XLVIII.

Chemische Untersuchung einiger Mineralquellen zu Soden und Neuenhain.

Von

Dr. W. Casselmann.

Der am südlichen Abhange des Taunus gelegene, erst in der letzten Zeit sehr in Aufnahme gekommene Kurort *Soden* ist durch seinen grossen Reichthum an Quellen besonders ausgezeichnet. Man kennt deren bis jetzt 24, von denen aber nur 13 bis 15 gefasst sind und zu medicinischen Zwecken benutzt werden. Das unmittelbar nördlich von Soden ansteigende Gebirge besteht aus Sericitschiefer, dessen Schichten im Allgemeinen aus Nordost gegen Südwesten streichen und zu 45 bis 50° nach Nordwest einfallen. An den südlichen Abhängen des Gebirges legen sich die aus Kies, grauem Letten und Litorinellenkalk bestehenden Tertiärschichten des Monithales an, welche von Alluvialletten überlagert werden. Die Quellen kommen theils unmittelbar auf oder nur in geringer Entfernung von der Grenze des Sericitschiefers zu Tage, zeigen aber nicht alle in ihrer Zusammensetzung bedeutende Verschiedenheiten. Der vorherrschende Bestandtheil in allen ist das Kochsalz, welches jedoch in den reicheren 1,5 p.C. nicht übersteigt. In früheren Zeiten hat man die Quellen (namentlich Nr. VII) gradirt und versotten, was sich jedoch später, nachdem an mehreren anderen Orten reichere Quellen und Salzlager erbohrt worden waren, nicht mehr rentiren konnte, weswegen die Salzgewinnung bereits seit etwa 30 Jahren eingestellt worden ist.

Die Temperatur sämmtlicher Quellen ist höher als die der Atmosphäre, überstieg aber bei den früher bekannten 24,38° C. nicht, so dass den Bädern, die aus ihnen entnommen wurden, die erforderliche Temperatur durch künstliche Wärme ertheilt werden musste. Die Hoffnung, eine reichere und wärmere Quelle zu Tage zu fördern, veranlasste

die Nassauische Regierung in der Nähe der Quellen Nr. VI und Nr. VII ein Bohrloch niederzutreiben, welches denn auch eine für den Kurort sehr wichtige *Sprudelquelle* geliefert hat. Die betreffenden Bohrarbeiten und die Art und Weise wie die neue Quelle gefasst wurde, sind ausführlich von dem diese Arbeiten leitenden Herrn Bergmeister Giebeler zu Wiesbaden in Heft XIII der Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau geschildert worden, hier möge aus dieser Quelle nur das Folgende erwähnt werden. Die Arbeiten begannen im Februar 1857; der Bohrschacht erreichte, nachdem er durch Dammerde, alten Bauschutt, Alluvialletten und schwache Torfschichten abgeteufelt war, schon in 15,6 Fuss Nass. (1 Fuss = 10 Zoll = 0,3 Meter) Sericitschiefergerölle; das auf seiner Sohle nach Kind's Methode mit einem Durchmesser von 1,22 Fuss angesetzte, durch eine fortlaufend eingeführte eiserne Röhrentour geschützte Bohrloch erreichte in 26 Fuss Tiefe den Sericitschiefer, und wurde darin bis zum 16. August 1858 bis zu einer Tiefe von 700 Fuss niedergebracht. Die genannte Weite des Bohrlochs wurde jedoch nur so lange beibehalten, als es in den oberen, verwitterten Schieferschichten stand, nach Erreichung des festen Gesteins erhielt es 1 Fuss Durchmesser und eine demselben entsprechende eiserne Röhrentour.

Die Leitung der chemischen Untersuchung des erbohrten Wassers war mir von der Landesregierung übertragen worden, und die an Ort und Stelle auszuführenden Versuche wurden theils von mir selbst, theils von Herrn Bergmeistereiaccessist Müller ausgeführt. Die Bestimmung des Chlorgehaltes geschah, wenn es nur auf eine annähernde Ausmittlung ankam, nach der Methode von Mohr durch Titriren mit salpetersaurem Silberoxyd unter unter Zuhülfenahme von chromsaurem Kali. Der Einfachheit wegen ist im Nachstehenden dieser Chlorgehalt stets als Kochsalz angeführt.

Schon auf der Sohle des Bohrschachtes zeigte sich eine Quelle von 0,5 p.C. Kochsalz mit einer Temperatur von 12,5°, welche sich beim Einsenken des Bohrtäuchers

in diesen hineinzog und bei 32 Fuss Tiefe eine nicht unbedeutende Gasentwicklung beobachten liess. Der Salzgehalt stieg im Verlaufe der Bohrarbeiten allmählich bis zu 550 Tiefe auf 1,78 bis 1,80 p.C., blieb aber von da an bis zur Beendigung derselben unverändert, die mit dem Geothermometer auf dem tiefsten Punkte gemessene Temperatur stieg ebenso allmählich auf 35,75° bis zu 660 F. Tiefe, und blieb von da an, während sie in den vorhergehenden 40 F. noch um einen ganzen Grad gestiegen war, constant. Da hieraus geschlossen werden musste, dass eine Vermehrung des Salzgehaltes bei Fortsetzung des Bohrers wohl nicht zu erwarten sei, eine wesentliche weitere Temperaturerhöhung aber sehr viel bedeutendere Tiefarbeiten erfordern würde und letztere den anderen benachbarten Quellen gefährbringend erschienen, so wurde die Bohrung bei 700 F. Tiefe eingestellt.

Auch die Kohlensäure vermehrte sich während der Fortschritte der Bohrarbeiten. Bei 74 F. Tiefe erreichte ihr Betrag bereits eine solche Höhe, dass das Wasser in dem Zwischenraum zwischen den beiden Röhrentouren längere Zeit sprudelartig überströmte, bei 107 F. Tiefe erschienen zwölf solcher Sprudel von geringerer Dauer, eine Erscheinung, welche sich im Verlaufe der Bohrarbeiten noch öfter und zwar in gesteigerter Stärke wiederholte, so dass Sprudel entstanden, welche 3 bis 5 Stunden anhielten.

Zur Ausbüchsung des Bohrloches wurde eine Röhrentour von Eichenholz bis auf den tiefsten Punkt eingelassen. Dieselbe bestand aus Eichenstämmen, welche auf einen Durchmesser von 9 Zoll abgedreht und auf 3,5 Zoll lichte Weite durchbohrt waren. Bei der Zusammenfügung derselben wurde das untere conisch zugespitzte Ende jeder in das ebenso erweiterte obere Ende der folgenden eingefügt, und um die Verbindungsstelle ein kupferner, stark verzinnter Muß mit Holzschrauben befestigt. Die untersten 150 Fuss waren, um der Quelle den Eintritt zu ermöglichen, mit zahlreichen Löchern versehen. In diese hölzerne Röhrentour wurde zuletzt eine 300 Fuss lange, gut verzinnte kupferne Steigröhre mit einem 9 Linien

weiten Mundstück eingelassen, welche über der Schachtsohle 20 Fuss und über der Erdoberfläche 4,5 Fuss hervorragt.

Das Niveau der Quelle stand im Innern des Rohres bis 7 Fuss unter der Sohle des Bohrschachtes. Um sie nach Belieben heben und abstellen zu können, ist in der Steigröhre, in 1,5 Fuss Höhe über der Sohle des Bohrschachtes ein Dreiweghahn eingeführt, welcher durch ein seitlich angebrachtes Rohr mit einer doppelt wirkenden Saug- und Druckpumpe in Verbindung steht. Nach dem ersten Anpumpen erschien der Sprudel in einer Höhe von 16 bis 18 Fuss über der Oeffnung der Steigröhre, ging aber nach Verlauf von $2\frac{1}{2}$ Stunden auf die Höhe von 7 Fuss zurück, in welcher er sich während des Sommers 1859 bis in den November, wo er abgestellt wurde, constant erhielt. Auf die Veränderungen, welche er später zeigte, werde ich weiter unten zurückkommen.

Die geschilderten Bohrarbeiten waren die Veranlassung, dass ausser der neuen Quelle noch mehrere andere zu *Soden* und die in dem benachbarten *Neuenhain* analysirt wurden, welche entweder bisher noch gar nicht oder doch vor längerer Zeit*) untersucht waren. Die Methode der Analyse und deren Resultate theile ich im Nachstehenden mit.

Die Sodener Mineralquellen zerfallen ihrem chemischen Charakter nach in zwei verschiedene Classen. Ein Theil (Nr. I, III und X), in Ansehung des Gesamtgehaltes an festen Bestandtheilen und an Kohlensäure zu den schwächeren gehörend und in einem von den übrigen ziemlich bestimmt abgesonderten Rayon liegend, enthält kohlen-saures Natron und kann daher alle alkalischen Erden nur in Form von kohlen-sauren Salzen enthalten, die anderen (XVIII, IV, VI, VII und Sprudel) sind alle rein salinische Quellen, in welchen sich auch Gyps, Chlorcalcium und Chlormagnesium vorfindet. Das Verhältniss ihrer Bestand-

---

*) Untersuchung der Mineralquellen zu Soden von Justus Liebig. Wiesbaden, gedruckt bei Enders. 1838. v. Liebig analysirte die Quellen III; VI, A; VI, B; VI, C; XVIII und XIX.

theile unter einander ist übrigens bei den einzelnen so verschieden, dass sie keineswegs als dieselbe Quelle, welche vielleicht nur mit verschiedenen reichhaltigen Zuflüssen süßen Wassers in Verbindung stände, betrachtet werden können.

Bei der Ausmittelung der Gesammtmenge der festen Bestandtheile der Quellwasser wurde die Austrocknung des Abdampfungsrückstandes stets bei 150° vorgenommen.

