# Physikalisch - chemische Verhältnisse.

Zur physikalisch-chemischen Untersuchung dieses Mineralwassers wurde absichtlich — zur gleichzeitigen Entscheidung über die Haltbarkeit desselben — ein solcher Antheil gewählt, welcher am 12. November v. J. gefüllt worden war und länger als 4 Monate gelegen hatte; doch wurde eine Vergleichung des chemischen Bestandes des nur wenig Tage auf Krüge gefüllt gewesenen Wassers nicht unterlassen.

## Erstes Capitel.

## Qualitative Untersuchung.

### I.

### *Physikalische Eigenschaften.*

*a)* Am 26. März 1830, an dessen sehr heiterem Nachmittage fand man bei einer Lufttemperatur von 13° R. im Schatten, die Temperatur der Quelle = 9° R. nach einem an einem Faden auf den Grund des Brunnens hinabgelassenen und längere Zeit dort verbliebenen Thermometer. — Das frisch geschöpfte Wasser besass einen starken kohlensäuerlichen, nicht in einen unangenehm salzigen übergehenden Geschmack; doch liess sich ein kaum, aber deutlich wahrnehmbarer Beigeschmack und Geruch nach Schwefelwasserstoff nicht verkennen. Dieser ist jedoch dem einige Zeit

gefüllt gewesenen Wasser durchaus nicht eigen, und, wie wir sehen werden, die Gegenwart von Schwefelwasserstoff selbst jedenfalls so gering, dass die feinsten Reagentien nicht einmal in dem *frischen* Wasser eine Spur davon anzeigen.

*b)* Das in Bouteillen gefüllte Mineralwasser erschien vollkommen klar; auch war kein merklicher Niederschlag auf dem Boden dieser Gefässe vorhanden.

*c)* Dieses längere Zeit gefüllt gewesene Wasser besass keinen merklichen Geruch, obschon nach anderweitigen Beobachtungen an dem einen oder andern Kruge, immer jedoch sehr selten, ein Geruch nach Schwefelwasserstoffluft Statt gefunden hat. Wie schon angeführt, ist in dem frisch geschöpften Wasser dieser Geruch nicht zu verkennen; und ohne Zweifel hat es mit dem des *längere* Zeit gefüllt gewesenen Wassers in jenen seltenen Fällen dieselbe Bewandniss wie mit dem *Selterser-Wasser*, in welchem er unter ähnlichen Umständen beobachtet wird, als Folge von Zersetzung schwefelsaurer Salze durch organische Theilchen.

*d)* Geschmack angenehm säuerlich, nicht in einen unangenehm salzigen übergehend. — Wie bereits erwähnt worden, ist auch der Geschmack des frisch geschöpften Wassers leise schwefelwasserstoffartig, jedoch gleichfalls nicht mehr an dem nur wenige Tage auf Flaschen gefüllten Wasser.

*e)* Specifisches Gewicht bei $+ 10^0$ R. = 1,0049.

---

# II.

## *Chemische Eigenschaften.*

### Prüfung der Art der Bestandtheile.

### 1) Prüfung auf Kohlensäure.

*a)* Beim Oeffnen der mit diesem Sauerwasser gefüllten Bouteillen sieht man in jenem unzählige kleine Luftbläschen aufsteigen, welche bei der gewöhnlichen Temperatur lediglich durch den Gegendruck der Gefässwände und beziehungsweise des Stöpfels, zurückgehalten werden. — In ein Glas ausgegossen, lässt das Wasser eine beträchtliche Menge solcher Bläschen entweichen; auf der Oberfläche des Wassers entsteht inzwischen ein zarter grauweisser, an der Glaswand durch einen gebildeten Ring den Stand der Flüssigkeit anzeigender Niederschlag. — *Erwärmung befördert zwar die Gasentbindung sehr, jedoch wird sie unter der Siedhitze nicht ganz vollendet; und bei schon beträchtlicher Erhitzung hält das Wasser noch eine bedeutende Menge von Luft zurück; kaum entsteht vor dem Sieden ein nahmhafter Niederschlag.*

*b) Lackmuspapier* und *Lackmustinctur* werden von dem *frischen* Wasser sofort geröthet; die blaue Farbe derselben kommt allmählig von selbst wieder hervor. — Das *aufgekochte* Wasser bewirkt mit diesen Reagentien keine Veränderung derselben.

