

IV. *Ueber die Proportionen, in welchen sich die Elemente zu einfachen vegetabilischen Verbindungen vereinigen;*

*von R. Herrmann in Moskau.*

Der Chemiker betrachtet bekanntlich alle Producte der Pflanzenwelt, entweder als sogenannte einfache vegetabilische Verbindungen, oder als aus diesen einfachen Verbindungen zusammengesetzt.

Unter der Benennung: einfache vegetabilische Verbindungen, versteht man Verbindungen von Elementen zu Stoffen, von charakteristischen physischen und chemischen Eigenschaften, welche aber durch kein Mittel in noch einfachere organische Verbindungen zerlegt werden können.

Was die elementare Zusammensetzung dieser einfachen Verbindungen betrifft, so fand man, daß sie häufig aus so nahe gleichen Verhältnissen derselben Elemente bestehen, daß man, die Differenzen als Beobachtungsfehler betrachtend, Stoffe in chemischer Hinsicht für identisch ansah, deren übrige Eigenschaften doch sehr verschieden waren.

Dadurch gerieth man aber mit den bisher allgemein bestätigten Satz in Widerspruch: die Ursache differenter Eigenschaften ist different chemische Constitution.

Von der Wahrheit dieses Satzes überzeugt, habe ich es gewagt, zu seiner Bestätigung, einen Gegenstand zu bearbeiten, der schon durch das Talent der Heroen der Wissenschaft erschöpft zu seyn scheint, und mich selbst der Anmaßung verdächtig macht, in einem Felde Entdeckungen machen zu wollen, welches schon von Berzelius, Gay-Lussac, Thénard, Saussure etc. bear-

beitet worden ist. Und so entstand die gegenwärtige Arbeit.

Alle vegetabilischen einfachen Stoffe können, rücksichtlich ihres chemischen Charakters, in drei große Klassen eingetheilt werden.

Die *erste* dieser Klassen würde die vegetabilischen Säuren einschließen, die *zweite* alle diejenigen Stoffe umfassen, welche weder Säuren noch Alkaloide sind, und denen man die Benennung indifferente vegetabilische Verbindungen gab, und die *dritte* die Alkaloide enthalten.

Da der chemische Charakter der Glieder einer Klasse mit den Proportionen ihrer Elemente in innigem Zusammenhange zu stehn scheint, so werde ich die einfachen vegetabilischen Verbindungen nach angedeuteter Eintheilung abhandeln.

**Erste Klasse.** Ueber die Proportionen der Elemente in den vegetabilischen Säuren.

Dieser Theil der Phytochemie ist durch Berzelius vortreffliche Arbeiten schon in ein helleres Licht gesetzt, als alle übrigen Theile des weitläufigen Feldes vegetabilischer Producte. Ich habe daher nur einige Beobachtungen zu machen.

*Kleesäure* \*). Krystallisirte Kleesäure gab mir bei ihrer Verbrennung in hundert Theilen:

\*) Ich muß hiebei bemerken, daß der Hr. Verfasser, der diese Abhandlung bereits vor länger als einem Jahre, und früher als die Prout'sche Arbeit (dies. Ann. Bd. 88. S. 263.) in Moscau bekannt wurde, niederschrieb, sich zu den von ihm angestellten Untersuchungen eines Apparats von seiner eignen Erfindung bedient hat, der, im Wesentlichen dem des englischen Chemikers ähnlich, so eingerichtet ist, daß man über den mit Kupferoxyd gemengten Pflanzenstoff noch einen Strom trocknen Sauerstoffgases hinwegleitet. Da der Prout'sche Apparat am angeführten Orte beschrieben wurde, so habe ich, mit Wissen des Verfassers, den Abschnitt, worin derselbe seine Methode aus einander setzt, fortgelassen.

# 370

42,30	Wasser
19,40	Kohlenstoff
38,30	Sauerstoff
<hr/>	
100,00.	

Nach Berzelius enthält die krystallisirte Kleesäure 42,0 Procent Wasser. Es wird mithin durch diesen directen Versuch betätigt, dafs trockne Kleesäure keinen Wasserstoff enthält.

Trockne Kleesäure besteht demnach aus:

2	Atomen Kohlenstoff	= 150,66
3	- Sauerstoff	= 300,00
<hr/>		
1	Atom trockner Kleesäure	= 450,66.

*Weinsteinsäure.* 4 Gran krystallisirter Weinsteinsäure gaben bei drei Analysen: 1,53; 1,50; 1,45 im Mittel, also 1,493 Gran Wasser, und, bei 15° R. und 28 Pariser Zoll Barometerstand: 9,00; 900; 8,97, also im Mittel: 9,00 Kubikzoll Kohlensäure.

Hundert Theile krystallisirter Weinsteinsäure würden demnach:

37,72	Wasser und
32,50	Kohlenstoff

gegeben haben.

Da aber nach Berzelius 100 Th. krystallisirte Säure 88,75 Th. trockne Säure enthalten, so sind nach meinen Versuchen in 88,75 trockner Säure:

32,50	Kohlenstoff
2,888	Wasserstoff
53,362	Sauerstoff
<hr/>	
88,750	

enthalten.

Oder 100 Th. trockner Weinsteinsäure bestehen aus:

36,62	Kohlenstoff
3,26	Wasserstoff
60,12	Sauerstoff
<hr/>	
100,00	

Berechnet man nach diesem Resultate die Formel der trocknen Weinsteinsäure, so erhält man:

4	Atome Kohlenstoff	= 301,32
4	- Wasserstoff	= 24,87
5	- Sauerstoff	= 500,00

---

1 Atom trockner Weinsteinsäure = 826,19

und für 100 Th. berechnet:

36,47	Kohlenstoff
3,00	Wasserstoff
60,53	Sauerstoff
<hr/>	
100,00	Weinsteinsäure.

Dieses Resultat weicht von Berzelius Annahme etwas ab. Berzelius betrachtet nämlich die trockne Weinsteinsäure aus:

4	Atomen Kohlenstoff
5	- Sauerstoff
5	- Wasserstoff

bestehend.

Die hiernach berechnete Atomenzahl der Weinsteinsäure beträgt 832,43. Berechnet man jedoch das weinsteinsäure Bleioxyd (als diejenige Verbindung, nach welcher Berzelius das Atomengewicht der trocknen Weinsteinsäure bestimmte) nach dem neuen Atomengewichte der trocknen Weinsteinsäure, so bekommt man für 100 Theile weinsteinsäuren Blei's:

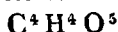
62,77	Bleioxyd
37,23	trockne Weinsteinsäure
<hr/>	
100,00.	

Berzelius fand aber dasselbe aus:

62,56	Bleioxyd
37,44	Weinsteinsäure
<hr/>	
100,00	

zusammengesetzt.

Man sieht also, daß die Differenz zwischen der Berechnung und dem Versuche die Gränze gewöhnlicher Beobachtungsfehler nicht übersteigt, und man kann demnach die trockne Weinsteinsäure durch die Formel:



repräsentirt ansehen.