Die in dem Wasser vorhandenen Mengen von *Schwefelsäure* und *Chlor* wurden in der gewöhnlichen Weise durch Chlorbaryum, beziehungsweise salpetersaures Silberoxyd bestimmt. Die Schwefelsäure nahm man in den alkalischen Quellen als an Kali, in den übrigen als an Kalkerde und nur einen Ueberschuss über den hierzu erforderlichen Betrag als an Kali gebunden an. Zur Bestimmung des *Broms* wurden stets 20 bis 40 Liter nach Hinzufügung von Soda, wenn solche nicht bereits im Wasser vorhanden war, zuletzt im Wasserbad, zur staubigen Trockenheit verdampft und der Rückstand mit 90proc. Alkohol erschöpft. Die erhaltene Lösung wurde abermals zur Trockne destillirt und der Rückstand mit absolutem Alkohol in der Siedhitze bis zur Auflösung aller Bromverbindungen behandelt. Letzteres Verfahren wurde so lange wiederholt, bis das Brom in einem Rückstande concentrirt war, der nur wenige Gramme wog. Dieser wurde nun in Wasser gelöst, und in dem Gemenge von Chlor- und Bromsilber, welches durch etwas überschüssiges salpetersaures Silberoxyd gefällt worden war, das Brom durch Behandeln in einem Strome von Chlorgas bestimmt. In einigen Quellen war der Bromgehalt so gering, dass er auf die angegebene Weise nicht ermittelt werden konnte. Alsdann begnügte ich mich mit der Nachweisung desselben in dem Rückstande der alkoholischen Extracte mit Hülfe von Chlorwasser und Aether. In den nicht alkalischen Quellen wurde das Brom als an Magnesium gebunden angenommen, in den alkalischen konnte es nur in Verbindung mit Natrium vorhanden sein. Einige Quellen enthielten auch eine nachweisbare Spur *Jod*, die freilich so gering war, dass eine quantitative Bestimmung unausführbar erscheinen musste. Wenn näm-

lich die wässrige Lösung des Rückstandes des alkoholischen Extractes, welcher von 20 bis 40 Liter Wasser erhalten war, mit Palladiumchlorür versetzt worden war, bildeten sich nach längerer Zeit ganz geringe Mengen eines schwarzen Absatzes, welche beim Kochen mit Sodalaugé in letzterer Jodnatrium entstehen liessen, wie man sich an schwachen aber deutlichen Reactionen mit Salpetersäure und Stärkelösung, und mit Salpetersäure und Chloroform überzeugte.

Zur Bestimmung der *Alkalien* wurde die Kieselsäure aus dem Wasser durch Abdampfen zur Trockne mit etwas überschüssiger Salzsäure, die Schwefelsäure nach dem Auflösen des Rückstandes in Wasser durch Chlorbaryum, das Eisenoxydul, die Thonerde, die Kalkerde und die hinzugefügte Baryterde durch Ammoniak, oxalsaures Ammoniak und etwas kohlenaures Ammoniak entfernt. Die filtrirte Flüssigkeit wurde in einem Platintiegel zur Trockne gedampft, der Rückstand zur Entfernung des Salmiaks geglüht, in Wasser gelöst, die Lösung mit Quecksilberoxyd vermischt, abermals zur Trockne verdampft, der Rückstand zur Entfernung der Quecksilberverbindungen geglüht, wiederum mit Wasser behandelt und die Lösung von der ungelöst gebliebenen Bittererde abfiltrirt. Beim Eindampfen dieser Lösung setzte sich fast immer noch kohlen saure Kalkerde und Bittererde ab, weswegen dieselbe dem ganzen Verfahren, welches zur Abscheidung dieser beiden Erden erforderlich ist, noch einmal unterworfen wurde. Die so erhaltene Flüssigkeit wurde mit ein wenig Salzsäure versetzt, wieder zur Trockne verdampft, der Rückstand, welcher Kalium, Natrium und Lithium in Verbindung mit Chlor enthielt, nach dem Glühen gewogen und hierauf nach erfolgtem Wiederauflösen zur Bestimmung des *Chlorkaliums* mittelst Platinchlorid in der gewöhnlichen Weise benutzt. Um die Menge des *Chlorlithiums* auszumitteln wurden 20 bis 40 Liter unter Zusatz von einer zur Fällung aller Kalk- und Bittererdesalze hinreichenden Menge Soda zur Trockne verdampft und der Rückstand mit siedendem Wasser erschöpft, so dass auch alles kohlen saure Lithion in Lösung sein musste. Die Flüssigkeit

wurde nach dem Ansäuern mit Salzsäure abermals zur Trockne verdampft und der Rückstand mit Aetheralkohol, dem eine geringe Menge Salzsäure zugesetzt war, erschöpft. Letztere Lösung wurde wieder zur Trockne destillirt und der Rückstand abermals mit angesäuertem Aetheralkohol behandelt, und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis Aetheralkohol Alles, ohne einen Rückstand zu lassen, auflöste. Die so erhaltene Lösung wurde wieder zur Trockne verdampft und der Rückstand nach schwachem Glühen als Chlorlithium gewogen. Nach Abzug des Chlorkaliums und des Chlorlithiums ergab sich der Betrag des *Chlornatriums*. Von der so gefundenen Chlorkaliummenge konnte jedoch nur derjenige Betrag als im Wasser von vornherein vorhanden angenommen werden, welcher nach Abzug der dem etwa vorhandenen schwefelsauren Kali entsprechenden Menge übrig blieb.

Die Prüfung, ob ein Theil des *Natriums* als *kohlensaures* Salz im Wasser vorhanden war, wurde mit Mengen von 10 bis 20 Liter vorgenommen. Dieselben wurden, zuletzt im Wasserbade, zur Trockne verdampft, der Rückstand, zur Entfernung etwa vorhandener Salze mit organischen Säuren mit Alkohol extrahirt und sodann mit Wasser behandelt. Die wässrige Lösung wurde bis zur Krystallisation eingeeengt, die Mutterlauge unter der Luftpumpe zur Trockne gebracht und der Rückstand wieder mit wenig Wasser behandelt. Bei einigen Quellen reagirte diese Lösung stark alkalisch, brauste mit Salzsäure und erzeugte mit Chlorcalcium-, Gyps- und Manganvitriollösung etc. Niederschläge, welche mit Säuren Kohlensäure entwickelten. Von den Wässern, in welchen auf diese Weise Soda gefunden war, wurde natürlich mehr Chlornatrium erhalten, als der nach Abzug des Chlorkaliums und Chlorlithiums noch disponibeln Chlormenge entsprach. Der sich hieraus ergebende Ueberschuss von Natrium musste als Bromnatrium und als kohlensaures Natron in Rechnung gebracht werden. In der Neuenhainer Quelle wurde die Menge des kohlensauren Natrons direct und zwar maassanalytisch mit Hülfe von Natronlauge und Oxalsäurelösung bestimmt. In den Quellen, welche kein kohlensaures Na-

tron enthielten, fand sich dagegen mehr Chlor vor, als dem erwähnten Chlornatrium entsprach.

Zur Bestimmung des *Ammoniaks* wurden 2 Liter mit Salzsäure schwach übersättigt, rasch auf ein kleines Volumen eingedampft und in eine Tubulatretorte übergefüllt, welche mit einer Vorlage luftdicht in Verbindung stand. In den Tubulus der Vorlage war ein mit Glasstücken gefülltes Glasrohr luftdicht eingefügt, durch welches verdünnte Salzsäure in die Vorlage eingegossen wurde. Zu der Flüssigkeit in der Retorte brachte man etwas überschüssige Natronlauge und destillirte sie alsdann bis auf einen kleinen Theil in die Vorlage hinüber. Die so erhaltene Salmiaklösung wurde abermals auf ein kleines Volumen eingedampft und der Salmiak mit Platinchloridlösung in der gewöhnlichen Weise abgeschieden. Derselbe Versuch wurde ohne Wasser, nur mit den nämlichen Mengen der angewandten Reagentien wiederholt, und die hierbei erhaltene Menge Platinsalmiak von der eben erwähnten abgezogen.

In den alkalischen Wässern wurde die gefundene Ammoniakmenge als kohlen-saures Salz, in den übrigen als Salmiak in Rechnung gebracht.

Die Abscheidung des Eisenoxyduls, Manganoxyduls und der Thonerde einerseits von Kalk- und Bittererde andererseits geschah, nach Entfernung der Kieselsäure, durch Schwefelammonium mit der Vorsicht, dass die Fällung nach Wiederauflösung des ersten Niederschlags wiederholt wurde, um sicher zu sein, dass keine Kalkerde mit niedergefallen sei. Die *Kalkerde* wurde in der gewöhnlichen Weise durch oxalsaures Ammoniak, die *Bittererde* durch phosphorsaures Ammoniak bestimmt. Die Trennung des Eisens (als Oxyd) und der Thonerde von Manganoxydul geschah durch kohlen-saure Baryterde und die des Eisenoxyduls von der Thonerde durch Kali. Zur Bestimmung des *Manganoxyduls* und der *Thonerde* wurden stets mehrere Liter verwandt, letztere aus der alkalischen Lösung durch Salzsäure und kohlen-saures Ammoniak gefällt, und ersteres aus der Baryterde enthaltenden Flüssigkeit, nach Entfernung dieser Erde mittelst Schwefelsäure, durch kohlen-

saures Natron in der Wärme gefällt. (Abdampfungen von Flüssigkeiten, in denen Thonerde bestimmt werden sollte, wurden stets in Platingefässen vorgenommen.) Das *Eisen* wurde nach Wiederauflösen des Oxyds mit Ammoniak niedergeschlagen. Mitunter wurde das Eisen auch maassanalytisch durch Chamäleon bestimmt.

