung gekocht und abgedampft; sie gab 3,119 Gr. schwarzes Salz in guten Krystallen und vollkommen rein; nach der Theorie müsste es 3,070 Gr. gegeben haben. Das Gewicht des schwarzen Salzes muss gleich sein dem des rothen Salzes, plus 2 At. wasserfreiem oxalsaurem Kali, minus 6 At. Wasser. Die Uebereinstimmung des Versuches mit der Berechnung spricht für die Richtigkeit der obigen Formel, welcher man vielleicht sonst nicht so viel Vertrauen schenken könnte.

Die Constitution dieses Salzes liess mich die Theorie seiner Bildung so wie die des schwarzen Salzes betrachten, besonders da ich es bei Anwendung der bekannten Formel zur Bereitung des schwarzen Salzes stets mit anderen Körpern gemischt erhielt.

Zur Bildung des rothen Salzes aus zweifach-chromsaurem Kali werden 7 At. Oxalsäure erfordert.  $KO, 2CrO_3$  und  $7C_2O_3 = KO, C_2O_3 + Cr_2O_3, 3C_2O_3$  und  $3C_2O_3 + 3O$  oder  $6CO_2$ .

Durch Anwendung der zwei Substanzen in diesem Verhältnisse erhielt ich vollkommen reines rothes Salz. Es ist augenscheinlich, dass 7 At. Oxalsäure, entweder frei, oder an Kali gebunden, zur Darstellung des schwarzen Salzes angewandt werden müssen. Keine der Zahlen in der gegebenen Formel zur Bereitung des schwarzen Salzes stimmt mit dieser.

Dr. Gregory giebt an: 190 Th. doppelt-chromsaures Kali, 157,5 Th. krystallisirte Oxalsäure und 517 Th. zweifach-oxalsaures Kali, d. i. 1 At. zweifach-chromsaures Kali, 2 At. Oxalsäure und 3 At. zweifach-oxalsaures Kali; bei Anwendung dieser Zahlen erhielt ich ein Gemisch von schwarzem Salze mit oxalsaurem und chromsaurem Kali.

Prof. Graham schlug vor: 1 Th. doppelt-chromsaures, 2 Th. zweifach-oxalsaures Kali und 2 Th. krystallisirte Oxalsäure. Bei diesen Verhältnissen bleibt ein grosser Theil chromsaures

Kali oxalsaures, welches, wenn 19 Gran chromsaures Kali, 23 Gran doppelt-oxalsaures Kali und 16 Gran krystallisirte Oxalsäure genommen wurden, genau noch 36 Gran krystallisirte Oxalsäure erfordert, um seine völlige Zersetzung zu bewirken, oder im Ganzen 58 Gran Oxalsäure.

Der Formel zufolge, welche ich vorschlagen würde, werden erfordert:

- 19 Gran zwelfach-chromsaures Kali,
- 23 — oxalsaures Kali,
- 55 — krystallisirte Oxalsäure.

Wenn man die Salze in diesen Verhältnissen anwendet, erhält man bloß schwarzes Salz; es ist jedoch besser, das Ganze zur Trockne abzdampfen und wieder zu lösen.

Ich war nicht im Stande, ein dazwischenliegendes Salz, nämlich  $2\text{KO}, \text{C}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3, 3\text{C}_2\text{O}_3$  zu erhalten. Dieses, wenn es besteht, muss aus 2 At. chromsaurem Kali und 8 At. Oxalsäure entstehen. Ich erhielt jedoch oxalsaures Kali und rothes Salz.

Ein ähnliches Salz mag wahrscheinlich mit Eisenoxyd bestehen, aber es krystallisirt nicht. Durch Auflösen von Eisenoxyd in vierfach-oxalsaurem Kali erhält man eine Flüssigkeit, welche zu einer braunen gummiartigen Masse eintrocknet, ohne Spuren von Krystallisation zu zeigen.

#### LXIV.

### Ueber die Bereitung eines sehr wirksamen, an Kohlensäure reichen Eisen- oder Stahlwassers.

Von

Dr. WILIBALD ARTUS, Prof. an der Universität zu Jena.

Die Zweckmäßigkeit, künstliche Bäder anzuwenden, ist bereits von den meisten Aerzten anerkannt worden und verdient um so mehr alle Beachtung, da Vielen der Besuch auswärtiger Badeorte, unzureichender Mittel wegen, unmöglich wird. Es sind auch bereits in den größeren Städten Deutschlands solche Anstalten in's Leben getreten, um so auch dem Unbemittelten Gelegenheit zu geben, sich künstlich bereiteter Mineralwässer

zu bedienen, und man hat sich stets bei denselben des besten Erfolges zu erfreuen gehabt.

Ohne weiter sämmtliche bis jetzt künstlich bereitete und angewandte Mineralwässer anzuführen und zu erörtern, erlaube ich mir vielmehr zu bemerken, dass man in neuerer Zeit vor allen Mineralwässern den Eisen- oder Stahlwässern, welche, nebst anderen darin befindlichen Bestandtheilen, vorzüglich *Eisenoxydul*, gebunden an Kohlensäure, als den hauptsächlich wirksamsten Bestandtheil enthalten, grosse Aufmerksamkeit geschenkt und insbesondere den Gebrauch derselben empfohlen und sie auch mit dem besten Erfolge angewandt hat.

Auch sind jene Eisenwässer zum kasserlichen Gebrauche schon künstlich bereitet worden, und zu diesem Zwecke hat man die in den Officinen vorrätzig gehaltenen Eisen- oder Stahlkugeln, welche als eine chemische Verbindung von Weinstein-saurem Eisenoxyduloxycalci (aber stets noch metallisches Eisen enthaltend) angesehen werden können, angewandt.

Indessen ist diese Verbindung nicht so leicht zersetzbar, das gelöste Eisen kann daher nicht so leicht von dem Organismus aufgenommen werden, und deshalb sind, wie auch schon W. Döbereiner in seiner *Anleitung, künstliche Mineralwässer zu bereiten*, bemerkt hat, diese nicht so wirksam wie diejenigen, welche, wie die natürlich vorkommenden, das Eisen im oxydulirten Zustande, an Kohlensäure gebunden, in in Wasser gelöstem Zustande enthalten.

W. Döbereiner hat daher schon mit Recht auf die Anwendung kohlensaurer Eisenbäder aufmerksam gemacht und zugleich gezeigt, dass dieselben auch künstlich bereitet werden können. Indem ich aber dieses Verfahren, welches wir in der angezeigten Schrift ausgeführt finden, umgehe, erlaube ich mir vielmehr, auf folgendes Verfahren aufmerksam zu machen, welches nicht nur ein sehr reiches kohlensäure- und kohlensaures eisenoxydulhaltiges Wasser liefert, sondern zugleich auch die aromatischen Bestandtheile des Malzes enthält.

Man kocht zu diesem Zwecke, je nachdem man ein mehr oder minder wirksames kohlensäurereiches kohlensaures eisenoxydulhaltiges Wasser bereiten will, 3 Pfd. gutes Malz mit 20 bis 25 Pfd. Flusswasser  $\frac{1}{2}$  Stunde lang ununterbrochen unter öfterem Umrühren und giesst die Masse durch ein Sehtuch.

therat) wird  $1\frac{1}{2}$  Pfd. ganz dünner Eisendraht \*), damit er möglichst viele Berührung mit der gährenden Flüssigkeit erhält, auf einen hölzernen Dreifuss gebracht, in ein mehr hebes als weites Brühfass gesetzt und mit der oben erhaltenen durchgeseihten Malzflüssigkeit übergossen, so dass der Draht von der Flüssigkeit gleichförmig bedeckt ist; reicht die Flüssigkeit demnach nicht hin, so muss das Uebrige noch durch einen Zusatz von warmem Wasser ergänzt werden. Alsdann wird die Flüssigkeit mit Hilfe eines Thermometers untersucht. Zeigt die Flüssigkeit an demselben mehr als  $20^{\circ}$  Wärme, so muss noch so viel kaltes Wasser zugesetzt werden, bis sie diesen erwähnten Wärmegrad erreicht hat. Dann werden zu dieser Flüssigkeit ungefähr 4 gewöhnliche Esslöfel gute Bierhefen zugesetzt, das Ganze wohl umgerührt, das Gefäss bedeckt, an einen mäßig warmen Ort gestellt und 20 — 24 Stunden lang ruhig stehen gelassen.

Durch die Berührung des Eisendrahtes mit der Flüssigkeit wird derselbe oxydirt, das gebildete Eisenoxyd löst sich in der durch das Ferment erzeugten Kohlensäure auf, gleichzeitig aber auch wird freie Kohlensäure von der Flüssigkeit absorbt.

Nach Verlauf dieser Zeit wird die Flüssigkeit von dem Eisendrahte \*\*) abgossen, in die zum Baden bestimmte Wanne gegeben und mit der nöthigen Menge warmen Wassers vermischt, worauf der Badende die Flüssigkeit als fertiges Bad ansehen und sich nunmehr desselben bedienen kann.

Um die Bäder so eine Zeit lang fortzusetzen, wird wiederum die angegebene Menge Malz gekocht, auf den Eisendraht gegossen, mit Hefe vermischt, stehen gelassen und auf

\*) Damit das Eisen oder vielmehr der dünne Eisendraht schneller oxydirt und von der Kohlensäure aufgelöst wird, muss der Eisendraht, ehe er mit den Malzabsude in Berührung gebracht wird, zuvörderst mit verdünnter Schwefelsäure übergossen (auf  $1\frac{1}{2}$  Pfd. Wasser 1 Unze Schwefelsäure) werden,  $\frac{1}{4}$  Stunde in dem angesäuerten Wasser liegen bleiben, dann herausgenommen und so lange mit Wasser abgespült werden, bis das Lakmuspapier nicht mehr geröthet wird und also die letzten Spuren von Säure entfernt sind.

\*\*) Derselbe wird nun nicht etwa als unbrauchbar bei Seite gestellt, sondern kann nunmehr fortan zur Bereitung von Bädern benützt werden.



## 438 Artus, üb. d. Bereitung eines an Kohlensäure etc.

dieselbe oben angezeigte Art so lange verfahren, als eben die Eisenbäder gebraucht werden sollen.

Das auf die erörterte Weise unter meiner Leitung bereitete Stahlbad, welches zusammen an Flüssigkeit 220 Maass betrug, wurde mit den verschiedenen Reagentien auf Eisen geprüft, und alle zeigten die bekannten Ersehnungen, durch die das Eisen charakterisirt und insbesondere nachgewiesen wird, und zwar enthielt das Bad nach einer von mir angestellten quantitativen Untersuchung den ersten Tag in einem Maasse =  $9 \times 16$  Unzen, 1,1 Gran Eisen aufgelöst. Dieser Eisengehalt vermehrte sich täglich so, dass nach Verlauf von 8 Tagen schon in jedem Maasse der Flüssigkeit 1,6—1,8 Gran Eisen aufgelöst war; und es lässt sich demnach dieses als ein sehr reiches eisenhaltiges kräftiges Wasser ansehen, und in der That bestätigte sich dieses.

Es wurde bei mehreren Patienten mit dem besten und glücklichsten Erfolge angewandt. Ich nehme deshalb Gelegenheit, auf diese Bäder aufmerksam zu machen und namentlich die Anwendung dieser künstlich bereiteten Eisenwässer zu empfehlen, und diess um so mehr, da sie sich hinsichtlich ihrer chemischen Constitution den natürlichen Eisenwässern in sofern anschliessen, da sie, eben so wie diese, *freie Kohlensäure* und *kohlensaures Eisenoxydul*, nächst dem aber noch etwas *Weingeist* und die *aromatischen Bestandtheile des Malzes* enthalten, die bekanntlich schon an und für sich stärkend und heilsam auf den Organismus wirken.

Selbst zum innerlichen Gebrauche lässt sich ein sehr reiches kohlensäure- und kohlensaures eisenoxydulhaltiges Wasser dadurch bereiten, dass man in einem gläsernen Ballon etwa 1 Pfd. Zucker in 8 Pfd. Wasser von  $24^{\circ}$  auflöst und zu dieser warmen Zuckerlösung etwa 4—5 Esslöffel voll guter Bierhefe setzt, den Ballon mit einem Gasleitungsrohre versieht und das entweichende Kohlensäuregas in Wasser hineinleitet, in welchem man einen spiralförmig gewundenen Eisendraht vertheilt hatte.

Setzt man der rückständigen gegohrenen Flüssigkeit kleine Rosinen, etwas Ingber und einige Citronenschalen zu und füllt nach einigen Tagen die zum Theil abgelagerte Flüssigkeit auf Flaschen, so erhält man zugleich ein äusserst wohlschmeckendes, schäumendes und angenehm belebendes Getränk.

## LXV.

*Untersuchungen über die chemische Classification der organischen Substanzen.*

Von

CH. GERHARDT.

(Vom Verfasser mitgetheilt.)

*Theoretischer Theil.*

## I.

Bei den organisirten lebenden Wesen erfolgen gleichzeitig 2 Classen von Erscheinungen. Die einen, welche man der Lebenskraft, als erster Ursache, beimisst, sind hinsichtlich der Gesetze, nach denen sie vor sich gehen, nur unvollkommen bekannt. Die anderen, welche rein chemischer Natur sind, werden immer mehr enthüllt, und unsere Kenntnisse in Betreff ihrer werden bald so genau sein, dass sie uns gestatten, ihre Gesetze zu bestimmen und alle ihre Phasen vorauszusehen.

Obwohl die beiden ersten Ursachen der organischen Erscheinungen in ihren Tendenzen so verschieden sind, so haben sie doch das gemein, dass sie beide die Materie in Bewegung setzen und sie hinsichtlich ihrer Gestalt, Zusammensetzung und ihrer Eigenschaften gewisse Modificationen erleiden lassen.

Bei den lebenden Wesen halten sich diese beiden Kräfte gegenseitig im Gleichgewichte. Sie können daher nicht in derselben Richtung thätig sein, sie sind offenbar zwei entgegengesetzte Kräfte. Wenn dieser Zustand des Gleichgewichtes dauerhaft wäre, wenn die Lebenskraft niemals durch die chemischen Kräfte bezwungen würde, so weiss man ganz und gar nicht, welches das Schicksal der organisirten Wesen sein würde. Aber ohne Zweifel würde der Tod alsdann unmöglich sein, weil der Tod eben das Aufhören alles Widerstandes von Seiten des Organismus gegen die chemischen Einflüsse ist.

Indessen wird dieses Gleichgewicht nicht immer plötzlich aufgehoben. Die Störung desselben wird oft durch gewisse zufällige Ursachen mehr oder weniger begünstigt, welche in dem Organismus einen anomalen Zustand, eine Krankheit, hervorrufen und den chemischen Verwandtschaften einen localen Sieg verschaffen.

Aber ausser diesen zufälligen Ursachen der Desorganisation gibt es noch andere, welche dauernd und eben deswegen zur Lebensäusserung nothwendig sind. Das Gleichgewicht ist daher in dem Organismus niemals vollkommen. Indem es unaufhörlich unterbrochen und abwechselnd wieder hergestellt wird, erleidet es, so zu sagen, beständige Oscillationen, und sie sind es, welche das Leben charakterisiren. Die Aeusserung dieses Zustandes erfordert daher eine gewisse Differenz in der Intensität der beiden entgegengesetzten Kräfte, durch welche die Materie angeregt wird. Wären sie vollkommen gleich, so würde für die Materie eine absolute Ruhe daraus erfolgen, während eben das Leben in einem Zustande von Bewegung besteht.

Eine der chemischen Ursachen, der man den grössten Antheil bei den von der Lebensökonomie erlittenen Störungen beilegen muss, ist ohne Zweifel die Atmosphäre von Sauerstoff, in der die Pflanzen und Thiere sich befinden. Dieser Sauerstoff strebt unaufhörlich, seine Verwandtschaft zum Wasserstoffe und Kohlenstoffe der organischen Theile zu befriedigen. Daher der Ursprung gewisser vegetabilischer und thierischer Excretionen, erzeugt durch die Verbrennung der Theile, welche den Rückstand von denen ausmachen, welche die Oekonomie zur Hervorbringung der zu ihren Functionen erforderlichen Organe bildet. Daher die Kohlensäure und das Wasser, welche durch die Respiration ausgestossen werden; der Harnstoff und die Harnsäure, welche beide durch die Nieren abgeschieden werden; die Kohlensäure und das Wasser, die sich beide während des Keimens der Samen und des Reifens der Früchte entwickeln; die Kohlensäure und das Wasser, welche die Blumen beim langsamen Verbrennen der in ihren Geweben befindlichen ätherischen Oele von sich geben, welche so die Quelle ihrer Wohlgerüche werden.

Die Lebenskraft und die chemische Verwandtschaft lassen daher beide die Materie Modificationen erleiden. Sie werden aber in entgegengesetzter Richtung bewirkt, und während die erstere sich der Producte der chemischen Verwandtschaft, des Wassers, der Kohlensäure und des Ammoniaks bemächtigt, um die Holzfaser bei den Pflanzen, das Blut und die Gehirnanstamm bei den Thieren hervorzubringen, so zerstört die chemische Verwandtschaft selbst diese Schöpfungen. Denn sobald der

Leben in ihnen erloschen ist, lösen sie sich alle in dieselben Grundstoffe auf, aus denen sie entstanden sind: Alles was lebt, alle Pflanzen, alle Thiere kehren in der That durch den Tod zu diesen chemischen Formen zurück.

Diese Wahrheit ist heut zu Tage so gut durch die Untersuchungen der neuern Chemie begründet, dass wir dieselbe nicht zu erwähnen brauchen. Auch habe ich bloß gleich anfangs die von jeder Art von Hypothese freien experimentellen Thatfachen erwähnen wollen, auf denen die Ideen beruhen, die mich bei dieser Arbeit geleitet haben.

Wenn es wahr ist, dass die organische Chemie durch ihre fast wunderbaren Fortschritte bereits eine Menge von Erscheinungen aufgeklärt, dass sie schon leicht auf die Physiologie und auf die Medicin verbreitet hat, so muss man andrerseits gestehen, dass sie noch nicht hinreichend sich selbst Rechenschaft über den Gang gegeben hat, dem sie ihre Erfolge verdankt, dass sie noch nicht im Ganzen die Verfahrungsarten analysirt hat, mit Hilfe derer es ihr gelungen ist, die zahlreichen Producte der Vegetation und der thierischen Oekonomie künstlich nachzuahmen. Und doch ist es immer derselbe Weg, den sie von nun an wird einschlagen müssen, ein Weg, zuerst auf den Versuch gegründet, wie der aller wirklichen Wissenschaften, dann auf die von der Natur selbst angewandten Verfahrungsarten. Ich will aber auch hinzusetzen, dass diese Verfahrungsarten von einer gewissen Anzahl von Chemikern überschätzt worden sind, wodurch sie veranlasst wurden, in den Lebensboten nur physische oder chemische Erscheinungen zu sehen.

Als Liebig und Wöhler die künstliche Bildung des Harnstoffes aus der Harnsäure entdeckten, so war die gelehrte Welt darüber in Bewegung. Das Erstaunen war noch größer, als dieselben Chemiker aus der Harnsäure den in der Allantoinflüssigkeit der Kühe enthaltenen Stoff erzeugten, als Piria aus dem krystallisirten Stoffe der Weidenrinde das ätherische Oel der Blüthen der *Spraea uinaria* erhielt, als Dumas und Stas die Säure der Baldrianwurzel aus dem Oele befeiteten, welches sich bei der Gährung des Traubenmostes und der Kartoffeln bildet.

Bei diesen schönen Entdeckungen und so vielen anderen, durch welche die organische Chemie seit einigen Jahren berei-

obert wurden ist, könnte der, welcher nur die Thatsache der künstlichen Erzeugung betrachtete, ohne Kenntniss von den Verfahrensarten zu haben, fast versucht werden, dem Chemiker eine übernatürliche Kraft, eine Zauberkraft beizulegen. Wenn man ihn so in seinen Retorten und Tiegeln die Schöpfungen der lebenden Natur hervorbringen sieht, so könnte man ihm in der That das Vermögen, die Metalle umzuwandeln und Gold zu machen, beilegen, was doch weniger schwierig zu sein scheint.

Aber nur ein oberflächlicher Beobachter könnte sich mit dieser thörichten Hoffnung schmeicheln.

Alle diese Nachahmungen von organischen Substanzen tragen einen gemeinschaftlichen Charakter an sich. Würdigt man ihn nach seinem wahren Werthe, so begreift man leicht, welche Wege von nun an die organische Chemie allein einzuschlagen hat, um wirkliche Fortschritte zu machen. Man wird im Stande sein, die Resultate voranzusehen, welche unsere chemischen Verfahrensarten aus zu hoffen gestatten.

Der Harnstoff und das Allantoin sind Verbrennungsproducte. Die Harnsäure wandelt sich unter dem Einflusse oxydierender Agentien in diese Körper um. Wie sie werden das Spiräöl und die Baldriansäure mit Hülfe verbrennender Agentien erhalten \*). Alle diese künstlichen Producte haben daher eine minder complicirte Zusammensetzung, als die Substanzen, aus denen sie entstehen, und dies gilt nicht allein für die eben angeführten Substanzen, sondern auch für alle künstlichen Producte unserer Laboratorien.

In der That hat man niemals aus dem Harnstoffe die Harnsäure, aus dem Spiräöl das Sallcin, aus dem Alkohol den Zucker, aus dem Holzgeist oder der brenzlichen Holzsaure die Holzfaser oder das Holz selbst erzeugt.

In dieser Hinsicht war die Chemie ganz ohnmächtig und wird, wenn meine Vermuthungen richtig sind, es immer sein. Unsere Rolle beschränkt sich darauf, zu vereinfachen und die uns von der organischen Natur dargebotenen complicirten Moleküle zu verbrennen, und die Wissenschaft muss sich in der

\*) Siehe in dem experimentellen Theile dieser Arbeit die Bildung des Spiräöles aus dem Sallcin durch Karhydrat, die der Baldriansäure aus dem Baldrianöle und demselben Agens.

That Glück wünschen, dass sie schon zahlreiche Verfahrensarten besitzt, um diese Verbrennungen allmählig und fast unmerklich zu machen und um nur nach und nach den organischen Substanzen ihren Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zu entziehen.

Die Lebenskraft belebt diese Producte unserer Zersetzung wieder, sie setzt aus ihnen die in unseren Laboratorien verbrannten Substanzen wieder zusammen. Sie erzeugt die Hippursäure\*) aus der Benzoesäure wieder, welche unsere Agentien der Oxydation aus derselben Hippursäure erzeugen. Wir können wohl diese letztere vereinfachen, indem wir einen Theil ihrer Elemente verbrennen, aber die umgekehrte Operation ist uns niemals mit blossen chemischen Kräften gelungen. Sie ist nur durch Unterstützung der Lebenskraft möglich geworden.

Diese Thatsachen sprechen laut genug, um den Chemiker über den Gang aufzuklären, den er bei seinen Untersuchungen und besonders bei seinen Versuchen zur künstlichen Erzeugung zu nehmen hat. Ich sage es nochmals, die chemischen Kräfte sind der Lebenskraft entgegengesetzt. *Der Chemiker macht daher ganz das Gegentheil von der lebenden Natur, er verbrennt, er zerstört, er operirt durch Analyse. Die Lebenskraft allein operirt durch Synthese, sie führt das von den chemischen Kräften niedergerissene Gebäude wieder auf.*

Daher bereitet, um mehr richtig auszudrücken, der Chemiker nur die chemischen Producte der lebendigen Oekonomie künstlich. Er wird gewiss niemals die Gehirnsubstanz oder die Bestandtheile des Blutes aus Substanzen erhalten, die weniger als diese complicirt sind. Aber er kann aus dem Gehirn, dem Eiweissstoffe, dem Faserstoffe die thierischen Secretionen, wie den Harnstoff, die Harnsäure u. a. w. erhalten. Ja durch Zersetzung dieser complicirten Substanzen wird es ihm gelingen, alle Körper der organischen Chemie zu erzeugen.

Folgende allgemeine Regel lässt sich daher aufstellen. Will man eine organische Substanz künstlich erzeugen, so wähle man eine complexere Substanz und bringe sie mit den verschiedenen oxydirenden Agentien, dem Kalihydrat, der Sal-

\*) Versuche von Ure und Keller über den Genuss der Benzoesäure.

potenzure, dem wässrigen Chlor und der Chromsäure zusammen.

Betrachtet man alle organischen Substanzen von diesem Gesichtspunct aus, so bemerkt man, dass sie allmählig und fast unmerkliche Abstufungen darbieten, so dass sie eine unermessliche Scala bilden, deren äusserste Enden einerseits oben von der Gehirnsubstanz und den anderen complexesten Substanzen, und andererseits unten von der Kohlensäure, dem Wasser und dem Ammoniak eingenommen werden, denen selbst wieder Holzgeist, Arsenikensäure und von ihnen herkommende Körper vorausgehen. Eine unermessliche Menge von Stufen nimmt den Zwischenraum zwischen den beiden äussersten Enden ein. Der Chemiker, welcher seine Operationen mit Substanzen vornimmt, die sich auf den oberen Stufen befinden, steigt die Scala herab, indem er diese Substanzen allmählig dadurch vereinfacht, dass er sie nach einander mehreren Verbrennungen unterwirft. Die Lebenskraft dagegen steigt die Scala hinauf, und sie bringt aus todtten Producten, aus Producten der Zerstörung des Chemikers, wieder organisierte Wesen hervor.

Es ist daher völlig wahr, dass in den lebenden Wesen unabföhrlich zwei Classen von Erscheinungen erfolgen. Die chemischen Kräfte tödten die Pflanzen und die Thiere. Sie sterben, werden zerstört, verwesen. Eine neue Generation, die ganze Vegetation bemächtigt sich ihrer Trümmer, und die Lebenskraft bildet, indem sie gegen die chemischen Kräfte kämpft und sich ihren allgemeinen Angriffen widersetzt, von Neuem die Producte des Todes, um zuerst bios das Leben ihnen zu geben, nachher Leben, Geist und Bewusstsein.

Diese Betrachtungen leiten uns auf eine genaue Beurtheilung der Principien, auf die sich die chemische Classification der organischen Substanzen gründen muss.

Es ist allgemein bekannt, dass die Wissenschaft in dieser Beziehung noch ausserordentlich zurück ist.