Die übrigen vegetabilischen Säuren fand Berzelius in ihrem trocknen Zustande in folgenden Proportionen zusammengesetzt:

N a m e n.	Gallus- säure.	Bernstein- säure.	Citronen- säure.	Amei- sensäure.	Essig- säure.
Anzahl d. At. des Kohlenstoffs	6	4	4	2	4
Wasserstoffs	6	4	4	2	6
Sauerstoffs	3	3	4	3	3

Die Atome der Elemente der untersuchten vegetabilischen Säuren stehen also zu einander in folgenden einfachen Verhältnissen:

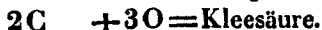
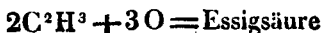
N a m e n.	Gallus- säure.	Bern- stein- säure.	Citro- nen- säure.	Wein- stein- säure.	Amei- sen- säure.	Klee- säure.	Essig- säure.
Anz. d. At. des Kohlenstoffs	4	4	4	4	4	4	4
Wasserstoffs	4	4	4	4	4	0	6
Sauerstoffs	2	3	4	5	6	6	3

Man sieht also, daß die meisten vegetabilischen Säuren nur durch ihren Sauerstoffgehalt, wenige durch ihren Wasserstoffgehalt differiren. Was die Proportionen der Atome ihrer Elemente anbelangt, so sind selbige sehr einfach.

Auch ergibt sich aus vorstehender Tabelle, daß in den vegetabilischen Säuren die Anzahl der Atome des Wasserstoffs, wenn er nicht, wie in der Kleeensäure, etwa ganz fehlt, der Atomenzahl des Kohlenstoffs gleich, oder das Anderthalbfache derselben ist.

Auch die Atome des Sauerstoffs stehen in einem deutlich ausgesprochenen Verhältnisse zu dem des Kohlenstoffs. Sie verhalten sich nämlich zu Letzterem wie die Glieder der einfachen Zahlenreihe zur Zahl 4.

Nicht allein diese deutlich ausgesprochenen Verhältnisse der Atomenmenge der Elemente zu einander, als vielmehr ähnliche Proportionen, welche auch in den übrigen einfachen organischen Verbindungen nachgewiesen werden können, berechtigen: die vegetabilischen Säuren als binäre Verbindungen entweder als: *Oxyda carbonici* (wie Kleesäure) oder als: *Oxyda carbureti hydrogenici* (wie die übrigen) anzusehen, in denen sich die Atomen-Summen des elektronegativeren Elementes zu den Atomen-Summen der elektropositiveren Verbindung stets wie die Glieder der einfachen Zahlenreihe zur Zahl 4 verhalten. Demnach würden die vegetabilischen Säuren durch folgende Formeln repräsentirt werden können:



#### Zweite Klasse. Ueber indifferente einfache vegetabilische Verbindungen.

Obleich die indifferenten vegetabilischen Stoffe hinsichtlich ihres chemischen Charakters als Glieder einer grossen Klasse betrachtet werden können, so unterscheidet man doch leicht mehrere Gruppen in derselben, deren Glieder sich durch besondere chemische und physische Eigenschaften auszeichnen. Diese Gruppen sind jedoch durch Zwischenglieder mit einander verbunden; es würde daher ein vergeblicher Versuch seyn, ihre Grenzen genau bestimmen zu wollen.

Eine der interessantesten und wichtigsten dieser Gruppen wird von denjenigen einfachen Verbindungen gebildet, die man als Grundstoffe und Träger aller Vegetabilien betrachten kann; sie sind:

Holz,  
Stärkmehl,  
Pflanzenschleim,  
Gummi und  
Zucker.

Man könnte diese Gruppe: Zuckergruppe nennen, weil der Zucker eines ihrer ausgezeichnetsten Glieder ausmacht und die meisten andern in Zucker umgebildet werden können.

Andere Gruppen werden von den extraktförmigen Stoffen, Harzen, fetten Oelen, flüchtigen Oelen, Aether und Weingeist gebildet.

Die vegetabilischen Säuren zeichnen sich durch eine Neigung aus, sich mit unorganischen Stoffen zu verbinden. Dadurch wurde es möglich, ihre Capacität bestimmen zu können, und bei ihren Verbindungen mit Wasser die Quantität des Letzteren genau kennen zu lernen. Die indifferenten vegetabilischen Verbindungen gehören aber zu einer Klasse von Körpern, die sich theils schwer, theils unvollkommen mit unorganischen Stoffen vereinigen, und deren Verbindungen daher nicht die Vortheile darbieten, wie die Glieder der andern Klassen. Daher kommt es, daß wir über die Capacität der indifferenten Stoffe so viel wie nichts wissen, und daß auch die Bestimmung des Wassergehaltes derselben unvollkommen ist.

Wollte man nämlich eine Verbindung dieser Klasse analysiren, so begnügte man sich in vielen Fällen damit: sie zuvor einige Zeit der Temperatur des kochenden Wassers auszusetzen. Was gewann man aber dadurch? Es verdunstete allerdings in vielen Fällen Wasser, allein Berzelius bewies schon, daß auf diese Weise nicht alles Wasser entfernt würde. Er rieth daher, die zu un-

tersuchenden Stoffe mit Bleioxyd zu vereinigen und diese Verbindung zu trocknen, wobei sich alles Wasser entwickeln würde. Es lassen sich aber nicht alle indifferenten vegetabilischen Stoffe mit Bleioxyd vereinigen; auch ist, bei der leichten Zerstörbarkeit der indifferenten Stoffe, eine Zersetzung des mit Blei verbundenen Körpers zu befürchten. Unter diesen Umständen bleibt nichts übrig, als die zu untersuchenden indifferenten Stoffe gar nicht zu trocknen, sondern sie in ihrem natürlichen Zustande der Untersuchung zu unterwerfen. Hierbei Sorge man nur dafür, daß sie bei gleichem Grade der Trockenheit angewendet werden. Ich verwahrte sie deshalb mehrere Wochen lang an einem gleichmäßig warmen und trocknen Orte, und untersuchte sie in einem Zustande der Trockenheit, welcher einer Temperatur von  $15^{\circ}$  entspricht.

Bei diesem Verfahren hat man den Vortheil, die Verhältnisse der Elemente in dem natürlichen Zustande dieser Stoffe kennen zu lernen, und eine Wasserentwicklung durch Zersetzung des zu untersuchenden Stoffes zu vermeiden.