In den alkalischen Quellen waren, wie bereits bemerkt, Kalkerde und Bittererde nur als kohlensaure Salze enthalten, die anderen Quellen enthielten jedoch auch Gyps, Chlorcalcium und Chlormagnesium. Um die Menge dieser Salze zu bestimmen, wurde eine Portion Wasser mehrere Stunden im Kochen erhalten, und das dabei verdampfende Wasser stets wieder ersetzt. Es wurde hierauf die Kalkerde in dem Niederschlage und in der Lösung besonders bestimmt und die erstere als kohlensaures Salz in Rechnung gebracht. Für die letztere wurde zuerst die Schwefelsäure in Anspruch genommen und was alsdann noch übrig blieb als Chlorcalcium berechnet. Hierdurch war noch nicht alles Chlor gebunden; der Rest wurde daher als mit Magnesium verbunden angesehen. Die übrige Bittererde musste alsdann mit Kohlensäure verbunden sein. Es ist richtiger, die Quantitäten der löslichen Bittererde in der eben geschilderten Weise zu berechnen, als sie in ähnlicher Weise wie die Kalkerdeverbindungen in dem durch Kochen erhaltenen Niederschlage und der davon abfiltrirten Flüssigkeit direct bestimmen zu wollen, weil die kohlensaure Bittererde auch in salzhaltigen Flüssigkeiten gar nicht unbedeutend löslich ist. Letzteres Verfahren wurde nur einmal, bei der Analyse des Wassers der Sprudelquelle aus 107' Tiefe angewandt.

Die *Kohlensäure* wurde stets maassanalytisch bestimmt. In ein kurz zuvor filtrirtes Gemisch von Chlorcalciumlösung und hinreichendem Salmiakgeist wurde mit einem Stechheber ein abgemessenes Wasservolumen eingetragen. Bei der Quelle Nr. III, welche aus einer Röhrenfassung ausläuft, war diess nicht möglich, weswegen die mit dem genannten Flüssigkeitsgemisch vermengte Wassermenge dem Gewicht nach bestimmt wurde. Nachdem die Flaschen, worin man die Vermischung vornahm, fest verkorkt und

und gut umgeschüttelt waren, liess man den entstandenen Niederschlag sich gut absetzen und wusch ihn durch Decantation aus, wobei die über demselben stehende, sich sehr leicht vollkommen klärende Flüssigkeit mittelst eines Quetschhahnhebers abgezogen wurde. Der Niederschlag wurde sodann in einem bekannten, überschüssigen Volum verdünnter Salpetersäure aufgelöst und der Ueberschuss der letzteren durch Natronlauge und dieselbe Salpetersäure gemessen. Von dem so ausgemittelten Gesamtgehalt an Kohlensäure wurde diejenige abgezogen, welche an Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalkerde, Bittererde, Natron und Ammoniumoxyd zu neutralen Salzen gebunden war. Der Unterschied ergab den Gehalt an *freier Kohlensäure*.

Zur Prüfung auf *Arseniksäure* wurden 20 Liter bis auf ein kleines Volum eingedampft, letzteres mit Salzsäure vermischt und nach einigem Digeriren filtrirt. Die erhaltene Lösung wurde mit schwefliger Säure versetzt, bis zur Entfernung des Ueberschusses der letzteren gekocht und mit Schwefelwasserstoff übersättigt. Den erhaltenen Niederschlag behandelte man nach dem Trocknen mit rother rauchender Salpetersäure, und die dabei gewonnene Lösung versetzte man mit einem Gemenge von Salmiakgeist, Salmiak- und Bittersalzlösung. Mehrere Quellwässer ergaben hierbei einen Niederschlag, der bei nachherigem Auflösen in verdünnter Salzsäure und Behandeln der Lösung mit schwefliger Säure und Schwefelwasserstoff deutlich gelbe Flocken absetzte, also sich bestimmt als arseniksaures Bittererdeammoniak herausstellte; aber nur der aus dem Wasser der Quelle Nr. IV erhaltene Niederschlag war wägbar.

Die von dem zuerst erwähnten, durch Schwefelwasserstoff entstandenen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wurde, nach Entfernung des Schwefelwasserstoffs, mit angesäuertem molybdänsauren Ammoniumoxyd versetzt. Nur wenn hierbei nach längerem Stehen in der Wärme ein Niederschlag entstand, wurde die Gegenwart von *Phosphorsäure* angenommen. War derselbe zur quantitativen Bestimmung der Phosphorsäure ausreichend, so wurde er in

Ammoniak aufgelöst und die Phosphorsäure wie gewöhnlich durch Bittersalz abgeschieden.

Es wurde auch auf die Gegenwart von *Baryt-* und *Strontianerdeverbindungen* geprüft, indem man den Rückstand von 20 bis 30 Liter mit Salzsäure behandelte, was dabei ungelöst blieb mit Kalilauge auskochte, nach dem Verdünnen mit Wasser noch etwas schwefelsaures Kali hinzufügte und den alsdann bleibenden Rückstand mit Soda, der zur Verbrennung der vorhandenen organischen Substanzen etwas Salpeter zugefügt war, zusammenschmolz. Die geschmolzene Masse liess beim Behandeln mit Wasser einen schwachen Rückstand, der, nach gehörigem Auswaschen, in verdünnter Salzsäure gelöst und mit Gyps-lösung versetzt wurde. Bei einigen Quellen entstand ein Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde. Die ganze Masse wurde nun wieder zur Trockne verdampft und, nachdem die darin enthaltenen Erdsalze durch Schmelzen mit Soda, Auswaschen der löslichen Verbindungen, Auflösen in Salzsäure und Eindampfen in Chlormetalle verwandelt worden waren, wurde auf die Gegenwart der *Strontianerde* mit Hülfe der Alkoholflamme geprüft. Es konnte dieselbe jedoch in keiner Quelle aufgefunden werden.

Von der Gegenwart der *Borsäure* und *Salpetersäure* in allen untersuchten Quellen konnte man sich jedoch leicht überzeugen, wenn man nur mehrere Liter Wasser eindampfte und wenige Tropfen der Mutterlauge mit Curcumapapier auf die erstere, und mit einer Auflösung von Brucin in Schwefelsäure auf die andere der genannten Säuren prüfte.

Auch *Fluorverbindungen* konnten in den meisten untersuchten Quellwässern nachgewiesen werden, wenn man mehrere Liter derselben unter Zusatz der erforderlichen Menge Chlorcalciums eintrocknete, den Rückstand mit überschüssiger, verdünnter Essigsäure im Wasserbade abermals zu Trockne dampfte und so lange erhitzte, bis aller Geruch nach Essigsäure verschwunden war, sodann mit Wasser behandelte, das ungelöst Gebliebene, nach dem Trocknen, mit Schwefelsäure, unter Zusatz von wenigen

Stücken Marmor erhitzte, und die sich entwickelnden Gase in Ammoniakflüssigkeit leitete. Wurde letztere Flüssigkeit filtrirt, in sehr gelinder Wärme in einem Platintiegel zur Trockne verdampft, und der Rückstand, während ein mit Wachs überzogenes, an einer kleinen Stelle wieder entblösstes Glas den Tiegel bedeckte, mit Schwefelsäure etwas erwärmt, so konnte man bei einigen Quellen, nach Entfernung des Wachses, durch Anhauchen die Zeichnung der von Wachs vorerst entblösst gewesenen Stelle wieder hervorgerufen, in Folge davon man auf die Gegenwart geringer Mengen von Fluor schloss.

Die zuletzt genannten vier Substanzen waren jedoch in so geringer Menge vorhanden, dass eine quantitative Bestimmung derselben nicht ausgeführt werden konnte. Alle analysirten Quellwässer enthielten *organische Substanzen*, welche nicht näher untersucht wurden.

Es erscheint mir zweckmässig, die Angaben der einzelnen Zahlenresultate der verschiedenen Wägungen etc. (welche übrigens sämmtlich im Jahrbuche des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft XV, p. 139 u. f. und in einer daraus abgedruckten Specialbrochüre, deren Titel mit dem gegenwärtiger Abhandlung übereinstimmt — Verlag von J. Niedner, Wiesbaden — niedergelegt sind), zu übergehen, und unter der Bemerkung, dass alle einzelne Bestimmungen zwei Mal ausgeführt und aus den innerhalb der Grenzen unvermeidlicher Beobachtungsfehler gut übereinstimmenden Resultaten die Mittelzahlen angenommen wurden, die Resultate der Analysen in nebenstehender Tabelle mitzutheilen.

Uebergehen dürfen wir jedoch nicht, dass in einzelnen Fällen von der oben geschilderten Methode der Analyse nicht unwesentlich abgewichen werden musste.

So besonders bei der Analyse des Wassers, der Sprudelquelle, welches während der Bohrarbeiten, als dieselben bis 107 Fuss Tiefe vorgerückt waren, mit dem Soolschöpfer gefördert wurde, namentlich bezüglich der Bestimmung der Gesamtmenge der Kohlensäure, welche sich nur mit annähernder Genauigkeit ausführen liess.

Um die Kohlensäure in der Teufe zu binden, hatte der die Bohrarbeiten beaufsichtigende Herr Accessist Müller, da eine geeignetere Vorrichtung nicht zu beschaffen war, Flaschen, in welchen eine genau abgemessene Mischung von Chlorbaryumlösung und Salmiakgeist eingebracht war, nach gehöriger Verschlussung vor Ort hinabgelassen. Der Stopfen wurde daselbst in geeigneter Weise entfernt und die Flaschen, nachdem sie sich mit Wasser gefüllt hatten, empor gezogen. Bei diesem Verfahren musste nothwendig, da das Wasser unter dem Drucke einer Wassersäule von 107' Höhe mit grosser Vehemenz in die Flaschen hineingedrungen sein, und dadurch einen Theil der bereits gefällten kohlensauren Baryterde hinausgetrieben haben wird, ein Verlust an der zu bestimmenden Kohlensäure eintreten.

