2) Einige Beobachtungen über das Verhalten der salpetrigen Säure (*acide nitreux*) zum Wasser und über eine eigenthümliche dabei stattfindende Dampfbildung.

Vom

Prof. SCHÖNBEIN.

(Biblioth. univers. Août 1837.)

Die meisten Chemiker, welches auch übrigens ihre Ansicht über die Natur der salpetrigen Säure sein mag, stimmen doch darin überein, dass, wenn man sie mit vielem Wasser vermischt, sie sich völlig zersetzt, um Salpetersäure und Stickstoffoxyd zu bilden.

Mitscherlich und Dumas unterstützen diese Ansicht durch ihre Autorität. Einige von mir neuerdings hierüber angestellte Versuche haben Resultate geliefert, welche vielleicht die Chemiker veranlassen, dieselbe einer neuen Prüfung zu unterwerfen.

1. Ich vermischte ein Volumen salpetriger Säure (welche durch starkes Erhitzen salpetersauren Bleioxydes erhalten worden war) mit 10 Theilen Wasser, und als sich kein Gas mehr entwickelte, erhitze ich die ganz farblose Flüssigkeit, welche ich erhalten hatte, in einer Retorte.

Die Menge der hieraus entwickelten Gasblasen war im Anfange gering, aber sie wurde mit dem Steigen der Temperatur immer bedeutender, und kaum hatte die Flüssigkeit eine Stunde gekocht, so hörte sie ganz auf Blasen zu erzeugen. Das Volumen des gesammelten Gases betrug ungefähr das Sechzigfache der angewandten salpetrigen Säure oder das Fünffache der Mischung. Dieses Gas war ganz farblos, mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas vermischt, wurde es braunroth, von einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd wurde es absorbirt und färbte dieselbe schwarzbraun. Es zeigte demnach das Verhalten des Stickstoffoxyds.

2. Wenn man die Mischung von Wasser und salpetriger Säure heftig kochen liess, so zeigte sich auf der Oberfläche ein gelblicher Dampf, während bei gelindem Kochen der Apparat keine Spur von Färbung zeigte.

3. Die Resultate waren ganz gleich, wenn auch die Mischung weit mehr Wasser enthielt als bei dem obigen Versuche.

Es scheint hieraus hervorzugehen, dass die salpetrige Säure, selbst wenn sie sehr verdünnt ist, sich niemals ganz zersetzt und dass eine ziemlich beträchtliche Menge sich nur durch Anwendung der Hitze vollkommen in Salpetersäure und Stickstoffoxyd zersetzen lässt.

Man könnte vielleicht glauben, dass in dem angegebenen Versuche die salpetrige Säure sich völlig zersetze und dass das sich bildende Stickstoffoxyd allein in der wässrigen Auflösung der Salpetersäure enthalten sei. Aber man weiss, dass dieser Körper sowohl im Wasser als in verdünnter Salpetersäure nur wenig löslich ist, eine Behauptung, von deren Wahrheit ich mich neuerdings durch Versuche überzeugt habe. Es ist ferner bekannt, dass, sobald als die Salpetersäure eine hinreichend grosse Menge von Salpetergas verschluckt, dieses Gas sich nicht als solches in der Säure auflöst, sondern auf Kosten der letztern in salpetrige Säure sich umwandelt. Dass ferner die salpetrige Säure wirklich in der fraglichen Mischung enthalten sei, das beweisen die gelblichen Dämpfe, die sich, wenn man sie heftig erhitzt, bilden. Alles diess führt uns mit vieler Wahrscheinlichkeit zu der Ansicht hin, dass eine eigenthümliche bis jetzt noch unbekannte Verbindung von Salpetersäure und salpetriger Säure bestehe, und zwar eine so innige, dass das Wasser, wenigstens bei gewöhnlicher Temperatur, diese nicht zu zersetzen vermag. Folgendes scheint mir diese Behauptung ganz ausser Zweifel zu setzen. Wenn man zu Salpetersäure von 1,4 tropfenweise salpetrige Säure hinzusetzt, bis diese Mischung grün gefärbt ist, so entbindet sich keine Spur von Salpetergas. Wenn man ferner zu der Mischung nach und nach kleine Mengen von gewöhnlicher Salpetersäure hinzufügt, so kann man diese mit jeder Menge von Wasser vermischen, ohne dass eine einzige Blase von Stickstoffoxyd sichtbar wird. Bemerkenswerth aber ist, dass die salpetrige Säure in heisses Wasser gegossen, sich nicht völlig zersetzt. Ich vermischte z. B. ein Volumen dieser Säure mit 25 Theilen fast kochenden Wassers, und diese Mischung musste man noch ziemlich lange Zeit kochen lassen, bis die Entwicklung von Stickstoffoxyd vollkommen aufgehört, d. h. bis