#### Ueber die Zuckergruppe.

Die zu dieser Gruppe gehörenden Stoffe haben ganz besonders die Eigenschaft, bei erhöhter Temperatur Wasser zu entwickeln. Dieses Wasser kann man entweder als schon gebildet in diesen Stoffen enthalten, oder durch Einwirkung der höheren Temperatur erst aus seinen Elementen zusammengesetzt ansehen. In dem ersteren Falle würde man also z. B. den krystallisirten Zucker als aus trockenem Zucker und Wasser bestehend, in dem letzteren Falle aber den krystallisirten Zucker als wasserfrei betrachten müssen. Bei der ersteren Ansicht müßte man vor allen Dingen den Wassergehalt der zu untersuchenden Verbindung kennen lernen. Allein hierbei erheben sich eben große Schwierigkeiten; denn mit Bleioxyd lassen sich die Stoffe dieser Gruppe nicht alle vereinigen

und beim sorgfältigsten Trocknen derselben, bei hoher Temperatur, gelingt es nicht mit Sicherheit, die Gränzen der Wasserentwicklung und der anfangenden Zersetzung zu bestimmen. Unter diesen Umständen versuchte ich es, wie weit sich die zweite Ansicht durchführen lasse, und untersuchte die Glieder dieser Gruppe in einem Zustande der Trockenheit, welcher einer Temperatur von  $15^{\circ}$  R. entspricht. Es ist natürlich, daß die Meisten derselben in diesem Zustande weniger Kohlenstoff enthielten, als andere Analytiker in einem mehr oder weniger trocknen Zustande fanden.

Denn in 100 Theilen gaben:

krystallisirter Rohrzucker = 42,5 Kohlenstoff

- Honigzucker = 36,0 -

Stärkmehl (*solani tuberosi*) = 37,5 -

Gummi arabicum = 36,0 -

Tragant = 40,5 -

Holz (*Pini sylvestris*) = 45,75 -

Das Verhältniß des Wasserstoffs zu dem Sauerstoff fand sich in allen nahe wie 1:8, mithin in den, im Wasser enthaltenen, Verhältnissen dieser Elemente.

Da es aber bekannt ist, daß z. B. Stärkmehl und Gummi in ihrem getrockneten Zustande fast genau so viel Kohlenstoff enthalten, als der Zucker, so würde Gummi, Zucker und Stärkmehl, im getrockneten Zustande, dieselben Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, mithin (als einfache organische Verbindungen betrachtet) chemisch gleich seyn. Sie sind aber in ihren Eigenschaften bedeutend verschieden! Dieser Widerspruch bewog mich, mit möglichster Sorgfalt die quantitativen Verhältnisse ihrer Elemente zu prüfen.

Ich bemerkte bald, daß allerdings bei mehreren Gliedern dieser Gruppe kleine Differenzen zwischen ihren Sauerstoff- und Wasserstoff-Verhältnissen, und den in dem Wasser enthaltenen Statt finden. In gleichen Mengen der untersuchten Stoffe nehmen nämlich die absoluten

Mengen des Wasserstoffs ab, wenn die absoluten Mengen des Sauerstoffs zunehmen. Oder die Wasserstoff-Procente dieser Verbindungen stehen mit ihren Sauerstoff-Procenten in umgekehrten Verhältnissen; denn es enthalten in 100 Th., bei 15° R. getrocknet,

Namen.	Holz ( <i>Pin.sylv.</i> )	Krystallis. Rohrzuck.	Tragant.	Stärkmehl. ( <i>sol.tuber.</i> )	Gummi arabic.
Kohlenstoff	45,75	42,5	40,5	37,5	36,0
Wasserstoff	6,68	6,66	6,61	6,64	6,46
Sauerstoff	47,57	50,84	52,89	55,76	57,54

Oder in Atomen ausgedrückt:

Namen.	Holz.	Rohrzuck.	Tragant.	Stärkmehl.	Gummi.
Atome des Kohlenstoffs	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Sauerstoffs	7,82	9,0	9,83	11,2	12,05
Wasserstoffs	17,69	18,97	19,77	21,4	21,76

Ich glaube jedoch nicht zu viel zu wagen, wenn ich die Atomen-Summen der Elemente dieser Verbindungen in runden Zahlen, wie folgt, annehme:

Namen.	Holz.	Rohrzuck.	Tragant.	Stärkmehl.	Gummi.
Atome des Kohlenstoffs	10	10	10	10	10
Sauerstoffs	8	9	10	11	12
Wasserstoffs	18	19	20	21	22

Die hiernach berechneten Verbindungen würden in 100 Theilen enthalten:

Namen.	Holz.	Rohrzuck.	Tragant.	Stärkmehl.	Gummi.
Kohlenstoff	45,23	42,33	40,12	37,97	36,04
Sauerstoff	48,06	50,81	53,26	55,45	57,42
Wasserstoff	6,71	6,66	6,62	6,58	6,54

Man sieht also, daß in diesen Verbindungen die Atome des Wasserstoffs gleich sind der Summe der Atome

des Kohlenstoffs und Sauerstoffs, und dafs man die Glieder der Zuckergruppe nicht als Verbindungen des Kohlenstoffs mit verschiedenen Mengen Wasser betrachten kann; weshalb auch die Identität der trocknen Verbindungen wegfällt. Ich glaube, dafs dieses deutlich ausgesprochene Verhältnifs des Wasserstoffs zu den übrigen Elementen es vollkommen rechtfertigt, die Glieder dieser Gruppe als binäre Verbindungen, als Verbindungen von *Carburet. hydrogenic.* mit *Oxyd. hydrogenic.* zu betrachten.

Demnach könnten diese Verbindungen durch folgende relative Formeln \*) ausgedrückt werden:

$10\text{CH} + 8\text{OH} = \text{Fichtenholz}$  (als Repräsent. d. Holzfaser)

$10\text{CH} + 9\text{OH} = \text{Rohrzucker}$

$10\text{CH} + 10\text{OH} = \text{Tragant}$  ( - - des Pflanzenschleims)

$10\text{CH} + 11\text{OH} = \text{Kartoffelstärke}$  ( - - d. Amylons)

$10\text{CH} + 12\text{OH} = \text{Gummi arabic.}$  ( - - d. Gummi's)

Krystallisirter Honigzucker wollte sich aber nicht in diese Reihe bringen lassen. Er gab nämlich, bei  $15^{\circ}$  R. getrocknet, für 100 Theile:

36,0 Kohlenstoff

7,33 Wasserstoff

56,67 Sauerstoff

---

100,00.

Obleich sein Gehalt an Kohlenstoff mit dem des Gummi's übereinstimmt, so ist doch sein Wasserstoffgehalt gröfser, und sein Sauerstoffgehalt geringer. Dieses

\*) Ich nenne diese Formeln relative Formeln, zum Unterschiede von den andern Formeln chemischer Verbindungen. In den relativen Formeln wurde diejenige Anzahl der Atome des Kohlenstoffs zu Grunde gelegt, welche mit den Atomen der übrigen Elemente die einfachsten Zahlenverhältnisse giebt. Bei den andern Formeln müssen aber bekanntlich die Gewichte der Atome der Elemente dem Mischungsgewichte der durch die Formel ausgedrückten Verbindung gleich seyn.

Verhältnifs seiner Elemente, so wie seine nahe Verwandtschaft mit dem Rohrzucker, bestimmt mich, ihn als eine Verbindung des Rohrzuckers mit Wasser zu betrachten. Der Honigzucker besteht, nach dieser Ansicht berechnet, aus:  $(10\text{CH} + 9\text{OH}) + 3\text{ Aqua}$ .