Nach der Ankunft der Flaschen in Wiesbaden wurde der Stand der Flüssigkeit im Halse mit einem Feilstrich markirt und später, nachdem sie geleert und im Innern getrocknet worden waren, der Inhalt der Flaschen bis zu dieser Marke gemessen. Das Resultat dieser Messung ergab, nach Abzug des bekannten Volumens des eingefüllten Gemenges von Salmiakgeist und Chlorbaryum, die betreffende Wassermenge. Da jedoch die gefüllten Flaschen nach ihrem Emporziehen aus dem Bohrloch, um den Stopfen aufsetzen zu können, etwas entleert werden mussten, so wurde hierbei abermals eine Quantität gefällter kohlensaurer Baryterde und auch eine nicht zu bestimmende Menge des angewandten Wassers entleert. Die Bestimmung der Wassermenge konnte daher ebenso wenig, wie die Sammlung aller gefällten kohlensauren Baryterde völlig genau ausgeführt werden.

Nachdem die Fassung der Quelle, in dem bis auf 700 Fuss Tiefe fortgeführten Bohrloch vollendet war und der Sprudel sich längere Zeit constant gezeigt hatte, so dass er ein völlig klares, aber beim Stehen an der Luft bald sich trübendes und einen starken gelben Absatz bildendes Wasser von rein salzigem Geschmack auswarf, wurde am 2. Mai 1859 die zweite Analyse vorgenommen.

Ein *Schwefelwasserstoffgehalt* macht sich in der Sprudelquelle schon für den Geruch weithin bemerkbar, doch zeigte sich, dass die in dem ausgeworfenen Wasser aufgelöste Menge desselben äusserst gering und kaum messbar ist. Wird ein Liter Wasser mit einer mit Salzsäure vermischten Lösung von Dreifach-Chlorarsenik oder von Chlorcadmium versetzt, so bildet sich, selbst nach mehrtägigem Stehen, nicht der geringste Niederschlag von Schwefelarsenik oder von Schwefelcadmium. Wird ein halbes Liter mit Stärkelösung und sodann mit einer Jodlösung versetzt, so tritt die Bläuung der Flüssigkeit zwar erst nach Hinzufügung von mehreren Milligrammen Jod ein, allein eine gleiche Wirkung übt auch die in dem Wasser enthaltene Menge des kohlensauren Eisenoxyduls aus, wie directe Versuche bewiesen haben, weswegen eine maassanalytische Bestimmung des Schwefelwasserstoffs unausführbar war. — Aus einer sauren Lösung von Quecksilberchlorid fällt das Wasser einen sehr geringen, weissen, Schwefelquecksilber enthaltenden Niederschlag. Ein am 2. Mai 1859 aus 2612,07 Grm. Wasser auf diese Weise dargestellter Niederschlag wurde in Wasser vertheilt, durch eingeleitetes Chlorgas oxydirt, und in der filtrirten Lösung die entstandene Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt. Es wurden 0,005 Grm. schwefelsaure Baryterde erhalten, welche 0,00073 Grm. oder 0,000028 p.C. Schwefelsäure, also 0,000011 p.C. Schwefelwasserstoff entsprechen.

Am 23. September 1859 wurden 2612,07 Grm. Wasser mit Chlorsilber vermischt, welches in so viel Salmiakgeist aufgelöst war, dass der Zusatz des Wassers Chlorsilber nicht wieder niederschlug. Der Niederschlag, welcher eine dem vorhandenen Schwefelwasserstoff äquivalente Menge Schwefelsilber enthalten musste, wurde, nach völligem Auswaschen, mit sehr verdünnter Salzsäure ausgezogen, getrocknet, mit reiner Salpetersäure behandelt und in der erhaltenen Lösung das Silber als Chlorsilber bestimmt. Dasselbe wog 0,0019 Grm., entsprechend 0,00022 Grm., d. i. 0,000009 p.C. Schwefelwasserstoff.

Die geringe Menge *Schwefelarsenik*, welche aus 20 Liter Wasser isolirt werden konnte, löste sich in Schwefelkalium-

lösung vollständig auf, wodurch trotz der 300 langen (aber gut verzinnten) kupfernen Steigröhre, die gänzliche Abwesenheit von Kupfer dargethan wurde.

Bezüglich des beträchtlichen Eisengehaltes der Sprudelquelle war die Frage, wie weit die im Bohrschacht während der Bohrarbeiten eingeführte und später darin belassene eiserne Röhre, von 194 Meter Länge, 300 Mm. lichtigem Durchmesser und 3 Mm. Wandstärke an demselben Antheil hat. Dass Eisen von dieser Röhre aufgelöst wird und als kohlen-saures Eisenoxydul in das Wasser übergeht, ist zweifellos. Es ist nur zu entscheiden, ob die Auflösung so rasch erfolgt, dass ein merklicher Theil der dermalen beobachteten Menge des genannten Salzes aus dieser Quelle stammt. Das eiserne Rohr wiegt 3940 Kilogrmm. 0,00664 Grm. kohlen-saures Eisenoxydul, welche in 101,33 C.C. Wasser vorhanden sind, enthalten 0,00320 Grm. Eisen. Zufolge einer Beobachtung vom 11. April 1860 (s. u.) kann man annehmen, dass im Jahre 1859 der Sprudel in jeder Minute 94500 C.C., in 24 Stunden demnach 136 C.-M. Wasser lieferte, welche 4300 Grm. Eisen enthalten. 3940 Kilogrmm. würden demnach, wenn der Eisengehalt des Wassers ganz aus der eisernen Röhre herrührte, weil nicht angenommen werden kann, dass die Fähigkeit des Wassers, Eisen aufzulösen, bedeutend abnehmen könne, in etwas mehr als $2\frac{1}{2}$ Jahren erschöpft sein.

Da nun das Wasser in der eisernen Röhre vom Juni 1857 an, wo man mit dem Einlassen derselben begann, eigentlich nur 6 Monate (im Winter 1858/59) stagnirt hatte; da ferner auch während der Bohrarbeiten ein Theil des Eisens mit abgerieben und aus dem Bohrloch entfernt worden war, so hätte das eiserne Rohr bereits am 19. April 1860 fast völlig zerstört und der Eisengehalt der Quelle auf ein Minimum reducirt sein müssen. Um die Frage, ob letzteres in der That der Fall war, zu entscheiden, wurde daher Wasser des Sprudels am genannten Tage, als derselbe zwei Tage in sehr gleichmässigem Gange gewesen war, auf seinen Eisengehalt und zur Vergleichung auf sein specifisches Gewicht und den Chlorgehalt geprüft. Hierbei ergaben 955,65 Grm. Wasser 0,0325 Grm. Eisen-

oxyd, entsprechend 0,04712 Grm. oder 0,00493 p.C. kohlen-saurem Eisenoxyd — 506,975 Grm. des Wassers füllten bei 16,5° denselben Raum aus, welchen 500,625 Grm. destillirtes Wasser von 18° einnahmen, also 500,75 Grm. destillirtes Wasser bei 16,5° ausgefüllt haben würden. Hier-nach berechnet sich das specifische Gewicht des Wassers zu 1,01243. — 50 C.C., also 50,60 Grm. des Wassers lie-ferten bei einem Versuche 1,8615 Grm., bei einem zweiten 1,86175 Grm., im Mittel 1,86167 Grm. Chlorsilber, welche 0,46023 Grm. oder 0,90954 p.C. Chlor (entsprechend 1,50 Chlornatrium) enthielten. Das specifische Gewicht des am 2. Mai 1859 geschöpften Wassers war, wie bereits erwähnt, 1,01334, der Chlorgehalt 0,92432 p.C. Das am 19. April 1860 geschöpfte war also etwas schwächer, es strömten aus den oberen Teufen mehr süsse Wasser zu als am 2. Mai 1859, womit wahrscheinlich auch das Ausbleiben des Sprudels am 20. April 1860 zusammenhing (s. unten). Wäre der Gehalt an kohlen-saurem Eisenoxydul in dem-selben Verhältniss vermindert worden, wie das Kochsalz, so würde derselbe 0,00653 p.C. haben betragen müssen. Es lässt sich freilich nicht der Schluss machen, dass beide Bestandtheile, Kochsalz und Eisensalz, durch Wasser-zuflüsse aus oberen Teufen in gleichem Grade abnehmen müssten, weil das zufließende Wasser beide Bestandtheile in einem anderen Verhältniss als das Sprudelwasser ent-halten wird; und da sämmtliche analysirte Quellen zu Soden ärmer an Eisen sind als der Sprudel, so kann schon durch einen grösseren Zufluss von wildem Wasser eine relative Verminderung des Eisengehaltes bewirkt werden. Der Betrag des in Rede stehenden Unterschiedes ist jedoch zu gross, als dass man annehmen möchte, er stamme ganz aus dieser Quelle, andererseits aber zu klein, um den Schluss zu rechtfertigen, der Eisengehalt der Quelle rühre ganz von dem eisernen Rohre her. Wahrscheinlich wird die Auflösung des eisernen Rohres, die hiernach überhaupt nur sehr langsam statt hat, wegen des stärkeren Druckes, in grösserer Tiefe rascher als in der oberen vor sich gehen, und es ist möglich, dass wenn einmal bis auf eine gewisse Höhe das Rohr ganz zerstört ist, aus

dem Reste desselben so wenig Eisen aufgenommen werden wird, dass der Eisengehalt der Quelle dadurch keine merkliche Erhöhung erfährt und also auch der des ausfließenden Wassers constant bleibt. Wann dieser Punkt eingetreten sein wird, darüber müssen spätere Versuche entscheiden. — Wollte man beispielsweise annehmen, jener Punkt wäre am 19. April 1860 bereits nahezu erreicht gewesen, so würde im Durchschnitt das Wasser täglich im Mittel 830 Grm. Eisen von dem Rohre aufgelöst haben. Es würde dann etwa der zehnte Theil zerstört worden sein.