In der Chemie lässt sich eine gute Classification weder auf die chemischen Charaktere der Körper, noch auf die physikalischen Eigenschaften gründen.

Die chemischen Charaktere bieten zu viel Nüancen dar und sind nicht immer bestimmt genug, um die Verbindungen zu unterscheiden. Schon den Benennungen Säure, Basis, neutraler

Körper fehlt es an aller Genauigkeit. Man kommt oft in Verlegenheit, wenn man die chemische Rolle einer Substanz zu bestimmen sucht, und gewöhnlich hilft man sich damit, dass man sagt, es ist ein Harz, ein fetter Körper, ein ätherisches Oel. Man sieht aber leicht ein, dass diese Ausdrücke ganz unbestimmt sind.

Was die chemische Zusammensetzung der Körper anbelangt, so würde sie gewisse gute Basis der Classification abgeben, wenn nicht unglücklicher Weise alle organischen Substanzen dieselben Elemente enthalten.

Es bleibt daher nur noch übrig, die Classification der organischen Substanzen auf ihre Zersetzungsproducte zu basiren.

Mit Ausnahme einiger besonderen Fälle, in denen die Reactionen in die organischen Substanzen fremdartige Körper, wie z. B. Chlor, Brom, Metalle, einführen, oder in denen die Producte von Neuem auf ihre ursprünglichen Typen reducirt\*) werden können, kann man sagen, dass die Verfahrensarten des Chemikers allmähliche Verbrennungen sind. Die Analyse ist die vollständige Verbrennung. Die zahlreichen Metamorphosen, welche wir die Substanzen durchlaufen lassen, ehe sie völlig verbrennen, gehen selbst nur aus fast unmerklichen Verbrennungen hervor, wobei wir diesen Substanzen allmählich ihren Kohlenstoff als Kohlensäure, ihren Wasserstoff als Wasser, ihren Stickstoff als Stickgas oder vielmehr als Ammoniak entstehen.

Wir haben gesehen, dass die organischen Körper unter einander eine unermessliche Scala bilden. Der Chemiker, indem er dieselbe hinabsteigt, indem er die Substanzen zersetzt und sie in andere umwandelt, entzieht ihnen folglich die Elemente der Kohlensäure, des Wassers und des Ammoniaks. Es kommt alsdann darauf an, zu bestimmen, nach welchem Gesetze diese Zersetzung bewirkt wird, nachher eine Uebereinkunft festzustellen, um in der Scala die Punkte zu bestimmen, auf die man alle Zersetzungen zurückführt. Diese Vereinigungspunkte werden eines Tages gänzlich verschwinden, wenn man nicht allein das allgemeine Gesetz der Zersetzungen, sondern auch die speci-

\*) Abscheidung der Säuren von ihren Salzen, Wiedererzeugung der Essigsäure aus der Chloroessigsäure (Melsens) u. s. w.



len Gesetze können wird, welche, das Gleichgewicht der verschiedenen Elemente unter einander, nach ihrer Menge und ihrer Moleculärgruppierung leiten.

Daher reiht man bei einer Classification, welche die bereits bekannten Thatsachen nicht allein coordinirt, sondern die auch nothwendig alle möglichen Fälle voraussetzt und sich auf Alles anwenden lässt, was die Wissenschaft noch erzeugen kann, die Körper ohne Unterschied der chemischen Rolle, die sie spielen, das heisst, nach ihrem *chemischen Zusammenhange* (*parenté*), je nachdem sie durch Zersetzung aus einander entstehen. Wenn man sie auf diese Weise grupirt, so erhält man Reihen, welche mit einander durch verschiedenen Vereinigungspuncte verbunden sind. Einer und derselbe Körper, wenn er sehr complex ist, kann durch seine Zersetzungsproducte in mehrere Reihen zugleich eintreten. Aber die Reihen verzweigen sich unter einander, und man kann sagen, dass die heut zu Tage bekannten, einzelne Puncte auf einem grossen Terrain ausmachen, welche sich von Tage zu Tage durch die Fortschritte der Wissenschaft vervielfältigen. Wenn dieses Gebiet gehörig erforscht ist, so werden diese Puncte in einander fließen, und alsdann wird man, indem man von irgend einem derselben ausgeht, voraussagen können, wohin man unter gewissen Umständen kommen wird. Wenn eine organische Substanz gegeben ist, so wird man im Stande sein, dadurch, dass man die Gesetze der Zersetzung darauf anwendet, den Vortheil vorzusehen, den man hinsichtlich der künstlichen Erzeugung anderer Substanzen daraus ziehen kann.

Wenn die Wissenschaft den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht hat, so werden die Körper der organischen Chemie unter einander ein unermessliches Netz bilden, welches aus einer einzigen Reihe besteht, die mit der Gehirns substanz anfängt und sich mit Wasser, Kohlensäure und Ammoniak endigt.

Das sind die Principles, auf die sich eine gute Classification gründen muss, so, wie ich sie in meinen Vorlesungen aufgestellt habe. Ich hoffe, bald im Stande zu sein, die sich auf die Ordnung beziehenden Details bekannt zu machen, nach der ich die Reihen auf der organischen Scala gestellt habe.

Es müßte hier unterdessen einige Sätze folgen, welche die Chemiker zu untersuchen haben.

II.

Wenn eine organische Substanz sich zersetzt, so wandelt sie sich im einfachsten Falle in zwei andere Körper um, die nicht so complex sind wie sie. Man sagt alsdann, sie zerfalle in mehrere Körper (*qu'elle se dedouble*). Dieser Ausdruck wird gebraucht, um auf eine allgemeine Weise jede Zersetzung, wodurch eine organische Substanz sich vereinfacht, ohne Rücksicht auf die Anzahl der Producte zu bezeichnen.

Die theoretische Untersuchung derjenigen organischen Reihen, die am besten studirt worden sind, leitet auf folgendes Gesetz:

*Erster Satz.* — Jede organische Substanz, welche unter dem Einflusse eines chemischen Agens zerfällt, entwickelt die Elemente  $C_2O_4$ , die Elemente  $H_4O_2$ , und  $N_2H_6$ , oder ein Multiplicum dieser Mengen. Diese Elemente scheiden sich entweder von der Substanz allein oder von der Substanz und dem zersetzenden Agens zusammen ab \*).

$C_2O_4$ ,  $H_4O_2$ ,  $N_2H_6$  stellen gleiche Volumina von Kohlensäure, Wasserdampf und Ammoniak dar.

Alle Chemiker nehmen an, dass  $N_2H_6 = 4$  Vol., 1 Aequivalent Ammoniak ausdrückt. Aber andererseits stellt  $C_2O_4 = 4$  Vol., bei ihnen 2 Aequivalente Kohlensäure, und  $H_4O_2 = 4$  Vol., auch 2 Aequivalente Wasser dar.

Nehmen wir dies als richtig an, so ist das so eben aufgestellte Gesetz ein specieller Fall von der Theorie der Aequivalente, der sich hies auf die organischen Substanzen anwenden lässt. Ich glaube nicht, dass bei letzteren ähnliche Annahmen vorkommen, und Alles berechtigt im Gegentheile zu der Annahme, dass  $C_2O_4$  das wirkliche Aequivalent der Kohlensäure, wie  $H_4O_2$  das des Wassers ist. Die, welche unsere Meinung theilen, werden das vorhergehende Gesetz nur als eine

---

\*) Um die Untersuchung zu vereinfachen, werde ich mich nicht mit der Reaction des Chlors, des Broms u. s. w. befassen.  $H_2Cl_2$ ,  $H_2Br_2$  stellen die denselben, womit wir uns beschäftigen, äquivalenten Mengen dar.

nothwendige Folge von der Theorie der Aequivalente betrachten, sonst würden sie, weil sie die Thatsachen der Erfahrung nicht weglängnen könnten, darin eine seltsame Ausnahme sehen, deren Annahme der Vernunft gänzlich widerstreitet.

Das Aequivalent der Kohlensäure ist  $C_2O_4$ . Folgendes sind die Thatsachen, auf welche ich mich stütze:

Bildung des Benzins aus der Benzoesäure (Mitscherlich, Péligot):



Benzin aus der Naphtalinsäure (Marignac):



Cumol aus Cuminsäure (Cahours und Gerhardt):



Cinamen aus Zimmtsäure (Cahours und Gerhardt):



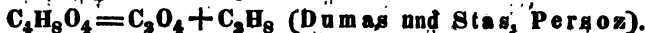
Anisol aus Anissäure (Cahours):



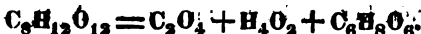
Phenol aus Salicylsäure (Gerhardt, Siehe weiter unten den experimentellen Theil):



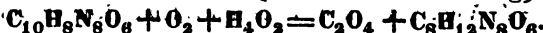
Sumpfgas aus Essigsäure:



Brenzweinsteinsäure aus Weinsäure:



Allantoin aus Harnsäure (Wöhler und Liebig):



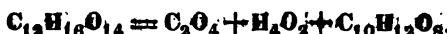
Comensäure aus Meconsäure:



Brenzmeconsäure aus Meconsäure:



Itaconsäure aus Citronensäure:



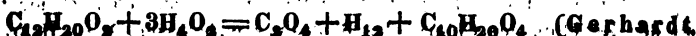
Benzmeconsäure (Brenzschleimsäure) aus Schleimsäure:



Anilin aus Anthranilsäure (Fritzsche):

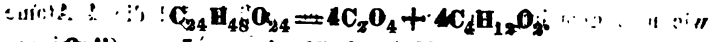


Baldriansäure aus Valerol:

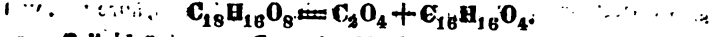


Siehe weiter unten den experimentellen Theil.

1) **Alkohol aus Traubenzucker:**



2) **Orcin aus Lecanorin (Schunck):**



3) **Salicylatoxide aus Cumarin (Delalande):**



4) **Anthranilsäure aus Isatinsäure:**



Niemals sieht man bei der Zersetzung einer organischen Substanz sich  $CO_2$ ,  $C_2O_6$ ,  $C_5O_{10}$  abscheiden. Ich erkläre diese Thatsache für allgemein. So viel ich weiss, giebt es keine gehörig dargethane Thatsache in dieser Hinsicht. Die Bildung des Benzons, des Acetons und mehrerer anderer Substanzen scheint eine Ausnahme von dieser Regel zu machen. Aber diese Ausnahme ist nur scheinbar. Wir werden später gleich sehen, wie sie sich erklären lässt.

Es giebt jedoch einen Körper, dessen Zusammensetzung, so wie die Chemiker sie heut zu Tage darstellen, dem von uns ausgesprochenen Principe entgegen ist. Es ist dies der Kohlensäureäther  $C_2O_4, C_2H_{10}O$ . Wäre die Dichtigkeit des Dampfes dieses Körpers nicht bestimmt worden, so wüssten wir in der That von dieser Anomalie keine Rechenschaft zu geben. Wir wollen uns aber erinnern, dass diese Formel zwei Volumen Dampf entspricht, während die aller zusammengesetzten Aetherarten, mit Ausnahme des Oxaläthers\*), 4 Vol. Dampf ausdrückt.

Nun stimmen aber alle Thatsachen, welche die Wissenschaft besitzt, darin überein, dass die Kohlensäure und Oxalsäure\*\*) zweibasische Säuren sind, so dass das Aequivalent der gasförmigen Kohlensäure ist  $C_2O_4$  und das der trocknen Oxalsäure  $C_2H_2O_8$ .

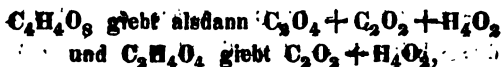
Man muss folglich die Formel des Kohlensäureäthers, so wie die des Oxaläthers, verdoppeln, so dass sie 4 Vol. Dampf wie die aller zusammengesetzten Aetherarten entspricht. Es giebt übrigens noch eine andere Thatsache, welche

\*) So wie der Schwefeläther des Methylens.

\*\*) Darunter begreife ich auch die Schwefelsäure.

beweist, dass die Oxalsäure nicht eine so einfache Formel hat, wie man gemeinlich annimmt. Bekanntlich sind die 4 Atome Sauerstoff in ihrem Aequivalente enthaltenden Säuren (Ameisensäure, Essigsäure, Benzoesäure, Cuminsäure, Zimmtsäure u. s. w.) alle flüchtig, ohne sich zu zersetzen. Je nachdem der Sauerstoff darin zuzimmt, nimmt ihre Flüchtigkeit so sehr ab, dass die Säuren von 10 bis 12 Atomen Sauerstoff und darüber fix sind und bei der trocknen Destillation in Kohlenstoffsäure (zuweilen auch in Wasser) und in eine Brenzsäure zerfallen. Wenn das Aequivalent der Oxalsäure  $C_2H_2O_4 = C_2O_2, H_2O$  wäre, so begriffe man nicht, warum sie nicht ganz flüchtig wäre, ohne sich zu zersetzen, während andere, dieselbe Sauerstoffmenge, aber weit mehr Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltende Säuren der Einwirkung der Wärme völlig widerstehen.

Nach meiner Meinung ist die Oxalsäure complexer als die Ameisensäure, und nichts beweist es besser als die Zersetzung, welche diese beiden Säuren unter dem Einflusse der concentrirten Schwefelsäure erleiden.



d. h. die Oxalsäure zerfällt in 4 Vol. Kohlenstoffsäure, 4 Vol. Kohlenoxyd und 4 Vol. Wasser. Die Ameisensäure giebt durchaus dieselben Producte minus Kohlenstoffsäure. Hierzu wollen wir noch setzen, dass die Oxalsäure sich selbst in der Hitze in Ameisensäure zersetzt. Es ist selbst das beste Verfahren, letztere zu bereiten. Bekanntlich erfordert die Anwendung von Zucker oder Stärke grosse Apparate und giebt niemals ein ganz reines Product. Ich gebrauche Oxalsäure, die ich innig mit sehr feinem Sande mengt, und unterwerfe das Ganze der Destillation in einer gläsernen Retorte. Man braucht nur wenig Aufmerksamkeit auf die Operation zu richten, und das Product ist sehr concentrirt. Man braucht es nur ein einziges Mal zu destilliren, um ihm ein wenig noch unzersetzte Oxalsäure zu entziehen. Die sich während der Operation entwickelnden Gase bestehen in Kohlenstoffsäure und in Kohlenoxyd. Ihre Mengen sind aber nicht constant, und es scheint, dass letzteres aus der Zersetzung der Ameisensäure selbst entsteht.

hinzu, nicht allein das Aequivalent der Kohlensäure ist  $C_2O_4$  und folglich das des Kohlenoxyds  $C_2O_2$ , sondern aus demselben Grunde ist das des Kohlenstoffes  $C_2 = 150$ , indem  $O = 100$  ist. Wir werden selbst sogleich sehen, dass nach der allgemein angenommenen Meinung das Aequivalent des Sauerstoffes ist  $O_2 = 200$ , und dass das Aequivalent des Wasserstoffes 12,5 beträgt, so dass die Formeln  $C_2O_4$  und  $C_2O_2$  sich folgendermassen in Aequivalente übertragen lassen:

Atomgew. von  $H = 12,5$ .

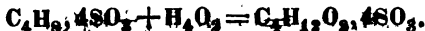
Kohlenoxyd	$CO$	350
Kohlensäure	$CO_2$	550.

Ich bemerke hierbei, dass Ragnault\*) hinsichtlich des Kohlenstoffes auf ähnliche Schlüsse gekommen ist, indem er sich auf andere Betrachtungen gründete. Es giebt keinen einzigen gehörig analysirten Körper, dessen Zusammensetzung nicht mit der von mir angegebenen Thatsachen übereinstimmt.

Das Aequivalent des Wassers ist  $H_2O_2$ . — Beim ersten Blicke scheint diese Behauptung Jedermann aller Begründung zu bedürftig. Aber man analysire die Reactionen, ohne eine theoretische Idee darauf anzuwenden; man vergleiche die Reactionen der Körper mit einander, die in Reaction treten, und denen, welche daraus entstehen, und man wird sich überzeugen, dass allemal, wenn bei einer Reaction Wasser hinzutritt oder sich abscheidet, es immer in dem Verhältnisse  $H_2O_2$  geschieht.

Folgende Thatsachen sprechen für meine Meinung.

Die schwefelsaure Carbyl (Krystalle von Magnus) wandelt sich in Aethionsäure um, indem es  $H_2O_2$  fixirt:



Wird die Aethionsäure mit Wasser gekocht, so beschächtigt sie sich  $H_2O_2$ , welches Schwefelsäure mit der Hälfte der in der Aethionsäure enthaltenen Elemente dieses Körpers bildet (Magnus):



Saures oxaliges Ammoniak wandelt sich in Oxaminsäure um, wobei sich  $H_2O_2$  abscheidet (Balard):



$O_2$  II. In die...

\*) Untersuchungen über die spec. Wärme der einfachen und zusammengesetzten Körper. Si. dies. Journal. Bd. 129.

Neptrales oxalsaures Ammoniak wendet sich in Oxamid unter Abscheidung von  $2\text{H}_2\text{O}_2$  um (Dumas):



Parabansäure wendet sich in Oxalursäure um, wobei sie  $\text{H}_2\text{O}_2$  aufnimmt (Wöhler und Liebig):



Strupartige Milchsäure wird zu fester Milchsäure unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Glycerin wendet sich in Essigsäure und Ameisensäure unter Mitwirkung von  $\text{H}_2\text{O}_2$  um (Dumas und Stas):



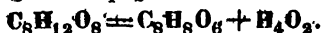
Die Weinsäure wird sogenannte wasserfreie Weinsäure unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Äpfelsäure wird Maleinsäure (Fumaräure) unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Bernsteinsäure wird sogenannte wasserfreie Bernsteinsäure unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Wasserfreie Bernsteinsäure verliert beim Erhitzen in Ammoniakgas  $\text{O}_2$ , welches sich mit  $\text{H}_4$  von dem Ammoniak verbindet, um sich als  $\text{H}_2\text{O}_2$  abzuscheiden:



Chronsäure wendet sich in Atenksäure um, wobei sich  $\text{H}_2\text{O}_2$  abscheidet:



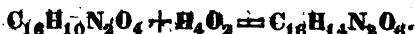
Itaconsäure wird Citraconsäure unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



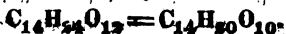
Schleimsäure wendet sich in Brenzschleimsäure (Brenzmeconsäure) um, wobei sie die Elemente von  $\text{C}_2\text{O}_4$  und von  $3\text{H}_2\text{O}_2$  verliert:



Isatin wird Isatinsäure unter Aufnahme von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Chinasäure wendet sich in Chinoil um, wobei sich  $\text{H}_2\text{O}_2$  abscheidet (Woskressensky):



Phthalinsäure wird wasserfrei, wobei  $H_4O_2$  abgetreten wird (Laurent):  $C_{16}H_{12}O_8 = C_{16}H_8O_6$ .

Durch trockne Destillation verliert das phthalinsäure Ammoniak  $2H_4O_2$  und wird Phthalimid (Laurent):



Nitronaphtalinsäure wird wasserfrei unter Abtretung von  $H_4O_2$ :



Das Menthen ist Münzöl weniger  $H_4O_2$ :



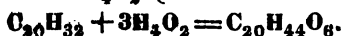
Cetren, Amilen, Mesitylen etc. bilden sich auf dieselbe Weise.

Unter dem Einflusse des Kalihydrats zersetzt das Bittermandelöl  $H_4O_2$  und bildet Benzoesäure:



Die ätherischen Oele von *Spiraea ulmaria*, Zimmt, römischem Kümmel u. s. w. befinden sich in demselben Falle.

Das sogenannte Terpentínölhydrat bildet sich aus dem Terpentínöle (dem Oele von *Basilicum* und *Cardamomum minus*) durch Aufnahme von  $3H_4O_2$  (Dumas u. Péligot):

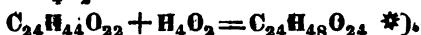


Wir werden in dem experimentellen Theile dieser Arbeit sehen, dass der feste Bornecampher auf ähnliche Weise entsteht.

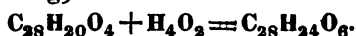
Die Campholsäure von Delalande entsteht aus dem Laurineencampher durch Aufnahme von  $H_4O_2$ :



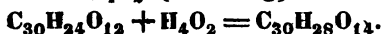
Der Rohrzucker wandelt sich in Traubenzucker um, durch Aufnahme von  $H_4O_2$ :



Die Benzilsäure entsteht aus dem Benzil durch Aufnahme von  $H_4O_2$  (Liebig):



Anemonin wandelt sich in Anemonsäure (zweibasisch) um, unter Aufnahme von  $H_4O_2$  (Fehling):



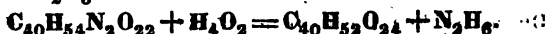
Das Amygdalin wandelt sich in Traubenzucker, Bittermandelöl und Blausäure um, unter Hinzutreten von  $H_4O_2$ :



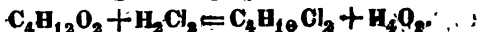
\*) Ich nehme hier das von Péligot und Soubeiran für den Rohrzucker vorgeschlagene Aequivalent an.



Das Amygdalin wird Amygdalinsäure, indem es  $\text{H}_2\text{O}_2$  aufnimmt und  $\text{N}_2\text{H}_6$  abscheidet:



Alkohol wandelt sich in Chlorwasserstoffäther und Bromwasserstoffäther um, unter Aufnahme von  $\text{H}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{Br}_2$  u. s. w. und unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :

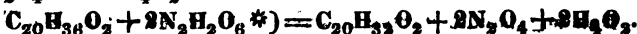


Alle zusammengesetzte Aetherarten erzeugen sich durch Vereinigung einer Säure mit den Elementen von Alkohol unter Abscheidung von  $\text{H}_2\text{O}_2$ :

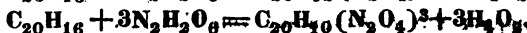
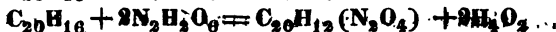


Man sehe weiter unten den dritten Satz.

Der Laurineencampfer entsteht aus dem Borneocampfer durch Einwirkung der Salpetersäure, während sich zugleich  $2\text{N}_2\text{O}_4$  und  $2\text{H}_2\text{O}_2$  abscheiden:



Das Naphthalen nimmt unter dem Einflusse der Salpetersäure die Elemente des Dampfes von salpetriger Säure auf, während zugleich  $\text{H}_2\text{O}_2$  oder ein Multiplum von  $\text{H}_2\text{O}_2$  ausgeschieden wird. (Laurent):



Dieselben Principien lassen sich auf alle unter dem Einflusse der Salpetersäure entstandenen stickstoffhaltigen Körper anwenden.

Zu allen diesen Thatsachen könnte ich noch eine Menge anderer hinzufügen; ich will mich aber darauf beschränken, einige derselben anzuführen, welche mit meiner Meinung im Widerspruche zu stehen scheinen, und zu beweisen, dass diese Ausnahmen nur sehelbar sind.

Der Aether wird allgemein als entwässertes Alkohol betrachtet. Man stellt sein Aequivalent durch  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  dar. Ich habe schon vor 3 Jahren \*\*) die Bemerkung gemacht, dass der Aether mit den zusammengesetzten Aetherarten nichts ge-

\*) Ich will hierbei bemerken, dass diess die Zusammensetzung der Salpetersäure ist, so wie sie bekannt ist.  $\text{N}_2\text{O}_5$  ist niemals abgeschieden worden.

\*\*) Ann. de chim. et de phys. XXII. 301.

mein hat und dass, während der erstere als eine Art von Broz-  
product betrachtet werden muss, das denen analog ist, welche  
die fixen Säuren geben, die zusammengesetzten Aetherarten  
nichts Anderes als Alkohol sind, welcher, anstatt eine gewisse  
Menge von Wasserstoff, den Rückstand der Elemente einer  
Säure enthält.

Nach meiner Meinung ist das Aequivalent des Aethers  
 $C_8H_{20}O_2 \rightleftharpoons 4$  Vol. Dampf. Er bildet sich durch Zersetzung  
von 2 Aeq. Alkohol, welche  $H_2O_2$  abscheiden, eben so wie  
das ölbildende Gas ein Product der Zersetzung von 1 Aeq. Alkohol,  
das schwere Weiniöl und das leichte Weiniöl Producte der Zer-  
setzung einer andern Anzahl von Aequivalenten sind. Die Bil-  
dung des Aethers ist blos Sache der Temperatur. Statt ihrer  
tritt die des ölbildenden Gases oder ölliger Substanzen ein, wenn  
der Operirende sich nicht in die gehörigen Umstände versetzt.

Die Bildung der wasserfreien Camphersäure scheint auch  
meinen Ansichten entgegen zu sein, denn die wasserhaltige  
Säure ist nach Malaguti und Laurent:



und die wasserfreie Säure ist  $C_{10}H_{14}O_3$ .

Aber erinnern wir uns, dass das Aequivalent des Camphers  
 $C_{20}H_{32}O_2$  ist. Die vorigen Formeln erklären daher die Bildung  
der Camphersäure nicht, und es ist bei weitem vorzuziehen,  
die Camphersäure als eine zweibasische Säure zu betrachten:  
 $C_{20}H_{32}O_8$ , welche sich durch die Wirkung einer Oxydation un-  
ter dem Einflusse der Salpetersäure bildet, und folglich die wasser-  
freie Säure durch  $C_{20}H_{28}O_8$  auszudrücken. Alsdann zeigen  
die wasserhaltige Camphersäure und die wasserfreie Säure zu  
einander dieselben Verhältnisse wie die Phtalinsäure, Nitropha-  
linsäure, Bernsteinsäure, alle im wasserhaltigen und wasser-  
freien Zustande. Eben so ist die Campherschwefelsäure von  
Walter  $C_{16}H_{28}S_2O_{10}$ .