die salpetrige Säure sich ganz zersetzt hatte. Ich muss bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen, dass eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul ein äusserst empfindliches Reagens auf salpetrige Säure ist.

Wirklich färbt Wasser, zu dem man $\frac{1}{2000}$ seines Volumens salpetrige Säure hinzugefügt hat, und das man darauf erhitzte, um aus demselben das wenige noch aufgelöste Stickstoffoxyd zu vertreiben, die Auflösung des fraglichen Salzes braun, während die Salpetersäure, mit wenig Wasser vermischt, auf dasselbe nicht die geringste Wirkung äussert. Nehmen wir nun an, dass die in einem gewissen Verhältnisse mit Salpetersäure verbundene salpetrige Säure in irgend einer Menge Wasser vorhanden sein kann, ohne sich zu zersetzen, so muss es auffallend erscheinen, dass mehrere Umstände, welche die Verdampfung einer Flüssigkeit begünstigen und die Bildung von Stickstoffoxyd bedingen, ebenfalls die chemische Zersetzung der salpetrigen Säure, so wie sie sich in der oben erwähnten Mischung findet, bewirken können. Wenn man z. B. in eine Glasröhre zuerst salpetrige Säure bringt, dann Wasser, und zwar so, dass die beiden Flüssigkeiten sich nicht vermischen, und wenn man darauf vorsichtig bis dahin, wo sie sich beide berühren, einen Platindraht hineinführt, so entsteht eine lebhaft Stickstoffoxydentwicklung. Man könnte freilich sagen, dass diese Wirkung dem Umstande zugeschrieben werde, dass das Ende des Platindrahtes Wasser in die salpetrige Säure einmische; allein folgender Versuch zeigt, dass hier die Wirkung des Platins nicht bloß mechanisch ist.

Wenn man in einer Glasröhre einen Theil salpetrige Säure mit ungefähr fünf Theilen Wasser vermischt und so lange wartet, bis sich keine Gasblasen mehr entwickeln, wenn man dann in die Mischung einen Platindraht hineinbringt, so entsteht um diesen herum eine lebhaft Gasentwicklung, welche, wenn man die Mischung erhitzt, so heftig wird, dass die Flüssigkeit aus der Röhre herausgetrieben wird. Wenn die Säure mehr verdünnt wird, so findet die Wirkung des Platins auch da noch statt, nur in einem schwächern Grade; hingegen verstärkt die Temperaturerhöhung sie immer bedeutend. Ich habe weiter oben darauf aufmerksam gemacht, dass die salpetrige Säure mit zehnmal so viel Wasser vermischt, beinahe eine Stunde im

Kochen erhalten werden muss, ehe die Entwicklung des Salpetergases aufhört, oder was auf dasselbe hinauskommt, ehe die Flüssigkeit aufhört eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul braun zu färben. Wenn man nun gleich Anfangs einen Platindraht in die fragliche Mischung hineinbringt, so wird das Kochen, welches zur Zersetzung der salpetrigen Säure nothwendig ist, bedeutend abgekürzt, und zwar um so mehr, je beträchtlicher das Volumen des in die Flüssigkeit eingetauchten Metalls ist.

Aber die Metalle, welche von der Salpetersäure angegriffen werden, üben auf die Mischung einen noch viel grössern Einfluss als das Platin. Wenn man z. B. Kupfer-, Messing-, Eisen-, oder selbst Silberdraht in eine Mischung von Wasser und $\frac{1}{10}$ salpetriger Säure eintaucht, so ist die entstehende Gasentwicklung ungleich lebhafter als diejenige, welche das Platin verursacht, und sie dauert so lange fort, als die Mischung noch eine bemerkbare Quantität salpetrige Säure enthält, während die Wirkung des Platins bei gewöhnlicher Temperatur nur kurze Zeit anhält. Füllt man mit der nämlichen Mischung eine Glasröhre, taucht einen Messingdraht hinein, der bis hinunter reicht, und setzt das offene Ende der Röhre unter Wasser, so wird dieselbe in wenig Secunden mit Salpetergas gefüllt.