Die in der obigen Zusammenstellung aufgeführte Kohlensäure giebt die Menge an, welche das Wasser nach dem Herabfallen aus dem Sprudel enthält, deren Bestimmung für die medicinische Benutzung des Wassers von Interesse erschien.

Wie man sieht, fließt die Sprudelquelle nach ihrer Fassung an festen Bestandtheilen ärmer aus, als sie sich während der Bohrarbeiten von 107 Fuss abwärts zeigte. Ich habe oben bereits erwähnt, dass die Vehemenz des Sprudels, wenn er nach längerer Ruhe durch die Pumpe gehoben wird, bald abnimmt.

Es beträgt der Salzgehalt der Quelle unmittelbar nach ihrem Emporsprudeln 1,74 bis 1,75 p.C. In dem Maasse, wie die Sprudelquelle abnimmt, verringert sich auch der Salzgehalt (nach der Messung mit salpetersaurem Silberoxyd und chromsaurem Kali) und, soweit aus den bis jetzt darüber vorliegenden Versuchen hervorzugehen scheint, darf die Verringerung nicht bis über 1,52 p.C. heruntergehen, wenn der Sprudel einen normalen Ausfluss behalten soll. So war es im Sommer 1859. Sinkt der Salzgehalt tiefer (z. B. 1,47 p.C.), wie das in Fällen, auf die ich weiter unten zurückkomme, stattfand, so tritt ein Versiegen des Sprudels ein. Er muss dann wieder angepumpt werden, worauf sich dieselben Variationen im Salzgehalt wiederholen.

Analyse der Gase der Sprudelquelle.

Die Messung der Menge der Gase, welche der Sprudel auswirft, geschah, indem man sie unter eine mit Wasser-

standsrohr, Scala, Lufthahn und Thermometer versehene Glocke von Blech und von bekanntem Inhalt (0,494 Meter Durchmesser und 0,92 Meter Höhe) leitete, welche fast ganz mit Wasser gefüllt war, und in einer bis zu gleicher Höhe mit Wasser gefüllten cylindrischen Wanne stand, und die Glocke mittelst eines an ihrem obersten Ende befestigten, über Rollen geleiteten Seiles und eines passenden Hebelrades von entsprechendem Durchmesser in demselben Maasse hob, in welchem das Gas sich entwickelte, so dass das Wasser, welches die Glocke abschloss, in ihr und in der Wanne stets im Niveau stand. Das Gasleitungsrohr war von Kupfer, hatte 0,09 Meter Durchmesser, ragte im Innern der Wanne bis beinahe unter den höchsten Punkt der Glocke, natürlich über das Sperrwasser hinaus, ging durch den Boden der Wanne, war unter demselben horizontal nach der Seite, und in der Entfernung von 2 bis 3 Fuss wieder unter einem Winkel von 45° nach Oben gebogen. Das Ende dieser Biegung wurde mit dem Sammelapparat verbunden. In dem horizontalen Theil war ein kurzes, senkrecht abwärts gehendes, kupfernes Seitenrohr angebracht, durch welches die Gase in den zwischen den Beobachtungen liegenden Zeiten frei entwichen, und ausserdem ein Manometer mit Wasser. Zum Aufsammeln diente eine mit Wasserstandsrohr versehene, überall geschlossene Blechhaube, von 2,64 Meter Höhe und 0,746 Meter Durchmesser, welche auf dem Steigrohr des Sprudels befestigt wurde. Im Boden derselben waren mehrere Röhren für den Wasserabfluss angebracht, welche durch Hähne eine Regulirung des Wasserabflusses und gleichzeitig eine Aufsammlung und Messung der ausgeworfenen Wassermenge ermöglichten. An der Seite dieser Haube war ein horizontal abgehendes, ebenfalls 0,09 Meter weites, kupfernes Rohr für den Abzug der Gase angebracht, welches in einiger Entfernung von der Haube auch in einem Winkel von 45° , aber nach unten, umgebogen war, und dessen Ende mit dem freien Ende des oben erwähnten unter die Glocke führenden Rohres durch einen Kautschukschlauch verbunden wurde, so dass der Raum unter der Sammelhaube, in den beiden Röhren und unter der

Glocke ein Continuum bildete, welche, wenn das kurze Seitenrohr des Hauptleitungsrohres in Wasser tauchte, von der äusseren Luft völlig abgeschlossen war*). Bevor der Sprudel angelassen wurde, überzeugte man sich in folgender Weise davon, dass der Apparat in allen seinen Theilen luftdicht schloss. Das kurze Rohr wurde durch Wasser abgeschlossen, die Glocke so hoch gehoben, dass das Wasser im äusseren Schenkel des Manometers einige Centimeter sank und längere Zeit in dieser Höhe gehalten, wobei das Manometer seinen Stand unverändert beibehielt.

Nachdem der Sprudel angelassen war, wurden die Beobachtungen in der Weise vollzogen, dass am Anfang einer Minute ein Gehülfe auf ein gegebenes Zeichen das kurze Rohr durch Wasser abschloss und der Beobachter in demselben Augenblick die Kurbel drehte und die Glocke in demselben Grade hob, wie das Gas aus dem Sprudel zuströmte. Dass letzteres gelang, konnte man an dem Stande des Manometers beobachten, in welchem, ganz kleine Schwankungen abgerechnet, während der Beobachtung das Wasser in beiden Schenkeln gleich hoch stehen musste. Bei einiger weniger Uebung erreicht man eine grosse Sicherheit, in dieser Art und Weise die Hebung der Glocke dem zuströmenden Gase entsprechend zu reguliren. War die Glocke bis in die Nähe des untersten Theilstriches ihrer Scala emporgestiegen, wozu in der Regel zwischen 30 und 60 Secunden Zeit erforderlich war, so wurde auf ein gegebenes Zeichen das kurze Rohr geöffnet und in demselben Augenblick die verflossene Zeit und der Stand der Glocke beobachtet.

Dass dieser Apparat einen für seinen Zweck hinlänglichen Grad von Genauigkeit zuließ, mögen die nachstehenden Resultate von 9 Beobachtungen darthun, welche am 11. April in der Zeit von 10 bis 12 Uhr angestellt

---

*) Die genauere Beschreibung des Apparates nebst Abbildung ist im XVI. Heft des Jahrbuches für Naturkunde im Herzogthum Nassau enthalten.

wurden, während der Sprudel als in constantem Gange angesehen werden konnte. Man erhielt in 30 Secunden:

2,89	2,94	2,89
2,91	2,87	2,98
2,92	2,95	2,87

Cub.-F. Gas von 23° bei einem Barometerstand von 749,75 Mm.

Zahlreiche mit dem Apparat im April 1860 ausgeführte Versuche ergaben, dass wie der Salzgehalt des Wassers so auch die Menge und Temperatur desselben, und die Menge der Gase abnimmt. Unmittelbar nachdem der Sprudel gehoben war, lieferte er 8 bis 12 Cub.-F. Gas (reducirt auf 0° und 760 Mm.) und 6,3 Cub.-F. Wasser von 31 bis 32° mit 1,68 bis 1,73 p.C. Kochsalz; am 11. April hatte sich nach Verlauf von zwei Stunden bereits das Verhältniss der Art geändert, dass in der Minute 5,25 Cub.-F. Gas und 3,33 Cub.-F. Wasser von 29,75° und 1,55 p.C. Kochsalz erhalten wurden, und blieb dasselbe im Laufe des Tages constant. Während der darauf folgenden Nacht blieb der Sprudel aus. An den folgenden Tagen trat die Abnahme rascher ein, und folgte auf dieselbe ebenfalls häufig gänzliches Versiegen.

Aehnlich verhielt sich die Spannung des Gases im Steigrohr. Gemessen wurde dieselbe, indem man in die Steigrohre des freien Sprudels eine Glasröhre einführte, an welcher oben ein Kautschukschlauch befestigt war, der andererseits wieder mit einem unter Wasser oder Quecksilber getauchten Glasrohr in Verbindung stand. Die Spannung ergab sich einmal unmittelbar nach dem Anpumpen zu 6 Zoll 2 Linien Quecksilber, und als der Sprudel zurückging unmittelbar vor dem Versiegen zu 4 Zoll 4 Linien Wasser.