Es giebt in der That nicht eine einzige durch Versuche  
gehörig dargethane Thatsache, welche meiner Meinung entge-  
gensteht, und was am meisten für sie spricht, ist, dass das  
Aequivalent des Wassers, so wie man es künftig annehmen  
muss; gewisse seltsame Anomalien verschwinden lässt, welche  
man zwischen der Theorie der Volumen, der Atomtheorie  
und der Theorie der Aequivalente bemerkt. In der That be-

steht nach den beiden ersteren das Wasser aus 2 Vol. über Atm. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff. Die Theorie der Äquivalente dagegen sagt, dass das Wasser aus gleichen Äquivalenten Wasserstoff und Sauerstoff besteht, so dass 1 Vol. oder Atm. Sauerstoff 1 Aeq. Sauerstoff entspricht, während 2 Vol. oder At. Wasserstoff auch nur 1 Aeq. Wasserstoff entsprechen. Nach meiner Theorie ist das nach der heut zu Tage angenommenen Bezeichnung dargestellte Äquivalent des Wassers  $H_2O$ , aber  $H_2$  stellt 2 Aeq. Wasserstoff und  $O_2$  ein einziges Äquivalent Sauerstoff dar. Daher sage ich, dass das Wasser 2 Aeq. oder Atome oder Vol. Wasserstoff und 1 Aeq. oder At. oder Vol. Sauerstoff enthält. Seine Formel muss sein:



wenn H 12,5 und O 200 ist.

Demnach sieht man z. B., dass der Alkohol und die Essigsäure nicht von demselben Typus (weder chemischem noch mechanischem) sein können, denn der erstere Körper enthält zusammen 9 Aeq. ( $C_4 = 2$  Aeq.,  $H_{12} = 6$  Aeq.,  $O_2 = 1$  Aeq.), während die Essigsäure nur 8 ( $C_4 = 2$  Aeq.,  $H_8 = 4$  Aeq.,  $O_4 = 2$  Aeq.) enthält.

Es fragt sich nun, welches der Beweis dafür ist, dass das Aeq. des Sauerstoffes  $O_2$  ist, wenn das des Wasserstoffes 12,5 wiegt.

Die ersten Stoffe, welche den Pflanzen den zur Bildung der unzähligen Producte der Vegetation erforderlichen Sauerstoff darbieten, sind die Kohlensäure und das Wasser. Ich habe Versuche angeführt, welche beweisen, dass diese beiden Körper in ihrem Äquivalente eine gerade Anzahl von Sauerstoffatomen (nach der allgemein angenommenen Meinung) haben. Nun ist es aber, da alle chemischen Verbindungen und Zersetzungen in Äquivalenten erfolgen, offenbar, dass der in allen organischen Producten enthaltene Sauerstoff in unseren Formeln durch Äquivalente, d. h. durch eine gerade Atomenzahl dargestellt werden muss. Die Erfahrung steht mit diesem letztern Schlusse in völliger Uebereinstimmung, denn in allen gehörig bestimmten Reihen wird der Sauerstoff durch  $O_2, O_4, O_6$  u. s. w. dargestellt. Man bemerkt ungerade Zahlen nur bei den

Formeln; welche Brüche von 1 Aeq. ausdrücken, oder in denen der schlecht analysirte Körper \*)).

So lange die Chemiker sich nicht gewöhnen, die Reactionen durch Gleichungen auszudrücken, worin die reagirenden Körper und die erzeugten Körper genau durch ihre Aequivalente dargestellt werden, so lange sie sich hypothetischer Verbindungen oder sogenannter wasserfreier Körper ( $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $C_4H_6O_3$ ,  $C_{14}H_{10}O_3$ ) bedienen, um die Phänomene zu erklären, können sie nicht zur Kenntniss der allgemeinen Gesetze gelangen, von denen die Metamorphosen der organischen Substanzen abhängen. Die Fragen in Betreff der Moleculärgruppierung der Körper sind ganz unzugänglich, denn der Geist wird niemals in das Innere des unermesslich Kleinen eindringen. Alle unsere Verfahrsarten bei der Untersuchung lassen sich auf die Bestimmung gewisser numerischer Verhältnisse zwischen heterogenen Elementen reduciren, und ohne man alle Gesetze kennt; nach denen diese Verhältnisse bei der Verbindung oder bei der Zersetzung der Körper bestimmt werden, muss man auf theoretische Speculationen Verzicht leisten, welche zu oft das Wahre dem blossen Spiel der Einbildungskraft opfern.

Die Constitution der Salze, so wie alle Chemiker sie angenommen haben; ist nicht mehr zulässig, wenigstens in der organischen Chemie. Denn wenn das Aequivalent des Wassers  $H_2O$  ist, so sieht man, dass z. B. die freie Essigsäure kein essigsaures Wasser  $C_4H_6O_3, H_2O$  ist, weil  $H_2O$  nur die Hälfte von 1. Aeq. Wasser sein würde.

Aus demselben Grunde würde das Aeq. des Bleioxyds z. B. nicht  $PbO$ , sondern  $Pb_2O_3$  sein, oder vielmehr  $Pb_2O$  (neue Beziehung  $O = 200$ ). Wenn sich ein Salz durch eine Säure und ein Metalloxyd bildet, so tauscht dieses sein Metall gegen das Aeq. Wasserstoff der Säure aus \*\*). Folgendes sind also denn die Reactionen:

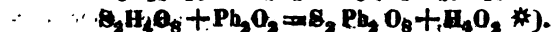
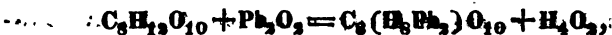
\*) Es fragt sich, warum die Formel des Stickstoffoxyduls  $N_2O$  nur 2 Vol. Dampf ausdrückt, während die des Stickstoffoxyds  $N_2O_2$  4 Vol. Dampf darstellt. Nach meiner Meinung ist das Aeq. des Oxyduls  $N_2O_2 = 4$  Vol., wie die des Oxyds und des Dampfes der salpetrigen Salpetersäure  $N_2O_4$  ist.

\*\*\*) Die stibatischen Säuren tauschen nur 1. Aeq. davon aus, die zweibasischen Säuren können 2 davon austauschen, die dreibasischen Säuren 3 u. s. w.

Für eine einbasische Säure, z. B. die Essigsäure:



Für eine zweibasische Säure, die Aepfelsäure, die Schwefelsäure:



Man begreift leicht, dass meine Schreibweise sich auf fast alle anderen Metalloxyde anwenden lässt.

Ich sage daher, um das Vorige kurz zusammenzufassen, dass die *heut zu Tage angenommenen Zahlen*, um das *Aequivalent des Sauerstoffes (des Schwefels, des Selen, des Chroms u. s. w.) und des Kohlenstoffes halb zu gering angenommen sind in Vergleich mit denen, welche das Aequivalent des Wasserstoffes, einiger Metalle, des Oxygens, des Broms, des Stickstoffes u. s. w. darstellen.*

Eine Menge sehr wichtiger Folgerungen geht aus den Irrthümern hervor, welche ich angegeben habe. Ich will nur diejenigen anführen, welche die organische Chemie ganz besonders interessiren.

Ich erkläre alle nach der allgemein angenommenen Bezeichnung geschriebenen Formeln für falsch, im Falle der Kohlenstoff darin nicht durch 4 theilbar ist, wenn C 27,5 ist, oder durch 3, wenn C 75 ist, oder, wenn der Sauerstoff eine ungerade Zahl ist, weil in diesen Fällen die Formeln Brüche eines Aequivalents ausdrücken würden.

Eben so behaupte ich, dass alle Formeln, welche das Aequivalent eines stickstofffreien Körpers ausdrücken, eine gerade Anzahl von Aequivalenten Wasserstoff (eine durch 4 theilbare Anzahl von Wasserstoffatomen) enthalten müssen; aus dem Grunde, weil das Aeq. des Wassers 2 Aeq. dieses einfachen Stoffes enthält, weil es gerade das Wasser ist, welches die hauptsächlichste Substanz ausmacht, die den zur Bildung der nicht stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe erforderlichen Wasserstoff

\*\*) Das Aeq. der wasserfreien Schwefelsäure ist  $S_2O_6$ , das der wasserhaltigen Säure  $S_2O_6 + H_2O_2$ , oder vielmehr  $S_2H_4O_8$ . Betrachtet man das Aeq. des Schwefels als 402 wiegend und das des Sauerstoffes gleich 100, so ist die wasserfreie Säure  $SO_3$  und die wasserhaltige Säure  $S_2H_2O_4$ .

liefert, und weil alle Verbindungen und Zersetzungen, von welcher Art sie auch sein mögen, immer durch Aequivalente bewirkt werden.

Wenn ein chemischer Stoff stickstoffhaltig ist, so kann derselbe entweder Wasserstoff in ungerader Anzahl von Aequivalenten enthalten, oder Ammoniak selbst, die Quelle des Stickstoffes in den Pflanzen, eine ungerade Anzahl von Wasserstoff-Aequivalenten enthält.

### III.

Die Chemie bietet mehrere Beispiele dar, bei denen die aus der Zersetzung einer organischen Substanz entstehenden Producte ein höheres Atomgewicht als diese haben. So wird z. B. das Naphthalin  $C_{20}H_{16}$  aus dem bezoesäuren Kalk  $C_{14}(H_{10}Ca)O_4$  erhalten. Das Aceton  $C_6H_4O_2$  erzeugt sich aus dem essigsäuren Kalk  $C_4(H_6Ca)O_4$ . Ich werde aber zeigen, dass diese Verwicklung nur scheinbar ist.

*Zweiter Satz.* Wenn eine organische Substanz, unter zersetzenden Umständen gebracht, eine solche Zersetzung zeigt, dass ihre Elemente dem Gesetze des Zerfalls (decomposition) nicht Genüge leisten können, so vereinigen sich 2, 3 oder mehrere Aeq. dieser Substanz, um  $C_2O_2$ ,  $H_2O_2$  oder  $N_2H_2$  oder ein Multiplicum dieser Mangan, zu erzeugen, während die zurückbleibenden Elemente in Verbindung bleiben.

Diese Art der Zersetzung zeigt sich besonders bei sehr kräftigen Reactionen, z. B. bei der trocknen Destillation.

Ich will zum Beweise die Bildung der Cyanursäure aus Harnstoff wählen.

Die Untersuchungen einer grossen Anzahl von Chemikern nehmen als Aeq. die Formel des Harnstoffes  $C_2H_4N_2O_2$  an.

Man bemerkt ohne vieles Nachdenken, dass diese Substanz in der Hitze nicht ohne Dazwischenkunft der Elemente des Wassers einfache Producte erzeugen könne, in welche bei der trocknen Destillation immer die organischen Substanzen zersetzt werden. In der That enthält der Harnstoff nicht genug Sauerstoff, um mit seinem ganzen Kohlenstoffe Kohlensäure zu bilden, und wenn man selbst annimmt, dass sein Sauerstoff hinreicht, um Kohlenoxyd zu bilden, so sind doch die anderen Elemente darin nicht in den zur Bildung von Ammoniak gehörigen Ver-

hältnissen vorhanden. Es ist also im Harnstoffe zu viel Sauerstoff im Verhältniss zum Wasserstoffe, zu wenig Sauerstoff im Verhältniss zum Kohlenstoffe und zum Wasserstoffe, selbst wenn die Hälfte des Stickstoffes Cyan erzeugt, so würde doch immer nicht genug Wasserstoff vorhanden sein, um Ammoniak mit der andern Hälfte des Stickstoffes und Wasser mit dem Sauerstoffe zu bilden. Auch vereinigen sich bei der trocknen Destillation des Harnstoffes mehrere Aequivalente dieses Körpers, um einerseits Ammoniak und andererseits Cyanursäure zu erzeugen. Die Zusammensetzung dieses letztern Productes zeigt an, dass 3 Aeq. sich zersetzen.

Wenn man abzieht von:



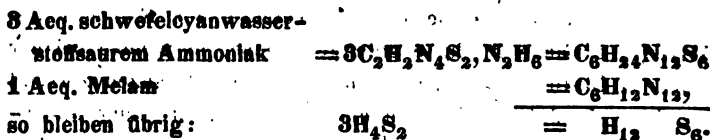
so bleiben übrig:



Die Cyanursäure ist, so zu sagen, von dem Harnstoffe als Rückstand gelassen worden, nachdem er Ammoniak entwickelt hatte, denn es bildet sich 1 Aeq. dieses letztern Körpers auf jedes zersetzte Aeq. Harnstoff.

Eine ganz ähnliche Reaction erfolgt bei der trocknen Destillation des schwefelcyanwasserstoffsauren Ammoniaks, dessen Elemente in denselben Verhältnissen verbunden sind wie in dem Harnstoffe (oder in dem cyansauren Ammoniak). Der erste Körper enthält bios statt des Sauerstoffes Schwefel. Weil aber die Anwesenheit dieses letztern einfachen Stoffes die Verwandtschaften der andern Bestandtheile nothwendig afficirt, so folgt, dass das schwefelcyanwasserstoffsaure Ammoniak, stätt unter denselben Umständen Ammoniak zu entwickeln, Schwefelwasserstoff in Freiheit setzt.

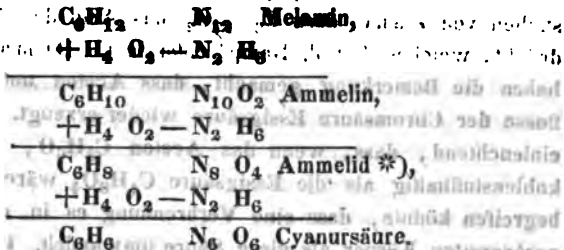
Wenn man abzieht von:



Män sieht hieraus, wie sich unser Gesetz des Zerfallens bei den Zersetzungsproducten des Melams unter dem Einflusse des Wassers (wasserhaltiger Säuren) bestätigt. Je nachdem das Melam  $\text{H}_4\text{O}_2$  aufnimmt, entwickelt sich  $\text{N}_2\text{H}_6$  und wird endlich in

Cyansäure verwandelt, d. h. in einen Körper, welcher sich direct durch trockne Destillation des dem schwefelcyanwasserstoffsäuren Ammoniak entsprechenden sauerstoffhaltigen Körpers bildet.

Man kann daher zwischen folgenden Körpern eine natürliche Reihe aufstellen:



Ohne Kenntniss der beiden von mir aufgestellten Sätze bedarf es einer grossen Anstrengung des Gedächtnisses, um diese ungeheure Menge von Formeln zu behalten, und man ist immer noch nicht gewiss, das Richtige zu treffen, während man bei gehöriger Anwendung unserer Principien in dieser Hinsicht eine grosse Leichtigkeit erlangt. Das Studium der organischen Chemie wird auf eine überraschende Weise vereinfacht, und oft gelingt es, mit ihrer Hilfe Irrthümer zu entdecken und zu verbessern.

Folgendes ist noch ein anderes Beispiel zur Unterstützung des vorhergehenden Satzes:

Die freie oder verbundene Essigsäure giebt unter dem Einflusse der Wärme bald Sumpfgas, bald Aceton. Im erstern Falle hat man:



und in dem andern:



Dieser letztere Fall tritt besonders ein, wenn ein trocknes essigsaures Salz, z. B. der essigsaure Kalk, der trocknen Destillation unterworfen wird; denn da alsdann das in dem Salz enthaltene Metall Sauerstoff zurückhält und das Salz selbst in 1 Aeq. nicht genug Sauerstoff enthält, um dem Gesetze des

\*) Liebig giebt für diesen Körper die Formel  $C_{12}H_8N_{18}O_6$ ; aber seine Analysen stimmen mit der unrigen sehr gut überein, welche die Reactionen vollkommen erklärt.



Wirkern angenommen, und dass die Constitution der Salze nach der elektro-chemischen Theorie nicht mehr zulässig sei. Kann?

Das Aeq. des Wassers ist  $H_2O_2$ , habe ich behauptet. Es fragt sich nun, wo dieses Aequivalent in der Salpetersäure  $N_2O_5, H_2O$  ist.

Es ist hier nicht der Ort, diese schwierige Frage zu erörtern. Bei Aufstellung der 3 Sätze hatte ich zum Zwecke, zuerst die Gesetze anzugeben, nach denen die organischen Substanzen zerfallen, nachher den Einwärten zu begegnen, die man gegen das Princip vorbringen könnte.

*Der Chemiker operirt durch Analyse; die Natur operirt allein durch Synthese.*

Theorie, in Uebereinstimmung mit Versuchen; hat mich bei dieser Gelegenheit darauf geleitet, zu beweisen:

1) dass das Aeq. der Kohlensäure, so wie es von den Chemikern angenommen wird, falsch ist und dergestalt verdoppelt werden muss, dass es 4 Vol. Gas =  $C_2O_2$  entspricht;

2) dass das Aeq. des Kohlenstoffes falsch ist und auf 150 =  $C_2$  gesetzt werden muss;

3) dass das Aeq. des Wassers falsch ist und auf 750 =  $H_4O_2$  = 4 Vol. Dampf gesetzt werden muss;

4) dass das Aeq. des Sauerstoffes im Vergleich mit dem des Wasserstoffes falsch ist. Wenn das Feizere 12,5 wiegt, so wiegt das des Sauerstoffes 206;

5) dass das Aeq. des Schwefels, des Selen, so wie die ihrer Verbindungen im Vergleich mit dem des Wasserstoffes um die Hälfte zu gering ist;

6) dass das Aeq. einer grossen Anzahl von Metalloxyden verdoppelt werden muss;

7) dass die elektro-chemische Theorie mit den chemischen Aequivalenten nicht übereinstimmt und dass die Theorie der Typen von Davy's heil zu Tage allein zulässig ist.

Diese Schlüsse sind von zu hoher Wichtigkeit für unser ganzes wissenschaftliches System, als dass die Chemiker sie nicht einer strengen Untersuchung unterwerfen sollten.

Ich gehe jetzt zu dem experimentellen Theile dieser Arbeit über, worin man neue Thatsachen zur Unterstützung der in die ersten Theile aufgestellten Ansichten finden wird.

(Fortsetzung folgt.)

LXVI.

Untersuchungen über die Verdauung.

Von

BOUCHARDAT und SANDRAS.

(Aus Auszug aus d. Annales de Chim. et de Phys. Août 1822, p. 476.)

Der hauptsächlichste Zweck unserer Arbeit ist der, den die Academie in ihrem Programme im Jahre 1825 ausgedrückt hatte. Wir haben die chemischen oder anderen Modificationen studirt, welche die unmittelbaren organischen Stoffe in den Verdauungsorganen erleiden. Wir haben vorzüglich mit denjenigen Stoffen uns beschäftigt, welche die Basis unserer Nahrungsmittel bilden.

Fibrin.

Unter den Assimilations-Nahrungsmitteln verdiente das Fibrin zuerst, unsere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Unsere Versuche wurden mit Fibrin angestellt, welches aus Rindblut ausgezogen und mit Sorgfalt gewaschen worden war.

Ein Hund wurde 36 Stunden ohne Nahrungsmittel gelassen, nachher wurde er 2 Tage lang ausschliesslich mit Fibrin genährt. Den dritten Tag, um 6 Uhr des Morgens gab man ihm 300 Gr. Fibrin, welche er sogleich verschlang. 4 Stunden nachher wurde er erwürgt.

Der Magen enthielt noch 200 Gr. Fibrin, das angeschwollen, halbdurchsichtig, weich und zum Theil seines fibrinartigen Aussehens beraubt war. Ausserdem enthielt er 50 Gr. von einer trüben Flüssigkeit, welche Lakmus stark röthete, und eine Dichtigkeit von 1017 bei + 6° C. besass. Diese Flüssigkeit wurde mit 100 Gr. Wasser und mit der Flüssigkeit des in Leinwand stark ausgepressten Fibrins gemengt.

Wir werden bald auf die Untersuchung dieser Flüssigkeit zurückkommen, welche uns einen unserer Aufmerksamkeit würdigen Gegenstand dargeboten hat.

In dem Zwölffingerdarme war eine geringe Meenge von einer Substanz, welche aus einem halbdurchsichtigen Schleime von gelb-grünlicher Farbe bestand. Diese Substanz äusserte keine Wirkung auf das Lakmuspapier, sie bläute vielmehr das durch eine Säure geröthete Papier wieder. Mit Wasser verdünnt und

auf ein Filter gebracht, giebt sie eine Flüssigkeit von gelber, etwas grünlicher Farbe. Es blieb auf dem Filter eine schleimige Masse von bräunlich-gelber Farbe zurück.

Der übrige Theil des Dünndarmes zeigte eine Substanz, welche aus einem etwas grünlich-braun gefärbten Schleime bestand. Dieser Schleim wurde in Wasser gerührt und filtrirt. Die abfließende Flüssigkeit trübte sich kaum beim Sieden. Beim Zusetzen von Salpetersäure bildeten sich grünliche Flocken.

Das *Caecum* und *Rectum* enthielten braune Excremente von dicker Consistenz, die offenbar seit langer Zeit in diesen Organen gewesen waren und der besondern Nahrung nicht zugeschrieben werden konnten.

Der Chylus wurde aus dem *Ductus thoracicus* genommen. Er war etwas gelblich, rosenfarbig und von selbst gerinnbar. Er bildete eine weisse, sehr wenig gefärbte Gerinnung, die fast ganz aus Fibrin bestand. Das Serum davon war ziemlich durchsichtig, röthlich und bläute stark das durch eine Säure geröthete Lakmuspapier. Er enthielt Eiweissstoff, kohlensaures, milchsaures und phosphorsaures Natron, kohlensauren und phosphorsauren Kalk, Chlornatrium und Chlorkalium.

Um den Werth dieser Versuche zu bestimmen, glaubten wir, die mittelst einer ausschliesslichen Nahrung erhaltenen Resultate mit den in den Organen eines zwei Tage lang nüchtern gebliebenen Thieres enthaltenen Substanzen vergleichen zu müssen. Diese Vergleichung schien uns das beste experimentelle Mittel, um zu strengen Schlüssen zu gelangen, das beste Verfahren, die uns beschäftigende wichtige Frage zu lösen. Es fragt sich daher, welches die Veränderungen sind, die das Fibrin erleidet, um assimilirt zu werden.

Nun haben wir aber bei Vergleichung der Flüssigkeit in dem Magen unseres mit Fibrin genährten Hundes und der, welche wir erhielten, indem wir den Magen eines Hundes mit destillirtem Wasser wuschen, der getödtet wurde, nachdem er lange keine Nahrungsmittel erhalten hatte, Folgendes wahrgenommen. Die erste Flüssigkeit röthete das Lakmuspapier stark; die zweite nur wenig. Die erstere gerann in der Wärme; die zweite trübte sich kaum.

Die Flüssigkeit von der Verdauung des Fibrins fällt beim Zusetzen von Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure reichlich

**Kaliumeisencyanür.** Die zweite giebt bei Anwendung dieser Reagentien keinen Niederschlag.

Es ist offenbar, dass die erstere Fibrin im Zustande der Auflösung, und dass die zweite keins enthält.

Es fragt sich, wie diese Auflösung des Fibrins in einer sauren Flüssigkeit bewirkt wurde.

Bekanntlich löst concentrirte Chlorwasserstoffsäure den Eiweissstoff eben so wie das Fibrin auf. Eben so ist es bekannt, dass alkalische Auflösungen von Fibrin oder Eiweissstoff durch dieselbe Säure gefällt werden.

Die Erfahrung hat uns eine so einfache wie unerwartete Erklärung der Auflösung des Fibrins durch die Magenflüssigkeit gegeben.

Wenn man entweder durch Schlagen von Blut erhaltenes Fibrin oder ein Stück Muskel in ihr zehnfaches Gewicht von destillirtem Wasser bringt, das eine ziemlich geringe Menge von Chlorwasserstoffsäure enthält, so dass es das Lakmus blau röthet, oder noch besser, das auf 1000 Gr. Wasser 634 Mgr. Chlorwasserstoffsäure enthält, so gerinnt nach zwölfstündigem Zusammensein, bei gewöhnlicher Temperatur, die Flüssigkeit zu einer Gallerte. Das Fibrin ist aufgelöst. Wenn die Gallerte mit destillirtem Wasser verdünnt und nachher auf ein Filter gebracht wird, so geht eine Flüssigkeit durch, welche die vollständigste Analogie mit der Verdauungsflüssigkeit des Fibrins zeigt. Die erste wie die zweite gerinnt in der Wärme. Sie giebt auch mit dem Kaliumeisencyanür einen Niederschlag und, was äusserst merkwürdig ist und paradox zu sein scheint, giebt gleichfalls mit Chlorwasserstoffsäure einen Niederschlag, und der Niederschlag löst sich nur in einem Ueberschusse dieser Säure wieder auf.

Es wird dadurch bewiesen, dass das Auflösungsmittel des Fibrins bei der Verdauung die Chlorwasserstoffsäure ist. Wenn diese Wahrheit nicht eher entdeckt wurde, so liegt es daran, dass es schwer war, zu vermuthen, ehe die Erfahrung es bewiesen hat, dass dieselbe Säure im Zustande der äussersten Verdünnung eine Substanz auflösen, in grösserer Menge aber sie fallen, und im concentrirten Zustande sie wieder auflösen kann.

Die anderen Flüssigkeiten der Eingeweide und des Chylus boten im Vergleich mit den ihnen entsprechenden, die von einem nüchtern gebliebenen Thiere gesammelt worden waren, uns keine anderen Verschiedenheiten dar, als eine etwas größere Menge von aufgelöstem Fibrin.

Es fragt sich jetzt, wie dieses Fibrin aufgelöst und in die Circulation gebracht wurde. Vormalis würde man kein Bedenken getragen haben, zu sagen, dass es, von den Chylusgefäßen absorbt, auf diese Weise in den *Ductus thoracicus*, nachher von da in die Schlüsselkneinvene gebracht worden wäre. Es scheint uns aber jetzt einleuchtend, dass sich die Sache nicht so verhält. Wenn man Fibrin mit Safran oder Cochenille färbt, so würden die Karbstoffe in den Chylus übergehen und ihn färben. Man kann sich leicht davon überzeugen, dass dies nicht der Fall ist. Hallé, Magendie und viele andere Physiologen haben diese Thatsachen aufgezeichnet.

Magendie hat ferner beobachtet, dass, wenn man einem Hund, während er Nahrungsmittel verdaut, eine gewisse Menge von mit Wasser verdünntem Alkohol verschlingen lässt und man  $\frac{1}{2}$  Stunde nachher seinen Chylus untersucht, man findet, dass diese Flüssigkeit keinen Alkohol enthält, während der Hirt des Thieres stark darnach riecht, und dass man aus diesem Riech durch Destilliren Alkohol erhalten kann. Er bemerkte auch, dass man ähnliche Resultate erhält, wenn man den Versuch mit einer Auflösung von Campher oder anderen riechenden Körpern anstellt.