Um endlich zu sehen, welchen Antheil an der Gasentwicklung man der in der Mischung enthaltenen Salpetersäure zuschreiben muss, verdünnte ich gewöhnliche Salpetersäure mit zehnmal so viel Wasser, und ich fand, dass die angeführten Metalle, z. B. Messing, nur sehr langsam auf eine solche Mischung wirkten, so dass sie in mehreren Minuten nur eine höchst geringe Menge Stickstoffoxyd im Vergleich zu der gaben, welche das Messing in wenigen Augenblicken aus einer Mischung von salpetriger Säure und Wasser entwickelte. Also trägt die Salpetersäure nur einen sehr kleinen Theil zur Bildung dieses Gases bei und es muss folglich der grösste Theil desselben durch die Zersetzung der in der Mischung enthaltenen salpetrigen Säure gebildet werden. Aber auf welche Weise geschieht diese Zersetzung? Man könnte im ersten Augenblicke glauben, sie entstehe durch Oxydation der Metalle auf Kosten der salpetrigen Säure. Ohne Zweifel muss man diesem

Umstände eine gewisse Menge des erzeugten Gases zuschreiben; aber es giebt viele Gründe, die es sehr wahrscheinlich, wenn nicht gewiss machen, dass der grösste Theil der salpetrigen Säure sich nicht auf chemischem Wege, sondern durch eine physikalische Wirkung zersetzt. Die mit einer so ausserordentlichen Heftigkeit erfolgende Gasentwicklung in einer so verdünnten Säure lässt schon vermuthen, dass sie nicht allein einer chemischen Wirkung des Metalls auf die Säure zugeschrieben werden darf. Noch mehr wird diese Ansicht dadurch unterstützt, dass während jener heftigen Gasentwicklung die Temperatur der Flüssigkeit, in welcher sie erfolgt, sich nicht verändert. Ich tauchte ein empfindliches Thermometer, dessen Kugel mit einem Messingdraht umwunden war, in eine Mischung von 10 Theilen Wasser und 1 Theil salpetriger Säure von 130°. Trotz der heftigen Gasentwicklung, die bereits mehrere Minuten hindurch gedauert hatte, stieg das Thermometer nicht im geringsten. Ich glaubte sogar ein Sinken von einigen Zehnthteilen eines Grades wahrzunehmen. Es ist klar, dass unter diesen Umständen eine Wärmeentwicklung hätte stattfinden müssen, wenn die Oxydation des Messingdrahtes die Hauptursache des erzeugten Salpetergases gewesen wäre. Aber der schlagendste Beweis, dass die Zersetzung des grössten Theils der salpetrigen Säure nicht auf chemischem Wege vor sich geht und dass sie nicht der Oxydation der Metalle zugeschrieben werden muss, scheint mir aus folgendem Umstande hervorzugehen: nämlich, dass die Menge des in der Flüssigkeit enthaltenen Oxydes durchaus nicht mit der Menge Gas, welches sich unter dem Einflusse der Metalle bildet, im Verhältniss steht, d. h. dass die Menge des gebildeten Metalloxyds bedeutend geringer ist als diejenige, welche die Bildung des Gases erfordert, das sich durch Einwirkung der Metalle erzeugt.

Ich habe freilich darüber keine genaueren Versuche angestellt, aber die ich hierüber angestellt habe, waren hinreichend genau, um auf eine in die Augen fallende Weise das von mir oben erwähnte Missverhältniss darzuthun.

Wenn also aus dem Vorhergehenden folgt, dass ein nicht geringer Theil der in unsrer Mischung enthaltenen salpetrigen Säure sich anders als auf chemischem Wege zersetzt, unter

Einwirkung verschiedener Metalle, so muss man sich fragen, auf welche Weise die Zersetzung stattfindet. Die Antwort auf diese Frage scheint mir nicht ganz ohne Wichtigkeit für die Chemie und Physik zu sein, wie unbedeutend auch der Fall, um den es sich handelt, im übrigen erscheinen dürfte.

