

<b>Zeitschrift:</b>	Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
<b>Band:</b>	33 (1848)
<b>Artikel:</b>	Ueber die Erzeugung des Ozons durch Phosphor in reinem Sauerstoffgase
<b>Autor:</b>	Schönbein, C.F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-89803">https://doi.org/10.5169/seals-89803</a>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Beilage V.

### Ueber die Erzeugung des Ozons durch Phosphor in reinem Sauerstoffgase.

*Von C. F. Schönbein.*

Schon vor geraumer Zeit ist von mir die Thatsache ermittelt worden, dass in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichtigkeit, sollte dasselbe auch noch so reichlich mit Wasserdampf beladen sein, der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur kein Ozon erzeugt und unter diesen Umständen auch weder eine merkliche Menge Sauerstoffes verschluckt noch Phosphorsäure gebildet wird.

Ich habe es aber bis jetzt versäumt, einige andere von mir aufgefundene Thatsachen bekannt zu machen, die nicht ohne Interesse sind und welche unter Anderem beweisen, dass auch der reine feuchte Sauerstoff in Berührung mit Phosphor reichlich Ozon zu erzeugen vermag. Diese Lücke soll durch folgende Angaben ausgefüllt werden.

Aus den früheren Erfahrungen der Chemiker ist hinreichend bekannt, dass der Phosphor in reinem Sauerstoff von gewöhnlicher Dichtigkeit bei gewöhnlicher Temperatur nicht leuchtet, diess aber in dem gleichen Gase thut, falls es bis auf einen gewissen Grad verdünnt ist. Da nun nach meinen vielfachen Beobachtungen das Leuchten oder die langsame Verbrennung des Phosphors mit der Bildung des Ozones so innig verknüpft ist, dass jene ohne diese nie statt

findet und für mich desshalb die beiden *so unzertrennlich* sich begleitenden Erscheinungen in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung zu einander stehen und zwar so, dass die Ozonbildung der langsamten Verbrennung des Phosphors vorangeht, so musste ich vermuten, dass auch beim Leuchten dieses Körpers in reinem verdünnten Sauerstoffe Ozon zum Vorschein komme, und meine über diesen Gegenstand angestellten Versuche haben eine solche Vermuthung vollkommen bestätigt, wie diess aus nachstehender Angabe erhellen wird.

Bringt man in eine mit reinstem Sauerstoff von gewöhnlicher Dichtigkeit gefüllte Flasche, deren Boden mit Wasser bedeckt ist, ein Stück Phosphor von reiner Oberfläche in der Weise, dass dasselbe noch wenigstens zur Hälfte über das Wasser ragt, hängt man einen mit Jodkaliumpaste behafteten Papierstreifen in dem Gefäss auf und verschliesst dieses luftdicht, so wird besagter Streifen bei gewöhnlicher Temperatur sich nie bläuen, wie lange er auch in der Flasche sein mag, und ebenso wenig wird das den Phosphor bespülende Wasser unter diesen Umständen sauer werden. Stellt man aber diese Flasche mit etwas gelockertem Stöpsel bei gewöhnlicher Temperatur unter die Glocke einer Luftpumpe und verdünnt man deren Luftgehalt, also auch den in der Flasche enthaltenen Sauerstoff etwa bis zum Vierfachen, so fängt der Phosphor an im Dunkeln zu leuchten und ist einmal dieses Phänomen eingetreten, so erscheint schon nach einer Minute der Kleister stark blau gefärbt und wird auch bald das den Phosphor berührende Wasser merklich säuern.

Eine längst bekannte Thatsache ist es ferner, dass Phosphor in gewöhnlich dichtem Sauerstoffgase leuchtet, wenn dieses auch nur schwach erwärmt wird und bei der innigen Verknüpfung, in welche ich das Leuchten des Phos-

phors mit der Ozonbildung setze, musste es für mich höchst wahrscheinlich sein, dass auch unter diesen Umständen Ozon erzeugt werde. Dem ist in der That so. Phosphor in eine Flasche gebracht, die mit Sauerstoff von gewöhnlicher Dichtigkeit gefüllt und deren Boden mit so viel Wasser bedeckt ist, dass aus diesem der Phosphor noch zur Hälfte hervorragt, fängt nach meinen Erfahrungen bei  $24^{\circ}$  oben zu leuchten an und leuchtet bei  $36^{\circ}$  schon sehr lebhaft. Befindet sich in einer solchen Flasche ein mit Jodkaliumkleister behafteter Papierstreifen, so bleibt dieser so lange ungefärbt und das Wasser im Gefäss so lange geschmacklos, als der Phosphor dunkel bleibt; kaum hat aber das Leuchten dieses Körpers begonnen, so fängt auch besagter Kleister an sich zu bläuen und das Wasser wird säurehaltig. Bei einer Temperatur von  $36^{\circ}$  ist die Ozonbildung so reichlich, dass schon nach wenigen Sekunden der Jodkaliumkleister schwarzblau erscheint und das Wasser in wenigen Minuten wirklich stark sauer reagirt.

Aus den erwähnten Thatsachen erhellt somit erstens, dass in gehörig verdünntem Sauerstoff der Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur und in Sauerstoff von gewöhnlicher Dichtigkeit bei etwas erhöhter Temperatur rasch Ozon erzeugt, ohne hiezu eines andern Gases zu bedürfen, und zweitens, dass, wie in so vielen andern Fällen, so auch in dem Vorliegenden mit dem Eintritt der Ozonbildung das Leuchten und die Säuerung des Phosphors beginnt.

Die Frage, warum der Sauerstoff bis auf einen gewissen Grad verdünnt sein muss, damit in ihm der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur Ozon zu erzeugen vermag und warum gewöhnlich dichter Sauerstoff einer gewissen Erwärmung bedarf, um zur Ozonerzeugung befähiget zu werden, lässt sich aus den vorhin angegebenen Thatsachen allerdings nicht beantworten; es scheinen jedoch dieselben

der Vermuthung Raum zu geben, dass die beschriebene Ozonbildung in irgend einem Zusammenhange mit der Verdampfung des Phosphors stehe.

Aus bekannten physikalischen Gründen muss unter sonst gleichen Umständen die besagte Verdampfung in verdünntem Sauerstoff rascher als im dichtern Gase stattfinden, ebenso muss diese Verdampfung unter sonst gleichen Umständen in gewöhnlich dichtem Sauerstoff bei höherer Temperatur rascher erfolgen, als diess bei gewöhnlicher Temperatur geschieht.

Würde nun das Ozon nur unter dem Einflusse des Phosphordampfes von einer gewissen Dichtigkeit gebildet werden können, würde mit andern Worten die Ozonbildung von einer gewissen Raschheit und Reichlichkeit der Phosphorverdampfung auf irgend eine Weise bedingt sein, so liesse sich begreifen, wie eine Verdünnung oder Temperaturerhöhung des gewöhnlichen Sauerstoffgases einen bestimmenden Einfluss auf die Ozonbildung auszuüben vermöchte.