Diese Thatsachen beweisen hinreichend, dass die Getränke direct von den Mündungen der Venen absorbt werden. Nun wurde aber bei unseren Versuchen, das Fibrin in einem Zustande gänzlicher Auflösung gefunden. Wir haben keinen Grund, anzunehmen, dass die Lösung des Fibrins eine Ausnahme machen sollte, und wir glauben, dass sie sich nicht anders als die Getränke verhalten kann.

#### Kleber.

Nach dem Fibrin musste natürlich der Kleber unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Es ist ein Assimilations-Nahrungsmittel, dessen Gebrauch am allgemeinsten ist. Seine wesentlich nährenden Eigenschaften, die bei den Versuchen der

Gelatin-Commission so gut dargethan worden sind, geben auch diesem Producte einen neuen Grad von Interesse.

Ein Hund wurde 24 Stunden ohne Nahrung gelassen. Nächst wurde er 3 Tage ausschliesslich mit Kleber von reinem Weizen genährt. Dieses Nahrungsmittel wurde von ihm sehr gern genommen. Den dritten Tag um 6 Uhr des Morgens wurden ihm 200 Gr. davon gegeben, die er sogleich verschlang. Um 10 Uhr wurde er erwürgt.

Der Magen enthält 1) Kleber im Zustande eines weisslichen coherärenten Breies, der in Wasser zertheilt werden könnte; 2) eine das Lakmus stark röthende trübe Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit wurde mit Wasser verdünnt und filtrirt. Sie zeigte alle Charaktere, welche wir der Fibrinauflösung beigelegt haben. Sie gab ganz auf dieselbe Weise mit den Reagentien Niederschläge.

Das Duodenum enthält schleimige Klümpchen, die gelb gefärbt waren und alkalische Reaction äusserten. Diese Substanzen so wie die, welche der übrige Theil des Dünndarmes enthält, wären in geringer Portion vorhanden (kaum 10 Gr.) und kämen nicht von der Verdauung des Klebers her, denn ähnliche Substanzen wurden in den Därmen von nüchtern gehaltenen Thieren gefunden. Dieselbe Bemerkung lässt sich auf die in dem Dickdarme enthaltenen Substanzen anwenden.

Der Chylus war vollkommen analog dem, welchen man von einem nüchternen Thiere erhält. Bloss seine alkalische Reaction war weit bestimmter. Wenn der Kleber mit Safran gefärbt ist, bleibt der Chylus immer farblos.

Es geht augenscheinlich aus diesen Thatsachen hervor, dass die Verdauung des Klebers ganz auf dieselbe Weise wie die des Fibrins bewirkt wird. Wie für diese Substanz ist ausserordentlich verdünnte Chlorwasserstoffsäure das Auflösungs-mittel, und die aufgelöste Substanz wird sogleich von den Mündungen der Venen absorbirt. Die Verdauung des Klebers, wie die des Fibrins, beginnt im Magen und wird da auch vollendet.

Um die Richtigkeit der von uns über die Verdauungsart des Klebers gegebenen Erklärung zu beweisen, haben wir den Versuch der Auflösung dieses Stoffes mittelst eines mit Chlorwasserstoffsäure sehr wenig angesäuerten Wassers wiederholt, und die Resultate waren durchaus dieselben wie bei dem Fibrin.

Nach 12 Stunden verlor der Kleber seine Cohärenz und zertheilte sich in Wasser. Die filtrirte Lösung ist durchsichtig, sie trübt sich in der Wärme beim Zusetzen von Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure durch Kalium-eisencyanür.

Kurz, die Lösung des Klebers in verdünnter Chlorwasserstoffsäure verhält sich ganz wie die Auflösung des Fibrins in derselben Flüssigkeit. Der flüssige Eiweißstoff, der von selbst geronnene Käsestoff, dem die fette Substanz völlig entzogen worden ist, verhalten sich zu der sehr verdünnten Lösung der Chlorwasserstoffsäure ganz wie das Fibrin, und die Verdauung dieser Stoffe muss auf dieselbe Art bewirkt werden.

Aber das gekochte Eiweiß und das gekochte Fleisch lösen sich nicht in derselben äusserst verdünnten Säure auf. Die Anwesenheit der Chlorwasserstoffsäure ist jedoch nöthig, um diese Substanzen aufzulösen, es bedarf aber noch der gleichzeitigen Anwesenheit einer in dem Magen der lebenden Thiere erzeugten eigenthümlichen Substanz.

Wir verweilen bei dem unterscheidenden Charakter, welchen das Fibrin und die eiweissstoffhaltigen Substanzen zeigen, dass sie sich sehr leicht in sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure vor dem Kochen auflösen, und dass sie sich nicht mehr darin auflösen, wenn sie der Wirkung des siedenden Wassers unterworfen worden sind. Dies beweist, dass die Moleculärveränderung, welche in dem Eiweissstoffe beim Kochen eintritt, gleichfalls bei dem Fibrin stattfindet und als ein allgemeiner Charakter der eiweissstoffhaltigen Substanzen betrachtet werden kann. Dieser Unterschied ist gleichfalls wichtig, um das festzustellen, was uns bei der Entdeckung der Auflösung eiweissstoffhaltiger Substanzen durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure eigen ist.

Man kennt in der That seit den Versuchen von Beaumont und Spallanzani die Stärke der auflösenden Eigenschaften des Magensaftes. Prout, Gmelin und Tiedemann haben das Dasein der Chlorwasserstoffsäure in dieser Flüssigkeit dargethan. Diese letzten Beobachter haben auch bemerkt, dass die Essigsäure (Milchsäure), das essigsaure Natron (milchsaures Natron) und die verdünnte Chlorwasserstoffsäure auflösende Eigenschaften besitzen. Aber wie unrichtig ihre Kenntnisse in Be-

zug auf die auflösende Wirkung der letzten Säure waren, erhielt daraus, dass sie behaupten, das harte Eiweiss löse sich wie Fibrin auf, was nur geschieht, wenn man eine bereits concentrirte Säure anwendet. Dies ist eine völlig bekannte Eigenschaft der Chlorwasserstoffsäure, sie unterscheidet sich wesentlich von der in dieser Arbeit angegebenen.

### Stärkemehl.

Von den Körpern, welche Dumas verschlingt, Respirations-Nahrungsmittel zu nennen, hat das Stärkemehl unstreitig die grösste Wichtigkeit. Wenn man die unermessliche Menge dieses Stoffes, welche der Mensch und die Thiere, die ihm am nächsten hinsichtlich der Organisation gleiches, consumiren, indem sie denselben in allen Pflanzenorganen, worin er sich vorfindet, aufsuchen, so begreift man ohne Mühe das ganze Interesse, mit dem wir uns auf Untersuchung der Modificationen gelegt haben, welche das Stärkemehl in dem Verdauungsapparate erleidet. Es zeigen sich aber grosse Schwierigkeiten, um auf eine untadelhafte Weise die Versuche über die Verdauung dieses Stoffes auszuführen. Wie man ihn auch züchtet, gekocht oder im gallertartigen Zustande, die Hunde wollen ihn nicht anrühren, mit einer Hartnäckigkeit, welche selbst dem Hunger widersteht. Auch ist man gezwungen, entweder dieses Nahrungsmittel mit andern zu vermengen, und alsdann verlieren die Resultate ihre Bestimmtheit, oder Gewalt zu gebrauchen, und alsdann ist der Gang der Verdauung ausserordentlich modificirt. In dieser Verlegenheit haben wir beide Verfahren versuchen müssen.

1) 150 Gr. Stärkemehl, in 200 Gr. Wasser vertheilt, wurden in den Magen eines Hundes durch die Speiseröhre gebracht, die unmittelbar unterbunden wurde. 22 Stunden nachher wurde der Hund erwürgt.

Der Magen enthielt ungefähr 10 Gr. einer trüben Flüssigkeit von gelblicher Farbe, welche das Lakmuspapier nicht röthete und vielmehr das durch eine Säure geröthete Papier wieder bläute. Wir bemerkten in den Falten des Magens ungefähr 1 Gr. eines weissen Pulvers, welches durch die Jodtinctur blau wurde und das wir an seinem chemischen und mikroskopischen Charakteren für Stärkemehl erkannten. Das Duot-



denum und der übrige Theil des Darms enthält eine geringe Menge eines gelblichen Schleimes, ohne Sparen von Stärkemehl.

Der Dickdarm enthält Exeremente von einer früheren Verdauung.

Der *Ductus thoracicus* gab 10 Gr. eines fadenförmigen Chylus, der von selbst gerinnbar war und das geröthete Lakmuspapier kaum bläute.

By 200 Gr. halbflüssige Stärkemehlgallerte wurden in den Magen eines Hundes gebracht, wie bei dem vorigen Versuche.

Die Speiseröhre wurde unterbunden und 4 Stunden nachher wurde das Thier erwürgt.

Sein Magen enthielt 60 Gr. einer Flüssigkeit von gelblicher Farbe, welche das Lakmuspapier nicht röthete.

Das *Duodenum* und der übrige Theil des Dünndarms enthielten eine gelbliche schleimige Gallerte und Exeremente von einer früheren Verdauung. 8 Gr. Chylus wurden aus dem *Ductus thoracicus* genommen. Er hatte eine etwas röthliche Farbe, seine alkalische Reaction war ausnehmend schwach.

Ehe wir uns noch weiter mit den Neuitaten dieser Versuche beschäftigen, müssen wir uns darauf beschränken, hierher zu setzen, dass das erzwungene Eingeben eines widerstehenden Nahrungsmittels den Gang der Verdauung völlig verändert hat. Diese Hunde, und besonders der letztere, machten nicht allmählich 2 Stunden und länger außerordentliche Anstrengungen zu brechen, sondern der Magen enthielt aus, statt einer sauren Flüssigkeit, wie dies im normalen Zustande der Fall ist, eine neutrale Flüssigkeit. Die Verdauung war daher nicht regelmäßig gewesen. Tiedemann und Gmelin haben schon diese Beeinträchtigung der Functionen unter dem Einflusse einer blutigen Operation bemerkt.

In diesem Zustande mussten wir daher Stärkemehl durch Verabreichung mit einem andern Stoffe anwenden, der das mit Erleichterung einer regelmäßigen Verdauung geeignete Verlangen erregen kann. Da wir die Eigentümlichkeiten der Verdauung des Klebers kannten, so konnten wir ohne zu grosse Nachtheile diesen Stoff mit dem Stärkemehle verbinden.

Es wurde daher ein Hund 2 Tage lang mit Brod ernährt. Er wurde 4 Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit erwürgt.

Sein Magen enthält 200 Gr. eines dicken grauen Breies, der das Lakmus stark röthete.

Das *Duodenum* enthielt einen flüssigen Brei von grünlich-gelber Farbe, der das Lakmus noch stark röthete.

Der übrige Theil des Dünndarmes zeigte gleichfalls diesen dickern Brei, der, mit Galle und Schleim gemengt, das Lakmuspapier noch röthete. Das *Caecum* und der Dickdarm enthielten Excremente, die von den vorhergehenden Verdauungen herkommen. 6 Gr. Chylus wurden aus dem *Ductus thoracicus* gesammelt. Er war etwas röthlich, von selbst gerinnet und bläute das rothe Lakmuspapier stark.

Wir können hier beifügen, dass wir mit grosser Sorgfalt die Substanzen untersucht haben, die in dem Magen und dem Darne eines Menschen enthalten waren, welcher an einer Unverdaulichkeit schnell gestorben war, die dadurch veranlasst wurde, dass er fast 1 Kilogr. Brod und eine grosse Menge von Kartoffeln und Suppe gegessen hatte.

Mit allen auf diese Weise erhaltenen Substanzen konnten wir zahlreiche Versuche anstellen. Ohne in das Detail aller derer, die wir angestellt haben, einzugehen, wollen wir mit Sorgfalt die beschreiben, welche uns gestatten, die vorgelegte Frage zu beantworten, nämlich die, welches die Umwandlungen sind, welche das Stärkemehl im Verdauungsapparate erleidet.

#### *Untersuchung auf Zucker.*

Die Substanzen, welche enthalten waren 1) im Magen, 2) im *Duodenum*, 3) im Dünndarme, 4) im Blute, wurden besonders mit ihrem achtfachen Gewicht rectifizirtem Alkohol behandelt. Die weingeistigen Aufgüsse wurden destillirt, nachdem sie mit  $\frac{1}{6}$  Wasser gemengt worden waren. Die nach dem Destilliren zurückbleibenden Flüssigkeiten wurden mit Beinschwarz entfärbt und filtrirt, nachher im Apparate von Biot in einer Röhre von 0,303 M. untersucht. Das Rotationsvermögen war constant Null. Die Flüssigkeit gab, mit Hefe vermischt, nur zweideutige Zeichen von Gährung. Diese entscheidenden Versuche wurden mit allen Flüssigkeiten wiederholt, die von der Verdauung des Stärkemehles herkamen, sowohl bei den Hunden als auch bei dem Menschen, von dem wir gesprochen haben. Sie zeigten uns alle, dass das Stärkemehl unter

dem Einflusse der Verdauung sich gewöhnlich nicht in Zucker umwandelt. Gmelin und Tiedemann sind zu verschiedenen Resultaten gelangt. Liest man aber das Detail ihrer Versuche mit Aufmerksamkeit, so kann man die Frage aufwerfen, ob nicht der Zucker durch die Einwirkung der Hefe auf die von ihnen untersuchten Extractivstoffe erzeugt worden war. Mit dem Apparate von Biot kann die Aufgabe mit Bestimmtheit gelöst werden.

#### *Untersuchung auf lösliches Stärkemehl.*

Nachdem die sowohl in dem Magen als in dem Dünndarme enthaltenen Substanzen durch Alkohol gefällt worden waren, wurden die in diesem Auflösungsmittel unlöslichen Rückstände mit destillirtem kältem Wasser behandelt. Man erhält auf diese Weise schwach gefärbte Flüssigkeiten, die mit dem Apparate von Biot, in einer Röhre von 0,310 M. untersucht, kein Anzeichen von Rotationsvermögen gaben.

Diese Flüssigkeiten wurden abgedampft. Sie machten nach dem Abdampfen eine sehr geringe Menge eines etwas braun gefärbten Extractes aus, die wie eine schleimige zähe Flüssigkeit sich in Fäden ausziehen liess. Seine Auflösung in Wasser färbte sich durch Jodinctur nicht blau. Sie gab mit dem Gall-äpfelaufgusse reichliche Niederschläge, welche verschwanden, wenn die Flüssigkeiten erwärmt wurden, und beim Erkalten wieder erschienen.

Nach allen diesen Thatsachen scheint es erwiesen zu sein, dass während der Verdauung des Stärkemehles sich kein Dextrin erzeugt.

#### *Untersuchung auf Milchsäure.*

Wir haben die Anwesenheit der Milchsäure in den Flüssigkeiten des Magens der der Stärkemehldiät unterworfenen Thiere durch folgende Mittel untersucht. Die Flüssigkeiten, worin wir vergebens den Zucker aufgesucht hatten, wurden bis zur Sirupsconsistenz abgedampft. Der Rückstand wurde von Neuem mit Alkohol behandelt. Die weingeistigen Flüssigkeiten wurden mit Kreide gesättigt und der Alkohol im Wasserbade abdestillirt.

Der Rückstand wurde in siedendem Wasser aufgelöst. Der milchsäure Kalk krystallisirte. Es wurde die Milchsäure durch

Oxalsäure davon abgeschieden und nachher das so charakteristische milchsäure Zinkoxyd bereitet.

Wir haben immer eine weit beträchtlichere Menge von Milchsäure nach Stärkemehl wahrnehmen können, als wenn das Thier, ohne Nahrungsmittel zu sich zu nehmen, oder nach dem Einnehmen von Fibrin oder Kleber getödtet worden war. Es scheint uns demnach erwiesen, dass bei der Verdauung das Stärkemehl in Milchsäure oder ein milchsaures Salz umgewandelt wird, welches lauter in Wasser lösliche Verbindungen sind die, so wie die Getränke, unmittelbar von den Mündungen der Venen absorbiert werden können und nicht erst vermittelt der Chylusgefäße und durch den *Ductus thoracicus* in die thierische Oekonomie zu kommen brauchen, wie man bisher angenommen hat.

Wirklich bot die Analyse des Chylus eines nüchternen Thieres verglichen mit der eines nach dem Genossen von Stärkemehl getödteten, nicht den geringsten Unterschied dar. Wir haben in diesem Chylus mit Sorgfalt die Anwesenheit des löslichen Stärkemehls aufgesucht, ohne ein Anzeichen davon finden zu können. Wir haben bemerkt, dass der Chylus bei den Hunden, denen das Stärkemehl in den Magen hineingebracht worden war, fast neutral, dagegen bei dem mit Brod genährten Thiere merklich alkalisch sich zeigte. Es scheint uns erwiesen, dass die Produkte des Stärkemehls zur Bildung des Chylus nichts beitragen, sofern man nicht die Kräfte der mysteriösen Umwandlungen des Stärkemehls in eiweisstoffhaltige Substanzen annehmen will, die für wahr anzunehmen man heut zu Tage durchaus nicht berechtigt ist.

### Fett.

Die Fette spielen eine wichtige Rolle bei der Ernährung des Menschen und der fleischfressenden Thiere. Es ist daher sehr interessant, die Art kennen zu lernen, nach der diese Stoffe assimilirt werden.

Ein Hund wurde 3 Tage lang mit Schweinefett genährt. Den dritten Tag wurde er erwürgt, einige Stunden nachdem er eine ziemlich reichliche Kost zu sich genommen hatte.

Sein Magen enthielt 160 Gr. in der Kälte festes Fett un 25 Gr. einer trüben Flüssigkeit, welche das Lakmus stark rö-

thete. Diese Flüssigkeit trübte sich nach dem Filtriren kaum in der Wärme. Sie gab bei der Destillation Chlorwasserstoffsäure. In dem *Duodenum* findet man ungefähr 12 Gr. eines gelblichen emulsiven Breies mit neutraler Reaction, der bei der Behandlung mit Aether eine beträchtliche Menge von weissen Fette giebt.

Der Dünndarm enthielt ungefähr 40 Gr. dieses emulsiven Breies, gemengt mit Schleim. Dieses Gemenge äusserte auf das Lakmuspapier keine merkliche Wirkung. Aether entzog ihm gleichfalls eine beträchtliche Menge von Fett.

Die Dickdärme enthielten Exkremente von bräunlich-gelber Farbe, die bei der Behandlung mit Aether gleichfalls Fett gaben. Der *Ductus thoracicus* hatte einen weissen milchigen Chylus. Dieser Chylus hatte diese Farbe und dieses Aussehen weit deutlicher als bei anderen anderen Versuchen. Bei der Behandlung mit Aether in der Wärme zog er daraus eine sehr beträchtliche Menge von einem fetten Körper.

Die vorhergehenden Versuche beweisen, dass die Verdauung und die Assimilation des Fettes auf keine Weise im Magen bewirkt werden. Es erfolgt darin keine Umwandlung. In dem *Duodenum* erleidet dieser Stoff die Modificationen, welche seine Absorption erleichtern müssen. Diese Modificationen sind sehr einfach. Die fetten Substanzen mischen sich mit der Galle und dem pankreatischen Saft, zertheilen sich und werden zu ihrer Einwirkung, ohne ihre chemische Natur zu verändern. Wenn sie Margarinsäure und Oleinsäure in freier Zustande enthalten, so werden diese Säuren durch das in dem pankreatischen Saft und besonders in der Galle enthaltene Alkali gesättigt.

Sobald die Fette durch die Galle und den pankreatischen Saft zu Emulsionen geworden sind, werden sie sofort von den Mündungen der Chylusgefässe absorhirt, von da in den *Ductus thoracicus* gebracht und dem Chylus beigelegt. Die Analyse des Chylus der mit fetten Körpern genährten Thiere liess uns in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig. Diese Absorption äussert in dem ganzen Verdauungskanal fort, und wenn die Menge des fetten Körpers zu beträchtlich ist, so wird er mit den Excrementen ausgeworfen.

**Schlüssen.**

Wir glauben aus diesen Thatsachen folgende Schlüsse ziehen zu können:

1) Bei der Verdauung besteht die Function des Magens bei den eiweissstoffhaltigen Substanzen (Fibrin, Eiweissstoff, Käsestoff, Kleber) darin, sie vermittelst der Chlorwasserstoffsäure aufzulösen.

2) Diese Säure reicht hin, wenn sie bis auf ein halbes Tausendtheil verdünnt ist, zur Auflösung der gefällten Substanzen, sobald sie roh sind. Sind sie aber gekocht, so löst die verdünnte Chlorwasserstoffsäure sie nicht mehr in unseren Glasapparaten auf, und wenn man sie in dem Magen lebendiger Thiere aufgelöst findet, so liegt der Grund darin, dass alsdann in dem Magen derselben etwas Anderes vorgeht als eine blosser Auflösung durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure. Nur scheint die Anwesenheit der Chlorwasserstoffsäure immer unerlässlich.

3) Bei den eiweissstoffhaltigen Substanzen erfolgt die Verdauung und die Absorption fast ausschliesslich in dem Magen, da der übrige Theil des Darmes fast nichts mehr von dieser Auflösung darbietet, welche, wie erwähnt wurde, in dem Magen in so reichlicher Menge vorhanden ist.

4) Auch erfolgt in dem Magen die Auflösung des Stärkekornchles. Dieser Stoff scheint uns im gewöhnlichen Zustande sich nicht in Zucker umzuwandeln. Es ist uns nicht hinreichend bewiesen, dass er in den Zustand löslicher Stärke übergeht. Seine Umwandlung in Milchsäure betrachten wir als erwiesen.

5) Die Absorption dieses Theils der Nahrungsmittel hat uns nicht so ausschliesslich auf den Magen beschränkt zu sein geschienen wie die von der Auflösung eiweissstoffhaltiger Substanzen, was mit den eigenthümlichen Einrichtungen der Därme bei den nicht saugthierischen Thieren in Uebereinstimmung wäre.

6) Das Fett wird in dem Magen nicht angegriffen. Es geht im Zustande der Emulsion in das Duodenum über, vermittelst der von der Leber und dem Pankreas gelieferten Alkalien. Diese Emulsion findet sich in dem ganzen übrigen Darms in reichlicher Menge vor.

Alle diese einfachen und genauen Thatsachen, welche wir bei unseren Versuchen sorgfältig von einander geschieden haben, zeigten sich uns mit allen Charakteren absoluter Gewissheit. Folgendes ist auch eine schlagende Thatsache, die wir beobachtet haben.

7) Der Chylus schien uns etwas reichlich, aber ähnlich zu sein bei nüchtern getödteten Thieren und bei denen, welche wir mit eiweissstoffhaltigen Substanzen und Stärkemehl genährt hatten. Er zeigte nur bei denen einen merklichen Unterschied, welche wir mit Fett genährt hatten. Dieser Stoff befand sich in beträchtlicher Menge darin. Diese sind die Thatsachen, welche wir kurz zusammenfassen konnten. Es sei uns jetzt gestattet, daraus die wahrscheinlichsten Folgen abzuleiten.

Eine eben so einfache wie rationelle Theorie der Verdauung würde aus dem, was wir gesehen haben, hervorgehen. Indem wir sie darlegen, wollen wir zugleich zeigen, wodurch sie sich von den bisher vorgeschlagenen Theorien unterscheidet.

Man nimmt allgemein an, dass die in den Magen gebrachten Nahrungsmittel in eine gleichartige breiartige graue süßliche unschmackhafte, etwas saure Substanz umgewandelt werden, welche einige Eigenschaften der Nahrungsmittel beibehält und welche man *Chymus* nennt. Man nimmt an, dass dieser Chymus, auf diese Weise ausgearbeitet, in den Dünndarm gelangt, wo er von den Mündungen der Chylusgefäße absorbiert und in Chylus umgewandelt wird.

Wir glauben, dass unsere Versuche an die Stelle dieses von den Physiologen ersonnenen Chymus etwas Wirkliches gesetzt haben.

Wir glauben, dass das, was man *Chymus* genannt hat, ein aus den Rückständen der nicht aufgelösten Nahrungsmittel bestehendes Gemenge ist, dessen Auflösung in den Windungen der Därme langsam fort dauern kann, von Excretionen der Drüsen und der Schleimhäute, bestimmt, später die Excremente zu bilden, und nicht ein besonderer, zur Assimilation bereiteter Brei.

Von dem Chylus hat man bisher angenommen; dass die zuerst in dem Magen aufgelösten, nachher gefilterten und in Chymus verwandelten Nahrungsmittel sehr zertheilt oder von Neuem aufgelöst, in den Chylus übergingen. Aber das gefärbte Fibrin gab keinen gefärbten Chylus.

Der während der Verdauung des Stärkemehls gesammelte Chylus hat fast dieselbe Zusammensetzung wie der, welchen man während einer Verdauung des Fibrins sammelt.

Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die eiweißstoffhaltigen Nahrungsmittel (das Fibrin, der Käsestoff, der Kleber, der Eiweißstoff), dass ferner die stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel nicht in Chylus umgewandelt werden, wie man bisher angenommen hat.

Es fragt sich daher, welches die Rolle des Chylusapparates und des Chylus ist, der während der Verdauung unstrittig in reichlichster Menge erzeugt wird.

Die Erfahrung scheint auch in diesem Stücke dafür zu sprechen, dass die Mündungen der Chylusgefäße bestimmt sind, die von der Galle in Emulsionen verwandelten fetten Nahrungsmittel zu absorbiren. Aber darauf darf sich sehr wahrscheinlich die Rolle einer so wichtigen Erzeugung, wie die des Chylus ist, nicht beschränken, und folgendes ist die Erklärung, welche wir glauben aus den beobachteten Thatsachen vermuthen zu können.

Wenn Appetit erweckende Nahrungsmittel einem nüchternen Thiere gereicht und von ihm aufgenommen worden sind, so beginnt sogleich eine vorbereitende Arbeit. Der Speichel fließt in die Mundhöhle reichlich, eben so der Magensaft in den Magen. Wenn aber der Magensaft unter dem Einflusse der durch eine angenehme Speise erregten Esslust und durch ihre Anwesenheit im Magen erzeugt worden ist, so enthält er sehr beträchtliche Mengen von Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure. Diese Säuren werden offenbar durch die Zersetzung der Salze geliefert, welche die thierische Oekonomie enthält, des Chlornatrums und des milchsäuren Natrons.