*c) Aetzkali* und *Aetzammoniumflüssigkeit* sind in nicht geringer Menge erforderlich, um eine alkalische Reaction des Wassers zu bewirken; der hierbei entstehende weisse Niederschlag verschwindet anfangs wieder beim Umschütteln der Mischung. — Das *aufgekochte* Wasser erleidet sofort eine geringe weisse Trübung.—

*d) Kalkwasser*, in doppelter Menge vom Raume des Wassers zugesetzt, bewirkt mit demselben kaum eine bleibende Trübung. — Mit dem *aufgekochten* Wasser entsteht sofort ein weisser, in Säuren unter kaum merklichem Aufbrausen wieder auflöslicher Niederschlag. —

*e) Säuren* bewirken in dem *frischen* Wasser ein lebhaftes Aufbrausen. Das *aufgekochte* Wasser lässt nichts dieser Art bemerken; allein das durch Abdampfen *stark eingeengte* Wasser erleidet eine schwache Luftentwickelung. — Der durch das *Aufkochen* gebildete nicht geringe weisse Niederschlag löst sich, unter heftigem Aufbrausen, bis auf eine Spur in Salpetersäure wieder auf. —

*f)* Die durch *Aufkochen* abgeschiedene Luft löst sich in Aetzkaliflüssigkeit bis auf einen sehr geringen Rückstand wieder auf. —

Diese Versuche zeigen die Anwesenheit *reichlicher Mengen von Kohlensäure* an. — Versuch *c)* und *d)* beweisen, *dass weit mehr Kohlensäure vorhanden ist, als die Anwesenheit der doch reichlich gegebenen kohlensauren Erde erfordert.* —

## 2) Prüfung auf Schwefelsäure.

*Barytsalze* bewirken sowohl mit dem *frischen* als mit dem *aufgekochten* Wasser einen bei Anwesenheit reichlicher Mengen von Salpetersäure geringen weissen Niederschlag; was die Gegenwart von einer nur geringen Menge *Schwefelsäure* anzeigt.

## 3) Prüfung auf Salzsäure und Chlor.

*Silbersalpeter* bewirkte in dem *frischen* und *aufgekochten* Wasser, nach dem Versetzen desselben mit Salpetersäure,

einen starken, rein weissen, beim Zutritte des Lichts blau werdenden Niederschlag, wodurch die Anwesenheit reichlicher Mengen von *Salzsäure* oder *Chlor* nachgewiesen ist. —

## 4) Prüfung auf Phosphorsäure und Flusssäure.

Sollten diese Säuren vorhanden seyn, so sind sie nur in dem durch Aufkochen des Wassers gebildeten Niederschlage zu finden. — Die auf diese Art aus mehreren Pfunden des Wassers abgeschiedenen kohlensauren Erden wurden in verdünnter *Salpetersalzsäure* aufgelöst. Die von den wenigen unaufgelöst gebliebenen Flocken gesonderte Auflösung gab mit *Aetzammoniumflüssigkeit* im Ueberschuss auch nicht die geringste wahrnehmbare Trübung; wodurch die *Abwesenheit* von *fluss-* und *phosphorsaurer Kalkerde* wohl ausser Zweifel gesetzt ist.

## 5) Prüfung auf Wasserstoffjodsäure und Jod.

Das von mehreren Pfunden auf 1 bis 2 Unzen eingeengte Wasser wurde nach dem Filtriren mit *Schwefelsäure* und einer Auflösung von *Stärkemehl* versetzt und dieser Mischung theils *Salpetersäure*, theils *Chlor* zugefügt, ohne dass in beiden Fällen eine Farbeveränderung bemerkt wurde; folglich dürfen *Jod* und *Wasserstoffjodsäure* durchaus fehlen.

## 6) Prüfung auf Wasserstoffbromsäure und Brom.

In das *stark eingeengte* Wasser liess ich einen Strom von *Chlorgas* streichen und schüttelte hierauf das Gemisch eine Zeit lang mit *Schwefeläther*. — Eben so wurde mit jener Flüssigkeit nach dem Zusatze von *Schwefelsäure* verfahren; allein in beiden Fällen wurde keine Färbung des *Aethers* wahrgenommen; wonach die *Abwesenheit* jener Stoffe angenommen werden kann.