Oder in 100 Theilen aus:

35,72 Kohlenstoff
7,37 Wasserstoff
56,91 Sauerstoff
<hr/>
100,00.

Man sieht aus der Uebereinstimmung der Rechnung mit dem Versuche, dafs sich die Annahme: Honigzucker ist mit Wasser verbundener Rohrzucker, vollkommen bestätigt. Saussure fand in 100 Th. bei 80° R. getrocknetem, mithin schon eines Theils Wassers beraubtem,

	Traubenzucker.	Stärkzucker.
Kohlenstoff	36,71	37,29
Wasserstoff	6,78	6,84
Sauerstoff	56,51	55,87
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00.

Bertücksichtigt man den Wasserverlust derselben, durch das Austrocknen bei erhöhter Temperatur, so kann man mit Recht: Honigzucker, Traubenzucker und Stärkzucker als identisch betrachten, und die Formel:



als Repräsentant dieser Verbindungen ansehen.

#### Ueber fette Oele.

Man unterscheidet bekanntlich trockne fette Oele und schmierige fette Oele. Letztere sind offenbar Gemische zweier verschiedener Substanzen, des Oleins und Stearins.

Erstere aber können, in Mangel gegentheiliger Erfahrungen, als einfache vegetabilische Verbindungen be-

trachtet werden. Diese Ansicht scheint auch durch die Analyse bestätigt zu werden, denn mehrere der ausgezeichnetsten trocknenden Oele zeigten in ihrer Zusammensetzung dieselben einfachen Proportionen der Atome ihrer Elemente, wie die vorher abgehandelten Glieder der Zuckergruppe. Ihre Wasserstoff-Atome sind nämlich Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome; nur sind sie in den fetten Oelen Multipla der Zahl  $1\frac{1}{2}$ , während sie bei den Gliedern der Zuckergruppe Multipla der Zahl 1 waren.

Ich fand nämlich in 100 Theilen:

Name.	Mohnöl.	Leinöl.
Kohlenstoff . . .	80,0	77,0
Sauerstoff . . .	9,0	12,5
Wasserstoff . . .	11,0	10,5

Oder in Atomen ausgedrückt:

Anzahl der Atome des	Mohnöl.	Leinöl.
Kohlenstoffs . . .	100	100
Sauerstoffs . . .	8,7	12,2
Wasserstoffs . . .	163,0	166,0

Berücksichtigt man die Unvermeidlichkeit kleiner Beobachtungsfehler, so kann man die Zusammensetzung der untersuchten trocknenden Oele wie folgt annehmen:

Anzahl der Atome des	Mohnöl.	Leinöl.
Kohlenstoffs . . .	100	100
Sauerstoffs . . .	9	12
Wasserstoffs . . .	163,5	168,0

Und die Zusammensetzung derselben hiernach für 100 Theile berechnet:

Name.	Mohnöl.	Leinöl.
Kohlenstoff . . .	79,720	77,04
Sauerstoff . . .	9,53	12,27
Wasserstoff . . .	10,75	10,69

Mit

Mit dieser Rechnung stimmt Saussures Angabe der Bestandtheile des Nufsöls gut überein. Denn dieser Anatiker fand in 100 Theilen Nufsöl:

Kohlenstoff	79,774
Sauerstoff	9,122
Wasserstoff	10,570

Es findet sich also vollkommen bestätigt, dafs in den untersuchten trocknenden fetten Oelen die Atome des Wasserstoffs Multipla der Summe der Atome des Sauerstoffs und Kohlenstoffs mit der Zahl  $1\frac{1}{2}$  sind.

Denn in Mohnöl und Nufsöl fanden sich 100 Atome Kohlenstoff + 9 Atome Sauerstoff = 109 Atome Kohlenstoff und Sauerstoff, gegen 163,5 At. Wasserstoff. Es sind aber:

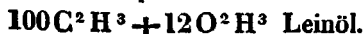
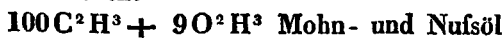
$$\frac{163,5 \text{ H}}{109 [\text{C} + \text{O}]} = 1,50.$$

In Leinöl:

$$\frac{168 \text{ H}}{112 [\text{C} + \text{O}]} = 1,50.$$

Hieraus wird klar, dafs die trocknenden fetten Oele wie die Glieder der Zuckergruppe als Verbindungen von *Carburet hydrogen.* mit *Oxyd. hydrogen.* zu betrachten sind.

Sie unterscheiden sich nur von den Gliedern der Zuckergruppe, so zu sagen, durch eine höhere Hydrogenationsstufe. Wenn nämlich die Ersteren als Verbindungen von  $\text{CH} + \text{OH}$  zu betrachten sind, so sind Letztere als Verbindungen von  $\text{C}^2\text{H}^3 + \text{O}^2\text{H}^3$  anzusehen. Demnach würden folgende relative Formeln die Proportionen der Elemente in den untersuchten trocknenden fetten Oelen ausdrücken:



Da die schmierigen fetten Oele Gemische aus Olein und Stearin sind, so ist es klar, dafs die Untersuchung über die Proportionen der Elemente in den Ersteren sich nur auf die beiden Letzteren zu beziehen brauchen. Da aber keine Methode bekannt ist, das Stearin und Olein aus vegetabilischen Oelen im absolut reinen Zustande abzuscheiden, so begnügte ich mich nur zu beweisen, dafs in den Stearin und Olein die Anzahl der Wasserstoff-Atome ebenfalls Producte der Multiplication einfacher Zahlen mit der Summe der Atome des Sauerstoffs und Kohlenstoffs sind.

Deshalb wiederholte ich die Analyse des Baumöls und verglich die Resultate derselben mit Saussure's Untersuchungen des Stearins und Oleins desselben.

100 Theile Baumöl gaben:

78,0 Kohlenstoff
10,7 Wasserstoff
11,3 Sauerstoff
100,0.

Oder in Atomen:

1,03 Atome Kohlenstoff
0,11 - Sauerstoff
1,72 - Wasserstoff

$$\text{Also } \frac{1,72 \text{ H}}{1,14 [\text{O} + \text{C}]} = 1,50$$

Mithin sind in dem Baumöle die Wasserstoffatome Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome mit der Zahl  $1\frac{1}{2}$ .

Saussure fand in 100 Th. der durch Auspressen des Baumöls bei  $-3^{\circ}$  C. erhaltenen:

	Stearin.	Olein.
Kohlenstoff . . .	82,17	76,03
Sauerstoff . . .	6,3	12,06
Wasserstoff . . .	11,23	11,54

## Oder in Atomen:

Anzahl der Atome des	Stearin.	Olein.
Kohlenstoffs . . .	1,09	1,00
Sauerstoffs . . .	0,06	0,12
Wasserstoffs . . .	1,80	1,85

$$\text{Also } \frac{1,80 \text{ H}}{1,15 [\text{O} + \text{C}]} = 1,56 \quad \frac{1,85 \text{ H}}{1,12 [\text{O} + \text{C}]} = 1,65.$$

Nach Saussure's Versuchen würden sich demnach die Atome des Wasserstoffs zu den Summen der Atome des Sauerstoffs und Kohlenstoffs verhalten wie:

1,56 : 1,0 in nicht absolut reinem Stearin

1,65 : 1,0 - - - - - Olein.