Wie kommt es aber, dass in Gasgemengen von Sauerstoff und Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlensäure, alle von gleicher und gewöhnlicher Elasticität genommen, der Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur Ozon erzeugt, während er in gleich dichtem und warmem Sauerstoff diese riechende Materie nicht hervorzubringen vermag?

Aus physikslischen Gründen möchte man geneigt sein anzunehmen, dass die Verdampfung des Phosphors in allen gegen diesen Körper chemisch indifferenten Gasen von gleicher Elasticität und Temperatur auch mit gleicher Raschheit stattfinde, oder in gleichen Zeiten und Räumen gleich viel Phosphordampf sich erzeuge.

Wäre diess wirklich der Fall, so dürfte, wie leicht zu

begreifen, in atmosphärischer Luft die Verdampfung des Phosphors nicht rascher und reichlicher erfolgen, als diess in Sauerstoffgas von gleicher Elasticität und Temperatur geschieht, und es würde somit aus der Thatsache, dass in ersterer der Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur Ozon erzeugt und leuchtet, diess aber in gleich dichtem und warmem Sauerstoff nicht thut, die Folgerung gezogen werden müssen, dass Ozonbildung und eine gewisse Raschheit der Verdampfung oder eine gewisse Dichtigkeit des Dampfes des Phosphors in keinem ursächlichen Zusammenhange untereinander stehen.

Oder sollte vielleicht die Annahme ungegründet sein, dass der Phosphor in chemisch verschiedenen, hinsichtlich ihrer Elasticität und Temperatur aber gleichen Gasen gleich rasch und reichlich verdampfe, und verhalten sich etwa verschiedene Luftarten gegen Phosphor verschieden, so dass in Wirklichkeit dieser Körper in den Einen rascher und reichlicher verdunstete, als in Andern? Meines Wissens sind über diesen Gegenstand noch keine genauen Versuche angestellt worden und ich selbst habe diess auch nicht gethan, es scheinen aber folgende Thatsachen eher für als gegen die zuletzt geäusserte Vermuthung zu sprechen.

Führt man in Flaschen, mit reinstem Wasserstoff-, Stickstoff- oder Kohlensäuregas gefüllt, Phosphorstangen von reiner Oberfläche ein und lässt man diese auch nur kurze Zeit in den genannten Luftarten verweilen, so zeigen letztere einen sehr starken Knoblauchgeruch, was die Anwesenheit von verhältnissmässig viel Phosphordampf anzuzeigen scheint. Sind besagte Gefässer luftdicht verschlossen und die darin enthaltenen Gase gänzlich luft- oder sauerstofffrei, so bleiben diese vollkommen durchsichtig, öffnet man aber nur für einen Augenblick die Flaschen, so dass in sie ein wenig Luft eintreten kann, oder führt

man in sie einige Sauerstoffgasblasen ein, so erfüllen sich die Flaschen augenblicklich mit einem dicken weissen Nebel, und stellt man den Versuch im Dunkeln an; so bemerkt man im Augenblick des Eintrittes von Luft oder Sauerstoff in den Gefässen eine leichte gelbe Flamme. Die erwähnten weissen Nebel sind ohne Zweifel nichts Anderes, als äusserst kleine Theilchen phosphorichter Säure und Phosphorsäure, welche sich beim Zusammentreffen der Luft oder des Sauerstoffes mit Phosphordampf bilden. Die gleichen weissen Nebel entstehen natürlich ebenfalls, wenn man den durchsichtigen, mit Phosphor zusammen gestandenen Wasserstoff, Stickstoff u. s. w. in eine mit atmosphärischer Luft gefüllte Flasche eintreten lässt.

Aus der Reichlichkeit der unter den angeführten Umständen sich bildenden weissen Nebeln lässt sich daher auch auf das Beladensein einer Luftart mit Phosphordampf ein Schluss ziehen und wendet man ein solches Verfahren zur Beurtheilung der Reichhaltigkeit einer Luftart an Phosphordampf an, so findet man, dass Wasserstoff, Stickstoff und Kohlensäure sich vor allen andern Gasen auszeichnen durch ihr Vermögen, dampfförmigen Phosphor in sich aufzunehmen. Wie mir scheint, steht unter diesen drei Luftarten der Wasserstoff oben an.

Die gleichen Gase sind es aber auch, welche in hinreichender Menge mit Sauerstoff vermischt und Wasserdampf beladen, die Ozonbildung, das Leuchten und die langsame Oxydation des Phosphors mehr als die übrigen Gase begünstigen, auch ist es eine bemerkenswerthe Thatsache, dass unter sonst gleichen Umständen der feuchte sauerstoffhaltige Wasserstoff mit Phosphor am meisten und raschesten Ozon erzeugt.

Was das reine Sauerstoffgas von gewöhnlicher Elasticität betrifft, so scheint in demselben der Phosphor bei ge-

wöhnlicher Temperatur langsam zu verdampfen ; denn selbst nach längerem Zusammenstehen solchen Sauerstoffes mit Phosphor riecht dieses Gas kaum nach Knoblauch und bilden sich beim Eintritt desselben in atmosphärische Luft so gut als keine der erwähnten weissen Nebel.

Graham hat zu seiner Zeit gezeigt, dass manche Gase und Dämpfe, wenn auch nur in kleinen Mengen der gewöhnlichen Luft zugefügt, das Leuchten des Phosphors in einer so beschaffenen Atmosphäre bei gewöhnlicher Temperatur verhindern, und von mir ist ermittelt worden, dass die nämlichen Gase und Dämpfe auch der atmosphärischen Luft das Vermögen rauben, mit Phosphor Ozon zu erzeugen. Von der Annahme ausgehend, eine gewisse Raschheit der Verdampfung des Phosphors sei eine mitbedingende Ursache der Ozonbildung, musste ich vermuten, dass besagte Gase und Dämpfe vielleicht dadurch die Ozonerzeugung und das davon abhängende Leuchten des Phosphors verhindern, dass sie die Verdampfung des Phosphors, wenn auch nicht gänzlich hemmen, doch bedeutend verlangsamen. Unter den Gasen, welche die erwähnte Eigenschaft besitzen, zeichnet sich ganz besonders das ölbildende Gas aus.

Lässt man in einer mit demselben gefüllten Flasche auch noch so lange Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur verweilen, so kann man an diesem Gase den so leicht erkennbaren Knoblauchgeruch nicht wahrnehmen, auch bilden sich nicht die weissen Nebel, wenn man so behandeltes ölbildendes Gas mit noch so viel atmosphärischer Luft vermengt. Werden auch nur verhältnissmässig sehr kleine Mengen jenes Gases dem Wasserstoff, Stickstoff oder der Kohlensäure zugefügt, so verlieren diese Luftarten das Vermögen, wenn auch noch so lange mit Phosphor zusammengestanden, den Knoblauchgeruch anzunehmen, oder

mit atmosphärischer Luft vermengt, weisse Nebel zu erzeugen.

Dem ölbildenden Gase ähnlich verhalten sich die beiden ersten Oxydationsstufen des Stickstoffes, wie auch die Dämpfe der Untersalpetersäure, des Aethers, Weingeistes und der ätherischen Oele.