## 7) Prüfung auf Kieselerde.

Beim Aufkochen des mit Salpetersäure versetzten Wassers wird eine geringe Menge fast rein weisser Flocken abgeschieden, welche nach dem Absondern und Trocknen die Eigenschaften der *Kieselerde* nicht verkennen lassen.

## 8) Prüfung auf Schwefelwasserstoff.

Obschon das *frischgeschöpfte* Wasser durch *Geschmack* und *Geruch* die Gegenwart dieses Stoffes nicht verkennen lässt: so ist die vorhandene Menge desselben doch so gering, dass die mit *Silbersalpeter-* und *Bleizuckerlösung* bewirkten Niederschläge, selbst nach längerer Zeit (und beziehungsweise beim Abschlusse des Lichts) ihre *rein weisse* Farbe nicht im geringsten verlieren. — Also nur der gegen diesen Stoff so ungemein empfindliche Geruchs- und Geschmackssinn zeigen, aber auch nur in dem frisch geschöpften Wasser, eine leise und bald verschwindende Spur desselben an.

## 9) Prüfung auf Sauerstoffluft und Stickstoffluft.

Wird die durch *Aufkochen* des Wassers abgeschiedene Luft über einer erwärmten und concentrirten Aetzkalilauge aufgefangen; so wird von dem in der letztern unauflöslichen Antheile derselben durch eine concentrirte *Schwefelleberlösung* fast genau *ein Fünftel* aufgesogen, unter ersichtlicher Fällung von Schwefel; denn 0,55 rheinl. Kubikzolle des Gemisches liessen 0,10 rheinl. Kubikzolle absorbiren. Hiernach würde die Anwesenheit von *Sauerstoffluft* und *Stickstoffluft*, und zwar in dem der *athmosphärischen Luft* eigenen Mengenverhältnisse nachgewiesen seyn.*) —

---

*) Wegen der zu geringen Menge dieser Luftarten wurde keine Prüfung derselben auf Kohlenwasserstoff vorgenommen.

## 10) Prüfung auf Kalkerde.

*Kleesäure* und *kleesaures Kali* bewirken mit dem *frischen* Wasser starke Niederschläge; das *aufgekochte* Wasser aber erleidet dadurch auch nicht die geringste sichtbare Veränderung. — Die Niederschläge, auf verschiedene Weise geprüft, verhalten sich wie *reine kleesaure Kalkerde.*

## 11) Prüfung auf Bittererde.

*a)* Das *frische*, durch kleesaures Kali vom Kalke befreite Wasser gab beim Zusatze von *Phosphorsäure* und *Ammoniak* im Ueberschuss einen mässig starken Niederschlag von *basischphosphorsaurer Ammoniak-Bittererde.* — Das *aufgekochte* Wasser verhielt sich eben so.

*b)* Der durch *Aufkochen* des Wassers gebildete Niederschlag wurde in verdünnter *Salpetersäure* aufgelöst, die Auflösung durch *Aetzammoniakflüssigkeit* neutralisirt, die *Kalkerde* durch *kleesaures Kali* abgeschieden, und die filtrirte Flüssigkeit mit *Phosphorsäure* und *Aetzammoniak* im Ueberschusse versetzt: *weisser Niederschlag.* —

*c)* Der durch *Abdampfen* des Wassers gebildete Salzrückstand wurde mit *höchst rectificirtem Weingeiste* behandelt, die weingeistige Auflösung abgedampft, und der Rückstand in Wasser aufgelöst; beim Zusatze von *Phosphorsäure* und *Ammoniak im Ueberschuss* entstand ein weisser Niederschlag.