Berücksichtigt man jedoch die Schwierigkeit absolut genauer Wasserstoff-Bestimmungen bei Saussure's mühsamer Methode, so kann man in dessen Stearin und Olein die Verhältnisse der Atome des Wasserstoffs zu den Summen der Atome des Kohlenstoffs und Sauerstoffs ebenfalls wie 1,5 zu 1 annehmen.

Obgleich nun, mathematisch genommen, Saussure's Stearin nur als stearinreicheres Baumöl, sein Olein aber nur als oleinreicheres Baumöl betrachtet werden kann, so muß doch die Anzahl der Atome des Wasserstoffs zu den Summen der Atome des Kohlenstoffs und Sauerstoffs, auch bei der absolutesten Reinheit dieser Verbindungen, in angedeuteten Verhältnissen stehen; denn es fanden sich die Atome der Elemente in folgenden Verhältnissen:

	Anzahl d. Atome des Wasserstoffs.	Summe d. Atome des Sauer- und Kohlen- stoffs.
im Baumöl . . . . .	1,5 :	1
im stearinreicheren Baumöl	1,5 :	1
im oleinreicheren Baumöl	1,5 :	1
folglich auch:		
im absolut reinen Stearin	1,5 :	1
im absolut reinen Olein	1,5 :	1

Die Verschiedenheit beider Verbindungen würde demnach durch ein umgekehrtes Verhältniß der Atome des Sauerstoffs zu denen des Kohlenstoffs bedingt. Bei der Zersetzung des Baumöls würde nämlich das Stearin genau so viel Atome Kohlenstoff aufnehmen, als das Olein Sauerstoff-Atome aufnimmt. Die Anzahl der Atome des Wasserstoffs bleibt demnach zu der Summe der Atome der andern Elemente in beiden Stoffen in denselben Verhältnissen wie in dem Baumöl.

#### Ueber flüchtige Oele.

Die flüchtigen Oele sind in der Regel Mischungen verschiedenartiger Substanzen. Besonders bemerkbar machen sich eine bei niederer Temperatur krystallisirbare und eine selbst bei niederer Temperatur flüssige Substanz derselben. Erstere nennt Berzelius Stearopten, letztere Elaeopten.

Es ist einleuchtend, daß eine genauere Kenntniß der Proportionen der Elemente der aus diesen beiden ungleichartigen Substanzen bestehenden Gemische nicht eher erlangt werden kann, bis man Methoden aufgefunden hat, dieselben mit Sicherheit zu trennen. Ich beschränkte daher meine Versuche nur auf diejenigen, in denen Saussure keinen Sauerstoff vorfand, und die demnach mit größerer Wahrscheinlichkeit als einfache Verbindungen angesehen werden können.

Sie sind:

Steinöl  
Terpenthinöl und  
Citronenöl.

Nach Saussure enthalten sie ihre Elemente in folgenden Verhältnissen:

	Steinöl.	Citronenöl	Terpenthinöl.
Kohlenstoff	87,8	86,9	87,78
Wasserstoff	12,2	12,3	11,64

## Oder in Atomen:

Anzahl d. Atome des	Steinöl.	Citronenöl.	Terpenthinöl.
Kohlenstoffs	100	100	100
Wasserstoffs	169	172	160

Man sieht, dafs, diesen Angaben zu Folge, die flüchtigen Oele eine Ausnahme der bisher durchgängig gefundenen einfachen Verhältnisse der Atome des Kohlenstoffs zu denen des Sauerstoffs machen würden.

Ich sah mich daher genöthigt, die Untersuchung dieser Oele zu wiederholen.

Bei der Untersuchung der flüchtigen Oele konnte die bisher gebrauchte und oben beschriebene Methode der Analyse nicht angewendet werden. Es condensirt sich nämlich etwas unzersetzt verflüchtigtes Oel in dem Theile des Rohres, welcher den, zur Wasser-Absorption bestimmten, salzsauren Kalk enthält. Durch dieses Oel wird das Gewicht des erzeugten Wassers vergröfsert und mithin das Resultat ungenau. Da die zu untersuchenden Oele blofs Kohlenstoff und Wasserstoff enthielten, so konnte zu ihrer Analyse eine sehr einfache Methode angewendet werden.

Es wurde nämlich ein mit trockenem Kupferoxyd angefülltes Glasrohr mit einer kleinen Retorte luftdicht verbunden, und dieser Apparat mit der Quecksilber-Wanne in Verbindung gesetzt. Das, das Kupferoxyd enthaltende Glasrohr wurde zuvörderst tarirt, und dann die Retorte mit dem zu untersuchenden Oele angefüllt. Man begann die Untersuchung mit Erhitzung des Kupferoxyds bis zu anfangender Rothglühhitze, und leitete dann, durch Erhitzung des in der Retorte befindlichen Oeles erzeugte Oeldämpfe über das glühende Kupferoxyd. Die Zersetzung des Oeles erfolgte unter Wasser- und Kohlensäure-Bildung, welche letztere über Quecksilber aufzufangen und gemessen wurde. Hat man eine hinreichende Menge Kohlensäure erzeugt, so läfst man den Apparat

erkalten, nimmt ihn dann aus einander, wiegt nun das, das Kupferoxyd enthaltende Rohr von Neuem, und bemerkt den Verlust desselben.

Der Gewichtsverlust des Kupferoxyds wird genau so viel betragen, als das Oxygen wiegt, welches von dem Kohlenstoff und Wasserstoff des zersetzten Oeles zu Kohlensäure und zu Wasser gebunden wurde.

Da man die Summe der erzeugten Kohlensäure bestimmte, und man ihren Sauerstoffgehalt berechnen kann, so wird man, nach Abzug des an die Kohlensäure gebundenen Oxygens von der Oxygensumme, welche das Kupferoxyd verlor, diejenige Oxygen-Menge finden, welche von dem Wasserstoffe des zersetzten Oeles zu Wasser gebunden wurde, und aus diesem das Hydrogen berechnen können.

Auf diese Weise wurden folgende Resultate erhalten.

Rectificirtes Steinöl aus Persien von 0,76 spec. Gew.

Verlust des Kupferoxyds = 1,50 Gran.

Erhaltene Kohlensäure = 2,6 Kbzll. bei 15° R. und  
28" Par. Barometerstand.

Also:

2,6 Kbzll. Kohlensäure = 0,376 Kohlenstoff

0,376 Kohlenstoff binden 1,00 Sauerstoff.

Es bleiben also 0,50 Gran Sauerstoff für den Wasserstoff des Oels.