Es lässt sich nun leicht aus dieser Thatsache ein klares Bild von der Ursache der Bewegung des Sprudels und ihrer Variationen abstrahiren, ein Bild, welches in einigen Beziehungen mit denen übereintrifft, welches von anderen Beobachtern (Ludwig, das kohlensaure Gas in den Soolsprudeln zu Nauheim und Kissingen; siehe auch die oben erwähnte Abhandlung von Giebeler) an anderen Orten entworfen wurde. Wenn die Quelle in der

Steigröhre ruht und angepumpt wird, so muss, wenn nach Entfernung der oberen, gasarmen Wasserschichten das Wasser aus der salzreichen, unter dem bedeutenden Druck stark mit Kohlensäure übersättigten Quelle aufsteigt, bereits in beträchtlicher Tiefe eine lebhaft Gasentbindung stattfinden, welche nach Abstellung der Pumpe einen Schaum von Kohlensäure und Wassertropfen aus dem Steigrohre herausschleudert. Das Wasser in diesem Rohre bildet aber mittelst der Quelle, in welche dasselbe mit seinem tiefsten Ende hineinragt, eine communicirende Röhre, deren anderer Schnabel das im Bohrtäucher und in allen Kanälen und Spalten des Erdreichs bis zur Oberfläche stagnirende Wasser darstellt. Da jedoch nach eingetretener Gasentbindung an einer Stelle im Steigrohre der Druck von oben geringer ist als im Kanalsystem ausserhalb in gleicher Höhe, so muss eine Aufwärtsbewegung im Rohr stattfinden und fort dauern, weil die Kohlensäure des Wassers beim Aufsteigen mit der Verminderung des auf ihr lastenden Wasserdrucks sich entbindet und so die Ursache der Bewegung stets erneuert wird. Der im Rohr von dem Gase ausgeübte Druck ist nicht stark genug, um diese Bewegung gänzlich zu stören, er verlangsamt sie nur ein wenig, indem er die Lebhaftigkeit der Gasentwicklung verringert und dadurch den Punkt im Rohr, bis zu welchem die Wassersäule reicht, und von welchem an die Gasschaumsäule beginnt, erhöht. (Bei Verengerung der Mündung des Steigrohrs über eine gewisse Grenze wächst der Druck des Gases jedoch so, dass er die Bewegung bald gänzlich verhindert. Als z. B. im Jahre 1859 ein Mundstück von weniger als 27 Millimeter Weite auf das Steigrohr gesetzt ward, spritzte der Schaum in einem dünnen, sehr hohen Strahle stossweise und mit Unterbrechungen nur kurze Zeit fort und versiegte.) Dagegen beträgt unmittelbar nach dem Anpumpen die emporgetriebene Wassermenge mehr als die Quelle selbst liefert, so dass Wasser aus den oberen Erdschichten in dieselbe herabsinkt und, so zu sagen, von dem Sprudel mit angesaugt wird. Dieses Wasser ist zwar auch, wie alles Wasser, was man antrifft, wenn man in Soden irgendwo in

den Erdboden eingräbt, salz- und kohlensäurehaltig, jedoch nicht in dem Grade, wie das der Sprudelquelle, es ist daher nicht allein Ursache von der stets bald nach dem Anpumpen beobachteten Abnahme der Wassermenge, des Salzgehaltes, der Temperatur und der Kohlensäure, sondern es verlangsamt auch durch den letzteren Umstand, indem der Grad der Uebersättigung des Wassers mit Kohlensäure abnimmt, und der Punkt, bis zu welchem das Wasser im Steigrohre reicht, erhöht wird, die ganze Bewegung, und bewirkt Verminderung der ausgeworfenen Wassermenge. Dadurch wird aber auch der Zufluss des Wassers aus oberen Teufen in die Quelle und somit die Ursache der Abnahme der Bewegung und also auch diese Abnahme selbst verringert. Wann die Abnahme der Bewegung völlig verschwindet, hängt hauptsächlich von dem Kohlensäuregehalt des aus oberen Teufen herstammenden Wassers ab. In dem sehr trocknen Sommer 1859, in welchem dieses Wasser wohl nur kohlensäurehaltiges und nicht mit atmosphärischem vermischt war, hörte alle Bewegungsabnahme auf, als der Kochsalzgehalt, nach der volumetrischen Bestimmung von 1,75 bis 1,52 abgenommen hatte. Der Sprudel zeigte vom Mai bis in den November die Temperatur von 29,0° bis 29,75°, und eine völlig constante Thätigkeit, ohne einmal zu versiegen. Die oben mitgetheilten Beobachtungen vom 11. April 1860, bei denen das Sprudelwasser eine längere Zeit denselben Salzgehalt und die nämliche Temperatur zeigte, wie 1859, lassen schliessen, dass auch damals die geförderte Wassermenge $3\frac{1}{2}$ und die ausgeworfene Gasmenge $5\frac{1}{2}$ Cub.-F. in der Minute betragen haben werde, dass also unter Hinzurechnung der in dem herabfallenden Wasser gelöst gebliebenen Kohlensäure das im Rohre aufsteigende Wasser etwa das $2\frac{1}{2}$ fache seines Volumens an Gas enthielt. Am 12. April 7^h55' V. M. machte dagegen der Gehalt an Gas fast das 3fache des Wassers aus. Den Tagen im April 1860, an welchen die oben angeführten übrigen Beobachtungen angestellt wurden, war eine längere Zeit vorausgegangen, und es bestätigte sich auch bei ihnen, dass, so lange der Salz- und Gasgehalt unter die in 1859 beobachteten Grössen

nicht heruntersank, auch die Temperatur mit der früher beobachteten übereinstimmte, und jede Andeutung von einem bevorstehenden Versiegen des Sprudels ausblieb. Allein jene Grenze wurde damals nicht eingehalten, denn zweifelsohne war das aus den oberen Teufen in die Quelle hinabsinkende Wasser in hohem Grade mit atmosphärischem vermischt, so dass oft mehrere Stunden nach dem Anpumpen die Kohlensäurezufuhr in einem Grade abnahm, dass ein gänzliches Versiegen des Sprudels eintrat. Es gelang während der erwähnten Beobachtungsreihe leider nicht, aus der äusseren Erscheinung des Sprudels die Anzeichen von einem bevorstehenden Ausbleiben einmal zeitig genug zu entnehmen, um eine Messung der Gasmenge kurz vorher auszuführen, zufällig aber wurde einmal der Salzgehalt bestimmt, als bald darauf der Sprudel ausblieb und geringer als 1,52 gefunden. Im Laufe des ganzen Sommers 1860, welcher sich bekanntlich durch häufige atmosphärische Niederschläge auszeichnete, sind diese Verhältnisse dieselben geblieben, es trat oft ein Ausbleiben des Sprudels ein, und nach Mittheilungen von Herrn Dr. G. Thilenius zu Soden, welcher eine fortlaufende Reihe von Beobachtungen anstellte, zeigte sich die Temperatur nur 28,8° bis 29°, während der Salzgehalt nur in einzelnen Fällen, in denen der Sprudel bei längerem hellen Wetter sich constant zeigte, 1,53 p.C., ja selbst 1,63 p.C., sonst aber im Zusammenhang mit der Neigung zum Ausbleiben stets 1,47 p.C. betrug.

Aber auch unter solchen ungünstigen Umständen wird man einen constanten Ausfluss des Sprudels erzielen können, wenn man die Menge der ausgeworfenen Massen und damit die des aus oberen Teufen in die Quelle zuströmenden Wassers mässigt. Eine einfache Bestimmung des Salzgehaltes oder der Spannung der Gase im Steigrohr mit Hülfe eines an demselben angebrachten Manometers wird jederzeit den Grad festzustellen gestatten, in welchem diese Mässigung erforderlich ist, und ein in dem Rohre angebrachter Hahn, welcher eine veränderliche Zustellung in etwas vollkommenerer Art gestattet als der jetzt vorhandene bietet das bequemste Mittel diese Mässigung jeder-

zeit dem Wärterpersonale möglich zu machen. Freilich wird dadurch die geförderte Wassermenge geringer ausfallen, was aber bei deren grossem Reichthum nicht als ein grosser Nachtheil angesehen werden kann.

Die vom Sprudel ausgeworfenen Gase bestehen aus *Kohlensäure*, *Schwefelwasserstoff*, *Grubengas* und *Stickstoff*.

Zur Bestimmung des *Schwefelwasserstoffs* in den Sprudelgasen wurde, als die Haube des oben erwähnten Apparates auf den Sprudel befestigt war, in das horizontale, mit einem unter einem Winkel von 45° nach unten gebogenen Schenkel versehene kupferne Gasführungsrohr der Sammelhaube, nach Entfernung der Wanne mit ihrem Gasleitungsrohr, ein weites Kautschukrohr mehrere Fuss tief hineingelegt. An dem im Kupferrohr befindlichen Ende dieses Schlauches war ein weites Glasrohr befestigt, welches, um das Einfließen von Wasser zu verhindern, in eine enge Uförmig umgebogene Glasröhre auslief und im Innern einen lose eingefügten Baumwollenpfropfen hatte. Das andere Ende des Kautschukschlauches war an ein weites etwa 3 Fuss langes Glasrohr befestigt und dieses durch ein zweites Zwischenrohr, das, wie jenes, ebenfalls Baumwollenpfropfen enthielt, mit dem Absorptionsapparat verbunden. Letzterer bestand aus drei hintereinander aufgestellten Flaschen mit Silberlösung, welche das Gas passieren musste. Die letzte der Flaschen stand durch ein Baumwollenpfropfen und ein mit Bleilösung getränktes Papierchen enthaltendes Zwischenrohr mit dem Aspirator in Verbindung, welches die durch die Silberlösung gegangene Gasmenge zu messen erlaubte. Der Schwefelwasserstoff wurde stets schon in der ersten Absorptionsflasche vollständig verschluckt, seine Menge wurde aus dem Gewicht des erhaltenen Schwefelsilbers bestimmt und diese Bestimmung durch das Gewicht des beim Glühen an der Luft zurückbleibenden Silbers controlirt. Das Mittel aus 4 gut übereinstimmenden Versuchen, bei denen jedesmal 18 bis 19 Liter Gas durch die Silberlösung geleitet wurden, ergab einen Schwefelwasserstoffgehalt des Gases von 0,02 Volumprocenten.