*d)* Der in Weingeiste unlösliche Antheil der in Wasser löslichen Bestandtheile wurde mit wenigem Wasser behandelt und blieb hierbei zum Theil ungelöst. Dieser Antheil löste sich in Salpetersäure unter Aufbrausen leicht auf; die Auflösung gab mit *Phosphorsäure* und *Aetzammoniak* im *Ueberschuss* einen weissen Niederschlag, und ward selbst durch *Silbersalpeterlösung* deutlich getrübt, wenn die Rückstände vom Abdampfen der verschiedenen Auflösungen etwas stark erhitzt worden waren. — Die von diesen in einer ge-

ringen Menge Wasser unlöslichen Theilen abfiltrirte wässerige Lösung reagirt kaum merklich *alkalisch* und giebt mit *basischphosphorsaurem Ammoniak* nur eine Spur von Bittererde zu erkennen, obschon die wässerige Lösung des ersten Salzrückstandes sehr deutlich auf Curcumäpapier *alkalisch* reagirt. —

Nach Versuch *b)* wird also zwar *kohlensaure Bittererde* durch Aufkochen des Wassers abgeschieden; doch bleibt nach Versuch *d)* noch ein Antheil derselben selbst in der concentrirten Salzlösung zurück und bewirkt die *alkalische Reaktion* derselben. — Nach Versuch *c)* ist in dem Wasser *salzsaure Bittererde* vorhanden. Versuch *d)* zeigt dies ebenfalls an. — *Schwefelsaure* Bittererde wird auf directem Wege nicht gefunden; denn die Reaction der wässerigen Lösung der im Weingeist unlöslichen Bestandtheile (Vers. *d)* auf Bittererde ist so gering, dass sie auch von aufgelöster kohlensaurer Bittererde herrühren kann. —

## 12) Prüfung auf Kali.

*a)* Das durch Abdampfen stark eingeengte Wasser wurde mit einer gesättigten Lösung von *Weinsteinsäure* im Ueberschusse versetzt. — Nach 24 Stunden hatten sich kleine Krystalle abgesondert, welche nach dem Absondern und Trocknen im Platinlöffel geglüht wurden. Die wässerige Lösung des geglühten, noch kohligen Rückstandes reagirte stark *alkalisch* und bewirkte mit Säuren Aufbrausen; wonach jene Kryställchen nur für *Weinstein* gehalten werden können.

*b)* Ein anderer Antheil des stark eingeengten Wassers wurde zur Entfernung der Schwefel- und Kohlensäure mit essigsaurem Baryt versetzt, die abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockene gebracht und stark geglüht; wobei der überschüssig zugesetzte essigsaure Baryt in kohlensauren, die salzsaure Bittererde in basischsalzsaure und das etwa gebildete essig-

saure Kali in kohlensaures verwandelt wurde. — Wenig Wasser konnte nun lediglich salzsaures und kohlensaures Alkali auflösen, allenfalls mit einer zu vernachlässigenden Spur von Bittererde; und die hierdurch erhaltene und nach dem Filtriren durch Salzsäure gesättigte, möglichst concentrirte Flüssigkeit wurde mit *salzsaurer Platinoxydlösung* versetzt, zur Trockene abgedampft, und der Rückstand mit Weingeist ausgezogen; wobei das bekannte *Kaliumplatinchlorid* von rein gelber Farbe zurückblieb. — Also ist an der Anwesenheit von *Kali* in diesem Säuerlinge nicht zu zweifeln! —

## 13) Prüfung auf Lithion.

Ein Theil des durch Abdampfen stark eingeengten Wassers — ungefähr von 4 Pfunden des letzteren — wurde mit *Phosphorsäure* und *Aetzammoniak* im Ueberschusse versetzt; wobei wohl kein *phosphorsaures Lithion-Ammoniak*, sondern nur das mehrerwähnte *Bittererdesalz* niederfallen dürfte, wenn *Lithion* wirklich vorhanden gewesen wäre. Die von dem erhaltenen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wurde sammt Auswaschwasser zur Trockene gebracht, und der Rückstand geglüht, um das überschüssig zugesetzte phosphorsaure Ammoniak zu zerstören. Die geglühte Masse wurde hierauf in der geringsten Menge Wasser aufgelöst, noch mit etwas Phosphorsäure und hierauf mit kohlensaurem Natron bis zur alkalischen Reaction versetzt, die Mischung zur Trockene abgedampft, und der Rückstand wieder in Wasser aufgelöst, *allein es blieb hierbei nichts Merkliches zurück*, was auf die Bildung von *phosphorsaurem Natron-Lithion* hindeutete.