Es könnte somit scheinen, dass die gas- und dampfförmigen Substanzen mit Bezug auf den Phosphor in zwei Klassen sich theilten, in solche nämlich, welche die freiwillige Verdampfung des Phosphors beschleunigen, und in andere, welche diese Verdampfung verlangsamen. Hienge nun wirklich die Ozonbildung und das damit verknüpfte Leuchten des Phosphors von einer gewissen Raschheit und Reichlichkeit der Verdampfung des letztgenannten Körpers ab und würde es Gase geben, welche diese Verdampfung entweder förderten oder hemmten, so liesse es sich auch begreifen, weshalb gewisse Gase dem Sauerstoffe beigemengt die Ozonbildung und die langsame Verbrennung des Phosphors entweder einleiteten oder verhinderten. In reinem, gewöhnlich dichtem, wenn auch feuchten Sauerstoff würde desshalb kein Ozon entstehen und kein Leuchten des Phosphors bei gewöhnlicher Temperatur stattfinden, weil in so beschaffenem Sauerstoff der Phosphor nicht mit der für die Ozonbildung erforderlichen Raschheit verdampfen könnte; es müssten aber in einem Gemenge dieses Sauerstoffes mit Stickstoff, wie wir es in der atmosphärischen Luft besitzen, die erwähnten Erscheinungen Platz greifen, nicht desshalb, weil der Stickstoff den Sauerstoff verdünnt, sondern weil der Stickstoff die Verdampfung des Phosphors mehr begünstigt, als diess gleich elastischer und gleich warmer Sauerstoff thut. Ein gleiches müsste man auch vom Wasserstoff und der Kohlensäure sagen.

Die entgegengesetzte Thatsache, dass die Anwesenheit

**kleiner Mengen ölbildenden Gases, Aetherdampfes u. s. w.** in atmosphärischer Luft die Ozonbildung und die langsame Verbrennung des Phosphors verhindert, hätten wir durch die Annahme zu erklären, dass die erwähnten beigemengten Gase oder Dämpfe, den vom Stickstoff ausgeübten und die Verdampfung des Phosphors begünstigenden Einfluss ihrer gegentheiligen Einwirkung auf diesen Körper halber wieder aufhöben.

Wenn nun aber auch der Phosphor in verschiedenen Gasen und Dämpfen von gleicher Elasticität und Temperatur verschieden rasch verdampfen und durch diesen Umstand der verschiedenartige Einfluss bestimmt werden sollte, den diese Gase und Dämpfe auf die Ozonbildung und das Leuchten des Phosphors ausüben, so lässt sich immer noch fragen, warum unter den angeführten Umständen der Phosphor ein so verschiedenartiges Verhalten zeige und warum Phosphordampf von einer gewissen Dichtigkeit zur Ozonbildung erforderlich sei? Was den ersten Fragepunkt betrifft, so ist es sehr wohl möglich, dass derselbe mit der bekannten Thatsache im Zusammenhange steht, gemäss welcher verschiedene Gase von gleicher Elasticität mit ungleicher Geschwindigkeit sich durcheinander verbreiten. Unter ganz gleichen Umständen vermischen sich z. B. ölbildendes Gas und Wasserstoffgas, in zwei Gefässen enthalten, die durch eine Röhre oder Oeffnung untereinander in Verbindung stehen, mit einer Geschwindigkeit, verschieden von derjenigen, mit der sich ölbildendes Gas und Sauerstoff, oder Sauerstoffgas und Wasserstoff u. s. w. durchdringen. Wenn nun die Gase mit verschiedener Geschwindigkeit sich durcheinander verbreiten, so werden diess wohl auch Gase und Dämpfe thun. Würde also z. B. der schon gebildete Phosphordampf schneller im Wasserstoffgas sich verbreiten, als er diess im Sauerstoffgas thut, so folgte

hieraus, dass auch um festen Phosphor, der in Wasserstoffgas liegt, eine dichtere Atmosphäre von Phosphordampf sich bildete, als die ist, welche sich unter gleichen Umständen und namentlich in gleicher Zeit um festen Phosphor erzeugt, der sich in Sauerstoffgas befindet.

Auf die Frage, warum Phosphordampf von einer gewissen Dichtigkeit zur Ozonbildung nothwendig ist, vermag ich keine Antwort zu geben. Eine schon früher von mir hervorgehobene Thatsache muss ich auch hier wieder in Erinnerung bringen. Alle Gasarten nämlich, welche die Ozonbildung oder das Leuchten des Phosphors begünstigen, verhalten sich bei gewöhnlicher Temperatur gegen fertig gebildetes Ozon chemisch gleichgültig, wie z. B. Stickstoff, Wasserstoff und Kohlensäure, während dagegen diejenigen Gase und Dämpfe, welche die Bildung des Ozons hemmen, sich mit dieser riechenden Materie als solcher verbinden, wie z. B. das ölbildende Gas oder die Untersalpetersäure, oder vom Ozon eine oxydirende Einwirkung erleiden, wie die Dämpfe des Aethers oder Weingeistes.

Ich war desshalb auch geneigt, diesem Umstande die negativen Wirkungen des ölbildenden Gases, der Untersalpetersäure u. s. w. zuzuschreiben, indem ich mir vorstellte, dass bei Anwesenheit gasförmiger oder dampfförmiger Ozonaufnahmen der Substanzen in atmosphärischer Luft eben so wenig freies Ozon zum Vorschein kommen könne, als z. B. freier Sauerstoff in einer Stickoxydatmosphäre. Bei einem Nachdenken sieht man aber leicht ein, dass wenn das ölbildende Gas oder die Untersalpetersäure nur desshalb das Auftreten von Ozon verhinderte, weil sie sich mit letzterem im Augenblicke der Bildung chemisch vereinigten, in dem einen Fall Ozonelayl, im andern Salpetersäure zum Vorschein und ölbildendes Gas und Untersalpetersäuredampf verschwinden müssten; Erfolge, welche

## 124

durchaus nicht eintreten. Diese negativen Resultate liefern daher den Beweis, dass die Bildung des Ozones durch ölbildendes Gas und Untersalpetersäure völlig gehindert würde.

Anders verhalten sich in dieser Beziehung die Gase des Schwefelwasserstoffes und der schweflichten Säure. Sie wirken zwar chemisch auf das Ozon, ersteres dadurch, dass sein Wasserstoff oxydirt wird unter Ausscheidung seines Schwefels, letzteres dadurch, dass es mit Ozon sogenanntes Schwefelsäurehydrat bildet. Nichtsdestoweniger verhindern diese Gase, wenn nicht zu reichlich mit atmosphärischer Luft vermenkt, weder die Bildung des Ozons noch das Leuchten des Phosphors; das sich bildende Ozon wird aber theilweise zur Zerstörung des Schwefelwasserstoffes, theilweise zur Oxydation des Phosphors in dem einen Falle, theilweise zur Umwandlung der schweflichten Säure in Schwefelsäurehydrat, theilweise zur Oxydation des Phosphors im andern Falle verwendet, weshalb unter diesen Umständen kein freies Ozon erhalten werden kann.