Wenn wir nun aber einerseits die Bildung von Säuren darstellen, so müssen wir andererseits ein alkalisches Product finden, und die Beobachtung lehrt uns, dass, während die Abscheidung der Chlorwasserstoffsäure und der Milchsäure in dem Magen bewirkt wird, die Unterleibsdrüsen für die Chylusgefäße und den *Ductus thoracicus* einen Chylus bereiten, dessen alkalische Beschaffenheit um so bestimmter ist, je mehr sich die Säurebildung in dem Magen entwickelt hat. Dieser Chylus, welcher nicht mehr durch die Umwandlung und die Absorption der Nah-



zungsmittel erzeugt wird, sondern durch eine wirkliche Secretion, mengt sich mit dem Blute, um die zur Auflösung der Nahrungsmittel unerlässliche Säure völlig zu neutralisiren. Dieser einfache Gang würde gestatten, dass das Blut beständig wieder ersetzt wird, ohne seine Natur merklich zu verändern.

### Nachschrift.

Von

Dr. C. G. LEHMANN.

Die vorstehenden Untersuchungen, wess auch an sich nicht uninteressant, werden doch für deutsche Physiologen und Chemiker nur wenig Neues darbieten, zumal da sie uns über das wahre Wesen der Verdauung immer noch sehr im Dunkeln lassen. Wir erlauben uns, nur auf einzelne Punkte aufmerksam zu machen. So scheinen die Herren Verfasser völlig unbekannt gewesen zu sein, einerseits mit den Untersuchungen Valentini's und Anderer über die aus Lösungen der Proteinverbindungen zu erhaltenden makrolytischen und mikrolytischen Niederschläge, so wie andererseits mit Schwann's, Pappenheim's und Wasmann's Untersuchungen, welche ganz zu denselben Resultaten über die Lösungskraft freier Salzsäure bei natürlicher und künstlicher Verdauung geführt haben. Es wäre wohl im Gegentheil zu wünschen gewesen, dass sie die von Hünsfeld und Anderen gegen das Vorkommen und jene Wirksamkeit freier Salzsäure bei der Magenverdauung nicht ohne Grund geltend gemachten Zweifel etwas näher beleuchtet hätten. Die Gegenwart freier Säure oder selbst freier Salzsäure in dem Destillate der Flüssigkeit beweist ersichtlich noch nicht, dass in der Magenflüssigkeit Salzsäure das verdauende Prinzip sei, trotz des Gegenversuches, dass verdünnte Säure Eibzin, Alhamin u. s. w. aufzulösen im Stande ist. Dieser Gegenstand ist ja von Pappenheim, Hünsfeld und Wasmann weitläufig besprochen worden.

Die über die Verdauung des Stärkemehles angestellten Versuche nehmen besonders deshalb ein grösseres Interesse in Anspruch, weil Liebig in seinem an geistvollen Ansichten so reichen Werke das Vorkommen von Milchsäure im thierischen Organismus (*Chemie in Anwendung auf Physiologie und Pathologie*, S. 114.) stark bezweifelt. Obgleich Ref. in Bezug

auf die Bildung von Milchsäure völlig der Ansicht der Herrn Verf. ist, so glaubt er doch nicht, dass die Umwandlung von Stärkemehl in Milchsäure bei normaler Verdauung durch diesen Versuchsmit absoluter Gewissheit dargethan ist. Denn selbst wenn man davon, dass nach dem analytischen Verfahren der Herren Verfasser wenigstens nicht die Unmöglichkeit der Milchsäurebildung in der aus dem Magen entfernten Flüssigkeit dargethan ist, könnte man gewiss nicht ganz ohne Grund den Ansichten der Verfasser entgegen, dass der Versuch einer Fütterung fleischfressender Thiere mit völlig stickstoffreicher Nahrung für die normale Verdauung nicht genügend Beweise sein könnte. Ref., der nächstens seine Versuche über Verdauung zu veröffentlichen gedenkt, ist dagegen völlig überzeugt von der Milchsäurebildung bei der Verdauung von Stärkemehl und Zucker; er erlaubt sich z. B. in dieser Hinsicht vorläufig nur eine Thatsache mitzutheilen, dass man im Inhalte des Duedenum von Pferden, die mögen mit Heu und Heu oder mit reinem Stärkemehl gefüttert worden sein unmittelbar nach der Tödtung milchsauren Kalk findet, wenn man die mit Alkohol ohne weiteres gemischte und gekochte Flüssigkeit des Duedeni ausfiltrirt und erkalten lässt. Gegen der Herren Verfasser Beobachtung, dass sich kein Zucker erst aus dem Stärkemehl bildet; muss Ref. bemerken, dass er im Magen und Dünndarme pflanzenfressender Säugethiere und Vögel immer Zucker gefunden hat, während er andererseits öfter beobachtete, dass bei der sogenannten Milchgährung Stärkemehl sich unmittelbar in Milchsäure metamorphosirte.

Die von den Herren Verfassern aus ihren Beobachtungen gezogenen Schlüsse für die Physiologie der Verdauung und Chylification dürften den deutschen Physiologen wenigstens nicht völlig neu erscheinen und überdiess doch noch manche Modificationen erleiden. Dass z. B. bei der Verdauung von dem Magen aus bereits einmal aufgelöstes Fibrin, Albumin u. s. w. unmittelbar in die Säftemasse übergehe, wird wohl Niemand läugnen, allein dass das meiste Fibrin schon durch den Magen dem Blute zugeführt werde, dagegen sprechen nicht nur die Beobachtungen mehrerer deutschen Physiologen, z. B. nur Scheerer's Versuch, wonach durch Magensaft verdünntes Muskelfleisch erst auf Zusatz von Galle in Eiweiss umgewandelt wird,

sondern auch die Thatsache, dass bei vielen Thieren, z. B. bei Pferden (ihren höchst sauren Magens wegen), so wie auch bei Menschen (die bei sogenanntem Magenkrebs oft lange Zeit, Jahre hindurch, verhältnissmässig gut verdauen) die Magenverdauung und Absorption nur höchst gering oder gleich Null ist. Dass übrigens die Chylusgefässe nicht der nothwendige und einzige Weg sind, den die aufgelösten und metamorphosirten Nahrungstoffe nehmen müssen, und dass also der Chylus nicht die unmittelbar aufgelöste Speisemasse sei, darüber sind wohl unsere grössten deutschen Physiologen einverstanden. E. H. Weber, Johannes Müller und Valentin haben theils in öffentlichen Vorträgen, theils in besonderen Abhandlungen diese Ansicht hingst aufgestellt und bewiesen (Müller's *Archiv* 1839. S. 178. Rud. Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*. I. 447).

Es ist eigentlich Sache jedes naturwissenschaftlichen Journals, so weit als möglich zu prüfen, in wiefern aufzunehmende Beobachtungen und Abhandlungen mit den vielleicht in einem andern Lande erlangten Resultaten in Einklang stehen oder überhaupt als neu anzusehen sind, um nicht kritiklos die heterogensten Dinge, Altes und Neues, unter einander zu wülfeln, und nur in diesem Sinne geschah es, dass die Redaction dem Ref. den Auftrag ertheilte, der Abhandlung von Bouchardat und Sandras die vorstehenden Worte beizufügen, die durchaus nicht im Stande sein können, den schönen Versuchen und wirklich getreulichem Schlussfolgerungen der Herren Verfasser den geringsten Eintrag zu thun.

# REGISTER

ÜBER DIE DREI BÄNDE DES JAHRGANGES

1 8 4 2.

---

JOURNAL FÜR PRAKTISCHE CHEMIE.

BAND XXV — XXVII.

STATE OF TEXAS

COUNTY OF DALLAS

WITNESSETH

THIS 15th day of

## A.

- Abich**, über den Andesin XXV, 364.
- Adipinsäure**, über dieselbe, Laurent XXVII, 314.
- Afcojew**, über die Beryllerde XXVII, 130.
- Albit**, über denselben, Erdmann XXV, 378.
- Alkalien**, Notin über eine neue gefärbte Verbindung, hervorgebracht durch Verbindung von Kiwetes mit Kupferoxydhydrat und des Alkalien, Lussigne XXVI, 176.
- Alkalische Erden**, über die Einwirkung des Wassers auf die Schwefelverbindungen derselben, Rösé XXVI, 66.
- Alkohol**, neue Beobachtungen über vollständige Zersetzung desselben, Connell XXV, 378.
- Allanit**, erste Fortsetzung der Untersuchungen über denselben, den Gadolith und damit verwandte Mineralien, Scherer XXVII, 78.
- Ammonit**, über dasselbe, Laurent XXV, 466.
- Ammonsäure**, über Bildung derselben im Terpentinöl, Wöppel Nr. 9 XXVI, 306. Über dasselbe, Laurent XXVII, 316.
- Ammoniak**, über die Bromsäuren Salze und über die Verbindungen der Bromsäure mit demselben, Hammelsberg XXV, 385. Verhalten des wasserfreien gegen weinsaures Silberoxyd, Erdmann XXV, 504. Wirkung desselben auf das Eisenoxyd, Erdmann XXVI, 306. **Drägenäures**, über dasselbe, Laurent XXVII, 306. **Indigäures**, über dasselbe, Marchand XXVI, 367. **Kohlensäures**, Löslichkeit des Eisenoxyds in demselben, Berzelius XXV, 363. **Nitrophosphorsäures**, über dasselbe, Laurent XXV, 466. **Quantitätsäures**, über dasselbe, Balard XXV, 66. **Salpetersäures**, Einwirkung des Naphthalins auf feste Körper; Asparagin im Ammoniakwasser; salpetersaures Ammoniak im Weizen (Yamboum Thapsus), Rougier XXVI, 466. **Schwefelsäures**, Doppelkalk von schwefelsaurem Blei mit demselben, Nr. XXVII, 319. **Sulfatäuresäures**, über dasselbe, Laurent XXVI, 125. **Zweifach-oxalsäures**, über die Zersetzung desselben durch die Wärme, Balard XXV, 84. **Zweifach-weinsaures**, über dasselbe, Dumas und Piria XXVII, 335. **Weinsaures**, über dasselbe, Dumas u. Piria XXVII, 335.
- Ammoniakbildung**, über das Verfahren von Varrentrapp und Will, den Stickstoff in den organischen Verbindungen zu bestimmen, und über einige neue Umstände derselben, Reiset XXVII, 34.
- Ammoniak-Brechweinstein**, über denselben, Dumas und Piria XXVII, 346.

- Amgdalin**, über das aus der Rinde von *Prunus Padus*, Heumann Nw. XXVI, 68.
- Amylverbindungen**, über einige, Gaultier de Claubry XXVII, 56.
- Analyse, organische**, Apparat dazu, Erdmann und Marchand XXVII, 129.
- Analytische Chemie**, Notizen aus dem Bereiche derselben, Wackendorfer Nw. XXVI, 320.
- Andesin**, über denselben, Apich XXV, 364.
- Angelicawurzel**, über eine eigenthümliche flüchtige Säure in derselben, Buchner jun. Nw. XXVI, 512.
- Anis**, über die Produkte, welche sich bei der Oxydation der flüchtigen Oele von demselben, von Sternanis, Fenchel, römischen Kümmel, gemeinem Kümmel, Zimmt und Rainfarren vermittelt des depoll-ahnenden Kak's bilden, Paracq XXV, 55.
- Antrokrensäure**, über dieselbe, Hermann XXV, 198.
- Antrorenit**, über die Verbrennung desselben und seinen Werth als Brennmaterial für Dampfmaschinen und andere Oefen, Fyfe XXVI, 254.
- Antimon**, Unterscheidung von demselben und Arsenik, March XXVI, 319. Zusammendrückbarkeit desselben, Marchand und Scheerer XXVII, 207. Bericht über die Vergiftung mit demselben und die Schwierigkeiten, welche seine Anwesenheit bei Arsenikvergiftungen herbeiführen kann, Damer und Flandin XXVI, 446.
- Antimonwasserstoffgas**, über dasselbe und Arsenikwasserstoffgas, Meissner XXV, 248.
- Apodit**, über denselben, Berlin XXV, 366.
- Apparat**, Beschreibung eines zum Abkühlen, Abdampfen u. s. w. über Schwefelsäure, Schütz Nw. XXV, 512 (App. zur org. Analyse, s. Analyse.)
- Arsenik**, Aufsehung desselben in den zweiten Wege, Meuler Nw. XXV, 64. Ueber das fröhliche Vorkommen desselben in organischen Körpern, Steinberg XXV, 264. Unterscheidung von demselben u.
- Antimon**, March XXVI, 319. Auffinden desselben, Otto Nw. XXVI, 612. Unterscheidung desselben von Antimon, Wackendorfer Nw. XXVII, 129.
- Arsenik Eisen**, über die in der Natur vorkommenden, Breithaupt Nw. XXV, 127.
- Arsenikwasserstoffgas**, über dasselbe und Antimonwasserstoffgas, Meissner XXV, 248.
- Artsz**, Willibald, über die Bereitung eines sehr wirksamen, an Kohlensäure reichen Eisen- und Stahlwassers XXVII, 435. Ueber die Bereitung eines reinen Zinkvitriols und Zinkoxyds XXV, 408. Zur Bereitung des Goldschwefels XXVII, 381.
- Asparamid**, Einwirkung des Naphtalins auf fette Körper, Asparamid im Runkelrübensaft; salpetersaures Ammoniak im Wellkraut (*Verbascum Thapsus*), Bessignoz XXVI, 422.

- Aspirator**, Vervollkommnung des Stunnerschen, Abwärbach **XXV**, 126.
- Aszföldiöl**, über dasselbe, Stenhouse **XXVII**, 255.
- Aethyl** und **Cetin**, Analyse derselben, Stenhouse **XXVII**, 253. Bericht über einige Producte der gegenseitigen Einwirkung von denselben und Schwefelkohlenstoff, de la Provostaye u. Dessins **XXVII**, 378.
- Athamanta Oreoselinum**, über eine krystallisirte Verbindung in der Wurzel von derselben, Winckler **Nw. XXVII**, 199.
- Aethyl**, über das überchlorsaure, Hare u. Boyle **XXVI**, 199.
- Atomtheorie**, Untersuchungen über einige Gegenstände aus dem Gebiete derselben, Marchand u. Scheerer **XXVII**, 199.
- Auflösungen**, über volta'sche Zersetzung wässriger und alkoholischer, Connell **XXV**, 279.
- Augit**, über denselben, Hochstetter **XXVII**, 375.
- Ausblühen**, über das der Mauern oder Verwittern der Wände an Gekühten und den Gehalt alkalischer Salze in den Kalksteinen jüngerer Formation, Vogel **XXV**, 230.
- Ausdehnungscoefficient**, über den der Gase, Regnault **XXV**, 298.
- Azocinnamylhydrür**, über verschiedene Verbindungen, das Azocinnamylhydrür, Imabenzyl u. s. w., Laurent **XXVII**, 309.

## B.

- Badesole**, Zusammensetzung der Bade- und Trinksole zu Eimen bei Schönebeck, Steinberg **XXV**, 368.
- Badiansäure**, über dieselbe, Persoz **XXV**, 57.
- Balard**, über die Zersetzung des zweifach-oxalsauren Ammoniake durch die Wärme **XXV**, 81.
- Baldrianöl**, über die Umwandlung desselben in Bornecampher und in Laurinecampher, Gerhardt **XXVII**, 194.
- Baldriansäure**, neue Bildungweise derselben, Gerhardt **XXV**, 10. Ueber die Entstehung derselben aus Indigo, Erdmann **XXVII**, 290.
- Balmain**, W. H., Bemerkungen über die Bildung von Verbindungen des Bors und Siliciums mit Stickstoff und gewissen Metallen **XXVII**, 423.
- Barral**, Notiz über das Nicotin oder das Alkali des Tabaks **XXVI**, 49.
- Barruel**, über die Beschaffenheit des Rückstandes, den das künstliche Zink bei Behandlung mit Wasser und Schwefelsäure lässt **XXVI**, 363.
- Baryt**, **nitrophenessaurer**, über denselben, Laurent **XXV**, 481. **Oxaminessaurer**, über denselben, Balard **XXV**, 97. **Pikrinsaurer**, über denselben, Laurent **XXV**, 427. S. a. Baryterde.
- Baryt-Brechweinstein**, über denselben, Dumas u. Piria **XXVII**, 349.
- Baryterde**, **indigsaure**, über dieselbe, Marchand **XXVI**, 539.



- Bertholm**, über dasselbe und ihr Verhältnis zu dem Dufrenoy, Gerard Nw. XXV, 512.
- Basisch-chromsaure Salze**, Notiz über dasselbe, Bomsch Nw. XXVI, 68.
- Bausidon**, über dasselbe, Zinin XXVII, 150. Identität desselben mit dem Anilin, Fritzsche XXVII, 158. **Schwefelwasser**, über dasselbe, Zinin XXVII, 150. **Salzsaures**, über dasselbe, Zinin XXVII, 151.
- Benzimid**, über dasselbe, Laurent XXVII, 310.
- Benzoläther**, über dasselben, Deville XXV, 338.
- Benzozin**, über dasselbe, Deville XXV, 336. Reaction der Salpetersäure auf dasselbe, Deville XXV, 341. Einwirkung des Chlors auf dasselbe, Deville XXV, 344. Ueber das einfach-gechlorte, Deville XXV, 346. Ueber sechsfach-gechlortes, Deville XXV, 349.
- Benzoesäure**, über dasselbe, Deville XXV, 334. Ueber die Umwandlung derselben in Hippursäure im thierischen Organismus, Gärrod XXVII, 356.
- Benzoesäurehydrat**, *rechtwinkliges*, über dasselbe, Laurent XXVII, 310.
- Berlin**, über den Aphrodit XXV, 306.
- Bertels, C.**, das Regen- und Schneewasser in Hinterpommern, chemisch untersucht XXVI, 89.
- Beryllerde**, Trennung derselben von dem Eisenoxyd u. s. w., Scherer XXVII, 76. Ueber die stöchiometrische Constitution des Gadolinits und derselben, Scherer XXVII, 80. Ueber dasselbe, Afdejew XXVII, 120.
- Beryllium**, über dasselbe und dessen Verbindungen, Afdejew Nw. XXVI, 512.
- Berzelius**, Scheidung des Chlormagnesiums von Chlorkalium und Chloratrium XXV, 358. Salpetersaures Quecksilberoxydul als Sättigungsmittel XXV, 359. Scheidung des Zinks von Nickel oder Kobalt XXV, 359. Löslichkeit des Eisenoxyds in kohlensaurem Ammoniak XXV, 369. Nickelhaltiger Magnetkies XXV, 372. Analyse des Fenersteines XXV, 373. Ueber die Indigverbindungen XXVII, 119. Ueber die Galle XXVII, 153.
- Bibra, Freih. E. v.**, chemische Untersuchung einiger Formen des Moschelkalks, des bunten Sandsteines und eines Malaphyr aus Franken XXVI, 8.
- Bienenwachs**, über das Bleichen des gelben, Ingenh. Nw. XXV, 84.
- Bilicholinsäure**, über dieselbe, Berzelius XXVII, 150.
- Bilifellinsäure**, über dieselbe, Berzelius XXVII, 156.
- Bilifalvin**, über dasselbe, Berzelius XXVII, 159.
- Bilifalvinsäure**, über dieselbe, Berzelius XXVII, 159.
- Bilin**, über dasselbe, Berzelius XXVII, 154.
- Biliverdin**, über dasselbe, Berzelius XXVII, 158.
- Bitrobenzid**, über dasselbe, Deville XXV, 351.

**Bitterpflanzöl**, über dasselbe, Deville XXV, 346.

**Brot**, optische Untersuchung eines Stoffes, der das Ambrosiusische der natürlichen Manna hat und unter diesem Namen zu medicinalischem Gebrauche in den Handel gebracht wird XXVII, 60.

**Bitterquelle**, die zu Truskawiec, Torosiewicz Nw. XXVII, 198.

**Bitterrabe**, künstlicher aus Serpentin, Beinsch XXV, 100.

**Blasenstein**, über einen Würzler Nw. XXVI, 320.

**Blausäure**, Darstellung einer stets gleichen und unveränderlichen officinellen, Wackenroder Nw. XXV, 514.

**Blei**, quantitative Scheidung von demselben und Wismuth, Ullgren XXV, 363. **Schneefelsäure**, Doppelsalz von demselben mit schwefelsaurem Ammoniak, Nw. XXVII, 319.

**Blei-Brechweinstein**, über denselben, Dumas u. Piria XXVII, 348.

**Blutoxyd**, **chromsaures**, über dasselbe, Laurent XXVII, 314. **Chromsäure**, über chromsaures Blutoxyd und Zinkoxyd, Gräger Nw. XXVI, 390.

**Kohlensaures**, über die Theorie der Fabrication desselben, Pelouze XXV, 494. **Basisch-kohlensaures**, über dasselbe, Höchstetter XXVI, 350.

**Antichalk-basisches Nitrophenessaurer**, über dasselbe, Laurent XXV, 400. **Doppelt-basisches nitrophenessaurer**, über dasselbe, Laurent XXV, 400.

**Antichalk-basisches pikrinsäures**, über dasselbe, Laurent XXV, 400. **Doppelt-basisches pikrinsäures**, über dasselbe, Laurent XXV, 400.

**Fünffach-basisches pikrinsäures**, über dasselbe, Laurent XXV, 400.

**Bleibitter**, über die Zusammensetzung der Oberharzer, Bedemann Nw. XXV, 107.

**Bleisuboxyd**, über dasselbe, Pelouze XXV, 496.

**Bleisuperoxyd**, über die Wirkung desselben auf Zinnstann und Gallia, Stenhouse XXVI, 133. **Notiz über das Verfahren der festsich Körper gegen das braune Brom**, Nw. XXVI, 351.

**Bleisverbindungen**, zur Geschichte derselben, Pelouze XXV, 496.

**Bleisulfid**, über die deckenden Eigenschaften desselben, Höchstetter XXVI, 352. S. a. kohlensaures Blutoxyd.

**Bleisulfidbildung**, Theorie derselben, XXVI, 338. Ueber dieselbe, Höchstetter XXVI, 338.

**Bleisulfid**, Zusammensetzung derselben, Höchstetter XXVI, 344.

**Blut**, Untersuchung des einer am Abdominaltyphus Verstorbenen, Steinberg XXV, 286.

**Blutbildung**, die Ernährung, Blut- und Feilbildung im Thierkörper, Liebig Nw. XXV, 320.

**Blut**, Analyse des Schiesspulvers XXVII, 379.

**Blei**, Bemerkungen über die Bildung von Verbindungen desselben und des Sulfids mit Sulfid und gewissen Metallen, Bunsen XXVII, 423.

**Boraxglas**, Anwendung desselben zur gravimetrischen Analyse, Guis Schaffgotsch XXVI, 380.

**Baucherdet und Sandry's**, Untersuchungen über die Verdauung XXVI, 427 und XXVII, 435.

**Bourson**, eine neue Methode, Jodkorn zu erhalten XXV, 399. 404.  
 - - - - - , um schwefligsaures Kupferoxyd, in schönen Krystallen zu erhalten XXV, 399. Ueber die Zersetzung des Wassers durch das Brom XXV, 400.

**Boyle**, v. Hare.

**Braconnet**, H., Analyse des Wassers der vier Hauptquellen, welche die Fontainen der Stadt Nancy speisen XXVI, 377.

**Braunstein**, Untersuchung des in der Nähe von Giessen vorkommenden, Ettling Nw. XXVII, 319.

**Braunsteinprobe**, neue, Lavois XXVI, 151.

**Brachycymetein**, über denselben, Dumas u. Piria XXVII, 340.

**Brod**, über ein aus künstlichem Mehle bereitetes, Laanaigac XXV, 511.

**Brom**, Verhalten des Camphers zu demselben, Claus XXV, 263.  
 - - - - - , Ueber die Zersetzung des Wassers durch dasselbe, Bourson XXV, 400.

**Bromis**, C., s. Zincken.

**Bromkohlenstoff**, über denselben, Nw. XXV, 127.

**Brommetalle**, über die bromsauren Salze und über die Verbindungen der Brommetalle mit Ammoniak, Rammelsberg XXV, 225.

**Bromodrygonzinsäure**, über dieselbe, Laurant XXVII, 244.

**Bromophenissäure**, über dieselbe, Laurent XXV, 415.

**Bromsäure**, Bereitung derselben, Warrington XXVII, 253.

**Bromsaure Salze**, über dieselben und über die Verbindungen der Brommetalle mit Ammoniak, Rammelsberg XXV, 225.

**Bruecke**, Ernst, Harnsäure im Rindsharne XXV, 254.

**Butter**, über die in derselben enthaltenen Fette und fetten Säuren, - - - - - , Nw. XXVI, 511.

**Bysus mytili**, über die chemischen Bestandtheile desselben, über verschiedene Producte von der Behandlung des Harns mit Salpetersäure und über die Bestandtheile der Reiskleie, Reisschalen und des Reisteines, Scharling Nw. XXV, 127.

## C.

**Calcium**, über die Atomgewichte desselben und des Wasserstoffes, Erdmann und Marchand XXVI, 461.

**Calmusöl**, Zusammensetzung desselben, Nw. XXVI, 320.

**Campher**, über das Verhalten desselben zu den Haloiden, Claus XXV, 267. Verhalten desselben zum Chlor, Claus XXV, 266. Verhalten desselben zum Brom, Claus XXV, 263. Verhalten desselben zum Jod, Claus XXV, 264.

**Camphin**, über dasselbe, Claus XXV, 265 u. 266.

**Camphoramid**, über dasselbe, Laurent XXVII, 314.

**Camphorkrebst**, über dasselbe, Claus XXV, 265 u. 266. Ueber die Identität desselben mit dem Carvacrol, Schwelzer XXVI, 116.