Obgleich es mir nicht möglich ist, das Problem zu lösen, so glaube ich doch einige Thatsachen auführen zu können, die über diesen Gegenstand Licht verbreiten.

Ich muss für das erste darauf hinweisen, dass die Bestandtheile der salpetrigen Säure, die in der Mischung enthalten sind, sich gewissermaassen in einem Zustande der Spannung befinden, von der Art, dass ein kleiner Umstand eine Reaction darin hervorbringen kann, durch die sich die Säure in Stickstoffoxyd und Salpetersäure zersetzt. Um meine Ansicht zu erläutern, wollen wir die in Frage stehende salpetrige Säure wie eine Verbindung von Salpetersäure und Stickstoffoxyd (2 Theile Säure und 1 Theil Oxyd) betrachten und dabei annehmen, die Stärke der chemischen Anziehung, welche die Salpetersäure auf das Stickstoffoxyd ausübt, reiche hin, um die Neigung des letztern, Gasform anzunehmen, aufzuheben; mit einem Worte, gesetzt, dass diese Anziehung durch irgend einen Umstand geschwächt wird, so kann sich das Stickstoffoxyd aus seiner Verbindung mit der salpetrigen Säure losreissen. Demnach können wir unsre Mischung mit einer gesättigten Auflösung von Kohlensäure in einer Flüssigkeit vergleichen, d. h. wir können sie betrachten wie eine Auflösung von Stickstoffoxyd in einer Mischung von Wasser und Salpetersäure. Uebt nun z. B. ein Platindraht, als ein fester Körper, den man in das mit Kohlensäure geschwängerte Wasser eintaucht, eine Capillaranziehung auf das Wasser der Flüssigkeitsschicht, welche ihn unmittelbar umgiebt, aus und schwächt so die Anziehung das Wasser für die in demselben enthaltene Kohlensäure, welche letztere Gasform annimmt; so wirkt der Platindraht auf dieselbe Weise auf die Mischung und schwächt so die Anziehung derselben für das Stickstoffoxyd. Aber die Wirkung des Platins kann sich natürlich nur auf die ihn unmittelbar umgebende und sehr dünne Flüssigkeitsschicht erstrecken, welche das Salpetergas enthält; und da, wenn die Temperatur sich nicht geändert, diese Schicht an dem Metall

haften bleibt, so kann die Capillarwirkung des letztern nur eine im Verhältniss sehr kleine Quantität salpetriger Säure zersetzen, und folglich hört die Entwicklung des Stickstoffoxyds sehr bald auf.

Es muss demnach eine andere als die angegebene physikalische Ursache stattfinden, welche bei den Metallen, die von der Salpetersäure angegriffen werden, die lebhafte und fort-dauernde Gasentwicklung, von welcher die Rede ist, bedingt, weil diese Ursache bei dem Platin von keiner Wirkung ist. Diese Metalle also, wie ich schon erwähnt habe, üben auf die in der Mischung enthaltene Säure einen zersetzenden Einfluss aus; dieser ist zwar schwach, doch bilden sich in Folge desselben an dem in die Flüssigkeit getauchten Theile ihrer Oberfläche Gasblasen. Diese Gasblasen selbst nun veranlassen vorzüglich die Entwicklung des Gases, indem sie irgendwie die Zersetzung der in der Flüssigkeit enthaltenen salpetrigen Säure bewirken. Dass sich diess wirklich so verhält, beweist noch der Umstand, dass jeder feste Körper, an welchem sich atmosphärische Luft oder irgend ein Gas entwickelt und welcher übrigens in Bezug auf die Säure der Mischung durchaus neutral ist, genau auf dieselbe Weise wirkt wie diejenigen Metalle, welche von der Salpetersäure angegriffen werden. Taucht man einen kleinen Span Tannenholz in eine Mischung, z. B. von 5 Theilen Wasser und 1 Theil salpetriger Säure, so bewirkt er eine fast eben so heftige Gasentwicklung, wie ein Messing- oder Eisendraht. Selbst in den Mischungen, die eine bedeutend grössere als die angegebene Menge Wasser enthalten, ist die Wirkung des Holzes noch bemerkbar, und ist von ganz eigenthümlicher Heftigkeit, wenn die Mischungen ein wenig erhitzt werden. Vertreibt man aus dem Holze so viel als möglich die in demselben enthaltene Luft, indem man es z. B. lange Zeit im Wasser kochen lässt, so entwickelt es aus der Mischung kaum einige Spuren von Stickstoffoxyd. Ferner geht aus dem Vorhergehenden noch hervor, dass jeder feste Körper, der nicht porös ist, z. B. das Platin, in die Mischung getaucht, aus derselben Stickstoffoxyd entwickelt, nicht allein durch die Wirkung einer Capillaranziehung, sondern vorzüglich durch den Einfluss der ihm anhaftenden Luftschicht; und diese