### *Hat der Phosphor einen Geruch?*

Die Geruchs- und Geschmacksphänomene gehören noch zu den am wenigsten verstandenen Erscheinungen und wir wissen über dieselben nicht viel mehr zu sagen, als dass zu ihrer Veranlassung gewichtige Materien nothwendig sind. Noch ist nicht einmal mit Sicherheit ermittelt, ob solche Materien durchaus flüssig oder luftig sein müssen um auf der Zunge Geschmack oder in der Nase Geruch zu verursachen.

Viel weniger sind uns die chemischen Bedingungen für die Erregung der Geruchs- und Geschmacksempfindung-

gen bekannt. Thatsache ist, dass es Körper gibt, die flüssig oder in Wasser gelöst sind, ohne zu schmecken und die Gasform haben, ohne zu riechen. Hieraus erhellt, dass die Cohärenzzustände der Körper als solche noch nicht hinreichen, um auf den Geruchs- und Geschmackssinn zu wirken und dass zu diesem Behufe noch eine bestimmte Beschaffenheit der mit Nase und Zunge in Berührung gesetzten Materien nothwendig ist.

Was nun die chemische Beschaffenheit der riechenden und schmeckenden Substanzen betrifft, so ist es eine sehr beachtenswerthe Thatsache, dass dieselben durchschnittlich nicht einfache Stoffe, sondern zusammengesetzte sind. Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff zeigen eine eben so vollständige Geruchs- als Geschmackslosigkeit, auch treffen wir unter den übrigen elementaren Körpern keine an, die merklich riechen oder schmecken. Das Chlor, Brom und Jod scheinen freilich eine auffallende Ausnahme von der Regel zu machen, nach meinem Dafürhalten ist aber die Einfachheit dieser Substanzen im höchsten Grade zweifelhaft, und sind dieselben sauerstoffhaltige Materien, für welche sie auch die früheren Chemiker angesehen haben. Dass die einfachen Körper nicht schmecken, leitet man zunächst von ihrem festen Zustande oder ihrer Unauflöslichkeit in Wasser ab und nimmt wohl stillschweigend an, dass manche derselben auf den Geschmackssinn wirken würden, wenn sie im flüssigen oder gelösten Zustande mit der Zunge in Berührung gebracht werden könnten. Da aber flüssiges Quecksilber, weiches Selen und weicher Schwefel eben so wenig auf die Zunge, als der gasförmige Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff auf die Nase wirken, Substanzen, die sich ihrer chemischen Natur nach so wesentlich von einander unterscheiden, so liegt die Vermuthung ziemlich nahe, dass kein einziger einfacher Stoff als solcher weder den Geruchs- noch

**Geschmacksinn zu erregen im Stande ist, in welchem Zusammenhangszustand das Element sich auch befinden mag und dass somit jede Geruchs- und Geschmackswirkung einer zusammengesetzter Materie zuzuschreiben sein möchte.** Es ist jedoch meine Absicht nicht, mich hier in allgemeine Betrachtungen über die chemischen Ursachen der Geruchs- und Geschmackswirkungen einzulassen, ich will bloss die Frage zu beantworten suchen, ob der Phosphor einen Geruch habe.

Allgemein schreibt man diesem Körper einen eigen-thümlichen Geruch zu, den man mit demjenigen des Knoblauchs vergleicht und hält dafür, dass derselbe von Phosphordampf herrühre, der sich selbst bei sehr niedrigen Temperaturen noch bilde. Früher glaubte man auch vom Arsendampf, dass derselbe rieche und zwar ähnlich dem Phosphor; man ist jedoch von dieser Annahme zurückgekommen und schreibt den Knoblauchgeruch, der sich bei der Erhitzung des Arsens in der Luft zeigt, einer eigen-thümlichen Oxydationsstufe dieses Metalles, dem Arsenoxyd zu.

Schon die grosse Aehnlichkeit, welche zwischen den chemischen Verhältnissen des Phosphors und Arsens besteht, muss der Vermuthung Raum geben, dass reiner Phosphordampf eben so wenig als Arsendampf knoblauch-ähnlich rieche und der dem ersteren zugeschriebene Geruch ebenfalls von einer Oxydationsstufe des Phosphors herrühre. Es giebt aber auch Thatsachen, welche es im hohen Grade wahrscheinlich, wo nicht völlig gewiss machen, dass der Phosphor als solcher nicht nach Knoblauch riecht und überhaupt keinen Geruch hat.

Vom Stickoxydgas wird mit Recht behauptet, dass man dessen Geruch nicht kenne und nicht kennen könne, da es als solches nie in die Nase zu gelangen vermag und immer

vorher in Untersalpetersäure sich verwandeln muss. Scheinbar riecht desshalb das genannte Gas nach dieser Säure.

Da Arsendampf nur bei einer Temperatur bestehen kann, bei welcher derselbe in Berührung mit Luft theils zu arseniger Säure, theils zu Arsenoxyd sich oxydirt und wir wissen, dass letzteres im dampfförmigen Zustande knoblauchartig riecht, nicht aber die arsenigte Säure; so schreiben wir auch den Knoblauchgeruch, den die Nase bei der Erhitzung des Arsens wahrnimmt dem Arsenoxyd zu, welches sich nothwendiger Weise unter diesen Umständen bildet. —

Was nun den Phosphor betrifft, so ist wohl bekannt, dass derselbe schon bei gewöhnlicher Temperatur in Stickgas, Wasserstoffgas u. s. w. verdampft; wir wissen aber auch, dass schon bei gewöhnlicher Temperatur dieser Dampf mit feuchtem Sauerstoff nicht zusammen bestehen kann, ohne sich augenblicklich in phosphorige Säure zu verwandeln, deren knoblauchartigen Geruch jeder Chemiker kennt. Da es eine offensichtliche Unmöglichkeit ist, Phosphordampf ohne atmosphärische Luft d. h. Sauerstoff in die Nase zu bringen, so kann diese auch den Geruch des genannten Dampfes, falls er einen haben sollte, eben so wenig wahrnehmen, als denjenigen des Stickoxydgases; der Phosphordampf ist in phosphorige Säure verwandelt, bevor er die Geruchswerkzeuge erreicht hat, desshalb können wir auch nur diese Säure riechen und dürfen wir dem Phosphor eben so wenig als dem Arsen Knoblauchgeruch beimessen. Mit diesem sogenannten Phosphorgeruche verhält es sich also auch nicht anders, als mit dem Geruch, der bei der Erhitzung des Schwefels und Selens in der Luft zum Vorschein kommt; der einzige Unterschied besteht nur darin, dass der dampfförmige Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur in der Luft zu riechender phosphoriger Säure

verbrennt, während Schwefel und Selen höhere Temperatur erfordern, um zu schweflichter Säure und Selenoxyd sich zu oxydiren. Es giebt indessen noch einige andere Thatsachen, welche zu der Folgerung führen, dass der Phosphordampf nicht riecht und sein scheinbarer Knoblauchgeruch der phosphorichten Säure allein zukommt.