0,50 Gran Sauerstoff vereinigen sich mit: 0,062 Wasserstoff zu Wasser.

Das untersuchte Steinöl bestand mithin aus:

0,376 Kohlenstoff

0,062 Wasserstoff.

Oder in 100 Theilen aus:

85,88 Kohlenstoff

14,12 Wasserstoff

---

100,00.

Dieses Verhältniß entspricht genau einer Verbindung aus:

1 Atom Kohlenstoff  
2 - Wasserstoff.

Denn nach diesen Verhältnissen berechnet, würde Steinöl aus:

85,83 Kohlenstoff  
14,17 Wasserstoff  

---

100,00

bestehen.

Rectificirtes Citronenöl von 0,85 spec. Gew.

Es absorbirte 1,70 Gran Sauerstoff und gab: 3,2 Kubikzoll Kohlensäure.

Es besteht mithin in 100 Theilen aus:

88,5 Kohlenstoff  
11,5 Sauerstoff  

---

100,00.

Es enthält demnach:

2 Atome Kohlenstoff  
3 - Wasserstoff,

und hiernach für 100 Theile berechnet:

88,98 Kohlenstoff  
11,02 Wasserstoff.

Rectificirtes Terpenthinöl von 0,86 spec. Gew.

Es absorbirte 2,0 Gran Sauerstoff und bildete 3,8 Kubikzoll Kohlensäure.

Es besteht mithin aus:

88,88 Kohlenstoff  
11,12 Wasserstoff  

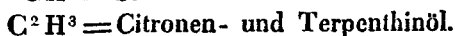
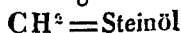
---

100,00

und hat dieselbe Zusammensetzung wie das Citronenöl.

Es fand sich also, daß die sauerstofffreien flüchtigen

Oele aus sehr einfachen Atomen-Verhältnissen ihrer Elemente zusammengesetzt sind. Nämlich:



Ich vermute jedoch, daß das Terpenthinöl durch einen geringen Oxygehalt von dem Citronenöle unterschieden ist. Denn bei der Berechnung der Saussure'schen Angaben der Bestandtheile der flüchtigen Oele findet sich, daß bei Oelen von gleicher Hydrogenations-Stufe die specifischen Gewichte zunehmen, wie ihr Sauerstoffgehalt. Da nun das specifische Gewicht des Citronenöls  $= 0,85$  und das des Terpenthinöls  $= 0,86$  etwas differiren, so ließe sich diese Verschiedenheit durch obige Annahme leicht erklären.

#### Ueber Kampher.

Saussure fand den gemeinen Kampher in 100 Th. zusammengesetzt aus:

74,38 Kohlenstoff

10,67 Wasserstoff

14,61 Sauerstoff

Oder in Atomen:

0,987 Atome Kohlenstoff

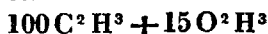
0,146 - Sauerstoff

1,710 - Wasserstoff

$$\text{Also: } \frac{1,710 \text{ H}}{1,133 [\text{O} + \text{C}]} = 1,50$$

Also auch in dem Kampher sind die Atome des Wasserstoffs Multipla der Summe des Sauerstoffs und Kohlenstoffs mit der Zahl  $1\frac{1}{2}$ .

Die Mischung des Kamphers würde demnach durch die relative Formel:



ausgedrückt werden können.

## Ueber Harze.

Ueber die quantitative Zusammensetzung der zu dieser Gruppe gehörenden einfachen vegetabilischen Verbindungen wissen wir noch sehr wenig. Ich berechnete daher nur die Mischung des Colophoniums. Ich wählte dieses Harz besonders deshalb, weil es von Gay-Lussac und Thénard untersucht wurde, und weil die in dieser Analyse angegebene Sauerstoffmenge mit der von Unverdorben bestimmten Capacität desselben gut übereinstimmt.

Gay-Lussac und Thénard fanden in 100 Theilen Colophonium:

Kohlenstoff	75,944
Wasserstoff	10,719
Sauerstoff	13,337
	<hr/>
	100,00.

Oder in Atomen:

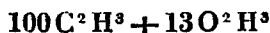
1,00	Atome	Kohlenstoff
0,133	-	Sauerstoff
1,720	-	Wasserstoff.

Also: 
$$\frac{1,72 \text{ H}}{1,133 [\text{O} + \text{C}]} = 1,51.$$

Man sieht hieraus, daß auch die zur Harzgruppe gehörenden Glieder Verbindungen von



zu seyn scheinen; denn die Zusammensetzung des Colophoniums kann durch die relative Formel:



ausgedrückt werden.

## Ueber Aether und Weingeist.

Auch diese organischen Verbindungen folgen den aufgefundenen allgemeinen Regeln. Nämlich auch in ihnen sind die Wasserstoff-Atome Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome, und zwar mit der Zahl 2.

Denn nach Gay-Lussac besteht der Aether aus:

4 Atomen Kohlenstoff  
 1 - Sauerstoff  
 10 - Wasserstoff.

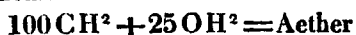
Also:  $\frac{10H}{5[O+C]}=2.$

Nach Saussure besteht der Weingeist aus:

2 Atomen Kohlenstoff  
 1 - Sauerstoff  
 6 - Wasserstoff

Also:  $\frac{6H}{3[O+C]}=2.$

Aether und Weingeist können also durch die relativen Formeln:



ausgedrückt werden.

Ueber die Regeln, nach denen sich die Atome der Elemente zu den Gliedern der zweiten Klasse vegetabilischer Verbindungen vereinigen.

Bei der Prüfung der elementaren Verhältnisse der Glieder der zweiten Klasse wurde besonders darauf gesehen, die Zusammensetzung, wenigstens einiger Glieder der durch physische und chemische Eigenschaften ausgezeichneten Gruppen, mit Genauigkeit kennen zu lernen.

Die Anzahl der geprüften Stoffe ist zwar verhältnißmäßig klein, allein dessen ungeachtet lassen sich doch schon bestimmte Regeln der Zusammensetzung derselben auffassen, die, weil sie sich auch bei den heterogensten Stoffen bestätigen, auf allgemeinere Gültigkeit Anspruch machen können.

Eine der wichtigsten dieser Regeln ist:

1) In allen untersuchten Gliedern der zweiten Klasse vegetabilischer Verbindungen ist die Anzahl der Atome des Wasserstoffs ein Multiplum, entweder der Summe der Atome des Sauerstoffs und Kohlenstoffs, oder bei

fehlendem Sauerstoff, der Atome des Kohlenstoffs mit den Zahlen 1,  $1\frac{1}{2}$  oder 2.

Diese klaren und einfachen Verhältnisse der Elemente zu einander rechtfertigen die Annahme vollkommen, diejenigen untersuchten indifferenten vegetabilischen Stoffe, in welchen der Sauerstoff fehlt, als primäre Verbindungen, als *Carbureta hydrogenica* zu betrachten.