- Campher**, über die Identität des Camphokreosols mit demselben, Schweizer XXVI, 118.
- Cer**, Unterscheidung des Lanthans von demselben, Scheerer XXVII, 79.
- Cerebrinsäure**, über dieselbe, Frémy XXV, 94.
- Cerium**, Beitrag zur Kenntniss desselben, Beringer Nw. XXVI, 511.
- Ceroxydul**, Trennung desselben und des Lanthanoxyduls vom Eisenoxyd, Scheerer XXVII, 78. Trennung desselben vom Lanthanoxydul, Scheerer XXVII, 78.
- Cetin** und **Aethyl**, Analyse derselben, Stenhouse XXVII, 253.
- Chemie**, Beiträge zur pathologischen, Scheerer Nw. XXVI, 511.
- Chemische Einwirkung**, über einige Beispiele von gehemmter, Parnell XXVI, 190.
- Chemische Typen**, über dieselben, Dumas u. Piria XXVII, 521.
- Chevreal**, über die Anwendung des Kautschuks als Verschlussmittel für verschiedene Geräthschaften, um diese vor dem Zutritte der Luft zu schützen XXVI, 85. Ueber die fetten Materien der Wolle XXVII, 57.
- Chlor**, Verhalten des Camphers zu demselben, Claus XXV, 258. Ueber eine neue Verbindung von demselben und Cyan, Starkhütte XXVI, 133. Beobachtung über die Atomgewichte von demselben, dem Silber und Kalium, Marignac XXVI, 304. Ueber das Atomgewicht desselben, Laurent XXVI, 307. Ueber die Verbindungen desselben mit den Basen, Gay-Lussac XXVII, 1. Ueber eine neue Verbindung von demselben und Sauerstoff, Millard XXVII, 343.
- Chlorcalcium**, über das Verhalten des Quecksilberoxyds gegen eine Auflösung desselben, Hochstatter XXVII, 379.
- Chlorcampherarten**, über dieselben, Claus XXV, 259.
- Chlorcamphinarten**, über dieselben, Claus XXV, 372.
- Chloressigsäure**, über dieselbe, Melsens XXVI, 57.
- Chlorisatydas**, über dieselbe, Laurent XXV, 442.
- Chlormagnesium**, Scheidung desselben von Chlorcalcium und Chlorstrontium, Borelius XXV, 358.
- Chlornaphthalise**, über dieselbe, Zinin XXVII, 159.
- Chlorodragonsäure**, über dieselbe, Laurent XXVII, 943.
- Chlorodragonyl**, über dasselbe, Laurent XXV, 125. Ueber dasselbe, Laurent XXVII, 347.
- Chlorophenessäure**, über dieselbe, Laurent XXV, 414.
- Chlorophenessäure**, über dieselbe, Laurent XXV, 419.
- Chlorpalladium**, vergleichende Versuche über dasselbe und salpetersaures Silberoxyd als Reagens auf Jod, Baumann Nw. XXVI, 63.
- Cholepyrrhin**, über dasselbe, Borelius XXVII, 157.
- Cholesterin**, über dasselbe, Frémy XXV, 42.
- Chromsäure**, über dieselbe, Borelius XXVII, 155.
- Choubine**, über das Atomgewicht des Lanthans XXVI, 449.

- Chromoxyd*, analysirt, über ein neues Doppelsalz von demselben und Kali, Croft XXVII, 431.
- Chromoxydsalze*, über die schwefelsauren, Schrötter Nw. XXV, 126.
- Chromsaure Salze*, Notz über einige, Kopp Nw. XXVI, 514.
- Cinchonin*, über dasselbe, Manzing XXVII, 42.
- Cinnamäin*, über dasselbe, Deville XXV, 325.
- Claus, C.*, über das Verhalten des Camphers zu den Haloiden XXV, 257.
- Colophen*, über dasselbe, Claus XXV, 266.
- Concrement*, Analyse eines, Torosiewicz Nw. XXVII, 192.
- Contin*, Zusammensetzung desselben, Ortigosa XXVII, 45.
- Coppell, A.*, neue Beobachtungen über volta'sche Zerlegung des Alkohols XXV, 275. Ueber volta'sche Zersetzung wässriger und alkoholischer Auflösungen XXV, 279.
- Copak*, über denselben, Filhol XXVII, 253.
- Croft, Henry*, über ein neues Doppelsalz von oxalsaurem Chromoxyd und Kali XXVII, 431.
- Carthocyminsäure*, über dieselbe, Persoz XXV, 56.
- Cyan*, über eine neue Verbindung von demselben und Chlor, Steinkaus XXVI, 133. Ueber die Bildung desselben, Erdmann und Marchand XXVI, 407.
- Spithellium*, über die Anwendung desselben in der chemischen Analyse, Haidlen u. Fresenius Nw. XXVII, 316. Ueber Darstellung und Anwendung desselben, Liebig Nw. XXVI, 290.
- Cyanbil*, über dieselbe, eine neue flüchtige Substanz, Kestiguan XXVI, 61.
- Cyanverbindungen*, über die Bildung derselben in den Fröddeten des Blighepprunger Heilofens, Zinchen und Bromels XXV, 343.
- Cyminsäure*, über dieselbe, Versuz XXV, 56.

## D.

- Daguerrotypische Platten*, galvanisches Verfahren, dieselben zu graviren, Gröve XXV, 391.
- Damour*, über das Romein, ein neues an St. Marcel in Piemont gefundenes Mineral XXVI, 54.
- Dampfcalomet*, über Bereitung des fehrvertheilten sogenannten Dampfcalomet; Seubert's Nw. XXVI, 414.
- Dana, S. L.*, Verfahren zur Bestimmung des wahren Indigogehaltes im künstlichen Indigo XXVI, 399.
- Danger und Flandin*, Bericht über die Vergiftung mit Antimon und die Schwierigkeiten, welche seine Anwesenheit bei Arsenikvergiftungen herbeiführen kann XXVI, 446.
- Dendriten*, galvanische, Prews Nw. XXV, 126.
- Desains, s. Prevostaye, s. l.*
- Deville, H.*, chemische Untersuchungen über die Harze XXV, 391.
- Diamant*, über denselben, Pécholat XXV, 474.

- Pichroli**, über die chemische Zusammensetzung desselben, *Nov. XXV, 83.*
- Dimorphie**, über dieselbe, Frankenhelm *XXVI, 202.*
- Dumyka**, Notiz über die Silbererze von Chili und die Beschaffenheit derselben, und über die Minerale von antürlichem Silbererzgebirge in Argentinien in Chili; Beschreibung einer neuen Mineralgattung und deren Behandlung nach amerikanischer Weise *XXVI, 280.*
- Dragonchlorür**, über dasselbe, Laurent *XXVII, 249.*
- Dragonreihe**, über dieselbe, Laurent *XXVII, 262.*
- Dragonäure**, über dieselbe, Laurent *XXV, 164.* Ueber dieselbe, Laurent *XXVII, 233.*
- Dragonylchlorür**, über dasselbe, Laurent *XXV, 165.*
- Dreifach-Eisensulfhydrat**, über dasselbe und über Querselen, ein neues Mineral, Hermann *XXVII, 53.*
- Двѣрзновъ**, kristallographische und chemische Untersuchung des Villarsits *XXVI, 417.*
- Dumas, J.**, über die Zusammensetzung der Luft *XXV, 294.* Ueber die Zusammensetzung des Wassers *XXVI, 448.* — **Dumas u. Piria**, über die chemischen Typen *XXVII, 221.*
- Dapsiquier, Alph.**, Bericht über die Anwendung des Eisens im Marsh'schen Apparate und über den Eisensulfhydrat *XXVI, 194.*
- Dystasin**, über dasselbe, Berzelius *XXVII, 137.*

E.

- Ehleren**, Bericht über eine Arbeit desselben: Untersuchung über die Zusammensetzung und Anwendung der Gase der höchsten *XXVI, 286.* Ueber einige Verbindungen des Urans *XXVII, 235.*
- Ehrenberg**, über die mikroskopische Analyse des Ivader Meteorstein-Begens vom 10. August 1841 und dessen meteorischen terrestrischen Ursprung *XXV, 287.* Ueber die wie Kork aus Wasser schwimmenden Manarsteine der alten Griechen und Römer, deren Nutzen, leichte Neubildung und reichlich vorhandenes Material in Deutschland und Berlin *XXVIII, 179.*
- Ehrenberg, v.**, über Glasstöpsel *XXVI, 289.*
- Eichengerberde**, über das chemische Verhalten derselben und der Gallensäure nach neuen Untersuchungen, Wackenroder *Nw. XXV, 64.*
- Eigenschaften**, über die Veranbestimmung einiger physikalischer bei mehreren Reihen von organischen Verbindungen, Wopff *Nw. XXV, 167.*
- Einfachnitrobenzol**, über dasselbe, Dewille *XXV, 341.*
- Eisen**, Bericht über die Anwendung desselben im Marsh'schen Apparate und über den Eisensulfhydrat, Dapsiquier *XXVI, 194.*
- Eisensulf**, einige Bemerkungen über die Reduktion desselben durch mehrere organische Säuren, Wackenroder *Nw. XXV, 133.* Löslichkeit desselben in salphuricem Ammoniak, Dornbush *XXV, 366.* Trennung der Yttererde von derselben, Schöner

- SEEVER, 76.** Trennung der Beryllerde von Glimmer; **Schöerer XXVII, 76.** Trennung des Ceroxyds und Lanthanoxyds von demselben; **Schöerer XXVII, 56.** Schwefelsäures, Notiz über eine ähnliche Verbindung, die sich durch die Einwirkung des Kalis auf die unvollständige Verbindung von demselben und Alumin bildet; **Erdsaige XXVI, 403.**
- Eisenoxyd-Chinin, schwefelsaures, über dasselbe; WIII XXVII, 46.**  
**Ueber dasselbe, Nw. XXVI, 511.**
- Eisensäure, über die Frage, ob es galvanische Ketten ohne primitive Action gebe, und über die Bildung der Eisensäure auf galvanischem Wege, Poggendorff XXV, 177.**
- Eisenschlacken, über die Krystallisation der glasartigen Silicate und die blaue Färbung der Eisenschlacken, Fournet XXVI, 321.**
- Eisensteinlager, über ein vandytisches am nordwestlichen Harzrande, Bodemann Nw. XXVI, 320.**
- Eisenwasser, über die Bereitung eines sehr wirksamen an Kohlensäure reichen Eisen- und Stahlwassers, Artus XXVI, 495.**
- Eisenwasserstoff, Bericht über die Anwendung des Eisens im Marey'schen Apparate u. s. w. d. Eisenwasserstoff, Dupasquier XXVI, 164.**
- Eisen, mikrochemisch-chemische Analyse desselben, Lehmann und Messerschmidt XXVI, 155.**
- Eiweiss, Notiz über eine neue gefärbte Verbindung, hervorgebracht durch Verbindung von demselben mit Kupferoxydhydrat und den Alkalien, Lassaige XXVI, 176.**
- Elektricität, stehenzehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über dieselbe, Faraday Nw. XXV, 403.**
- Elektro-Nitrogasetz, über einige, Gräve Nw. XXV, 64.**
- Eisner, L., chemische Untersuchung des Moschus artificieles und eines neuen, im westlichen Böhmen aufgefundenen Oeles (Succinat-Napion) XXVI, 97. — Nachträgliche Bemerkung über die blaue und gelbe Färbung der künstlichen Ultramarine XXVI, 106.**
- Erdmann, Otto Linne, Zusammensetzung der Stearins- und Margarinsäure. — Verhalten derselben gegen wasserfreie Phosphorsäure XXV, 497. Verhalten des wein-sauren Silberoxyds gegen wasserfreies Ammoniak XXV, 504. Verhalten des wein-sauren Silberoxyds gegen Chlor XXV, 505. Ueber das Hämatoxytin XXVI, 193. Apparat zur organischen Analyse XXVII, 129. Ueber die Entstehung der Saltriansäure aus Indigo XXVII, 360. — Erdmann und Marchand, über die Bildung des Cyans XXVI, 407. Ueber die Atomgewichte des Wasserstoffes und des Calciums XXVI, 461. Umwandlung der Zimmtsäure in Hippursäure im thierischen Organismus XXVI, 491.**
- Erdmann, Alton von, Leucophaea XXV, 365. Ueber den Praseolith XXV, 369. Ueber den Ematit XXV, 370. Ueber den Mesosit XXV, 371. Ueber den Albit XXV, 376.**
- Erfahrungen, über den Werth einiger chemischer, für die Arbeitweise, Leuchs XXV, 30.**

**Ernährung, die Ernährung, Blut- und Fettbildung im Thierkörper,**  
Liebig Nw. XXVI, 320.

**Erdragenöl, Untersuchungen über dasselbe, Laurent XXV, 192.**

**Esmarkit, über denselben, Erdmann XXV, 300.**

**Eisig, Methode, denselben auf seinen Gehalt zu prüfen, Wagners Nw.  
XXVI, 112.**

F.

**Fellinkure, über dieselbe, Berzelius XXVII, 153.**

**Felsing, J., über galvano-plastische Nachbildung gestochener Kupfer-  
platten XXV, 116.**

**Fenchel, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der ächt-  
lichen Oele von denselben, dem Antz, Stefnanz, römischem Kümmel;  
gewöhnlichem Kümmel und Rainfarren vermittelst des doppelt-  
chromsauren Kalfs bilden, Peroz XXV, 55.**

**Fermentole, über verschiedene, Bley Nw. XXVI, 320.**

**Ferrcyanverbindungen, über einige, Ponselt Nw. XXVI, 511.**

**Fetbildung, die Ernährung, Blut- und Fettbildung im Thierkörper,  
Liebig Nw. XXVI, 320.**

**Feuchtwies, Analyse desselben, Berzelius XXV, 373.**

**Fibria, über die Löslichkeit desselben und des coagulirten Albumins  
in Wasser, Wöhler Nw. XXV, 512.**

**Ficinus, Vorkommen des Vanadins XXVI, 35.**

**Fithel, über den Copal XXVII, 222.**

**Flandin, s. Danger.**

**Flechten, vorläufige Notiz über einige farblosgebende Substanzen  
derselben, Schenk Nw. XXV, 512.**

**Fleury, über das Rhannin XXVI, 326.**

**Fournet, J., über die Krystallisation der glasartigen Silicate und  
die blaue Färbung der Eisenschlacken XXVI, 321.**

**Frankenheim, M. L., über die Verschiedenheit der Form bei iso-  
morphen Krystallen XXVI, 267. Ueber die Anwendung der Kry-  
stallkunde auf die Bestimmung der Mischungsverhältnisse XXVI, 262.**

**Frémy, Edmond, über das Gehirn XXV, 56. Untersuchungen  
über die metallischen Säuren XXVI, 108.**

**Fyfe, A., über die verdampfende Kraft verschiedener Arten von  
Nette XXVI, 196. Ueber die Verbrennung des Anthracits und sei-  
nen Werth als Brennmaterial für Dampfmaschinen und andere Oefen  
XXVI, 224.**

G.

**Gadolinit, erste Fortsetzung der Untersuchungen über denselben, den  
Allanit und damit verwandte Mineralien, Scheerer XXVII, 71.**

**Ueber die stöchiometrische Constitution desselben und der Baryterde,  
Scheerer XXVII, 80.**

**Gallä, über dasselbe, Berzelius XXVII, 122.**



**Gallstein**, Untersuchung derselben durch den Aftensüßgenuß, *Reich* Nw. XXVII, 193.

**Galvete**, Verfahren zur Gewinnung von Galvete und Leim, *Bu-thay* Nw. XXV, 513.

**Gallensäure**, über das chemische Verhalten derselben und der Häm-chengerbsäure nach neuen Untersuchungen, *Wacke* *Krebs* *Xlv.* XXV, 64.

**Galvanische Ketten**, über die Frage, ob es galvanische Ketten ohne primitive Action gebe, und über die Bildung der Eisenkette auf gal-vanischem Wege, *Poggendorff* XXV, 177.

**Galvanographie**, über dieselbe, *Jacobi* XXVII, 210.

**Garrad**, über die Umwandlung der Benzoesäure in Hippursäure im thierischen Organismus XXVII, 356.

**Gase**, über die Ausdehnung derselben durch die Wärme, *Magnus* XXV, 170. Ueber den Ausdehnungscoefficienten derselben, *Regnault* XXV, 298. Ueber die Ausdehnung derselben durch die Wärme, *Regnault* XXVI, 1. Untersuchungen über die Ausdehnung derselben, *Regnault* XXVI, 297. Ueber die Ausdehnung derselben, *Magnus* XXVII, 190.

**Gaultier de Claubry**, über einige Amylverbindungen XXVII, 56.

**Gay-Lussac**, über die Verbindung des Chlors mit den Basen XXVII, 1.

**Gehirn**, über dasselbe, *Frémy* XXV, 20. **Kette** Säuren derselben, *Frémy* XXV, 48.

**Gordy**, über die Analyse der natürlichen oder künstlichen mineralischen Schwefelwasser XXVI, 371.

**Gerhards, Ch.**, über die chemische Classification der organischen Substanzen XXV, 255. Neue Bildungsweise der Baldriansäure XXV, 510. Ueber die Umwandlung des Baldriansäures in Borncampher und in Laurincen-campher XXVII, 121. Untersuchungen über die chemische Classification der organischen Substanzen XXVII, 439.

**Getreidesaure**, über die Zusammensetzung derselben, *Kelke* Nw. XXV, 127.

**Gignard, und Praeger**, chemische Untersuchung des Oeles aus der Leber von *Raja clavata* und *Raja hirt.* XXVI, 329.

**Glasstöpsel**, über dieselben, v. *Ehrenberg* XXVI, 628.

**Gold**, Bericht über das Vorkommen und die Gewinnung desselben in Brasilien, *Pissie* XXVI, 269. Ueber die einfachen und doppelten Cyanverbindungen desselben, *Wamy* Nw. XXVI, 511.

**Goldschwefel**, zur Bereitung desselben, *Artus* XXVII, 391.

**Granit**, über den des Riesengebirges, *Rose* XXVII, 193.

**Grove, W. R.**, galvanisches Verfahren, die daguerrotypischen Platten zu graviren XXV, 291.

## H.

**Hämatin**, über das Verhalten des Camphers zu demselben, *Claus* XXV, 267.

**Haloidsalze**, über die Einwirkung des Wassers auf dieselben und auf

- die äthiopischen Schwefelmetalle, Rose XXVI, 209. Ueber die Art, wie dieselben von Wasser und Alkohol aufgelöst werden, Connell XXV, 297.
- Hämatein*, über dasselbe, Erdmann XXVI, 206 u. 297.
- Hämatoxyl-Ammoniak*, über dasselbe, Erdmann XXVI, 206 u. 290.
- Hämatoxylin*, über dasselbe, Erdmann XXVI, 193. Wirkung des Ammoniaks auf dasselbe, Erdmann XXVI, 205.
- Hare, Clark, und Boyle, Martin, über das überchlorsaure Äthyloxyd XXVI, 129.
- Harn*, über menschlichen, in gesundem und krankhaftem Zustande, Lehmann XXV, 1. Beobachtungen über das chemische Verhalten desselben und über einige Untersuchungsmethoden, Lehmann XXV, 2. Verhalten des normalen bei geregelter Diät, Lehmann XXV, 22. Untersuchungen über denselben, Scharling Nw. XXVI, 512. Untersuchungen üb. den menschlichen Harn, Lehmann XXVII, 257.
- Harnstoff*, Methode zur quantitativen Bestimmung desselben, Lehmann XXV, 8. Verbindung desselben mit Wasserstoffsäuren, Erdmann XXV, 506.
- Harnsäure*, dieselbe im Rindsharn, Bruecke XXV, 354.
- Hartit*, über denselben, eine neue Art Erdharz, Haidinger Nw. XXV, 127.
- Harze*, chemische Untersuchung über dieselben, Deville XXV, 321. Ueber die Constitution derselben, Johnston XXVI, 145.
- Hayes, natürliches Jodnatrium XXV, 374.
- Hearder, Verbrennung im luftverdünnten Raume XXVI, 255.
- Heidenreich, über die Mittel, die Verfälschung der käuflichen Oele zu erkennen XXVI, 429. Bericht über die Arbeit von demselben, im Namen des chemischen Comité der *Société industrielle* zu Mühlhausen, Penot XXVI, 436.
- Hermann, R., Untersuchungen über den Moder XXV, 189. Untersuchung einer kürzlich in Moskau entdeckten Mineralquelle XXV, 206. Ueber die Entstehung und Zusammensetzung des anderthalbkohlensauren Natrons XXVI, 312. Ueb. Dreifach-Eisenoxydhydrat und über Quellerz, ein neues Mineral XXVII, 53. Untersuchungen über die Fäulnis des Holzes XXVII, 165.
- Hess, H., thermochemische Untersuchungen XXVII, 99.
- Hippursäure*, Umwandlung der Zimmtsäure in dieselbe im thierischen Organismus, Erdmann und Marchand XXVI, 494. Ueber die Umwandlung der Benzoesäure in dieselbe im thierischen Organismus, Garrod XXVII, 356.
- Hochstetter, C., Untersuchung einiger vulcanischen Quellsätze von den azorischen Inseln XXV, 375. Ueb. Bleiweisbildung XXVI, 333. Ueber das Verhalten des Quecksilberoxyds gegen eine Auflösung von Chlorcalcium XXVII, 373. Ueb. d. Zusammensetzung einiger Mineralien XXVII, 375.
- Holofen*, Anwendung der Gase desselben als Brennmaterial XXVI, 243.
- Holöfen*, Bericht über eine Arbeit des Hrn. Esbelen: Untersuchungs-Journ. f. prakt. Chemie. XXVII. 8.

- gen über die Zusammensetzung und Anwendung der Gase derselben XXVI, 236. Theorie derselben XXVI, 242.
- Holz*, Untersuchungen über die Fäulniß desselben, Hermann XXVII, 165.
- Holzfasern*, über Schleiden's vermeintliche Verwändlung derselben in Amylon, Liebig Nw. XXVI, 512.
- Holzhumusbildung*, Theorie derselben, Hermann XXVII, 172.
- Hornblendegestein*, über ein leicht schmelzbares flussbeförderndes aus der Gegend von Grossdorfhain unweit Tharand', Lampadius XXVI, 354.
- Hüene*, v., üb. die künstlich gebildeten Spiegeleisen, durch einen Zusatz von Schwefel zu grauem Roheisen XXVI, 308.
- Humboldtit*, über die Zusammensetzung desselben, Rammelsberg Nw. XXV, 126.
- Humus*, über den in der Ackererde enthaltenen, Hermann XXVII, 174. Ueber den in dem Torfe und den Braunkohlen enthaltenen, Hermann XXVII, 176.
- Humusfäulniß*, über dieselbe, Hermann XXVII, 165.
- Humusquellsäure*, über dieselbe, Hermann XXV, 191.
- Hunt, R.*, über die Einwirkung von Kaliumeisencyanür auf Jodsilber, welche ein sehr empfindliches photographisches Präparat liefert XXVI, 168.
- Hüttenproducte*, Resultate der chemischen Untersuchung mehrerer sächsischer, Kersten XXV, 96.
- Hydrindin*, über dasselbe, Laurent XXV, 449.

## I.

- Jacobi*, üb. die Galvanographie XXVII, 210.
- Jacquelain*, Berichtigung der Proportionalzahl des Zinks XXVI, 266. Reinigung der Schwefelsäure mit einem Atom Wasser zu genauen Analysen und gerichtlich - medicinischen Untersuchungen XXVI, 279.
- Achthgocholin*, über dasselbe, Berzelius XXVII, 163.
- Imabenzyl*, über dasselbe, Laurent XXVII, 312.
- Imabromisatin*, über dasselbe, Laurent XXV, 468.
- Imachlorisatin*, über dasselbe, Laurent XXV, 466. Ueber dasselbe, Laurent XXV, 467.
- Imasatin*, über dasselbe, Laurent XXV, 458 u. XXV, 457.
- Imasatinsäure*, über dieselbe, Laurent XXV, 462.
- Indigblau*, über dasselbe, Laurent XXV, 433.
- Indigo*, Untersuchungen über denselben, Laurent XXV, 430. Ueber einige neue Verbindungen aus der Reihe desselben, Laurent XXVI, 123. Ueber die Entstehung der Baldriansäure aus demselben, Erdmann XXVII, 258.
- Indigogehalt*, Verfahren zur Bestimmung des wahren im käuflichen Indigo, Dana XXVI, 398.

- Indigprobe*, über dieselbe, Schlumberger XXVI, 217.
- Indigsäure*, über dieselbe und ihren Zusammenhang mit dem Salicin, Marchand XXVI, 335.
- Indigverbindungen*, über dieselben, Berzelius XXVI, 119.
- Indin*, über dasselbe, Laurent XXV, 445.
- Indinsäure*, über dieselbe, Laurent XXV, 448.
- Inulin*, über die Zusammensetzung desselben, Parnell XXVI, 140.
- Jod*, Verhalten des Camphers zu demselben, Claus XXV, 264.
- Jodkathum*, über die verschiedenen Methoden der Bereitung desselben, Preisschrift von Capaun, Nr. XXVII, 128.
- Jodnatrium*, natürliches, Hayes XXV, 374.
- Jodsäure*, eine neue Methode, dieselbe zu erhalten, Boursow XXV, 399.
- Jodsilber*, über die Einwirkung von Kaliumeiscyanaür auf dasselbe, welche ein sehr empfindliches photographisches Präparat liefert, Hauff XXVI, 182.
- Jodverbindungen*, Nachweisung derselben in Flüssigkeiten mit Anwendung der galvanischen Säule, Steinberg XXV, 397.
- Jodzink*, über basisches, Müller XXVI, 441.
- Johnston, Jacob F. W., üb. die Constitution der Harze XXVI, 146.
- Isatan*, über dasselbe, Laurent XXVI, 125.
- Isatin*, über dasselbe, Laurent XXV, 434.
- Isatinsäure*, über dieselbe, Laurent XXV, 435.
- Isatyd*, über dasselbe, Laurent XXV, 436.

## K.

- Kakodylreihe*, Untersuchungen über dieselbe, Bunsen Nr. XXVI, 511.
- Kali*, Wirkung desselben auf das Isatyd und das Sulfasatyd, Laurent XXV, 444. Einfache Darstellungsweise von chemisch reinem Kali und Natron, Schubert XXVI, 117. Notiz über eine neue Verbindung, die sich durch Einwirkung desselben auf die unlösliche Verbindung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Albumin bildet, Lassaigue XXVI, 408. *Aetherweinsaures*, über dasselbe, Dumas u. Piria XXVII, 330. *Chlorsaures*, über Bereitung desselben, Graham Nr. XXVI, 320. *Indigsaures*, über dasselbe, Marchand XXVI, 390. *Isatoschwefligsaures*, über dasselbe XXVI, 125. *Methylenweinsaures*, über dasselbe, Dumas und Piria XXVII, 338. *Neutrales weinsteinsaures*, üb. dasselbe, Dumas u. Piria XXVII, 332. *Nitrophenessaures*, über dasselbe, Laurent XXV, 421. *Pirinsaures*, über dasselbe, Laurent XXV, 427.
- Kali-Ammoniak*, krystallisiertes weinsaures, über dasselbe, Dumas und Piria XXVII, 337.
- Kali-Chromoxyd*, schwefelsaures, über die in Wasser schwer löslichen und unlöslichen Modificationen desselben, Hertwig Nr. XXVI, 513.
- Kalihydrat*, über die Einwirkung von demselben auf Hydrobenzamid bei höherer Temperatur, Rochleder Nr. XXV, 127.