In atmosphärischer Luft, mit etwas ölbildendem Gase oder den Dämpfen des Aethers oder Weingeistes gemengt, verhält sich nach meinen vielfältigen Beobachtungen der Phosphor vollkommen chemisch unthätig und erzeugt sich unter diesen Umständen bei gewöhnlicher Temperatur auch keine Spur weder von phosphorichter Säure noch Phosphorsäure. Ist nun unserer Annahme gemäss die phosphorichte Säure wirklich die einzige Ursache des dem Phosphor zugeschriebenen Knoblauchgeruches, so darf atmosphärische Luft, welche die erwähnten Beimengungen enthält, keinen Knoblauchgeruch zeigen, wie lange auch Phosphor in derselben gestanden haben mag. Der Versuch zeigt, dass dem so ist. Ich liess Phosphor in atmosphärischer Luft, etwa mit einem 50stel ölbildenden Gases, oder mit einem Aether- oder Weingeistdampfe vermengt, Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur stehen, ohne dass ich neben dem Geruche des besagten Gases oder der genannten Dämpfe einen andern bemerken konnte. Nach meinen Erfahrungen erzeugt sich in Beührung des Phosphors mit reinem Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur keine Spur phosphorichter Säure; es riecht aber ein solches Sauerstoffgas auch nicht nach Knoblauch. Da aber sowohl die mit ölbildendem Gase, Weingeist- oder Aetherdampfe beladene atmosphärische Luft als auch das reine Sauerstoffgas beim Zusammenstehen mit Phosphor etwas Dampf dieses Körpers aufnimmt, was aus der ziemlich raschen Entfärbung des in solche Luft eingeführten, durch Jod gebläutten Stärkekleisters sich abnehmen

## 129

lässt, so scheint aus der Geruchlosigkeit des phosphordampf-haltigen Sauerstoffgases u. s. w. zu erhellern, dass dieser Dampf als solcher keinen Geruch besitzt.

Meine Untersuchungen haben gezeigt, dass Phosphor in der atmosphärischen Luft neben der phosphorichten Säure auch Ozon erzeugt und zwar um so reichlicher, je feuchter und wärmer die Luft ist, und von diesem Ozon wissen wir, dass es einen Geruch hat wesentlich verschieden von demjenigen der phosphorichten Säure. Hieraus folgt nun, dass der Geruch, den der Phosphor in der atmosphärischen Luft zeigt, ein gemengter ist, d. h. gleichzeitig von Ozon und phosphorichter Säure herrührt und derjenige des erstern um so mehr vorwaltet, je höher die Temperatur und je grösser die Feuchtigkeit der Luft ist, in welcher sich der Phosphor befindet. Gelegentlich will ich bemerken, dass die eigenthümliche Krankheit, von welcher die Arbeiter in Zündhölzchenfabriken befallen werden, durch das Einathmen der phosphorichten Säure und des Ozones verursacht werden dürfte.

Fassen wir nun den Inhalt des bisher Gesagten kurz zusammen, so geht er dahin, dass der Phosphordampf als solcher geruchlos ist und der in der atmosphärischen Luft am Phosphor wahrgenommene Geruch theils von phosphorichter Säure, theils von Ozon herrührt.

Zum Schlusse nur noch eine kurze Bemerkung. Ausser dem bisher besprochenen Falle gibt es unstreitig noch viele andere, in welchen wir gewissen Substanzen einen eigenthümlichen Geruch zuschreiben, den dieselben als solche nicht besitzen und welcher von Materien herrührt, welche sich aus jenen erst bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft bilden. Wenn nun auch solche Erscheinungen zunächst den Physiologen interessiren müssen, so haben sie

dennoch auch für den Chemiker eine nicht geringe Bedeutung ; denn wer weiss es nicht, wie wichtig oft die Gerüche in chemischer Hinsicht , welche beachtenswerthe Fingerzeige sie sind. Dem Umstande, dass ich meine Aufmerksamkeit auf den eigenthümlichen Geruch richtete, welcher bei electricischen Entladungen in der atmosphärischen Luft , bei der Electrolyse des Wassers und bei der Einwirkung des Phosphors auf feuchte Luft zum Vorschein kommt , verdanke ich es allein , dass ich das Ozon aufgefunden habe ; eine Materie, die in vieler Hinsicht zu den merkwürdigsten Substanzen gehört, welche wir bis jetzt in der Chemie kennen gelernt haben. Ich trage desshalb auch die feste Ueberzeugung , dass eine genauere chemische Erforschung der Geruchssphänomene zu Ergebnissen und Entdeckungen führen muss , welche die Wissenschaft wesentlich erweitern werden.

*Mittheilungen über das Guajakharz.*

Für die genauere Kenntniss des Guajakharzes schien es mir wünschenswerth zu sein , dass ermittelt werde , ob die Guajaktinktur die Eigenschaft , sich durch gewisse chemische Mittel bläuen und wieder entbläuen zu lassen , für immer beibehalte oder aber unter gegebenen Umständen verliere.

Meine zu diesem Behufe angestellten Versuche haben zu folgenden Ergebnissen geführt :

1) Schüttelt man frisch bereitete, an Harz etwas arme Guajaktinktur mit stark ozonisirter Luft, so färbt sich, meinen früheren Angaben gemäss , die Flüssigkeit augenblicklich blau unter Verschwinden des Ozons. Wartet man ab,

## 131

bis diese Tinktur ihre gewöhnliche Färbung von selbsten wieder angenommen und schüttelt man sie abermals mit ozonisirter Luft , so wird sie sich zwar aufs Neue bläuen, bei wiederholter Behandlung mit Ozon aber das Vermögen endlich verlieren , sich durch letztgenanntes oder irgend ein anderes Mittel z. B. durch Bleisuperoxyd, Chlor u. s. w. bläuen zu lassen.

Aber nicht nur das in Weingeist gelöste, sondern auch das feste Harz kann durch Ozon so verändert werden , dass es die Fähigkeit zum Blauwerden völlig einbüsst. Papierstreifen mit frischer Guajaktinktur getränkt und im lufttrockenen Zustande in stark ozonisirte Luft eingeführt, bläuen sich anfänglich , bleichen sich aber im Laufe einiger Stunden gänzlich aus. So veränderte Streifen können durch keine Mittel wieder gebläut werden, so wenig als die Tinktur, welche man bei Behandlung dieser Streifen mit Weingeist erhält.

2) Selbst durch die gewöhnliche Luft kann sowohl der Guajaktinktur als dem festen Harze die Eigenschaft der Bläuungsfähigkeit zerstört werden. Bedeckt man den Boden einer geräumigen farblosen Flasche mit frischer, an Guajak so armen Tinktur , dass diese nur schwach gelb gefärbt erscheint , und schüttelt man dieselbe lebhaft , die Flasche gegen eine kräftige Mittagssonne haltend , so wird besagte Flüssigkeit schon nach wenigen Sekunden grün und nach einigen Minuten rein blau erscheinen.