Um das Gas des Sprudels zur Ausmittlung des *Kohlensäuregehaltes* aufzusammeln wurde in das Steigrohr ein 2 Fuss langes Glasrohr eingesenkt, an welchem ein etwa 8 Fuss langer Kautschukschlauch befestigt war. An dem anderen Ende des Kautschukschlauches war ein rechtwinklig umgebogenes Glasrohr angebracht, welches durch den Stopfen einer etwa $\frac{1}{2}$ Liter fassenden Glasflasche ging, aber nicht tief in dieselbe hineinragte. Die Flasche hatte in der Nähe des Bodens einen seitlichen Tubulus, welcher verschlossen wurde, sie war mit Sprudelwasser angefüllt und stand durch ein anderes, durch ihren Stopfen hindurchgehendes kurzes, rechtwinklig umgebogenes Glasröhrchen mittelst eines Kautschukschlauches mit einer kurzen, etwas weiten Röhre in Verbindung, worin ein Baumwollenpfropfen angebracht war. Letzteres Rohr war mit den eigentlichen Sammelröhren durch einen Kautschukschlauch verbunden. Solcher Sammelröhren waren drei bis fünf hinter einander angebracht, sie waren etwa 3 bis 4" lang und $\frac{1}{2}$ " weit, an ihren Enden verengert und mittelst Kautschukschläuchen an einander gefügt. Vom letzten Sammelrohr führte eine kurze Ansatzröhre in Wasser, in welchem man den Gang der Gasentwicklung beobachten konnte. Beim Beginn der Versuche wurde ein Glasstabventil, welches sich zwischen der Flasche und dem Rohr mit Baumwollenpfropf befand, geschlossen, die Flasche in einen etwas Sprudelwasser enthaltenden Zuber so eingestellt, dass der Tubulus ganz von Wasser bedeckt war, und letzterer geöffnet, worauf das Wasser in der Flasche sank und der dadurch entstehende Raum mit Sprudelgas sich anfüllte. Es wurde nun das Glasstabventil geöffnet, worauf die Ausströmung des Gases durch die Sammelröhren sofort begann. Das aus dem Sprudel mit fortgerissene Wasser tropfte in die Flasche und trat bei stets geöffnetem Tubulus in den Zuber, aus welchem es von Zeit zu Zeit ausgeschöpft wurde. Der Baumwollenpfropf hielt das noch aus der Flasche mit fortgeführte Wasser so weit zurück, dass die Sammelröhren nur sehr schwach benetzt wurden. Der Apparat wurde in dieser Stellung etwa eine Stunde belassen, worauf man das Glasstabventil

schloss und die Sammelröhren an ihren Verengerungen zuschmolz.

Zur Ausführung der Analyse füllte man das Gas in eine Messröhre über Quecksilber und liess es so lange mit an Platindrähten angeschmolzenen Kalikugeln in Berührung, als noch eine Raumverminderung eintrat. Sämmtliche Gasmessungen und Absorptionen geschahen unter Berücksichtigung aller Vorsichtsmaassregeln, welche Bunsen in seinem Werke über gasometrische Methoden vorschreibt. Das Mittel aus zwei Bestimmungen ergab, dass die Sprudelgase 2,17 p.C. durch Kali nicht absorbirbares Gas enthielten.

Um das nicht absorbirbare Gas weiter zu analysiren, musste eine grössere Portion des ursprünglichen dem Einfluss von starker Kalilauge ausgesetzt werden, welche durch anhaltendes Kochen von aller aufgelösten Luft befreit worden war. Es gelang diess am leichtesten, wenn man das Gas unmittelbar aus dem Sprudel in einen etwa $2\frac{1}{4}$ Fuss langen, mit Lauge gefüllten und in solcher umgestürzten Cylinder aufsteigen liess und den Cylinder von Zeit zu Zeit in eine schüttelnde Bewegung versetzte. Man konnte so nach Verlauf von einigen Stunden leicht 100 C.C. von Kohlensäure freies Gas erhalten. Dasselbe wurde nun unter ausgekochtem Wasser in Sammelröhren übergefüllt und letztere an einer vorher verengerten Stelle vor der Aeolipile zugeschmolzen. Jede Sammelröhre fasste etwa 12 bis 15 C.C.

Die Analyse des so aufgesammelten Gases wurde in Wiesbaden, ebenfalls mit Beobachtung aller erforderlichen Vorsichtsmaassregeln nach den von Bunsen darüber veröffentlichten Methoden ausgeführt. Nachdem man 13 bis 14 C.C. desselben über Quecksilber hatte aufsteigen lassen, wurde erst durch eine feuchte Kalikugel ein etwa noch rückständiger geringer Gehalt an Kohlensäure entfernt, das Gas sodann durch trocknes Kali getrocknet und gemessen. Darauf wurde, um zu untersuchen, ob Sauerstoff vorhanden sei, eine mit pyrogallussaurem Kali befeuchtete Papiermachekugel eingeführt und das Gas vor der Messung

wieder durch Kali getrocknet. Es ergab sich hierbei völlige Abwesenheit von Sauerstoff.

Um auf die Anwesenheit eines verbrennlichen Gases zu prüfen, wurde das in ein Eudiometer übergefüllte, feucht gemessene Gas (25 bis 35 C.C.) zuerst mit Sauerstoff vermischt, worauf man nach Feststellung der dadurch erfolgten Volumvermehrung einen elektrischen Funken hindurchschlagen liess. Hierauf wurde das Gas abermals gemessen, aber eine Volumverminderung nicht wahrgenommen. Die etwa vorhandene Menge verbrennlichen Gases musste demnach äusserst gering und durch das unverbrennliche so sehr verdünnt sein, dass die Grenze, welcher die Möglichkeit der Verbrennung durch den elektrischen Funken unterliegt, überschritten war. Um aber auch die etwa vorhandene sehr geringe Menge verbrennlichen Gases auszumitteln, liess man eine Menge Knallgas hinzutreten, welche nicht mehr als 64 und nicht weniger als 26 Volumina auf 100 Volumina des unverbrennlichen Gases ausmachte, explodirte, maass die eingetretene Volumverminderung und bestimmte die gebildete Kohlensäure durch Absorption mit Kali, sowie die noch vorhandene Sauerstoffmenge durch pyrogallussaures Kali, wobei indessen vor der letzten Messung das Gas erst wieder durch eine Kalikugel ausgetrocknet wurde.

Es fand hierbei eine sichtliche Verbrennung statt, und zwar verbrannten im Mittel aus zwei Versuchen 2,14 p.C. des durch Kali nicht absorbirbaren Gases.

Da einerseits die bei der Explosion verbrannte Gasmenge mit der dabei gebildeten Kohlensäure, sowie das gebildete Wasser mit dem consumirten Sauerstoff übereinstimmten, und andererseits die letzteren Mengen das Doppelte der ersteren betrug, so musste das brennbare Gas *Grubengas* sein.

Das durch Kali nicht absorbirbare Gas besteht also aus:

97,86 p.C. Stickstoff und

2,14 „ Grubengas.

Das Gas, welches der Sprudel auswirft, hat hiernach folgende Zusammensetzung:

97,810	p.C.	Kohlensäure.
2,124	„	Stickstoff.
0,046	„	Grubengas.
0,020	„	Schwefelwasserstoff.

Ich bemerke nun noch weiter zu den Analysen der übrigen Quellen:

Nr. IV.

Der geringe Gehalt an im Wasser gelöstem kohlen-sauren Eisenoxydul muss auffallen, namentlich da nach den früheren Analysen von Liebig die Quellen VI, XIX und XVIII zwischen 0,0028 und 0,0039 p.C. dieses Salzes enthalten, in ihrem Ausflussbassin jedoch eine geringere Portion rothen Sinters absetzen. — Der Ausfluss der Quelle No. IV ist von ihrem Ursprung beiläufig 100 Schritte entfernt, und sammelt sich das Wasser, ehe es in die Röhrenleitung eintritt, in ein zwar übermauertes, jedoch natürlich nicht luftdicht verschlossenes Bassin. In letzterem setzt sich eine grosse Menge Sinter ab, welcher an Eisen-oxdhydrat sehr reich ist, und in welchen daher der grösste Theil des im Wasser gelösten Eisens übergeht. In therapeutischer Hinsicht soll gerade der geringe in dem ausfliessenden Wasser der Quelle rückständige Eisen-gehalt für manche Fälle von besonderer Wichtigkeit sein. Der starke Eisengehalt des Sinters macht die Annahme wahrscheinlich, dass die ursprüngliche Quelle reicher an kohlen-saurem Eisenoxydul sei, als irgend eine andere in Soden, und es dürfte daher, wenn einmal eine Aenderung der Fassung vorgenommen werden sollte, nicht unzweck-mässig sein, die Einrichtung so zu treffen, dass wenigstens ein Theil des Wassers unmittelbar nach dem Ursprung, ehe sich Sinter abgesetzt hat, zum Ausfluss kommt.

Es schien von Interesse, den oben erwähnten Sinter auf seinen Arsenikgehalt zu untersuchen. Aus 44,3 Grm. desselben, die bei 100° getrocknet waren, erhielt man 0,6880 Grm. arseniksaures Bittererde-Ammoniumoxyd, worin 0,48244 d. h. 1,08903 p.C. Arseniksäure vorhanden sind.

Nr. X.

Man sieht aus obiger Zusammenstellung, dass die Quelle Nr. X den Vulgärnamen „Schlangenbader Quelle“ nicht ganz mit Unrecht verdient. Die hinterste Quelle des unteren Kurhauses in Schlangenbad, welche Fresenius*) analysirte, enthält nämlich:

Chlornatrium	0,023775 p.C.
Chlorkalium	0,000584 „
Schwefelsaures Kali	0,001186 „
Kohlensaures Natron	0,001029 „
Phosphorsaures Natron	0,000062 „
Kohlensaure Kalkerde	0,003266 „
Kohlensaure Bittererde	0,000621 „
Kieselsäure	0,003262 „
Im Ganzen	0,033788 p.C.
Freie Kohlensäure	0,008698 „ d. h. 0,98 Volumproc.

Kohlensaures Eisenoxydul fehlt, dagegen sind geringe Spuren von kohlensaurem Lithion, borsaurem Natron, Fluorcalcium und Thonerde vorhanden.

Demnach ist die Sodener Quelle Nr. X namentlich in dem Gehalt an Alkalisalzen der Schlangenbader nicht unähnlich, während sie an kohlensauren Erden und freier Kohlensäure reicher ist. Die Temperatur der Schlangenbader Quelle ist aber höher als die der Sodener Nr. X. Bei den verschiedenen Quellen zu Schlangenbad betragen nämlich die Temperaturen 28,5 bis 30°.