Diejenigen aber, die aus allen 3 Elementen zusammengesetzt sind, als secundäre Verbindungen, als Verbindungen zweier primären Verbindungen, nämlich des Kohlenwasserstoffs mit Sauerwasserstoff anzusehen, in denen die *Carbureta hydrogenica* die elektropositive, die *Oxyda hydrogenica* aber die elektronegative Rolle zu spielen scheinen.

Mit dieser Annahme übereinstimmend, bemerkt man noch eine andere Regel:

1) In den untersuchten Gliedern der zweiten Klasse bemerkt man, daß sich zwar die Wasserstoff-Atome in drei Verhältnissen mit den Atomen der andern beiden Elemente vereinigen können, allein in einer und derselben secundären Verbindung sind sich die Wasserstoff-Atome der primären Verbindungen, nämlich des *Carbureti hydrogenici* und des *Oxydi hydrogenici* jedesmal gleich.

Die Verschiedenheit der chemischen Mischung der indifferenten vegetabilischen Verbindungen wird in einigen Fällen durch verschiedene quantitative Verhältnisse des Wasserstoffs zu den andern Elementen, in den meisten Fällen aber durch sehr mannigfaltige Verhältnisse des *Oxydi hydrogenici* zu den *Carburet, hydrog.* hervorgebracht. Allein so mannigfaltig auch die Verhältnisse erscheinen, in welchen sich diese beiden Verbindungen vereinigen können, so folgen sie doch in den untersuchten Verbindungen nachstehender Regel:

3) In den untersuchten Gliedern der zweiten Klasse einfacher vegetabilischer Stoffe verhalten sich die Atome

der elektronegativen Verbindungen zu den Atomen der elektropositiven, wie die Glieder der einfachen Zahlenreihe zu den Zahlen 10 oder 100.

Tabelle über die Proportionen der Elemente in den untersuchten Gliedern der zweiten Klasse vegetabilischer Verbindungen.

A. Stoffe, deren Wasserstoff-Atome Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome mit der Zahl 1 sind.

	Z u c k e r g r u p p e.					
	Holz.	Rohrzucker.	Tragan.	Stärkehl.	Gummi.	
Kohlenstoffatome	10	10	10	10	10	
Sauerstoffatome	8	9	10	11	12	
Wasserstoffatome	18	19	20	21	22	
Relative Formel	$10\text{CH} + 8\text{OH}$	$10\text{CH} + 9\text{OH}$	$10\text{CH} + 10\text{OH}$	$10\text{CH} + 11\text{OH}$	$10\text{CH} + 12\text{OH}$	

B. Stoffe, deren Wasserstoff-Atome Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome mit der Zahl  $1\frac{1}{2}$  sind.

	Citronenöl.	Terpenhinhöl.	Mohnöl.	Leinöl.	Colophonium.	Kampfer.
Kohlenstoffatome	100	100	100	100	100	100
Sauerstoffatome	0	1	9	12	13	15
Wasserstoffatome	150	151,5	163,5	168	169,5	172,5
Relative Formel	$\text{C}^2\text{H}^2$	$100\text{C}^2\text{H}^2 + 1\text{O}^2\text{H}^3$	$100\text{C}^2\text{H}^2 + 9\text{O}^2\text{H}^3$	$100\text{C}^2\text{H}^2 + 12\text{O}^2\text{H}^3$	$100\text{C}^2\text{H}^2 + 13\text{O}^2\text{H}^3$	$100\text{C}^2\text{H}^2 + 15\text{O}^2\text{H}^3$

C. Stoffe, deren Wasserstoff-Atome Multipla der Summe der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Atome mit der Zahl 2 sind.

	Steinöl.	Äther.	Veingeist.
Kohlenstoffatome	100	100	100
Sauerstoffatome	0	25	50
Wasserstoffatome	200	250	300
Relative Formel	$\text{C} + \text{H}^2$	$100\text{CH}^2 + 25\text{OH}^2$	$100\text{CH}^2 + 50\text{OH}^2$

Vermittelst vorstehender Tabelle kann man sich leicht überzeugen, daß alle untersuchten, zur zweiten Klasse gehörigen, organischen Verbindungen aus sechs primären Verbindungen zusammengesetzt sind.

Dieselben bestehen aus drei verschiedenen Hydrogenations-Stufen des Kohlenstoffs und drei verschiedenen Hydrogenations-Stufen des Sauerstoffs.

Nämlich:

1) Einfacher Kohlenwasserstoff aus gleichen Atomen seiner Elemente zusammengesetzt  $= \text{CH}$ .

Diese Verbindung ist bis jetzt in isolirtem Zustande unbekannt.

2) Anderthalb Kohlenwasserstoff, aus 2 Atomen Kohlenstoff und 3 Atomen Wasserstoff  $= \text{C}^2 \text{H}^3$ .

In flüssigen Zustande wird diese Verbindung durch Citronenöl repräsentirt.

3) Doppelt Kohlenwasserstoff, aus 1 Atom Kohlenstoff mit 2 Atomen Wasserstoff  $= \text{CH}^2$ .

Im gasförmigen Zustande ist diese Verbindung als Oelgas bekannt. Im flüssigen Zustande bildet sie Steinöl.

4) Einfacher Sauerwasserstoff, aus gleichen Atomen Sauerstoff und Wasserstoff gebildet  $= \text{OH}$ .

Als Thénard's oxydirtes Wasser bekannt.

5) Anderthalb Sauerwasserstoff, aus 2 Atomen Sauerstoff und 3 Atomen Wasserstoff  $= \text{O}^2 \text{H}^3$ .

Ist im isolirten Zustande unbekannt.

6) Doppelt Sauerwasserstoff, aus 1 Atom Sauerstoff und 2 Atomen Wasserstoff  $= \text{OH}^2$ .

Als gewöhnliches Wasser bekannt.

Aus diesen sechs primären Verbindungen waren alle untersuchten Stoffe der zweiten Klasse zusammengesetzt: es ist daher wahrscheinlich, daß alle übrigen indifferenten vegetabilischen Verbindungen ebenfalls bloß aus ihnen bestehen.

## Dritte Klasse. Alkaloïde.

Ueber die Glieder dieser Klasse verdanken wir den HH. Pelletier und Dumas vortreffliche Untersuchungen. Nach denselben sind einige der ausgezeichnetsten Alkaloïde wie folgt zusammengesetzt.

Namen.	Strychnin.	Cinchon.	Chinin.	Brucin.	Morphin.	Narcotin.	Veratrin.	Emetin.
Kohlenstoff	78,22	76,97	75,02	75,04	72,02	68,88	66,75	64,57
Wasserstoff.	6,54	6,22	6,66	6,52	7,01	5,91	8,54	7,77
Sauerstoff	6,38	7,79	10,43	11,21	14,84	18,0	19,6	22,95
Stickstoff	8,92	9,02	8,45	7,22	5,53	7,21	5,04	4,30

## Oder in Atomen:

Kohlenstoff	100	100	100	100	100	100	100	100
Wasserstoff.	101	98	107	105	116	104	155	116
Sauerstoff	6,1	7,5	10,4	11	15,4	20	21,6	27
Stickstoff	4,8	4,9	4,7	4	3,2	4,6	3,1	2,8

Bei Wiederholung der Analyse des Morphins bekam ich jedoch etwas weniger Wasserstoff, als in vorstehender Tabelle aufgeführt wurde.