Entwicklung ist um so beträchtlicher, je mehr die Temperatur erhöht wird.

Alle diese Umstände weisen darauf hin, dass ein fester Körper, an welchem sich irgend ein Gas entwickelt, nicht allein die Entwicklung des salpetrigen Gases unsrer Mischung, sondern überhaupt die Bildung eines jeden Gases und vorzüglich des Wasserdampfes befördere. Ueber diesen letzten Punct habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Resultate ich jetzt mittheilen will, weil sie mir aus mehr als einer Rücksicht von Wichtigkeit scheinen, und weil bis jetzt meines Wissens noch niemand Bemerkungen ähnlichen Inhalts bekannt gemacht hat.

Wenn man eine Mischung von 100 Theilen Wasser und 1 Theil Schwefelsäure bis zum Kochen erhitzt, sodann das Gefäss, welches die Mischung enthält, von dem Wärmequell entfernt und in dem Augenblicke, wo es zu kochen aufhört, ein Metall (die Drahtform ist hierzu die tauglichste), welches wie das Eisen und Zink unter dem Einflusse der Schwefelsäure das Wasser zersetzt, in die Flüssigkeit hineintaucht, so kommt dieselbe von Neuem ins Kochen, und diese Erscheinung dauert mehrere Secunden lang mit grosser Heftigkeit fort. Wendet man bei diesem Versuche einen Eisendraht an und wickelt man das eine Ende desselben, welches man in die Flüssigkeit tauchen will, in Form eines kleinen Knauts zusammen, so kommt bei gleichen Umständen das gesäuerte Wasser mit einer solchen Heftigkeit ins Kochen, dass ein Theil davon aus dem Gefäss herausgeschleudert wird. Bemerkenswerth ist, dass, wenn das Wasser nur $\frac{1}{4000}$ Schwefelsäure enthält, die Wirkung des Eisens auf dasselbe noch immer sehr bemerkbar ist. Dasselbe findet statt, wenn das Wasser statt der Schwefelsäure Chlorwasserstoff oder Salpetersäure enthält. Je mehr das Wasser Säure enthält, um so beträchtlicher ist die Bildung des Dampfes, welchen der Eisendraht erzeugt, wenn man diesen einige Augenblicke, nachdem das Kochen aufgehört hat, in die Flüssigkeit eintaucht. Taucht man aber in die sauren Mischungen Metalle ein, welche kein Wasserstoffgas entbinden und von denen man z. B. im heissen Wasser die in ihnen enthaltene Luftschicht entfernt hat, so erzeugen diese unter den oben erwähnten Verhältnissen auch nicht eine einzige Gasblase. Wasser, welches $\frac{1}{50}$ Salpetersäure enthält und welches beinahe kocht, kocht mit grosser