Die so gebläute Tinktur nimmt , wie die durch Ozon gefärbte nach und nach und von selbsten wieder ihre ursprüngliche Färbung an , um beim abermaligen Schütteln mit Luft im Sonnenlichte sich wieder zu bläuen oder zu grünen. Setzt man diese Operation etwa eine halbe Stunde lang fort , so verliert endlich die Guajaktinktur das Ver-

mögen sich durch Luft unter Lichteinfluss bläuen oder grünen zu lassen. Es kann indessen eine so beschaffene Harzlösung immer noch durch Chlor, Brom, Bleisuperoxyd u. s. w. gebläut werden. Lässt man aber die gleiche Tinktur noch einige Stunden der Einwirkung der Luft und des Sonnenlichtes ausgesetzt, indem die Flüssigkeit häufig geschüttelt wird, so geht deren Fähigkeit, durch irgend ein Mittel sich bläuen zu lassen, völlig verloren und verhält sich dann eine derartige Tinktur ganz so wie diejenige Harzlösung, deren Bläuungsfähigkeit durch Ozon zerstört worden. In gleicher Weise lässt sich auch das feste Harz verändern. Von frischem Guajakharze durchdrungene Papierstreifen der Einwirkung des unmittelbaren Sonnenlichtes und der Luft ausgesetzt, grünen sich bekanntlich sehr rasch, werden aber bei kräftiger Sonne im Laufe einiger Tage schmutzig gelb.

Ist diese Färbung eingetreten, so bläuen sich die Streifen weder in Ozon noch chlorhaltiger Luft, auch lässt sich die Guajaktinktur, welche man bei Behandlung dieser harzhaltigen Streifen mit Weingeist erhält, weder durch Ozon, Bleisuperoxyd, Chlor u. s. w. bläuen; es verdient aber hier bemerkt zu werden, dass besagte schmutzig gelben Streifen in stark ozonisirter Luft nach und nach völlig weiss werden. —

3) Schüttelt man in gehöriger Menge und lange genug fein zertheiltes Bleisuperoxyd, Mangansuperoxyd, Silbersuperoxyd u. s. w. mit frisch bereiteter Guajaktinktur, so erleidet diese eine Veränderung ganz gleich derjenigen, welche das Ozon oder die atmosphärische Luft in der besagten Harzlösung verursacht und es ist eine so behandelte Tinktur durchaus unfähig geworden, durch irgend ein Mittel sich wieder bläuen zu lassen.

4) Chlor- oder Bromgas wirkt auf die frische Guajaktinktur ganz so ein, wie diess das Ozon thut, denn schüttelt man besagte Harzlösung mit einer hinreichenden Menge Chlorgases oder Bromdampfes, so bläut sich dieselbe, wie wohl bekannt, auf das tiefste Blau, vermag aber nach erfolgter freiwilliger Entbläuung nicht wieder aufs Neue gebläut zu werden, weder durch die genannten Gase selbst, noch durch irgend ein anderes Mittel. Es versteht sich von selbst, dass wässriges Chlor oder Brom, der Guajaklösung in gehöriger Menge zugefügt, wie das gasförmige wirkt.

Lässt man anfänglich nur einige Tropfen wässrigen Chlores unter Schütteln in frische Guajaktinktur fallen und wartet man ab, bis die eingetretene Bläuung wieder von selbsten verschwunden ist, so wird beim Zufügen neuen Chlorwassers eine abermalige Bläuung erfolgen, um abermals freiwillig zu verschwinden. In dieser Weise fortgefahren, wird man bald dahin gelangen, dass neue Zuthaten von Chlorwasser keine weitere Bläuung der Harzlösung verursachen. Dass auch lufttrockene von Guajakharz durchdrungene Papierstreifen in Chlor- oder Bromgas sich anfänglich bläuen und später schmutzig gelb werden, ist bekannt, vielleicht aber nicht, dass solche gelbe Streifen in einer Ozonatmosphäre sich völlig ausbleichen.

5) Obgleich im Ganzen genommen das Jod ähnlich dem Ozon, Chlor und Brom auf die Guajaktinktur einwirkt, so zeigt es doch einige Eigenthümlichkeiten, welche der Erwähnung verdienen. Tröpfelt man unter Schütteln geistige Jodlösung in die frische Guajaktinktur ein, so färbt sich diese sofort tiefblau, welche Färbung aber, wie von mir schon anderwärts erwähnt, wieder verschwindet. Bei weiterem Zutropfen von Jodlösung in die freiwillig entbläute Guajaktinktur, färbt sich diese aufs Neue blau, um abermals von selbsten sich zu entfärben.

## 134

So fortlaufend gelangt man bald auf einen Punkt, wo die Guajaktinktur von Jodlösung nicht mehr gebläut wird. Eine solche Tinktur besitzt aber immer noch die Eigenschaft, durch Ozon, Chlor, Brom, Bleisuperoxyd u. s. w. sich zu bläuen, wie auch bei der Vermischung mit Wasser ein blaues Harz fallen zu lassen, während die Guajaktinktur, die mit Chlor, Brom, Ozon u. s. w. so lange behandelt worden, bis sie sich durch diese Stoffe nicht mehr bläuen liess, ihre Bläuungsfähigkeit vollkommen verloren hatte und beim Vermischen mit Wasser ein gelblich weisses Harz lieferte anstatt eines blauen. Es darf indessen nicht unerwähnt bleiben, dass die besagte mit Jod behandelte Guajaktinktur schon nach einigen Stunden die beschriebene Eigenschaft verliert und sich dann wie eine mit Chlor u. s. w. behandelte verhält.

Aus der oben angeführten Thatsache, dass der Guajaktinktur ihre Bläuungsfähigkeit durch Ozon, Luft u. s. w. entzogen werden kann, glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass die freiwillige Entbläuung besagter Tinktur darin ihren Grund hat, dass der chemisch erregte Sauerstoff des in ihr enthaltenen blauen Harzes nur kurze Zeit als solcher mit dem Guajak verbunden bleibt und dieser Sauerstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur, ja selbst bei 0° auf die oxydirbaren Bestandtheile des Harzes langsam oxydirend einwirkt und hiedurch die ursprüngliche chemische Zusammensetzung des Guajaks verändert.

Die spontane Veränderung des blauen Harzes findet nur dann statt, wenn dieses in Weingeist, Holzgeist oder Aether gelöst ist, nicht aber im festen Zustande, in welchem es sich bei gewöhnlicher Temperatur für unbestimmte Zeit unverändert zu erhalten scheint; was daraus erhellt, dass das aus der gebläuteten Guajaktinktur mit Hülfe des Wassers gefällte Harz seine blaue Färbung beibehält.

Es wird hier wohl am Orte sein, noch einiger von mir gemachten Beobachtungen zu erwähnen, welche sich auf die Entbläutung sowohl der Guajaktinktur, als auch des festen blauen Harzes beziehen.