Hundert Theile Morphin gaben nämlich:

73,1 Kohlenstoff

6,2 Wasserstoff

14,84 Sauerstoff

5,53 Stickstoff

} nach Pelletier's etc.  
Angabe.

Die Atome der Elemente im Morphin verhalten sich demnach wie folgt:

100 Atome Kohlenstoff

102 - Wasserstoff

15,2 - Sauerstoff

3,1 - Stickstoff.

Man sieht also aus vorstehenden Resultaten, daß ebenfalls in den Alkaloïden die Atome des Wasserstoffs zu den Atomen des Kohlenstoffs in einfachen Verhältnis-

sen stehen. Es sind nämlich die Atome des Ersteren Multipla der Atome des Letzteren mit den Zahlen 1 oder  $1\frac{1}{2}$ ; mit der Zahl 1 im: *Strychnin*, *Cinchonin*, *Chinin*, *Brucein*, *Morphin* und *Narcotin*; mit der Zahl  $1\frac{1}{2}$  im: *Veratrin* und *Emetin*.

Die Verhältnisse der Atome des Sauerstoffs und Stickstoffs sind dagegen verwickelter. Ich wage es daher nicht aus obigen Resultaten rücksichtlich der Proportionen dieser beiden Elemente Schlüsse zu ziehen. Der Stickstoffgehalt ist in den Alkaloiden zu unbedeutend, um aus ihren Untersuchungen die Proportionen entwickeln zu können, in welchen Stick- und Sauerstoff in organischen Verbindungen vereinigt sind. Man müßte zu diesem Zweck stickstoffreichere Verbindungen studiren.

Man kann daher rücksichtlich der Zusammensetzung der Alkaloide nur mit Bestimmtheit annehmen, daß selbige als Verbindungen von einfachem oder anderthalb Kohlenwasserstoff mit verschiedenen Proportionen verschiedener Oxydationsstufen des Stickstoffs anzusehen sind. Denn diese Annahme geht aus den klar ausgesprochenen Verhältnissen der Atome des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs gegen einander hervor, und wird durch ziemlich einfache Proportionen der Summe der Atome des Sauerstoffs und Stickstoffs gegen die Anzahl der Atome des Kohlenwasserstoffs bestätigt.

Da im Vorstehenden nachgewiesen wurde, daß jede der untersuchten einfachen vegetabilischen Verbindungen eine eigenthümliche chemische Constitution besitzt; so bleibt nur noch übrig, ebenfalls zu beweisen, daß diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche die Glieder ganzer Klassen dieser Verbindungen mit einander gemein haben, ebenfalls mit eigenthümlichen chemischen Verhältnissen innig zusammenhänge; oder kürzer: den Klassen-Charakter aus der chemischen Constitution der Glieder derselben Klasse zu entwickeln. Diefß wird nicht schwer fallen; denn gerade bei dieser Gelegenheit bekrundet sich der innige Zusammenhang der Eigenschaften der Stoffe mit ihrer

chemischen Constitution am glänzendsten. Denn die nach den Eigenschaften der Glieder geordneten Klassen behalten, Eigenthümlichkeiten der chemischen Constitution ihrer Glieder zum Klassen-Charakter erhoben, ganz dieselben Glieder. Denn es fand sich:

1) Die Glieder der ersten Klasse oder die vegetabilischen Säuren theilen mit einander alle die Eigenthümlichkeit: Verbindungen von Sauerstoff mit Kohlenwasserstoff zu seyn. Sie sind also sämmtlich als verschiedene Oxydationsstufen des Kohlenwasserstoffs zu betrachten.

Also vegetabilische Säuren  $= \text{CH} + x\text{O}$ .

2) Die Glieder der zweiten Klasse oder die indifferenten vegetabilischen Verbindungen sind sämmtlich Verbindungen von *Oxyd. hydrogenic.* mit *Carburet. hydrog.* Sie haben mithin Aehnlichkeit mit den Salzen, und können als wasserstoffsaurer Kohlenwasserstoff betrachtet werden.

Also einfache indifferente vegetabilische Stoffe  $= \text{CH} + x\text{OH}$ .

3) Die Glieder der dritten Klasse oder die Alkaloïde haben auch eine salzähnliche Zusammensetzung. Nur sind sie von den Gliedern der vorigen Klasse durch eine andere Säure unterschieden.

Man kann sie nämlich als stickstoffsauren Kohlenwasserstoff betrachten, denn sie sind sämmtlich Verbindungen von *Carburet. hydrogen.* mit *Oxyd. nitrogen.*

Also Alkaloïde  $= \text{CH} + x\text{ON}$ .

Es geht also aus Allem hervor, dafs die Eigenthümlichkeiten der einfachen vegetabilischen Produkte durch chemische Verschiedenheit bewirkt werden.

Allein es ist in der That bewunderungswürdig, wie bei qualitativer Gleichheit der Elemente, durch die geringste Modification der quantitativen Verhältnisse, so häufig ganz heterogene Stoffe entstehen können. — Betrachtet man die in vorstehender Arbeit entwickelten Resultate mit Aufmerksamkeit, so findet man, dafs selbst  
be-

bedeutende quantitative Unterschiede der Wasserstoffverhältnisse keine so auffallende Verschiedenheit der Verbindungen hervorbringt; ich erinnere nur an Stein- und Terpenthinöl. Jedoch zeigt sich durchgängig, daß bei der geringsten Verschiedenheit der Sauerstoff-Verhältnisse oder der Verhältnisse seiner Verbindungen zu den andern Elementen, die auffallendsten Verschiedenheiten bewirkt werden.

So entsteht aus der Differenz eines einzigen Atoms Sauerstoff aus Gallussäure: Bernsteinsäure, aus Bernsteinsäure: Citronensäure, aus Citronensäure: Weinsteinsäure, aus Weinsteinsäure: Ameisensäure. Ferner aus der Differenz eines einzigen Atoms einfachen Sauerwasserstoffs entstehen aus Holz: Zucker, aus Zucker: Pflanzenschleim, aus Pflanzenschleim: Amylon, aus Amylon: Gummi u. s. w.

Das was also in der unorganischen Welt durch eine grofse Mannigfaltigkeit der Elemente erreicht wird, bringt in der organischen Welt die Vielseitigkeit eines einzigen Elementes hervor. Dieses Element, der Sauerstoff, ist in der That nicht blofs als Haupttriebfeder aller Lebensthätigkeit der organischen Welt, und als Haupterreger des momentanen Lebens, wenn man den Chemismus so nennen darf, der unorganischen Welt zu betrachten, sondern auch in der Rolle, welche er in den organischen Verbindungen spielt, als das charakterisirende Princip derselben.