## 14) Prüfung auf Strontianerde.

Die Auflösung der *kohlensauren Erde* in *Salpetersäure* wurde zur Trockene abgedampft, und der Rückstand zur

Entfernung der überschüssigen Säure etwas stark erhitzt, alsdann in Wasser aufgelöst, und diese Auflösung filtrirt. Die eine Hälfte erhielt durch concentrirte Lösung von *Gyps* keine Trübung, die andere Hälfte wurde scharf getrocknet und die Rückstände mit absolutem Alcohol behandelt, wobei ein geringer Theil ungelöst blieb. Allein dieser war wohl nichts anderes, als durch zu starkes Erhitzen gebildete basisch-salpetersaure Bittererde, indem auch Wasser nicht merklich darauf einwirkte. — Strontianerde ist mithin ebenfalls nicht vorhanden.

## 15) Prüfung auf Natron.

Da die in Wasser löslichen Theile des durch Abdampfung des *Ludwigsbrunnenwassers* erhaltenen Salzrückstandes, ausser einer geringen Menge Kali und Bittererde, keine andere Base enthalten, welche *positive* Reactionen bewirkte, so ist hiernach anzunehmen, dass die bei weitem grössere Menge von *Chlor* als *Kochsalz* in dem Wasser vorhanden ist. Indessen muss man, ausser einem diesem Salze entsprechenden Antheile von *Natron*, noch einen sehr geringen Antheil desselben in Verbindung mit *Schwefelsäure* betrachten. — *Kohlensaures Natron* ist *nicht* vorhanden; denn die geringe alkalische Reaction des stark eingeengten Wassers rührt ersichtlich von noch aufgelöster kohlensaurer Bittererde her *).

## 16) Prüfung auf Eisenoxyd, Manganoxyd u. Thonerde.

Die saure Auflösung der kohlensauren Erden in Salpetersäure wird durch *Aetzammoniak* im Ueberschusse nicht

---

*) Vergl. oben die Prüfung auf Bittererde, Vers. *d)*. *Wurzer* hat dieselbe Beobachtung an dem *Schwalheimer* Mineralwasser gemacht und wohl mit Recht auch dort die alkalische Reaction der kohlensauren Bittererde zugeschrieben. Siehe: *Die Heilquelle zu Schwalheim*, von Dr. *F. Wurzer*. 1821. S. 30—31.

merklich getrübt; folglich ist schon deshalb an die Anwesenheit einer namhaften Menge jener Stoffe nicht zu denken. — Die Auflösung giebt übrigens, nach möglichst genauer Neutralisation:

*a)* mit *blausaurem Eisenoxydulkali* einen grauweissen Niederschlag, wie es scheint, von blausaurer Eisenoxydul-Bittererde;

*b)* mit wässerigem und weingeistigem Gallusauszug einen grauweissen Niederschlag; nur die darüber stehende, in der Luft in Berührung befindliche Flüssigkeit nimmt allmälig eine grünliche Farbe an; was überhaupt jene Reagentien mit Kalkerde enthaltenden Flüssigkeiten bewirken.

*c)* *Blausaures Eisenoxydulkali* bewirkt mit dem *frischgeschöpften* Wasser nach einer Reihe von Stunden eine grünlichblaue Trübung, jedoch allem Anscheine nach nur als Folge der Zersetzung jenes Doppelsalzes durch die freie Kohlensäure des Mineralwassers unter Bildung von kohlensaurem Kali und blausaurem Eisenoxyduloxyd. Denn es bewirkt

*d)* Gallusinfusion mit dem frischgeschöpften Wasser, ausser einem grauweissen Niederschlage, nicht die geringste Färbung; und endlich ist, wie schon wiederholt angeführt worden,

*e)* in der nächsten Umgebung des Ludwigsbrunnens, wohin dessen Wasser abfliesst, durchaus kein Eisenoxydniederschlag zu bemerken. Daher ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass in diesem Kohlensäuerling auch *nicht eine Spur von Eisenoxydul* aufgelöst enthalten ist.