Heftigkeit, wenn es mit Eisen oder Zink in Berührung gebracht wird; weniger heftig kocht es mit Silber und gar nicht mit den Metallen, welche von der Salpetersäure nicht angegriffen werden, z. B. mit Gold und Platin. Reines Wasser, welches eben zu kochen aufgehört hat, kocht noch einen Augenblick, wenn man ein Metall oder einen anderen harten Körper hineintaucht; aber dieser letztere ist ohne Wirkung, wenn die ihm anhaftende Luftschicht entfernt ist. Das Holz wirkt mit einer ganz besondern Heftigkeit, so lange dessen Poren mit Luft angefüllt sind; aber es hat durchaus keine Wirkung mehr, sobald diese keine Luft mehr enthalten. Bringt man ein kleines Stück Kalkspath in nur sehr schwach gesäuertes, beinahe aber kochendes Wasser, so wirkt dieses wie ein Metall, welches aus demselben Wasser irgend ein Gas entwickelt. Ein anderer bemerkenswerther Umstand ist der, dass, so lange gewöhnliches Wasser noch Luft enthält, ein fester Körper, der selbst keine Luft einschliesst, wenn man ihn, unmittelbar nachdem das Wasser zu kochen aufgehört hat, eintaucht, dasselbe zu heftigem Kochen bringt. Ein Platindraht z. B., den man vorher in kochendes Wasser getaucht hat, bildet in dem Wasser, welches eben zu kochen aufgehört hat, Gasblasen; aber wenn man dieses Wasser so lange kochen lässt, bis es seiner Luft ganz beraubt ist, so bringt derselbe Platindraht nicht mehr dieselbe Wirkung hervor. Kaum nöthig ist es noch zu bemerken, dass feste, Gas entwickelnde Körper nicht allein die Verdampfung des Wassers, welches fast kocht, sondern auch des schon kochenden befördert.

Es geht demnach aus dem Vorhergehenden mit der grössten Gewissheit hervor, dass die Gegenwart eines harten Körpers, der an seiner Oberfläche irgend ein Gas entwickelt, im Wasser, das dem Siedepunct nahe ist oder denselben erreicht hat, die Verwandlung eines Theils dieses Wassers in Dampf bedingt; gerade wie derselbe Umstand in unserer Mischung die Bildung von Stickstoffoxyd veranlasste. Diese Erfahrungen erlauben auch noch folgendes weit allgemeinere Princip aufzustellen: Wenn ein fester Körper, welcher Gas entwickelt, sich in einer Flüssigkeit befindet, die entweder dem Sieden nahe ist oder eine Substanz enthält, die es durch seine Anziehungskraft verhindert, Gasform anzunehmen, so entwickelt sich in dieser Flüssig-

keit Dampf oder Gas, das sich ohnediess nicht würde gebildet haben. Dann ist es ein bekannter, leicht erklärlicher Umstand, dass Luft, welche in Wasser oder irgend eine leicht verdampfbare Flüssigkeit gebracht wird, darin die Dampfentwicklung befördert; bis jetzt aber hat man angenommen, dass sich in diesem Falle nur ein dem in das Wasser gebrachten Gase gleiches Volumen Dampf entwickeln kann. Wenn also z. B. an der Oberfläche eines in gesäuertes Wasser getauchten Eisenstabes sich ein Kubikzoll Wasserstoff entwickelt, so würde unter den günstigsten Umständen das Gas ein dem Wasserdampfe gleiches Volumen betragen. Aber die Erfahrung zeigt, dass das Volumen des Wasserstoffs, welches sich an der Oberfläche des Eisens in fast kochendem Wasser, das $\frac{1}{200}$ Schwefelsäure enthält, bildet, unendlich kleiner ist als das Volumen Wasserdampf, welches sich in derselben Zeit erzeugt. Die Bildung einer bestimmten Menge des letztern kann also nicht dem Umstande zugeschrieben werden, dass das Wasserstoffgas, welches sich mitten im Wasser entwickelt, der Flüssigkeit Raum zur Verdampfung giebt.

Was die eigentliche Ursache der Gas- oder Dampfentwicklung, welche unter obigen Umständen stattfindet, betrifft, so ist es mir nicht möglich gewesen, dieselbe zu entdecken. Vielleicht ist es die nämliche, deren Wirkung eine Blase Kohlensäure, die sich mitten in einer mit dieser Substanz geschwängerten Flüssigkeit erhebt, vergrössert. Welches aber auch die Ursache der fraglichen Erscheinung sein mag, sie verdient jedenfalls eine genauere Prüfung, nicht allein wegen des besonderen Interesses, welches sie in wissenschaftlicher Hinsicht hat, sondern weil sie auch auf technische Anwendung von Einfluss sein dürften.

Ich kann nicht daran denken, genauere Versuche zu unternehmen, die in letzterer Rücksicht nöthig sein möchten, da Untersuchungen anderer Art alle meine Zeit, über die ich verfügen kann, in Anspruch nehmen. Ich wünsche daher, dass diese Untersuchungen von einem mit gründlich wissenschaftlichen Kenntnissen ausgerüsteten technischen Chemiker unternommen würden.