- Kali-Thonerde, schwefelsaure, Verhältnisse, in welchen dieselbe sich mit Wasser verbinden kann, Hertwig Nw. XXVI, 63.**
- Kalium, Beobachtung über die Atomgewichte von demselben, dem Chlor und Silber, Marignac XXVI, 304.**
- Kaliumeisencyanür, über die Einwirkung von demselben auf Jod Silber, welche ein sehr empfindliches photographisches Präparat liefert, Hunt XXVI, 189.**
- Kalk, s. Stroöman. Adipinsaurer, über denselben, Laurent XXVII, 314. Krytallisirter weinsaurer, über denselben, Dumas und Piria XXVII, 337.**
- Kalkstein, Untersuchung zweier Abänderungen hydraulischen Kalksteines aus der Nähe von Colchester (Essex) in England, Kersten XXV, 317.**
- Kalksteine, über das Ausblühen der Mauern oder Verwittern der Wände an Gebäuden und den Gehalt alkalischer Salze in den Kalksteinen jüngerer Formation, Vogel XXV, 290. Alkaligehalt derselben, Nw. XXV, 127.**
- Kane, über basisch-schwefelsaures Quecksilberoxyd XXVII, 319.**
- Kautschuk, über die Anwendung desselben als Verschlussmittel für verschiedene Geräthschaften, um diese vor dem Zutritte der Luft zu schützen, Chevreul XXVI, 35.**
- Kersten, C. M., Resultate der chemischen Untersuchung mehrerer sächsischer Hüttenproducte XXV, 96. Untersuchungen zweier Abänderungen hydraulischen Kalksteines aus der Nähe von Colchester (Essex) in England XXV, 317.**
- Kieselerde, geschmolzene Verbindung von derselben und Kohle, Prater XXVII, 318.**
- Kieselsäure, über den Ursprung der in den Mineralwässern von Island enthaltenen, Robert XXV, 377.**
- Knochen, über die chemische Zusammensetzung derselben, Marchand XXVII, 63. Ueber die Bestandtheile derselben in einigen Krankheiten, Nasse XXVII, 274.**
- Kobalt, Scheidung desselben und des Nickels von Mangan, Ullgren XXV, 362.**
- Kobaltoxyd, nitrophenssaurer, über dasselbe, Laurent XXV, 423.**
- Kockelskörner, chemische Untersuchung derselben, Francis Nw. XXVI, 312.**
- Kohle, über die Anwendung derselben zur volta'schen Batterie, Bunsen Nw. XXV, 512. Ueber die verdampfende Kraft verschiedener Arten von derselben, Pyfe XXVI, 193. Geschmolzene Verbindung von derselben und Kieselerde, Prater XXVII, 318.**
- Kohlensäure, Aequivalent derselben, Gerhardt XXVII, 449.**
- Kohlenstoff, über die spec. Wärme desselben in seinen verschiedenen Zuständen, de la Rive und Marcet Nw. XXV, 64.**
- Krystalle, über die Verschiedenheit der Form bei isomorphen, Frankenheim XXVI, 257.**

- Krystallkunde*, über die Anwendung derselben auf die Bestimmung der Mischungsgewichte, Frankenheim XXVI, 263.
- Krystallvorkommnisse*, die Nichtigkeit der atomistischen Argumentation in Beziehung auf dieselben, Suekow XXV, 94.
- Kupfer*, Zusammenrückbarkeit desselben, Marchand u. Scherer XXVII, 193. Neue Methode zur quantitativen Bestimmung desselben, Levol XXVI, 318. *Krystallisirtes weinsaures*, über dasselbe, Dumas u. Piria XXVII, 339.
- Kupferarsenikprobe*, über dieselbe, Reinsch Nw. XXVII, 193.
- Kupfermanganerz*, über dasselbe, schwarzes Erzkobalt und Pottellian als Glieder einer besondern Gruppe von Mineralien, Rammeisberg Nw. XXV, 512.
- Kupferoxyd, nitrophenessaures*, über dasselbe, Laurent XXV, 433. *Schwefligsaures*, Mittel, um dasselbe in schönen Krystallen zu erhalten, Bourson XXV, 399.
- Kupferoxydhydrat*, Notiz über eine neue gefärbte Verbindung, hervorgebracht durch Verbindung von Eiweiss mit demselben und den Alkalien, Lassaigue XXVI, 176.
- Kupferplatten*, über galvano-plastische Nachbildung gestochener, Feilung XXV, 116.
- Kümmel*, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der ätherischen Oele von römischen und gemeinem, von Anis, Sternanis, Fenchel, Zimmt und Rainfarren vermittelt des doppelt-chromsauren Kali's bilden, Persoz XXV, 35.

## L.

- Lampadius, W. A.*, über ein leicht schmelzbares flussbeförderndes Horstendgestein aus der Gegend von Grossdorfkahn unweit Thürand XXVI, 354.
- Lanthan*, über das Atomgewicht desselben, Chevalier XXVI, 413. Unterscheidung desselben vom Cer, Scherer XXVII, 70.
- Lanthanoxydul*, Trennung desselben vom Ceroxydul, Scherer XXVII, 78. Trennung desselben und des Ceroxyduls vom Eisenoxyd, Scherer XXVII, 78.
- Lassaigue*, über ein aus künstlichem Mehle bereitetes Brod XXV, 511. Notiz über eine neue gefärbte Verbindung, hervorgebracht durch Verbindung von Eiweiss mit Kupferoxydhydrat und den Alkalien XXVI, 176. Notiz über eine lösliche Verbindung, die sich durch Einwirkung des Kali's auf die unlösliche Verbindung von schwefelsaurem Eisenoxyd u. Albumin bildet XXVI, 403.
- Laurent, Aug.*, Untersuchungen über das Esdragonöl XXV, 194. Ueber das Phenyl und die von ihm abgeleiteten Verbindungen XXV, 401. Untersuchungen über den Indigo XXV, 400. Ueber einige neue Verbindungen aus der Reihe des Indigo XXVI, 188. Ueber das Atomgewicht des Chlors XXVI, 307. Ueber neue Chlorverbindungen des Naphthalens und über Isomorphismus und Isomerte dieser

- Reihe XXVII, 29.** Ueber die Dragoncehe. XXVII, 292. Ueber verschiedene Verbindungen, das Azocianamylhydrür, Imabenzyl u. s. w. XXVII, 309.
- Laurin**, über dasselbe und das feste Fett der Lorbeern, Marsson Nw. XXVI, 390.
- Lebensprocess**, der, im Thiere und die Atmosphäre, Liebig Nw. XXV, 512.
- Leblanc**, Untersuchungen über die Zusammensetzung der eingeschlossenen Luft XXVII, 215.
- Legirung**, eine zur Anfertigung von typographischen Lettern XXVI, 319.
- Lehmans, C. G.**, über menschlichen Harn in gesundem und krankhaftem Zustande XXV, 1. Untersuchungen über den menschlichen Harn XXVII, 257. Ueber die Verdauung XXVII, 460. — **Lehmans** u. Messerschmidt, mikroskopisch-chemische Analyse des Eiters XXVI, 155.
- Leim**, über die Oxydationsprodukte desselben, Persoz XXVI, 53.
- Leuchs, Joh. Carl**, über den Werth einiger chemischen Erfahrungen für die Arzneiwissenschaft; XXV, 60.
- Leuchtgas**, über die Zusammensetzung desjenigen, welches durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Alkohol erzeugt wird, Vogel jun. XXV, 300.
- Leucophan**, über dasselbe, Erdmann XXV, 365.
- Levol, Ar.** Neup-Braunsteinprobe XXVI, 151. Neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Kupfers XXVI, 318.
- Lewy**, über die Zusammensetzung des Paraffins XXVII, 360.
- Licht**, einige Bemerkungen über das unsichtbare, Moser Nw. XXVII, 319.
- Liebig und Wöhler**, vorläufige Notiz über einen aus dem Narcotischen (Opium) entstehenden neuen organischen Körper, Opiansäure XXVII, 97.
- Lithiz**, über dasselbe, Meillet XXVI, 316.
- Lipinsäure**, über dieselbe, Laurent XXVII, 316.
- Lithion, kohlensaures**, über die Darstellung desselben, Wittstein Nw. XXVII, 390.
- Lithofellinsäure**, über dieselbe, nebst Bemerkungen über die Schmelzpunkte einiger Körper im krystallisirten und amorphen Zustande, Wöhler XXV, 50. Ueber dieselbe, Heumann Nw. XXVI, 320.
- Löngchamp**, über den Gebrauch alkalischer Mineralwasser, mit Rücksicht auf Steinleiden XXVI, 421. Ueber die Zusammensetzung der Phosphorsäure und ihrer Verbindungen XXVII, 46.
- Lorbeern**, über das feste Fett derselben und das Laurin, Marsson Nw. XXVI, 320.
- Lorbeer-Terpentin**, über denselben, Steinhause XXVII, 254.
- Luft**, Zusammensetzung derselben in Etern, Nw. XXV, 127. Ueber die Zusammensetzung derselben, Dumas XXVI, 294. Zusammensetzung derselben, Stas XXVI, 397. Untersuchungen über die Zusammensetzung der eingeschlossenen, Leblanc XXVII, 215.

*Luft-Thermometer*, von der Vergleichung desselben mit dem Quecksilber-Thermometer, Regnault XXVI, 299.

## M.

*Magnetkies*, nickelhaltiger, Berzelius XXV, 379.

Magnus, G., über die Ausdehnung der Gase durch die Wärme XXV, 170. Ueber die Ausdehnung der Gase XXVII, 190.

Malaguti, über die Zusammensetzung des phosphorsauren Natrons XXVII, 51.

*Mangan*, Unterscheidung von demselben und Zink in Flüssigkeiten, welche Ammoniaksalze enthalten, Otto Nw. XXVI, 512.

Manzini, über das Cinchovin XXVII, 42.

Marcel di Serres, über das Tripoleönn XXVI, 57.

Marcet, F., über den Siedepunct des Wassers in Gefäßen von verschiedener Natur XXVII, 228.

Marchand, R. F., Kältemischung aus Schnee und Weingeist XXV, 258. Ueber die Temperatur, bei welcher heisse Körper, in Flüssigkeiten getaucht, zwischen XXV, 391. Ueber den Schmelzpunkt des Schwefels XXV, 395. Ueber die Indigsäure und ihren Zusammenhang mit dem Salicin XXVI, 385. Ueber die Einwirkung der glühenden Metalle auf das übildende Gas XXVI, 478. Krystallisiertes Rose'sches Metall XXVI, 510. Ueber die chemische Zusammensetzung der Knochen XXVII, 83. -- Marchand u. Schoerer, Th., Untersuchungen über einige Gegenstände aus dem Gebiete der Atomentheorie XXVII, 103. S. a. Erdmann.

*Margarinsäure*, Zusammensetzung derselben und der Stearinsäure. Verhalten derselben gegen wasserfreie Phosphorsäure, Erdmann XXV, 497.

Marignac, Beobachtung über die Atengewichte von Chlor, Silber und Kalium XXVI, 304.

Marsh, Unterscheidung von Arsenik und Antimon XXVI, 319.

*Marsh'sches Verfahren*, Bericht über mehrere Abhandlungen im Betreff der Anwendung desselben bei den Untersuchungen der gerichtlichen Medicin, Regnault XXV, 305.

*Mauersteine*, über die wie Kork auf Wasser schwimmenden der alten Griechen und Römer, deren Nutzen, leichte Nachbildung und reichlich vorhandenes Material in Deutschland und Berlin, Ehrenberg XXVII, 178.

*Mehl*, über das fossile der Chinesen, Payen XXVI, 42.

Meillet, über das Lilacin XXVI, 316.

Meissner, W., über Arsenik- u. Antimonwasserstoffgas XXV, 243.

*Melaphyr*, chemische Untersuchung eines aus Franken und einiger Formen des Muschelkalkes und des bunten Sandsteines, v. Bibra XXVI, 8.

Melzens, L. H. F., über die Chloroessigsäure XXVI, 57.

*Mennyanth*, üb. dasselbe, die bittere Substanz des Ritterkloes, Brandes Nw. XXVI, 320.



- Metall**, krystallisirtes Rose'sches, Marchand XXVI, 510.
- Metalle**, über die Zusammendrückbarkeit derselben, Marchand und Scheerer XXVII, 193. Vorläufige Notiz über eine neue Methode, dieselben aus ihren Auflösungen als Schwefelmetalle abzuscheiden und von einander zu trennen, Himiy Nw. XXVII, 319.
- Metazinnsäure**, über dieselbe, Frémy XXVI, 119.
- Meteorstein** von Tennessee, Troost XXV, 374.
- Meteorsteine**, neue, Longuevan XXV, 101. Analyse der von Ivan, Redtenbacher Nw. XXVI, 320.
- Meteorstein-Regen**, über die mikroskopische Analyse des Ivaner vom 10. August 1841 und dessen nachweislichen terrestrischen Ursprung, Ehrenberg XXV, 237. Nachträgliches in Betreff des angeblichen von Ivan, Nw. XXV, 512.
- Methylen- und Traubensäure**, über dieselbe, Dumas u. Piria XXVII, 339.
- Methylenweinsäure**, über dieselbe, Dumas u. Piria XXVII, 336.
- Milch**, über die fette Substanz in derselben, die Veränderungen, welche sie erleidet, und die Rolle, welche sie in der Ernährung spielt, Romanet XXVI, 315.
- Milchsäure**, Methode, um den ganzen Gehalt eines Harns an freier und gebundener Milchsäure zu bestimmen, Lehmann XXV, 15.
- Millon**, über eine neue Verbindung von Chlor und Sauerstoff XXVII, 363.
- Mineral**, Untersuchung eines neuen u. s. w., Setterberg Nw. XXVI, 390.
- Mineralien**, über einige neue schwedische, Svanberg Nw. XXV, 107. Untersuchung einiger, angestellt im Laboratorio des Prof. H. Rose, Nw. XXVI, 63. Untersuchung über die Zusammensetzung einiger, Hochstetter XXVII, 375.
- Mineralquelle**, Untersuchung einer kürzlich in Moskau entdeckten, Hermann XXV, 206.
- Mineralwasser**, über den Gebrauch alkalischer, mit Rücksicht auf Steinleiden, Longchamp XXVI, 491. Analyse des von Geilnau, Liebig Nw. XXVI, 511. Analyse des jodhaltigen von Hall in Oberösterreich, Buchner jun. Nw. XXVII, 320.
- Möder**, Untersuchungen über denselben, Hermann XXV, 169.
- Mosandrit**, über denselben, Erdmann XXV, 371.
- Moschus artificialis**, chemische Untersuchung desselben und eines neuen, im rectificirten Bernsteinöl aufgefundenen Oeles (Succia-Eupion), Elsner XXVI, 97.
- Müller, Wilh.**, über basisches Jodzink XXVI, 441.
- Muschelkalk**, chemische Untersuchung einiger Formen desselben, des bunten Sandsteines u. eines Melaphyrs aus Franken, v. Bibra XXVI, 8.

## N.

- Naphtalidam**, über dasselbe, Zinin XXVII, 141. **Oxalsäures**, über dasselbe, Zinin XXVII, 147. **Salzsäures**, über dasselbe, Zinin XXVII, 147.

**Naphthalin**, Einwirkung desselben auf fette Körper; Asparamid im Hundekrübensaft, salpetersaures Ammoniak im Wollkraut (*Verbascum Thapsus*) Rossignol XXVI, 493. Ueber neue Chlorverbindungen desselben und über Isomorphismus und Isomerie dieser Reihe, Laurent XXVII, 29.

**Naphthalinsäure**, über dieselbe, Marignac Nw. XXVI, 511.

**Narcotin**, vorläufige Notiz über einen aus demselben (Opian) entstehenden neuen organischen Körper, Opiansäure, Liebig und Wöhler XXVII, 97.

**Nasse, H.**, über die Bestandtheile der Knochen in einigen Krankheiten XXVII, 274.

**Nativelle, A.**, Darstellung der Ueberchlorsäure aus dem überchlorsauren Kali XXVI, 405.

**Natron**, einfache Darstellungsweise von chemisch reinem Kali und Natron, Schubert XXVI, 117. *Anderthalb-kohlensaures*, über die Entstehung und Zusammensetzung desselben, Hermann XXVI, 312.

*Nitrophenessaures*, über dasselbe, Laurent XXV, 421. *Phosphorsaures*, über die Zusammensetzung desselben, Malaguti XXVII, 51. *Unterschwefligsaures*, über den Nicht-Isomorphismus desselben und des schwefelsauren Natrons, de la Provostaye XXVI, 55.

*Zweifach-weinsaures*, über dasselbe, Dumas und Piria XXVII, 334. *Neutrales weinsaures*, über dasselbe, Dumas und Piria XXVII, 334.

**Natron-Brechweinstein**, fib. denselben, Dumas u. Piria XXVII, 344.

**Neubrunnen**, chemische Untersuchung des Neubrunnens zu Homburg vor der Höhe, Liebig Nw. XXVI, 511.

**Nicotin**, über die Zusammensetzung desselben und einiger seiner Verbindungen, Ortigosa Nw. XXV, 127. Notiz über dasselbe oder das Alkali des Tabaks, Barral XXVI, 49.

**Nickel**, Scheidung desselben und des Kobalts von Mangan, Uilgren XXV, 362.

**Nitrindin**, über dasselbe, Laurent XXV, 452.

*Nitrobromodragonesinsäure*, über dieselbe, Laurent XXVII, 245.

*Nitrochlorodragonesinsäure*, über dieselbe, Laurent XXVII, 246.

*Nitrodragonasinsäure*, fib. dieselbe, Laurent XXV, 124 u. XXVII, 239.

*Nitrodragonasinsäure Salze*, über dieselben, Laurent XXVII, 240.

*Nitrodragonesinsäure*, fib. dieselbe, Laurent XXV, 124 u. XXVII, 241.

*Nitrolinbildung*, Theorie derselben, Hermann XXVII, 171.

*Nitrophenessäure*, über dieselbe, Laurent XXV, 416.

*Nitrophenessäure Salze*, über dieselben, Laurent XXV, 420.

*Nitrophentssäure* (Pikrinsäure), über dieselbe, Laurent XXV, 424.

## O.

**Ochsengalle**, fib. die Analyse derselben, Berzelius Nw. XXVII, 319.

**Oelbündendes Gas**, über die Einwirkung der glühenden Metalle auf dasselbe, Marchand XXVI, 478.

- Oela*, über die Mittel, die Verfälschung der künstlichen zu erkennen, Heidenreich XXVI, 429.
- Olein*, über das des Gehirns, Frémy XXV, 41.
- Oleophosphorsäure*, über dieselbe, Frémy XXV, 38.
- Ononin*, über dasselbe, Reinsch Nw. XXVII, 320.
- Ononis spinosa*, chemische Untersuchung der Wurzel von derselben, Reinsch Nw. XXVI, 320.
- Opiansäure*, vorläufige Notiz über einen aus dem Narcotin (Oplan) entstehenden neuen organischen Körper, Opiansäure, Liebig und Wöhler XXVII, 97.
- Organische Basen*, Untersuchungen über dieselben, Gerhardt Nw. XXVI, 512. Beschreibung einiger neuen, dargestellt durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf Verbindungen der Kohlenwasserstoffe mit Untersalpetersäure, Zinin XXVII, 140.
- Organische Substanzen*, über die chemische Classification derselben, Gerhardt XXV, 255. Mittheilungen über verschiedene, Simon Nw. XXVI, 63. Untersuchungen über die chemische Classification derselben, Gerhardt XXVII, 439.
- Ortigosa*, V., Zusammensetzung des Coniins XXVII, 45.
- Oxalsaure Salze*, neue krystallographische Untersuchungen über dieselben, de la Provostaye XXVI, 318.
- Oxamethan*, über den Isomorphismus desselben und des Oxamethylans, de la Provostaye XXVI, 425.
- Oxamethylan*, üb. den Isomorphismus desselben und des Oxamethans, de la Provostaye XXVI, 425.
- Oxaminsäure*, über dieselbe, Balard XXV, 86.
- Oxykrensäure*, über dieselbe, Hermann XXV, 202.

## P.

- Paraffin*, über die Zusammensetzung desselben, Lewy XXVII, 360.
- Parnell*, E. A., üb. die Zusammensetzung des Inulins XXVI, 140.  
Ueb. einige Beispiele von gehemmter chem. Einwirkung XXVI, 190.
- Payen*, über das fossile Mehl der Chinesen XXVI, 42.
- Pelouze*, J., zur Geschichte der Bleiverbindungen XXV, 496.
- Penot*, Bericht über die Arbeit von Heidenreich, im Namen des chem. Comité der *Société industrielle* zu Mülhhausen XXVI, 436.
- Persoz*, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der flüchtigen Oele von Anis, Sternanis, Fenchel, römischem Kümmel, gemeinem Kümmel, Zimmt und Rainfarren vermittelst des doppelt-chromsauren Kali's bilden XXV, 55. Ueber die Oxydationsproducte des Leims XXVI, 53.
- Petzholdt*, über den Diamant XXV, 474.
- Pflanzen*, über die Ernährung derselben, Saussure Nw. XXVI, 512.
- Phenyl*, über dasselbe und die von ihm abgeleiteten Verbindungen, Laurent XXV, 401.

- Phenylhydrat**, über dasselbe, Laurent XXV, 404. Verbindungen desselben mit den Basen, Laurent XXV, 407.
- Phosphor**, über die Einwirkung desselben auf Aceton, Zeise Nw. XXVII, 319.
- Phosphorsäure**, über die Zusammensetzung derselben und ihrer Verbindungen, Longchamp XXVII, 46.
- Phosphorverbindungen**, vorläufige Notiz über einige neue organische, Zeise Nw. XXV, 127. Bemerkungen über einige neue organische, Zeise XXVI, 79. Ueber die organischen, Zeise XXVI, 179.
- Physikalische Eigenschaften**, über die Vorausbestimmung einiger bei mehreren Reihen organischer Verbindungen, Kopp Nw. XXV, 512.
- Pikrinsäure**, s. Nitrophenissäure.
- Platin**, über dasselbe XXV, 129.
- Pissis, A.**, Bericht über das Vorkommen und die Gewinnung des Goldes in Brasilien XXVI, 369.
- Plakodin**, ein neuer Kies, Breithaupt Nw. XXV, 126.
- Platinorydul-Doppelsatz**, über ein neues, Litton und Schneidermann Nw. XXVI, 512.
- Platinsatz**, neues, Nw. XXVI, 511.
- Platinverbindung**, neue, Rogers und Boyé XXVI, 150. Ueber eine neue, Knop Nw. XXVII, 319.
- Poggendorff**, über die Frage, ob es galvanische Ketten ohne primitive Action gebe, und über die Bildung der Eisensäure auf galvanischem Wege XXV, 177 und 183.
- Polyargit**, über dasselbe XXV, 123.
- Porcellangeräthe**, zu chemischem und pharmaceutischem Gebrauche zu haben XXVII, 127.
- Præcolith**, über denselben, Erdmann XXV, 369.
- Prater**, geschmolzene Verbindung von Kieselerde u. Kohle XXVII, 318.
- Preisaufgaben der Société hollandaise des sciences à Harlem** für das Jahr 1842, XXVII, 63.
- Preisser**, s. Girardin.
- Provostaye, de la**, über den Nicht-Isomorphismus des unterschwefligsauren und des schwefelsauren Natrons XXVI, 55. Neue kristallographische Untersuchungen über die oxalsaurigen Salze XXVI, 318. Ueber den Isomorphismus des Oxamethans und des Oxamethylans XXVI, 425. — De la Provostaye u. Desains, Bericht über einige Producte der gegenseitigen Einwirkung von Aethyl und Schwefelkohlenstoff XXVII, 378.
- Puzziolanerden**, Notiz über dieselben, Vicat XXVI, 418.

## Q.

- Quecksilberchlorür**, Einwirkung des Wasserdampfes auf dasselbe, Righini XXVI, 416.
- Quecksilberoxyd**, über das Verhalten desselben gegen eine Auflösung von Chlorcalcium, Höchstetter XXV, 373. **Hasiack-schwefel-**

- sourre*, über dasselbe, Kane XXVII, 319. *Subpeterssaurer*, als Scheidungsmittel, Berzelius XXV, 350.
- Quecksilber-Thermometer*, von der Vergeltung des Luft-Thermometers mit demselben, Regnault XXVI, 299.
- Quellenabsätze*, Untersuchung einiger vulcanischen von den azorischen Inseln, Hoochstetter XXV, 373.
- Quellerz*, über dasselbe, ein neues Mineral, und über Dreifach-Eisenoxydhydrat, Hermann XXVII, 53.
- Quellsäuregehalt*, über den verschiedener Substanzen, Fürst zu Salm-Horstmar Nw. XXV, 127.
- Quellsäuren*, über dieselben, Hermann XXV, 199. Ueber die im Tschornasem enthaltenen, Hermann XXV, 200.
- Quitten*, Ursache des Geruches derselben, Wöhler Nw. XXV, 512.