Nr. III.

In v. Liebig's Analyse ist ein Gehalt an kohlensaurem Natron nicht angegeben. Ich habe die grösste Sorgfalt darauf verwendet, um über die Gegenwart oder Abwesenheit desselben die sichersten Beweise zu erhalten, und es hat sich dabei auf das Unzweifelhafteste herausgestellt, dass in der Mutterlauge von 20 Liter Wasser kohlensaures Natron mit der vollkommensten Sicherheit nachzuweisen ist. Die Specialitäten der Analyse Liebig's enthalten keine Angabe darüber, ob derselbe kohlensaures Natron in so grossen Mengen des Wassers aufgesucht hat, und wenn man kleinere Mengen der Prüfung unter-

---

*) v. Liebig's und Wöhler's Ann. LXXXIII, 252.

wirft, so kann ein so geringer Gehalt an diesem Salze leicht übersehen werden. Der Unterschied zwischen beiden Analysen bezüglich des schwefelsauren Kalis, des Chlorkaliums und der schwefelsauren Kalkerde ist natürlich nur in den Verschiedenheiten der Berechnung begründet, welche durch die Abwesenheit oder Anwesenheit des kohlen-sauren Natrons bedingt sind. Zur Vergleichung stelle ich die Procente der ursprünglich beobachteten Beträge von Schwefelsäure, Chlor, kohlen-saurer Kalkerde und Chlorkalium hier zusammen:

	Casselmann. v. Liebig.	
Schwefelsäure	0,001875	0,001959
Chlor	0,21373	0,210820
Kohlensaure Kalkerde	0,06393	0,060800
Chlorkalium	0,01541	0,012750

Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass die Quelle im Jahre 1859 an festen Bestandtheilen etwas reicher war als 1839, was ohne Zweifel in der grossen Trockenheit des erst genannten Jahres seinen Grund haben wird, da wohl nicht unterstellt werden kann, dass die Quelle von Zufluss atmosphärischen Wassers gänzlich un-abhängig ist.

Aehnliche Erfahrungen habe ich auch bezüglich der Quellen VI, A. und VI, B. zu Soden gemacht. Jene enthielt 1857 nach volumetrischer Bestimmung 1,503 p.C. Chlornatrium, diese 1,279 p.C. Berechnet man den bei der von Liebig 1839 ausgeführten Analyse gefundenen Chlor-gehalt auf Kochsalz, so ergibt sich für VI, A. 1,377 und für VI, B. 1,024 p.C.

Nr. VIII.

Neuenhainer Quelle.

Unweit des ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde von Soden gelegenen Dorfes *Neuenhain* befindet sich eine Quelle, welche bereits einige medicinische Anwendung findet, ihren Bestandtheilen nach aber noch mehr Beachtung verdient. Das Thal, in welchem sie liegt, ist von dem Sodener durch einen kleinen, ziemlich steilen Bergrücken getrennt. Die Sodener alkalischen Quellen scheinen nicht mit ihr in Verbindung

zu stehen, denn ihre Gegend ist durch die der nicht alkalischen von jener geschieden.

Die in Rede stehende Quelle ist, wie aus der Analyse folgt, durch einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Kohlensäure, sowie einen sehr bedeutenden Eisengehalt bei einer verhältnissmässig geringen Menge anderer festen Bestandtheile ausgezeichnet, was für den medicinischen Gebrauch derselben von Wichtigkeit sein wird.

Sie ähnelt in dieser Beziehung den Schwalbacher Quellen*), welche jedoch, mit Ausnahme des Weinbrunnens, bei einem noch etwas grösseren Eisengehalt, an anderen festen Bestandtheilen noch ärmer sind, im Kohlensäuregehalt von der Neuenhainer, aber nur wenig abweichen. Letztere zeigt, speciell mit dem Weinbrunnen verglichen, im Ganzen einen ziemlich viel geringeren Gehalt an festen Bestandtheilen, namentlich weniger kohlensaures Natron und kohlensaure Erden, dagegen etwas mehr kohlensaures Eisenoxydul, viel mehr Chlorverbindungen und beinahe eine gleiche Menge freier Kohlensäure.

XLXI.

Ueber neue Platinoxydulverbindungen.

Von

J. Lang.

(Aus *om nagra nya Platinoxydulföreningar. Upsala 1861.*)

In der Absicht, die Verbindungen der salpetrigen Säure mit Platinoxydul einem genaueren Studium zu unterziehen, hat der Verf. zuerst die Doppelsalze des schwefligsauren Platinoxyduls, die bisher bekannt waren, revidirt, und bei dieser Gelegenheit dem Bekannten einiges Neue hinzugefügt.

---

*) Fresenius, dies. Journ. LXIV, 335.

Uebersicht

über die chemischen Bestandtheile und physikalischen Verhältnisse mehrerer Mineralquellen in Soden und der Stahlquelle zu Neuenhain.

	Soolsprudel.		Nr. IV.	Nr. VII.	Nr. I.	Nr. X.	Nr. III.		Neuenhainer Quelle.
	in 107' Tiefe.	Nach der Fassung 1859.	1857.	1858.	1859.	1859.	1859.	von Liebig. 1859.	1860.
Temperatur nach Celsius . .	20,0°	29,5° bis 29,75°	21,55°	19,7°	24,38°	18,9° bis 19,7°	22,69°	22,5°	13°
Geförderte Gasmenge Cubikf. in 1 Min.	— —	3,33	0,645	0,444	1,60	nicht bestimmt	1,14	— —	nicht bestimmt
Specifisches Gewicht	1,0127	1,01334	1,01291	1,01347	1,00321	1,00029	1,00446	1,00323	1,00049
Gewichtsprocente der Bestandtheile:									
Chlornatrium	1,49268	1,45610	1,42328	1,44008	0,24255	0,029884	0,34258	0,34028	0,018105
Chlorkalium	0,07007	0,05763	0,06560	0,05300	0,01366	0,001217	0,01191	0,01690	0,002142
Chlorlithium	nicht bestimmt	0,00025	0,00045	0,00030	0,00006	— —	0,00022	— —	0,000015
Chlorcalcium	0,00219	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Chlormagnesium	0,02117	0,01498	0,01118	0,00679	— —	— —	— —	— —	— —
Bromnatrium	— —	— —	— —	— —	0,00004	— —	0,00007	— —	0,000004
Brommagnesium	geringe Menge	0,00013	— —	0,00029	— —	— —	— —	— —	— —
Jodnatrium	— —	— —	— —	— —	Spur	— —	— —	— —	— —
Jodmagnesium	— —	Spur	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Schwefelsaures Kali	— —	— —	0,0314	0,00309	0,00370	0,001886	0,00408	— —	0,001186
Schwefelsaure Kalkerde . .	0,01226	0,01089	0,00903	0,00947	— —	— —	— —	0,00335	— —
Schwefelsaure Baryterde . .	nicht geprüft	Spur	— —	Spur	Spur	— —	— —	— —	Spur
Kohlensaures Natron	— —	— —	— —	— —	0,00126	0,001845	0,01347	— —	0,004633
Kohlensaure Kalkerde . . .	0,13493	0,12956	0,13131	0,13503	0,04593	0,015442	0,06393	0,05832	0,026682
Kohlensaure Bittererde . .	0,00360	0,00756	0,01421	0,01871	0,02807	0,005874	0,03784	0,03431	0,006982
Kohlensaures Eisenoxydul .	0,00507	0,00664	0,00152	0,00289	0,00079	0,000657	0,00118	0,00398	0,004503
Kohlensaures Manganoxydul .	geringe Menge	0,00072	geringe Menge	0,00011	0,00032	0,000020	0,00012	— —	0,000584
Kieselerde	0,00409	0,00280	0,00407	0,00389	0,00336	0,003484	0,00261	0,00302	0,009414
Thonerde	0,00062	0,00012	0,00054	0,00005	0,00016	0,000023	0,00016	0,00003	Spur
Phosphorsäure	0,00023	0,00001	— —	Spur	Spur	— —	— —	— —	Spur
Arseniksäure	— —	Spur	0,00001	— —	— —	— —	— —	— —	Spur
Salpetersaure Salze	nicht geprüft	— —	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	— —	Spur
Borsaure Salze	nicht geprüft	— —	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	— —	— —
Fluorverbindungen	nicht geprüft	Spur	— —	Spur	— —	Spur	— —	— —	— —
Organische Substanzen . . .	geringe Menge	geringe Menge	geringe Menge	geringe Menge	geringe Menge	geringe Menge	geringe Menge	— —	geringe Menge
Summe der festen Bestandtheile	1,74691	1,68739	1,66434	1,67370	0,33990	0,060332	0,47127	0,46019	0,074250
Dieselben direkt bestimmt . .	1,76333	1,69362	1,66100	1,67655	0,34152	0,059389	0,47556	0,47020	0,072976
Chlorammonium	nicht geprüft	0,00294	nicht bestimmt	nicht bestimmt	— —	— —	— —	— —	— —
Kohlensaures Ammoniumoxyd .	— —	— —	— —	— —	0,00039	0,000282	0,00072	— —	0,000300
Freie Kohlensäure	0,41020	0,15892	0,16726	0,21174	0,18830	0,024265	0,20098	0,20741	0,249535
Dieselbe dem Volum nach in 100 Gewichtstheilen	207,27	80,29	84,51	106,98	95,14	12,26	101,55	104,77	126,08
Dieselbe in Volumprocenten bei 0° und 760 MM. . . .	209,90	81,36	85,61	108,42	95,45	12,26	102,03	105,10	126,14
Schwefelwasserstoff	— —	Spur	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —