

Ich habe mit der Entwicklung der Principien angefangen, welche mich bei den Sauerstoffverbindungen leiteten, weil deren Anwendung bei dieser Körperklasse, welche eine große Menge nach der gegenwärtigen Theorie Unerklärliches umfaßt, am leichtesten war.

Analyse des Mineralwassers des neugefassen ten sogenannten untersten Brunnens bei Homburg vor der Höhe;

von
Dr. Justus Liebig.

Das Homburger Mineralwasser, dessen Zusammensetzung ausgemittelt wurde, gehört zu den salinischen Sauerlingen; seine Hauptbestandtheile sind Chlormetalle mit vorwaltendem Chlornatrium; außer diesen enthält es in ziemlich reichlicher Menge kohlensaure Erden, die in freier Kohlensäure gelöst sind. Läßt man das Wasser an der Luft stehen, so entweicht, unter Entwicklung von Luftblasen, eine große Quantität Kohlensäure, die Flüssigkeit trübt sich, und es setzt sich nach längerer Zeit ein gelblicher Niederschlag ab; wird die Flüssigkeit gekocht, so vermehrt sich derselbe bedeutend.

Dieser Niederschlag besteht aus kohlensaurem Kalk, Bittererde und Eisenoxydul; der von dem Niederschlag abfiltrirte Theil des Wassers wurde auf gewöhnliche Weise untersucht, und es war darin Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und außerdem noch geringe Antheile von Schwefelsäure und Kieselerde enthalten.

Zur Ausmittlung eines möglichen Brom- und Iodgehaltes wurden 100 Pfund des Wassers so weit abgedampft, bis man eine Mutterlauge erhielt, aus der sich keine Salzkryrstalle mehr absetzten. Die Mutterlauge war von einer organischen Materie, die sich nicht abscheiden liefs, braun gefärbt; durch einen Theil derselben leitete man Chlorgas und schüttelte sie nachher mit Aether. Wie man weifs, wird durch das Chlor das Brom abgeschieden, und die Behandlung mit Aether hat den Zweck, das freigewordene Brom von der wässerigen Flüssigkeit zu trennen. Der Aether war übrigens nicht gefärbt worden; man versetzte ihn mit etwas Kali, dampfte ab und glühete den salzigen Rückstand: aber auf keine Weise konnten daraus auch nur die kleinsten Anzeichen eines Bromgehaltes nachgewiesen werden.

Bei Wiederholung dieses Versuchs mit gröfseren Mengen Mutterlauge ergab sich das nämliche negative Resultat.

Zur Prüfung der Mutterlauge auf Iod versetzte man einen Theil davon mit gekochter Stärke und theilte diese Mischung in drei Theile. Der eine Theil der Mischung wurde mit Chlorwasser, der andere mit verdünnter Salpetersäure, und der dritte mit concentrirter Schwefelsäure vermischt. Wie man weifs, entsteht durch diese Behandlung in Flüssigkeiten, die zum wenigsten $\frac{1}{40000}$ Iod enthalten, eine indigblaue Färbung der Stärke. Diese Farbe erschien nicht, und wenn mithin Iod in der Mutterlauge enthalten war, so mußte seine Menge viel weniger betragen.

Um auch die kleinste Menge Iod in der Mutterlauge des Mineralwassers aufzufinden, dampfte man eine neue Quantität derselben bis zur Trockne ab, brachte den Rückstand in ein verschleißbares Glas, und übergofs ihn darin mit verdünnter Schwefelsäure. An dem oberen Theile des Gefäßes war ein mit Stärkekleister bestrichener Papierstreifen aufgehängt, das

Glas wurde verschlossen und sich selbst überlassen. Nach zwei Tagen bemerkte man an dem Papierstreifen eine schwachbläuliche Färbung, so daß darnach ein sehr geringer Gehalt an Iod in dem Mineralwasser wahrscheinlich wird.

Man suchte das Iod quantitativ zu bestimmen, indem man eine große Quantität Mutterlauge, mittelst einer Mischung von Eisen- und Kupfervitriol zersetzte. Es bildete sich ein Niederschlag, aus dem man aber weder durch Erhitzen mit Braunstein, noch auf andere Weise Iod abscheiden konnte.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts ließ man eine Portion des Mineralwassers so lange an einem erwärmten Orte stehen, bis sich das Glas zustopfen ließ, ohne daß sich an den Wänden desselben noch Gasbläschen ansetzten; man fand es 1,011 530, bei 16° C.

Quantitative Analyse.

Dem Verhalten des Wassers gemäß zerniel die Analyse in die Bestimmung der Bestandtheile des Niederschlags, welcher sich beim Kochen des Wassers bildet und in die Ausmittlung der Gewichtsverhältnisse der löslichen Salze, die nach dem Kochen in dem Wasser zurückbleiben.

Der Niederschlag enthält Kalk und Bittererde; in dem gekochten Wasser finden sich ebenfalls noch beide Bestandtheile vor. Man bestimmte zuerst den ganzen Kalk- und Bittererdegehalt des ungekochten Wassers und nachher die Menge des beim Kochen sich abscheidenden und die Menge des aufgelöst gebliebenen.

A. 607,940 Wasser wurde mit Salzsäure angesäuert und abgedampft. Bei gehöriger Concentration setzte man etwas Salpetersäure hinzu, um das Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln und rauchte es völlig im Wasserbade zur Trockene ab. Der trockene Salzrückstand aufs Neue in Wasser gelöst, hin-

terlief Kieselerde, welche gewaschen, getrocknet und geglüht 0,025 wog.

Die Flüssigkeit wurde mit Salmiak versetzt, das Eisenoxyd durch Ammoniak gefällt, der Niederschlag durch Filtriren abgesondert; wobei der Luftzutritt abgehalten wurde und das Filtrat mit kleeurem Ammoniak niedergeschlagen.

Der entstandene Niederschlag wurde gewaschen, getrocknet und geglüht. Sein Gewicht betrug als kohlensaurer Kalk 1,429.

In der vom kohlensauren Kalk abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Bittererde mit den gewöhnlichen Vorsichtsmaßregeln durch kohlensaures Natron niedergeschlagen, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Sie betrug 0,342.

B. 607,940 Theile Wasser wurden zum Kochen erhitzt; der Niederschlag wurde auf ein Filtrum gebracht, ausgewaschen und in Salzsäure aufgelöst. Die Auflösung auf dieselbe Weise wie bei A von dem Eisen geschieden, gab mit kleeurem Ammoniak 0,870 kohlensauren Kalk.

Die Menge von Eisenoxydul, welche durch Ammoniak aus der Flüssigkeit nach vorhergegangener Oxydation mit Salpetersäure als Eisenoxyd gefällt worden war, betrug 0,025 Gramm.

C. 607,940 Theile Wasser wurden eine halbe Stunde lang gekocht bis die Kohlensäure gänzlich ausgetrieben war, der entstandene Niederschlag abfiltrirt und die klare Flüssigkeit mit kleeurem Ammoniak gefällt. Durch schwaches Glühen des kleeuren Kalks erhielt man 0,556 kohlensauren Kalk entsprechend 0,6142 Chlorcalcium.

Die Totalmenge des Kalks in kohlensaurem Kalk ausgedrückt beträgt nach A 1,429

In B ist erhalten worden aus dem Niederschlag 0,870.

In C aus dem gekochten Wasser 0,556.

Im Ganzen 1,426, was mit obiger Menge so genau wie möglich übereinstimmt.

In Beziehung auf die Quantitäten des Wassers, aus welchen die verschiedenen Bestandtheile bestimmt worden sind, ist zu bemerken, daß man, um des wiederholten Abwiegens überhoben zu seyn, eine kleine Flasche mit Wasser sorgfältig abwog und die Flasche selbst nachher als Maafs des zu analysirenden Wassers benutzte, indem nämlich dieses Maafs einem genau bekannten Gewichte jederzeit entsprach. Kleine Temperaturveränderungen konnten hierbei keinen bemerkbaren Fehler veranlassen. Die ebenerwähnte Flasche faßte genau 607,940 Grammen Wasser, woher es kommt, daß dieses Gewicht sich bei den meisten Bestimmungen wiederholt.

D. 607,940 wurde durch Kochen von den in Kohlensäure aufgelösten kohlensauen Erden befreit und die klare Flüssigkeit, nachdem eine hinreichende Quantität Salmiak zugesetzt worden war, zur Trockne abgedampft. Der Salzurückstand wurde in einem Platintiegel bis zur gänzlichen Verflüchtigung des Salmiaks geglüht und geschmolzen. Die geschmolzene Masse enthielt alles Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium nebst etwas schwefelsaurem Natron oder schwefelsaurem Kalk, die als auflösliche Salze in der angegebenen Menge Wasser aufgelöst vorhanden waren.

Man weiß, daß Chlormagnesium in wässriger Auflösung abgedampft, unter Verlust von Salzsäure zerlegt wird. Der Zusatz von Salmiak hatte den Zweck, diese Zersetzung zu hindern, indem es bekannt ist, daß Salmiak mit Chlormag-

nesium ein wasserfreies Doppelsalz bildet, welches beim Glühen reines Chlormagnesium zurückläßt *)

Die erhaltene Salzmasse wog 7,424 Chlormetalle.

In einem zweiten Versuch wurde erhalten 7,430

Mittel 7,427

Diese 7,427 enthalten noch schwefelsaures Natron, welches durch Fällen von 2127,790 Wasser, nachdem ihm etwas freie Salzsäure zugesetzt war, mit Chlorbaryum bestimmt wurde. Man erhielt 0,144 schwefelsauren Baryt; diese entsprechen für 607,940 Wasser, 0,0302 schwefelsauren Natron. Zieht man diese Zahl ab von 7,427, so bleiben für Chlormetalle 7,3968.

E. 607,940 Mineralwasser wurden mit Aetzbaryt gefällt, der Niederschlag abfiltrirt und der überschüssige Baryt und Kalk durch kohlensaures Ammoniak gefällt. Die Flüssigkeit konnte jetzt aufser Chlornatrium nur noch Salmiak und schwefelsaures Natron enthalten; sie wurde zur Trockne eingedampft und bis zur Entfernung alles Salmiaks geschmolzen. Die erhaltene Salzmasse wog 6,246; zieht man davon 0,0302 schwefelsaures Natron ab, so bleibt für reines Chlornatrium 6,2658.

Zieht man von der erhaltenen Summe aller Chlormetalle das in E erhaltene Chlornatrium und das in C bestimmte Chlorkalcium ab, so bleibt für Chlormagnesium, welches im gekochten Wasser aufgelöst bleibt, 0,6168.

Diese 0,6168 Chlormagnesium entsprechen 0,265143 reiner Magnesie.

Die Totalquantität aller in derselben Menge des Mineral-

*) Die Anwendung des Salmiaks entsprach diesem Zwecke besser als die gebräuchlichen Methoden; der Rückstand ist frei von diesem Salz und löst sich vollkommen wieder im kalten Wasser auf.

wassers enthaltenen Magnesia beträgt nun nach A 0,342, zieht man beide von einander ab, so erhält man 0,0769 Bittererde, welche als kohlensaure Bittererde vorhanden ist. Diese 0,0769 reine Bittererde entsprechen 0,1594 kohlensaurer Bittererde.

Die obigen 7,427 Chlormetalle enthalten zusammen 4,6245 Chlor. Dieser Bestandtheil konnte als Controlle der vorhergehenden Bestimmungen direct ausgemittelt werden. Es wurden nämlich 151,985 Mineralwasser mit reiner Salpetersäure versetzt und mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Das erhaltene Chlorsilber, ausgewaschen und geschmolzen, wog 4,677, entsprechend 1,1534 Chlor. Berechnet man diese Quantität Chlor auf 607,940 Wasser, so erhält man 4,6136 Chlor, was der durch Berechnung des in dem Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium enthaltenen Menge Chlors genau entspricht. *)

Bestimmung der Kohlensäure.

Eine Flasche von bekanntem Rauminhalt wurde an der Quelle mehrmals gefüllt und das Wasser wieder ausgegossen; man weiß, daß in diesem Fall die in derselben enthaltene atmosphärische Luft durch Kohlensäure ersetzt wird. Diese mit Kohlensäure theilweise angefüllte Flasche wurde nun aufs Neue mit Wasser gefüllt und in dieselbe eine Unze Aetzammoniak zugesetzt. Man schüttelte sodann in diese Mischung so lange eine Auflösung von reinem Chlorcalcium, als man noch einen Niederschlag erhielt. Der Niederschlag wurde vor dem Luftzutritt geschützt, abfiltrirt und ausgewaschen, in der Flasche selbst blieb an den Wänden eine gewisse Quantität von krySTALLINISCHEM kohlensaurem Kalk hängen. Nachdem die Flasche

*) Diese genaue Uebereinstimmung beweist die Abwesenheit eines Balgenhaltes in dem Wasser.

sorgfältig ausgewaschen worden war, wurde das Hängengebliebene durch etwas Salzsäure hinweggenommen, mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und dem andern zugefügt. Die bei 100 Graden getrockneten kohlensauen Erden wogen 11,175 Grammen. Die Flasche enthielt nach Abzug des Volumens einer Unze Aetzammoniak 1276,25 Kubikcentimeter. Der Gehalt der kohlensauen Erden an Kohlensäure wurde auf die Weise ausgemittelt, daß man ein bekanntes Gewicht davon über Quecksilber mit Salzsäure zerlegte und das abgeschiedene kohlensaure Gas dem Raume nach bestimmte. *)

Die zur Zersetzung der kohlensauen Salze angewendete Salzsäure wurde vorher mit Kohlensäure gesättigt, indem man vor ihrer Anwendung eine entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk darin auflöste. Die Gasbestimmung geschah, bei einer Temperatur von 16 Graden und einem Barometerstand von 27 Zoll 9 Linien. Die Tension der nicht mit Kohlensäure gesättigten Salzsäure betrug bei derselben Temperatur 4 Linien.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

0,6016 Grammen kohlensaure Erde gaben 138 Kubikcentimeter Kohlensäure.

0,6083	138,6
0,6029	138,2
0,6024	137,5

2,4152 Grammen lieferten 552,3 Kubikcentimeter.

Aus diesen Bestimmungen kann man leicht berechnen, daß 11,175 Gramme der kohlensauen Erden nach Correction des Gasvolumens auf die Normaltemperatur 0° und den Nor-

*) Ich glaube, daß die eben beschriebene Methode zur Bestimmung der Kohlensäure alle übrigen an Einfachheit und Genauigkeit übertrifft.

malbarometerstand von 28 Zoll, nebst der Tension geliefert haben würden 2344 Kubikcentimeter Kohlensäure. Diese Kohlensäure ist enthalten in 1276,25 Kubikcentimeter Wasser. Multiplicirt man diese Volumen, mit dem früher bestimmten specifischen Gewicht des Wassers, so findet man, daß diese 1276,25 Kubikcentimeter Wasser 1291,065 Grammien wiegen. Verwandelt man ferner das gefundene Volumen Kohlensäure in Gewichtstheile, so findet man, daß 1291,065 Gewichtstheile Wasser 4,6406 Gewichtstheile Kohlensäure enthalten.

Berechnet man, wieviel 607,94 an Kohlensäure enthalten, so findet man für ihr Gewicht 2,1851 Kohlensäure. Von dieser Kohlensäure ist ein Theil an Kalk-Bittererde und Eisenoxydul gebunden, eine andere Portion ist als freie Kohlensäure darin enthalten.

Die an diese Basen gebundene Kohlensäure aus ihrer bekannten Zusammensetzung berechnet, gibt als freie Kohlensäure die in 607,94 Wasser enthalten ist, an Gewicht 1,7083 freie Kohlensäure.

Berechnet man den Raum, den 1,7083 Grammien Gewichtstheile bei 16 Graden einnehmen, so findet man, daß 607,94 Volum. Wasser 907,090 Volum. Kohlensäure enthalten.

Nach dem neuen Großherzoglich Hessischen Maafs- und Gewichtssystem entspricht ein Pfund Wasser genau dem Raume von 32 Kubikzollen Wasser. In 1 Pfund Homburger Wasser sind im Ganzen 58,78 Kubikzoll und als freie Kohlensäure 48,64 Kubikzoll enthalten.

Es möchte wohl in Deutschland schwer seyn, ein Mineralwasser zu finden, welches gleichen Reichthum an wirksamen Bestandtheilen mit dem Homburger Mineralwasser darzubieten vermöchte.

Im Ganzen sind erhalten worden in 607,94 Grammen Mineralwasser:

- 6,2658 Grammen Chlornatrium;
- 0,0302 Schwefelsaures Natron;
- 0,6142 Chlorcalcium;
- 0,6168 Chlormagnesium;
- 0,0250 Kieselerde;
- 0,8700 Kohlensaure Kalkerde;
- 0,1594 Kohlensaure Magnesia;
- 0,0366 Kohlensaures Eisenoxydul;
- 1,7083 Freie Kohlensäure;

oder in Volum. 907,090 Kubikcentimeter freie Kohlensäure.

100 Theile Mineralwasser enthalten:

- 1,30661 Chlornatrium;
- 0,004967 Schwefelsaures Natron;
- 0,101029 Chlorcalcium;
- 0,101457 Chlormagnesium;
- 0,004112 Kieselerde;
- 0,143106 Kohlensaure Kalkerde;
- 0,026219 Kohlensaure Bittererde;
- 0,006020 Kohlensaures Eisenoxydul;
- 0,281000 Freie Kohlensäure.

1,698571 Fixe und flüchtige Bestandtheile

1 Pfund Wasser à 16 Unzen enthält:

- 79,1547 Gran Chlornatrium;
- 0,3809 — schwefelsaures Natron;
- 7,7562 — Chlorcalcium;
- 7,7670 — Chlormagnesium;
- 0,3157 — Kieselerde;
- 10,9824 — Kohlensauren Kalk;

2,0111 Gran Kohlensaure Bittererde ;

0,4608 — — Eisenoxydul ;

21,4808 — Freie Kohlensäure.

 130,3102 — Fixe und flüchtige Bestandtheile.

Ich glaube noch bemerken zu müssen, daß sich das Homburger Wasser in sorgfältig gefüllten und wohlverschlossenen Krügen versenden und unverändert aufbewahren läßt, sein Geschmack ist äusserst angenehm und ich selbst gebrauche dieses Wasser mit dem nämlichen günstigen Erfolg anstatt des Kissinger (Ragozi) Mineralwassers, mit dem es hinsichtlich seiner Zusammensetzung und seiner Eigenschaften eine so auffallende Aehnlichkeit besitzt, daß eine Unterscheidung beider durch den Geschmack etc. beinahe unmöglich ist. Sein großer Reichthum an Kohlensäure, in dem es alle bekannten Mineralquellen Europa's übertrifft und sein starker Eisengehalt, müssen es in seiner Wirkung auf den Organismus den gebräuchlichsten Stahlwassern und Sauerlingen, und sein Gehalt an salinischen Bestandtheilen, den bekanntesten Soolquellen an die Seite stellen.

In angebrochenen Krügen wird das Homburger Wasser nach einigen Stunden trüb und unklar, eine Eigenschaft, die es mit den meisten Sauerlingen theilt, und welche sich aus seiner Zusammensetzung leicht erklärt. Aus diesem Grunde möchte wohl sich dieses Mineralwasser an der Quelle getrunken oder in der Form von Bädern am heilsamsten beweisen; die liebliche Lage Homburgs, der herrliche Park, der die Stadt umgibt, die Nähe Frankfurts, die Wohlfeilheit des dortigen Aufenthaltes, und das Zutrauen, was die ausgezeichneten und bekannten Aerzte Homburgs dem Kranken und Hülfesuchenden einflößen müssen, alles dieses sind

Annehmlichkeiten, welche zum Besuche dieses Badeortes einladen. Die uneigennützig und freundliche Zuverlässigkeit der Bewohner Homburgs, wird man schwerlich an andern Badeorten wiederfinden. Von Seiten der Behörden der Stadt wird mit großer Aufmerksamkeit für alles Sorge getragen, was zur Bequemlichkeit und zum Nutzen der Kranken dienen kann. Ich lege auf den Antheil, den die Behörden an den Bedürfnissen der Badegäste nehmen, einen ganz besonders hohen Werth, seitdem mir an einem sehr berühmten Badeorte ein kaltes Douchebad verordnet wurde, dessen Anwendung mir untersagt blieb, weil sich in der ganzen Stadt keine Einrichtung zur kalten Douche vorfand. In einem Badehause eine viertel Stunde von der Stadt entfernt, war eine Einrichtung dieser Art zu treffen, allein für diejenigen, welche in der Stadt wohnten, war die Entfernung selbst das größte Hinderniß zu ihrer Benutzung. An dem nämlichen Badeorte scheinen weder die Aerzte noch die Behörden bei der Anlage von neuen Bädern das Interesse der besuchenden Kranken zu vertreten, die Badezimmer sind mit Steinplatten belegt und vor dem Zugwind nicht gehörig geschützt, es sind Einrichtungen, welche die Gesunden krank machen können, die aber dem Kranken die Wiederherstellung seiner Gesundheit, so weit sie das Bad verbürgen kann, so gut wie unmöglich machen. Allen diesen Unannehmlichkeiten wird man in Homburg überhoben seyn und es läßt sich vorausschen, daß diese Stadt eins der beliebtesten und besuchtesten Badeörter werden wird, sobald die unläugbare Wirksamkeit seiner Mineralquellen durch häufigere Benutzung, so wie sie es verdient, bekannter geworden ist.