## R.

- Rackoczi zu Kissingen*, Zusammensetzung desselben, Nw. XXV, 127.
- Radicale*, Bemerkungen üb. die organischen, Schiel Nw. XXVII, 319.
- Radix Lapathi*, Untersuchung von derselben, Hiegel Nw. XXVI, 63.
- Rainfarren*, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der flüchtigen Oele von demselben, von Anis, Sternanis, Fenchel, römischen Kümmel, gemeinem Kümmel und Zimmt vermittelt des doppelt-chromsaurer Kalis bilden, Persoz XXV, 55.
- Raja batis*, chemische Untersuchung des Oeles aus der Leber von derselben und von *Raja clavata*, Girardin und Preisser XXVI, 399.
- Raja clavata*, chemische Untersuchung des Oeles aus der Leber von derselben u. von *Raja batis*, Girardin u. Preisser XXVI, 399.
- Rammelsberg*, über die bromsauren Salze und über die Verbindungen der Brommetalle mit Ammoniak XXV, 225.
- Ranula*, nochmalige Untersuchung der Flüssigkeit derselben, Gmelin Nw. XXVI, 320.
- Regenwasser*, das Regen- und Schneewasser in Hinterpommern, chemisch untersucht, Bertels XXVI, 89.
- Regnault, V.*, Untersuchungen über die spec. Wärme der einfachen und zusammengesetzten Körper XXV, 120. Ueber den Ausdehnungscoefficienten der Gase XXV, 298. Bericht über mehrere Abhandlungen in Betreff der Anwendung des Marsh'schen Verfahrens bei den Untersuchungen der gerichtlichen Medicin XXV, 305. Ueber die Ausdehnung der Gase durch die Wärme XXVI, 1. Untersuchungen über die Ausdehnung der Gase XXVI, 287.
- Reinsch, H.*, üb. bleifreie Töpfergläser XXV, 106. Künstliches Bittersalz aus Serpentin XXV, 109.
- Reiset*, über das Verfahren von Varrentrapp und Will, den Stickstoff in den organischen Verbindungen zu bestimmen, und über einige neue Umstände der Ammoniakbildung XXVI, 84.
- Rhamnin*, über dasselbe, Fleury XXVI, 220.

- Bighini, J.**, Einwirkung des Wasserdampfes auf Quecksilberchlorür XXVI, 416.
- Robert, Eugen**, über den Ursprung der in den Mineralwässern von Island enthaltenen Kieselsäure XXV, 377.
- Rogers und Boyé**, neue Platinverbindung XXVI, 150.
- Rohrzucker**, über des Verhalten desselben, des Stärkezuckers, Milchsuckers u. Mannazuckers zu Kalk, Natron, Kalk u. Baryt, Brendecke Nw. XXV, 512. Ueb. d. Verbindung desselben mit d. Basen, Soubeiran XXVI, 498. Veränderung desselben unter d. Einflusse der Wärme, des Wassers und der Luft, Soubeiran XXVII, 286. Veränderung desselben unter dem blossen Einflusse der Luft und des Wassers, Soubeiran XXVII, 289.
- Romanet**, über die fette Substanz in der Milch, die Veränderungen, welche sie erleidet, und die Rolle, welche sie in der Ernährung spielt XXVI, 315.
- Romein**, über dasselbe, ein neues, zu St. Marcel in Piemont gefundenes Mineral, Damour XXVI, 58.
- Rose, G.**, üb. den Granit des Riesengebirges XXVII, 189.
- Rose, H.**, über die Einwirkung des Wassers auf die Schwefelverbindungen der alkalischen Erden XXVI, 65. Ueber die Einwirkung des Wassers auf die alkalischen Schwefelmetalle und auf die Haloidsalze XXVI, 228.
- Rosellan**, über dasselbe XXV, 122.
- Rosit**, derselbe und Saponit, zwei neue Mineralien, Svanberg Nw. XXVII, 300. Ueber denselben, Svanberg XXV, 268.
- Rosignon**, über eine neue flüchtige Substanz, das Cyanöl XXVI, 61. Einwirkung des Naphtalins auf fette Körper; Asparamid im Runkelrübensaft; salpetersaures Ammoniak im Wollkraut (*Verbascum Thapsus*) XXVI, 423.
- Ruta graveolens**, vorläufiger Versuch einer chemischen Untersuchung derselben, K ü m m e l Nw. XXVII, 192.

## S.

- Salicin**, über die Wirkung des Bleisuperoxyds auf dasselbe u. Zimmtsäure, Stenhouse XXVI, 186. Ueber dasselbe, Stenhouse XXVI, 189. Ueber Indigsäure und ihren Zusammenhang mit demselben, Marchand XXVI, 385.
- Salpetrige Säure**, über dieselbe und schweflige Säure als Reagentien, Wackenroder Nw. XXVII, 128.
- Salz**, verknistertes, Hess XXV, 126.
- Salze**, über die Absorption derselben durch gesunde, mit unversehrten Wurzeln versehene Pflanzen, Vogel XXV, 209.
- Salzsäure**, Darstellung reiner, Gregory Nw. XXVI, 320.
- Salzsoole**, chemische Untersuchung der Rodenberger, Pfankuch Nw.

- XXV, 512.** Untersuchung derselben und der Mutterlauge von Rosenheim, Buchner jun. Nw. XXVI, 512.
- Sandras**, s. Bouchardat.
- Sandstein, bunter**, chemische Untersuchung einiger Formen desselben, des Muschelkalkes und eines Melaphyrs aus Franken, v. Bibra XXVI, 8.
- Sanguinarin**, über dasselbe, Schiel Nw. XXVII, 319.
- Saponit**, über denselben, Svanberg XXV, 367. Derselbe und Rosit, zwei neue Mineralien, Svanberg Nw. XXVII, 320.
- Säuren**, Untersuchungen über die metallischen, Frémy XXVI, 108.
- Sauerstoff**, über eine neue Verbindung von demselben und Chlor, Millon XXVII, 363.
- Sauerstoffgas**, Bereitung von demselben, Balmain XXVII, 318.
- Schaffgotsch, Graf**, Anwendung des Boraxglases zur quantitativen Analyse XXVII, 380.
- Scheerer, Th.**, erste Fortsetzung der Untersuchungen üb. Gadolinit, Allanit u. damit verwandte Mineralien XXVII, 71. S. a. Marchand.
- Schiesspulver**, Analyse desselben, Bolley XXVII, 379.
- Schlacke**, Analyse einer in einem Kalkofen entstandenen krystallisirten, Reinsch XXV, 110.
- Schleim**, üb. eine Zusammensetzung desselben, Kemp Nw. XXVII, 319.
- Schlumberger, Heinrich**, über die Indigprobe XXVI, 217.
- Schmelzpunkte**, über die Lithofellinsäure, nebst Bemerkungen über die Schmelzpunkte einiger Körper im krystallisirten und amorphen Zustande, Wöhler XXV, 50.
- Schnee**, Kältemischung von demselben und Weingeist, Marchand XXV, 253.
- Schneewasser**, das Regen- und Schneewasser in Hinterpommern, chemisch untersucht, Bertels XXVI, 89.
- Schnellessigfabrication**, dieselbe beurtheilt von Knopp, Nw. XXVI, 511.
- Schubert, F.**, einfache Darstellungsweise von chemisch reinem Kali und Natron XXVI, 117.
- Schütz, Christ.**, Reinigung des Schwefelkohlenstoffes XXV, 105.
- Schwefel**, über das Vorkommen desselben in den Pflanzen, Vogel XXV, 221. Ueb. den Schmelzpunkt desselben, Marchand XXV, 395.
- Schwefelbaryum**, Einwirkung des Wassers auf dasselbe, Rose XXVI, 65.
- Schwefelblausäure**, Bemerkungen über die Zersetzungsproducte derselben, Völckel Nw. XXVII, 319.
- Schwefelcalcium**, Einwirkung des Wassers auf dasselbe, Rose XXVI, 76.
- Schwefelcyanmetalle**, üb. dieselben, Meitzendorff Nw. XXVI, 513.
- Schwefelkohlenstoff**, Bericht über einige Producte der gegenseitigen

- Einwirkung von demselben und Aethal, de la Prevostaye und Desains XXVII, 379.
- Schwefelmetalle, alkalische*, über die Einwirkung des Wassers auf dieselben und auf die Haloidsalze, Rose XXVI, 223.
- Schwefelsäure*, Reinigung der mit einem Atom Wasser zu genauen Analysen u. gerichtlich - medicinischen Untersuchungen, Jacquelin XXVI, 379. Ueber die Tension der concentrirten in getrockneter Luft, Vogel jun. XXVII, 369. Reaction derselben auf das grüne Uranoxyd, Ebelmen XXVII, 411.
- Schwefelstrontium*, Einwirkung des Wassers auf dasselbe, Rose XXVI, 75.
- Schwefelwasser*, über die Analyse der natürlichen oder künstlichen mineralischen, Gerdy XXVI, 371.
- Schwefelwasserstoff*, Verhalten desselben zu einer sauren Lösung von Zinkoxyd und Arseniksäure, Wöhler XXV, 364. Beschreibung einiger neuer organischer Basen, dargestellt durch die Einwirkung desselben auf Verbindungen der Kohlenwasserstoffe mit Untersalpetersäure, Zin XXVII, 140.
- Schweflige Säure*, über dieselbe und salpetrige Säure als Reagentien, Wackenroder Nw. XXVII, 128.
- Schweizer, über die Identität des Camphokreosots mit dem Carvacrol XXVI, 118.
- Seignettesalz*, über dasselbe, Dumas u. Piria XXVII, 336.
- Selen*, Darstellung desselben aus Selenblei, Nw. XXV, 127. Darstellung desselben, Wöhler XXVII, 52. Vorkommen desselben, Otto Nw. XXVI, 512.
- Silber*, Beobachtung über die Atomgewichte von demselben, dem Chlor und Kalium, Marignac XXVI, 304.
- Silberamalgam*, Notiz über die Silbererze von Chili und die Behandlung derselben, und über die Minen von natürlichem Silberamalgam zu Arqueros in Chili; Beschreibung einer neuen Mineralgattung und deren Behandlung nach amerikan. Weise, Domeyko XXVI, 360.
- Silber-Brechweinstein*, üb. denselben, Dumas und Piria XXVII, 345.
- Silbererze*, Notiz über die von Chili und die Behandlung derselben, und über die Minen von natürlichem Silberamalgam zu Arqueros in Chili; Beschreibung einer neuen Mineralgattung und deren Behandlung nach amerikanischer Weise, Domeyko XXVI, 360.
- Silberoxyd, adipinsäures*, über dasselbe, Laurent XXVII, 314. *Indigsäures*, über dasselbe, Marchand XXVI, 389. *Oxaminsäures*, über dasselbe, Balard XXV, 89. *Pikrinsäures*, über dasselbe, Laurent XXV, 426. *Weinsäures*, Verhalten desselben gegen wasserfreies Ammoniak, Erdmann XXV, 504. Verhalten desselben gegen Chlor, Erdmann XXV, 505.



*Silicate*, über die Krystallisation der glasartigen, und die blaue Färbung der Eisenschlacken, Fournet XXVI, 331.

*Silicium*, Bemerkungen über die Bildung von Verbindungen desselben und des Bors mit Stickstoff und gewissen Metallen, -Balmain XXVII, 422.

*Smegma praeputii*, über verhärtetes, Marquart und Bernard Nw. XXVI, 320.

*Soapstone*, über denselben, Svanberg XXV, 374.

Soubeiran, E., üb. Bereitung d. feinvertheilten sogenannten Dampfcalomels XXVI, 414. Ueber die Verbindung des Rohrzuckers mit den Basen XXVI, 498. Untersuchung der Moleculärveränderungen, welche der Zucker unter dem Einflusse des Wassers und der Wärme erleidet XXVII, 281.

*Specifische Wärme*, Untersuchungen über die der einfachen und zusammengesetzten Körper, Regnault XXV, 129.

*Spiegel Eisen*, über künstlich gebildetes, durch einen Zusatz von Schwefel zu grauem Roheisen, v. Hüne XXVI, 308.

*Stahlwasser*, über die Bereitung eines sehr wirksamen, an Kohlensäure reichen Eisen- und Stahlwassers, Artus XXVII, 435.

*Stärkemehl*, über das der Kryptogamen, Steinberg XXV, 379.

Stas, Zusammensetzung der Luft XXVI, 297.

*Stearinsäure*, Zusammensetzung derselben und der Margarinsäure. Verhalten derselben gegen wasserfreie Phosphorsäure, Erdmann XXV, 497.

*Steatit*, über den von Snarum, Hochstetter XXVII, 376 u. 377.

Steinberg, C., über Stärkemehl der Kryptogamen XXV, 379. Ueber das fragliche Vorkommen des Arsens in organischen Körpern XXV, 384. Untersuchung des Blutes einer am Abdominaltyphus Verstorbenen XXV, 386. Nachweisung der Jodverbindungen in Flüssigkeiten mit Anwendung der galvanischen Säule XXV, 387. Zusammensetzung der Bade- und Trinksoole zu Elmen bei Schönebeck XXV, 398.

Stenhouse, Jacob, neue Verbindung von Chlor u. Cyan XXVI, 133.

Stenhouse, Johann, über die Wirkung des Bleisuperoxyds auf Zimmtsäure und Salicin XXVI, 136. Analyse des Cetins und Aethals XXVII, 253. Ueber den Lorbeer-Terpentin, das Ysopöl und Assafötidaöl XXVII, 255.

*Sternanis*, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der flüchtigen Oele von demselben, von Anis, Fenchel, römischen Kümmel, gemeinem Kümmel, Zimmt und Rainfarrn vermittelt des doppelt-chromsauren Kalis bilden, Persoz XXV, 55.

*Stickstoff*, über das Verfahren von Varrentrapp und Will, denselben in den organischen Verbindungen zu bestimmen, und über einige neue Umstände der Ammoniakbildung, Reiset XXVII, 34.

- Atomgewicht desselben**, Svanberg XXVII, 381. Bemerkung über die Bildung von Verbindungen des Bors und Siliciums mit denselben und gewissen Metallen, Balmain XXVII, 422.
- Stoff**, optische Untersuchung eines, der das äussere Ansehen der natürlichen Manna hat und unter diesem Namen zu medicinischem Gebrauche in den Handel gebracht wird, Biot XXVII, 60.
- Strontian, adipinsaurer**, über denselben, Laurent XXVII, 315.
- Strontian und Kalk, nitrophenessaurer**, über denselben, Laurent XXV, 422.
- Suberamid**, über dasselbe, Laurent XXVII, 313.
- Substitution**, über dieselbe und die Vertretung, Frankenheim XXVI, 281.
- Succin-Eupion**, ein neues im Bernsteinöle aufgefundenes Oel, Eisner XXVI, 97.
- Suckow, G.**, die Nichtigkeit der atomistischen Argumentation in Beziehung auf Krystallvorkommnisse XXV, 94. Erwiderung auf Hrn. Poggendorf's literarische Vertheidigung XXVI, 126.
- Sulfasatyd**, über dasselbe, Laurent XXV, 444.
- Sulfesathyd**, über dasselbe, Laurent XXV, 438.
- Sulfobenzoesäure**, über dieselbe, Deville XXV, 389.
- Sulfophentessäure**, über dieselbe, Laurent XXV, 408.
- Svanberg, L.**, über den Saponit XXV, 367. Ueber den Rosit XXV, 368. Ueber den Soapstone XXV, 374. Atomgewicht des Stickstoffes XXVII, 381.
- Syringin**, über dasselbe, Bernays XXV, 121.

## T.

- Tabelle** über das Verhältniss der chlorometrischen zu den alkalimetrischen Graden, Gay-Lussac XXVII, 17.
- Talkerde**, Scheidung derselben von Kobalt- und Nickeloxyd, Ullgren XXV, 361.
- Temperatur**, über die, bei welcher heisse Körper, in Flüssigkeiten gebracht, zu zischen anfangen, Marchand XXV, 391.
- Terpentinöl**, über die Veränderung, welche dasselbe oder eine damit isomerische Verbindung in den Torfmooren erlitten hat, Forchhammer Nw. XXV, 127.
- Theobromin**, über dasselbe, Bley Nw. XXVI, 69.
- Thermochemische Untersuchungen**, Hess Nw. XXV, 126. Von demselben XXVII, 69.
- Thonsilicat**, Untersuchung eines im Alaunschiefer vorkommenden, Anthon Nw. XXVI, 63.
- Journ. f. prakt. Chemie. XXVII. 8.

- Tiremon**, Verfahren zur Bereitung von Ultramarinblau XXVI, 314.
- Tolen**, über dasselbe, Deville XXV, 323.
- Tolubalsam**, über denselben, Deville XXV, 322. Ueber die in demselben präexistirenden Säuren, Deville XXV, 326. Ueber das Harz desselben, Deville XXV, 331.
- Toluöl**, über dasselbe, Deville XXV, 323.
- Töpferglasur**, über bleifreie, Reinsch XXV, 106.
- Torfoxygensäure**, über dieselbe, Hermann XXV, 202.
- Torfsäure**, über dieselbe, Hermann XXV, 195.
- Torfsäure**, über dieselbe, Hermann XXV, 191.
- Traubensaure Salze**, über die Zusammensetzung und das Verhalten derselben, Fresenius Nw. XXV, 127.
- Trinksoole**, Zusammensetzung der Bade- und Trinksoole zu Elmen bei Schönebeck, Steinberg XXV, 388.
- Tripoleëne**, über dasselbe, Marcel di Serres XXVI, 57.
- Troost**, Meteoreisen von Tennessee XXV, 374.

## U.

- Ueberchorsäure**, Darstellung derselben aus dem überchlorsauren Kali, Nativelle XXVI, 405.
- Ullgren**, quantitative Scheidung von Blei und Wismuth XXV, 63. Scheidung der Talkerde von Kobalt und Nickeloxyd XXV, 361. Scheidung des Zinks von Nickel oder Kobalt XXV, 361. Scheidung des Nickels oder Kobalts von Mangan XXV, 362.
- Ultramarinblau**, Verfahren zur Bereitung desselben, Tiremon XXVI, 314.
- Ultramarine**, nachträgliche Bemerkung über die blaue und grüne Färbung der künstlichen, Elsner XXVI, 106.
- Umbellinsäure**, über dieselbe, Persoz XXV, 56.
- Unterschwefligsaure Salze**, Beiträge zur Kenntniss derselben, Rammelsberg Nw. XXVI, 512.
- Uran**, Berichtigung eines Aufsatzes über das Atomgewicht desselben, Rammelsberg Nw. XXVI, 512. Ueber einige Verbindungen desselben, Ebelmen XXVII, 385. Ueber die Bestimmung desselben, Ebelmen XXVII, 418.
- Uranoxyd**, über das  $U_2O_3$ , Ebelmen XXVII, 394. *Grünes*, Reaction der Schwefelsäure auf dasselbe, Ebelmen XXVII, 411. *Oxalsäures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 387. Doppelsalz von demselben und Kali, Ebelmen XXVII, 387. Anderthalb-basisches Doppelsalz von demselben und Kali, Ebelmen XXVII, 400. *Salpetersäures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 406. *Schwefelsäures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 407.

*Uranoxyd-Ammoniak, kohlensaures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 404.

*Uranoxyd - Kati, kohlensaures*, Ebelmen XXVII, 402. *Schwefelsaures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 409.

*Uranoxydul, schwefelsaures*, über dasselbe, Ebelmen XXVII, 412.  
*Zweibasisches schwefelsaures*, üb. dasselbe, Ebelmen XXVII, 416.

## V.

*Vanadin*, Vorkommen desselben, Ficin us XXVI, 35.

*Ventzke*, über die verschiedenen Zuckerarten und verwandte Verbindungen, in Beziehung auf ihr optisches Verhalten und dessen praktische Anwendung XXV, 65.

*Verbindungen, arseniksaure*, vergleichende Versuche über die Eigenschaften einiger, so wie selensaurer und schwefelsaurer Verbindungen, zur Ermittlung einer Trennungsmethode von Arsenik, Selen und Schwefel, Anthon Nw. XXVI, 63.

*Verbrennung*, die im luftverdünnten Raume, Hearder XXVI, 253.

*Verdauung*, Untersuchungen über dieselbe, Bouchardat und Sandras XXVI, 427 und XXVII, 465.

*Versteinerungen*, üb. Bildung von denselben, Göppert Nw. XXV, 512.

*Vertretung*, über dieselbe und die Substitution, Frankenheim XXVI, 281.

*Vicat*, Notiz über Puzzuolanerden XXVI, 418.

*Villarsit*, krystallographische und chemische Untersuchung desselben, Dufresnoy XXVI, 417.

*Vogel, A.*, über die Absorption der Salze durch gesunde, mit unversehrten Wurzeln versehene Pflanzen XXV, 209. Ueber das Ausblühen der Mauern oder Verwittern der Wände an Gebäuden und den Gehalt alkalischer Salze in den Kalksteinen jüngerer Formation XXV, 230.

*Vogel, A. jun.*, über die Zusammensetzung des Leuchtgases, welches durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf Alkohol erzeugt wird XXV, 300. Ueber die Tension der concentrirten Schwefelsäure in getrockneter Luft XXVII, 368.

*Volumentheorie*, Bemerkungen über dieselbe und L. Gmelin's Atomzahlenlehre, Kopp Nw. XXV, 126.

## W.

*Wachssäure*, über den Gehalt verschiedener Wachsarten an derselben, Brandes Nw. XXV, 64.

*Wagmann, C.*, Methode, den Essig auf seinen Gehalt zu prüfen, XXVI, 113.

- Wallrath**, über die Zusammensetzung und Destillation desselben, so wie über seine Oxydation durch Salpetersäure, Laurence Smith Nw. XXVI, 512.
- Warrington**, Bereitung der Chromsäure XXVII, 252.
- Wärmeentwicklung**, über die bei Verbindung von Säuren und Baseu. Andrews Nw. XXV, 127.
- Wasser**, über die Zersetzung desselben durch das Brom, Bourson XXV, 400. Ueber die Einwirkung desselben auf die Schwefelverbindungen der alkalischen Erden, Rose XXVI, 65. Ueber die Einwirkung desselben auf die alkalischen Schwefelmetalle und auf die Haloidsalze, Rose XXVI, 228. Analyse des der vier Hauptquellen, welche die Fontainen der Stadt Nancy speisen, Braconnot XXVI, 377. Ueber die Zusammensetzung desselben, Dumas XXVI, 449. Ueber den Siedepunct desselben in Gefässen von verschiedener Natur, Marcet XXVII, 228.
- Wasserdampf**, Einwirkung desselben auf Quecksilberchlorür, Righini XXVI, 416.
- Wasserstoff**, über die Atomgewichte desselben und des Calciums, Erdmann und Marchand XXVI, 461.
- Weingeist**, Kältemischung aus Schnee und Weingeist, Marchand XXV, 253.
- Weinstein**, Zusammensetzung desselben, Dumas u. Piria XXVII, 331.
- Weinsteinsäure**, Anwendung derselben statt der Schwefelsäure zur Alkalimetrie, Wittstein Nw. XXVII, 320.
- Werther**, über eine Schwefelungsstufe des Wismuths XXVII, 65.
- Will**, schwefelsaures Eisenoxyd-Chinin XXVII, 46.
- Wismuth**, quantitative Scheidung von demselben und Blei, Uilgren XXV, 363. Ueber eine Schwefelungsstufe desselben, Werther XXVII, 65. Zusammendrückbarkeit desselben, Marchand und Scheerer XXVII, 209.
- Wismuthoxyd**, über das natürliche kohlen saure, Breithaupt Nw. XXV, 126.
- Wöhler, F.**, über die Lithofellinsäure, nebst Bemerkungen über die Schmelzpunkte einiger Körper im krystallisirten und amorphen Zustande XXV, 50. Verhalten des Schwefelwasserstoffes zu einer sauren Lösung von Zinkoxyd und Arseniksäure XXV, 364. Darstellung des Selens XXVII, 52. S. a. Liebig.
- Wolle**, über die fetten Materien derselben, Chevreul XXVII, 57.

## Y.

- Ysopöl**, über dasselbe, Stenhouse XXVII, 255.
- Yttererde**, Trennung derselben von dem Eisenoxyd, Scheerer XXVII, 76.

## Z.

**Zeise, W. C.**, Bemerkungen über einige neue organische Phosphorverbindungen XXVI, 79. Ueber die organischen Phosphorverbindungen XXVI, 179.

**Zimmt**, über die Producte, welche sich bei der Oxydation der flüchtigen Oele von demselben, dem Anis, Sternanis, Fenchel, römischem Kümmel, gemeinem Kümmel und Rainfarnen mittelst des doppelt-chromsauren Kali's bilden, Persoz XXV, 55.

**Zimmtsäure**, über die Wirkung des Bleisaperoxyds auf dieselbe und das Salicin, Stenhouse XXVI, 136. Umwandlung derselben in Hippursäure im thierischen Organismus, Erdmann u. Marchand XXVI, 494.

**Zinin, N.**, Beschreibung einiger neuer organischer Basen, dargestellt durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf Verbindungen der Kohlenwasserstoffe mit Untersalpetersäure XXVII, 140.

**Zink**, Scheidung desselben von Nickel oder Kobalt, Berzelius XXV, 359. Andere Methode zur Scheidung desselben, Ullgren XXV, 361. Berichtigung der Proportionalzahl desselben, Jacquelin XXVI, 298. Ueber die Beschaffenheit des Rückstandes, den das käufliche bei Behandlung mit Wasser und Schwefelsäure lässt, Baruel XXVI, 383. Unterscheidung von demselben und Mangan in Flüssigkeiten, welche Ammoniaksalze enthalten, Otto Nw. XXVI, 512.

**Zinkoxyd**, über die Bereitung eines reinen Zinkvitriols und Zinkoxyds, Artus XXV, 508.

**Zinkvitriol**, über die Bereitung eines reinen Zinkvitriols und Zinkoxyds, Artus XXV, 508.

**Zincken und Bromeis, C.**, über die Bildung von Cyanverbindungen in den Producten des Mägdesprunger Hohofens XXV, 246.

**Zucker**, derselbe an Baryt gebunden, Soubeiran XXVI, 502. Verbindung desselben mit dem Kalk, 503. Verbindung desselben mit dem Bleioxyd, 506. Verbindung desselben mit dem Natron, 507. Bestimmung des Aequivalents von demselben, Soubeiran XXVI, 508. Untersuchung der Molecülärveränderungen, welche derselbe unter dem Einflusse des Wassers und der Wärme erleidet, Soubeiran XXVII, 281.

**Zuckerarten**, über die verschiedenen und verwandte Verbindungen, in Beziehung auf ihr optisches Verhalten und dessen praktische Anwendung, Ventzke XXV, 65.

**Zuckerfabrication**, üb. die inländische, Ble'y Nw. XXV, 512.

## Verbesserungen

---

In Nasse's Abhandlung über die Bestandtheile der Knochen:

S. 277, Z. 4 statt 9,83 ist zu lesen 9,38.

S. 278, Z. 7 statt *gar* — — *zwar*.

S. 279, Z. 5 v. u. ist zu lesen: in 0,59 p.C. nur 0,066 Kochsalz.

---

26

44