Die mit Hülfe des Blei- oder Mangansperoxydes auf das tiefste gebläute Guajaktinktur hat einige Stunden nöthig, um vollständig wieder ihre ursprüngliche Färbung anzunehmen. Ein solches Verhalten zeigt die Tinktur bei gewöhnlicher Temperatur; wird aber die noch so tief gebläute Harzlösung bis zum Sieden erhitzt, so verliert sie ihre Färbung schon nach wenigen Minuten. Wie bereits bemerkt, verändert sich das feste blaue Guajakharz bei gewöhnlicher Temperatur und im Schatten nicht merklich, ziemlich schnell aber beim Siedpunkte des Wassers. Legt man trockene mit Guajakharz behaftete und durch Ozon oder Chlor gebläute Papierstreifen in siedendes Wasser, so verschwindet deren blaue Färbung in wenigen Minuten, und ganz so verhält sich Papier, das durch gebläute Guajaktinktur erst gefärbt und dann lufttrocken gemacht worden. Vermischt man blaue Guajaktinktur bis zur völligen Ausscheidung des Harzes mit Wasser und erhitzt das Ganze bis zum Sieden, so verliert unter diesen Umständen das blaue gefällte Harz ziemlich rasch seine Farbe. Aus diesen That-sachen erhellt, dass bei höherer Temperatur der oxylisirte Sauerstoff des blauen Harzes rascher auf die oxydirbaren Bestandtheile des Guajaks einwirkt, als diess bei gewöhn- Temperatur der Fall ist.

Schliesslich kann ich nicht umhin, auf einige neue Aehnlichkeiten hinzuweisen, welche zwischen der wässrigen Jodstärke und der gebläuten Guajaktinktur bestehen. Setzt man erstere der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, so entbläut sie sich rasch und wird farblos, sie lässt sich aber

durch Jod wieder bläuen. Bewerkstelliget man in angegebener Weise die Bläuung und Entbläuung zu wiederholten Malen, so gelangt man dahin, dass die entfärbte Flüssigkeit bei neuem Zusatz von Jod nicht mehr blau, sondern braunroth wird, was beweist, dass die Stärke unter den erwähnten Umständen eine chemische Veränderung erlitten hat.

Wahrscheinlich wird die wässrige Stärke dadurch, dass man sie oft genug durch Jod bläut und durch Sonnenlicht wieder entbläut endlich so verändert, dass dieselbe ihre Eigenschaft, durch Jod sich bläuen oder überhaupt färben zu lassen eben so verliert, wie das gelöste Guajak bei wiederholtem Behandeln mit Ozon nach und nach sein Vermögen einbüsst, durch Ozon u. s. w. blau gefärbt zu werden. Bekanntlich wird die wässrige Jodstärke in der Siedhitze farblos, bei der Abkühlung aber wieder blau; färbt man aber in Wasser gelöste Stärke durch Jodtinktur nur mässig blau, und erhitzt man die Flüssigkeit bis zum Sieden, so wird die farblos gewordene Stärkelösung beim Abkühlen entweder gar nicht mehr oder nur schwach blau werden. Ist letzteres der Fall, so wird ein abermaliges Erhitzen bis zum Sieden, die blaue Färbung gänzlich zum Verschwinden bringen. Dass die erwähnte Entfärbung nicht der Verdampfung des Jodes zuzuschreiben ist, erhellt aus der Thatsache, dass die kalte farblose Stärkelösung sich durch Ozon oder Chlor wieder bläuen lässt. Bei der Erhitzung wird ein kleiner Theil Jodes in Jodwasserstoffsäure verwandelt und in Folge hievon Sauerstoff ausgeschieden, der höchst wahrscheinlich verändernd auf die Zusammensetzung der Stärke einwirkt.

Betrachtet man nun mit mir das blaue Guajak als eine lockere Verbindung des gewöhnlichen Harzes mit Wasserstoffsuperoxyd, und die Jodstärke als eine Verbindung der Stärke mit Jodiumsuperoxyd, so muss man annehmen, dass

bei erhöhter Temperatur im ersten Falle der oxylisirte Sauerstoff des Wasserstoffsperoxydes, und im letzteren Falle der ebenfalls oxylisirte Sauerstoff des Jodiumsuperoxydes auf die oxydirbaren Bestandtheile des Harzes und der Stärke geworfen wird, was eine chemische Veränderung von Harz und Stärke, wie auch die Reduction des Wasserstoffsperoxydes zu Wasserstoffoxyd und des Jodiumsuperoxydes zu Jodiumoxyd zur nothwendigen Folge hat. —

*Ueber einige chemische Wirkungen der Kartoffeln.*

Schon vor geraumer Zeit machten Taddei, Blanche und einige andere Chemiker die interessante Beobachtung, dass beim Tröpfeln der Guajaktinktur auf die Scheiben der frischen Wurzeln oder Knollen mancher Pflanzen diese Flüssigkeit sich bläut, hiezu aber noch der Zutritt der atmosphärischen Luft erforderlich ist. Wenn es auch schon an und für sich wahrscheinlich ist, dass die chemische Ursache besagter Bläuung immer dieselbe sei, in welcher Weise letztere auch bewerkstelligt werden mag, so wollte ich mir hierüber doch noch durch Versuche Gewissheit verschaffen und ich bediente mich der frischen Kartoffeln zum Behufe der Bläuung der Tinktur. Obwohl nach meinen Erfahrungen durch die ganze Kartoffel hindurch die Substanz verbreitet ist, welche das Vermögen besitzt, die Guajaklösung zu bläuen, so ist dieselbe doch sehr ungleich verteilt und sie findet sich am reichlichsten an der Innenseite der Knollenhaut vor.

Man wird sich von der Richtigkeit dieser Angabe sofort überzeugen, wenn man eine ungeschälte Kartoffel (ich

bediente mich bei meinen Versuchen der rothhäutigen Art) quer durchschneidet und die Schnittfläche mit frischer Guajaktinktur bestreicht. Die tiefste Bläuing erfolgt augenblicklich an den Rändern und kommt erst etwas später und minder stark auf den weiter einwärts gelegenen Stellen zum Vorschein.

Ich habe ferner bemerkt, dass die Stellen der Kartoffeln, wo sich die sogenannten Augen oder Keime befinden, durch ein besonders starkes Bläulingsvermögen sich auszeichnen, dieses aber am schwächsten da ist, wo die Schnittfläche vollkommen gleichartig und farblos erscheint, so dass bisweilen Minuten vergehen, ehe hier die Färbung eintritt. Beifügen muss ich noch die Bemerkung, dass auch die im Keller ausgewachsenen Kartoffelkeime das erwähnte Bläulingsvermögen in einem ziemlich ausgezeichneten Grade besitzen; der von der Kartoffel abgetrennten Stärke daselbe durchaus abgeht; dasselbe also nur in der Haut, den Keimen und dem Paranchym der Knolle vorhanden ist. Dieses Vermögen wird bei der Siedhitze des Wassers gänzlich zerstört, weshalb dasselbe den gesottenen Kartoffeln durchaus abgeht.

Um mir die Guajaktinktur mit Hülfe der Kartoffeln stark zu bläuen, bediente ich mich möglichst dünner und frisch abgenommener Schalen dieser Pflanzenknolle, welche zu diesem Behufe in eine Flasche gebracht und mit etwas frischer Harzlösung übergossen wurden. Unter Schütteln färbte sich letztere so tief und beinahe ebenso schnell blau, als wäre sie mit Mangansperoxyd behandelt worden. Die in dieser Weise gebläute Tinktur zeigte alle die Eigenschaften, welche die durch Mangansperoxyd, Bleisperoxyd u. s. w. gefärbte besitzt: es vergehen einige Stunden, bis sie bei gewöhnlicher Temperatur ihre ursprüngliche Färbung wieder völlig angenommen hat und nur wenige Minu-

ten, bis sie bei der Siedhitze wieder entbläut ist. Durch Schütteln mit zertheiltem Phosphor, Eisen, Zinn u. s. w., Schwefelwasserstoff, schweflichter Säure u. s. w. wird ihre blaue Färbung ebenfalls rasch zerstört und kaum möchte es der ausdrücklichen Angabe bedürfen, dass Wasser aus unserer gebläuteten Tinktur ein blaues Harz abscheidet. Man kann daher wohl nicht daran zweifeln, dass die durch Kartoffelschaalen gebläute Guajaktinktur nicht von derjenigen sich unterscheidet, welche durch Braunstein u. s. w. gebläut worden. Wenn nun letztere, nach meinem Dafürhalten, ihre blaue Färbung einem Wasserstoffsuperoxyd- oder ozonhaltigen Harze verdankt, so muss diess auch mit der durch Kartoffelschaalen gebläuten Tinktur der Fall sein. —

Es ist von mir schon oft bemerkt worden, dass diejenigen Substanzen, welche die Guajaktinktur bläuen, es durchschnittlich auch wieder sind, welche aus dem Jodkalium Jod abscheiden, wie z. B. das Ozon, Bleisuperoxyd u. s. w. Diess ist nun auch der Fall mit den Theilen der rohen Kartoffel, welche die Guajaklösung blau färben. Legt man auf eine frische Kartoffelscheibe ein Stückchen Jodkalium, letzteres etwas befeuchtet, so bemerkt man nach nicht sehr langer Zeit da, wo dieses Salz aufliegt, einen Flecken, der immer grösser wird und bald tief schwarzblau erscheint. Diese Färbung röhrt von gebildeter Jodstärke her, wie diess der Augenschein schon zeigt und durch die Thatsache ausser Zweifel gestellt wird, dass diese Färbung innerhalb schweflichtsauren Gases wieder verschwindet. Ich darf nicht unterlassen, hier noch beizufügen, dass die Wirkung des Jodkaliums da, wo ein Auge oder ein Keim sich befindet oder an der Innenseite der Haut, viel rascher erfolgt, als auf andern Stellen der Kartoffelscheibe. Man sieht hieraus, dass es sich mit der Zersetzung des Jodkaliums durch die

Kartoffel gerade so verbält, wie mit der Bläuung der Guajaktinktur ; da wo diese am raschesten und tiefsten gebläut wird, da scheidet sich am ehesten und reichlichsten Jod aus dem Jodsalze ab. Aus diesen Thatsachen darf daher wohl der Schluss gezogen werden, dass die Bläuung der Guajaktinktur und die Zersetzung des Jodkaliums durch die rohe Kartoffel von einer und eben derselben chemischen Ursache herrühren. Dass die gesottene Kartoffel letztgenanntes Salz eben so wenig zerlegt, als die Guajaklösung bläut, werde ich kaum ausdrücklich zu versichern brauchen.

Es fragt sich nun, wie die Guajaktinktur durch die Kartoffel oder ähnliche Pflanzengebilde gebläut werde. Mir will es scheinen, als ob die Erscheinung nur zwei Erklärungsweisen zulasse. Entweder enthält die rohe Kartoffel eine Substanz, welche ähnlich dem Ozon, den metallischen Superoxyden u. s. w. chemisch erregten Sauerstoff zum Bestandtheil hat und diesen an die Guajaktinktur (in Form von Wasserstoffsuperoxyd?) abgibt; oder aber, es ist in der Kartoffel eine Materie vorhanden, welche auf den Sauerstoff der Luft so einwirkt, wie diess das fein zertheilte Platin thut, das meinen Beobachtungen zufolge ebenfalls unsere Tinktur bläut, Jodkalium zerlegt u. s. w. Hat die Angabe Taddei's und anderer Chemiker Grund, gemäss welcher zur Bläuung der Guajaktinktur, ausser gewissen organischen Substanzen, auch noch die Anwesenheit der atmosphärischen Luft oder des Sauerstoffes nothwendig ist, eine Behauptung, deren Richtigkeit ich selbst nicht geprüft habe, so würde meines Bedünkens diese Thatsache entschieden zu Gunsten der zweiten Ansicht sprechen; es wenigstens wahrscheinlich machen, dass gewisse organische Materien das Vermögen besitzen, den Sauerstoff in ähnlicher Weise zu oxylisiren, wie diess unter gegebenen Umständen der Phosphor, das Platin und die Electricität thun.

Nach meinem Dafürhalten würde diese Oxylise dadurch bewerkstelliget, dass die guajakbläuenden, organischen Materien den atmosphärischen Sauerstoff bestimmten, mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd sich zu verbinden; nach Berzelius'scher Betrachtungsweise dadurch, dass besagte organische Substanzen eine Allotropification des gewöhnlichen Sauerstoffes bewerkstelligten, in ähnlicher Weise, wie nach diesem Chemiker durch Phosphor und Electricität gemeiner Sauerstoff in Ozon verwandelt wird. —

Sehen wir von allem Hypothetischen ab, so ist gewiss, dass die Kartoffel und noch viele andere Pflanzengebilde Materien enthalten, welche in Berührung mit Luft und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur Oxydationserscheinungen veranlassen, welche ohne die Vermittelung besagter Materien unter sonst gleichen Umständen nicht stattfinden würden. Schreibe man nun diese merkwürdigen Oxydationen einer katalytischen Thätigkeit oder irgend einer andern Ursache zu, jedenfalls sind sie von einer solchen Art, dass sie verdienen, die Aufmerksamkeit des Chemikers und Physiologen auf sich zu ziehen. Dass die alles so vortrefflich berechnende Natur eine so merkwürdige und eigenthümliche Materie nicht zwecklos in so viele Pflanzengebilde gelegt habe, darf wohl als sicher angenommen und desshalb auch vermutet werden, dass sie irgend eine physiologisch chemische Rolle zu spielen habe und namentlich bei der Keimung thätig sei.

Wie dem aber auch sein möge, gerne wird man zugeben, dass dem chemischen Forscher jede neue Erscheinung willkommen sein muss, welche auch nur entfernt verspricht, auf das immer noch so dicke, auf den meisten Gebieten der organischen Chemie liegende Dunkel einiges Licht zu werfen.

Desshalb wünsche ich auch sehr, dass voranstehende Angaben diejenige Beachtung finden, welche sie mir zu verdienen scheinen und dieselben Anlass zu weiteren Untersuchungen werden möchten. Da das Vorhandensein des besprochenen oxydirenden Vermögens mit Hülfe der frischen Guajaktinktur so leicht ermittelt werden kann, so erscheint es mir wünschenswerth, dass zu allernächst über die Verbreitung der mit diesem Vermögen begabten organischen Materie in der Pflanzenwelt mit dem angegebenen Reagens zahlreiche Versuche angestellt werden.

---