## 17) Prüfung auf organische Theile.

Der durch zuletzt sehr langsam vorgenommenes Abdampfen erhaltene Rückstand des Wassers war ganz weiss, nahm jedoch während eines stärkeren Erhitzens eine grauweisse Farbe an; was wohl eine spurweise Beimischung von sogenanntem *Extractivstoff* anzeigt. —

Zufolge dieser qualitativ-chemischen Untersuchung sind also folgende Stoffe als *gefundene* Bestandtheile des Wassers vom *Ludwigsbrunnen* anzuführen:

*a)* Kochsalz in vorwaltender Menge;
*b)* Magniumchlorid;
*c)* schwefelsaures Kali;
*d)* schwefelsaures Natron?
*e)* kohlensaure Bittererde;
*f)* kohlensaure Kalkerde;
*g)* Kieselerde;
*h)* Spuren von Extractivstoff.

Alsdann luftförmig abscheidbare Bestandtheile:

*i)* Kohlensäuregas;
*k)* atmosphärische Luft;
*l)* Schwefelwasserstoff, nur eine leise Spur in dem frischgeschöpften Wasser. —

## Zweites Capitel.

## Quantitative Untersuchung.

### I.

### *Bestimmung der luftförmig abscheidbaren Bestandtheile.*

#### 1) Bestimmung des Kohlensäuregases.

*a)* Eine Gasflasche, welche bis an den Punct, den der einzusetzende, mit einer Gasentbindungsröhre versehene Korkstöpfel erreichte, 3875 Gran (Nürnb. Med. Gew.) des Wassers fasste, wurde bis zum Ueberlaufen mit letzterem gefüllt, und hierauf der Stöpfel, sammt der mit Wasser gefüllten Glasröhre, eingesetzt, so, dass die atmosphärische Luft vollkommen ausgeschlossen war. Alsdann wurde das Wasser allmälig bis zum Sieden im Sandbade erhitzt, die

ausgetriebene Luft über einer siedendheissen concentrirten Kochsalzlösung aufgefangen und gerade bei + 10° R. und nahe 28″ Barometerstand gemessen; wonach eine Correctur der Grösse der beobachteten Luftmenge um so weniger erforderlich schien, als der Verlust an letzterer während des vorsichtigsten Ausgiessens des Wassers aus dem damit gefüllten Kruge bei weitem grösser ist als der nur bei feineren Untersuchungen in Betracht zu ziehende und in der Vernachlässigung der Correctur des Luftdrucks begangene Fehler. Und hierzu kommt noch, dass die in dem vor seiner vollkommenen Befreiung von Luft übergegangenen Antheile des Mineralwassers noch enthaltene Menge von Kohlensäuregas ebenfalls verloren gegangen ist. —

Unter diesen Umständen wurden denn 18,5 rheinl. Kubikzolle Luft erhalten und hiervon 18,2 Kubikz. durch Aetzlauge absorbirt; folglich würden 7680 Grane oder ein Civilpfund dieses Sauerwassers 36,0712 rh. Kbz. Kohlensäuregas geliefert haben.

*b*) In einem andern Versuche wurden auf dieselbe Weise 14355 Grane des Ludwigsbrunnenwassers zum Sieden gebracht und unter denselben Umständen 64,75 rh. Kbkz. Luft erhalten, wovon Aetzkalilauge gerade 64 Kbkz. absorbirte; folglich würden 7680 Grane dieses Wassers 34,6415 Kubikzolle Kohlensäureluft geliefert haben. —

Diese Differenz beider Versuche hat ohne Zweifel vorzüglich ihren Grund in der Art, auf welche das gebrauchte Wasser in die Krüge gefüllt worden war, nämlich durch Eintauchen der Krüge in den Brunnen, unter raschem Aufsteigen von Kohlensäure zur Entbindung bringenden Blasen der in den Gefässen enthaltenen atmosphärischen Luft. Denn der Verlust, welcher in der vollständigen Füllung der Kochgefässe begründet ist (indem während des Erhitzens ein Theil des Wassers vor seiner Entgasung um so rascher übersteigt, als die zur Entwickelung gebrachten Gasblasen doch auch

ihren Raum behaupten, somit Wasser austreiben), muss ein relativ ziemlich gleicher seyn.

*c)* Um indessen diesem Fehler zu begegnen, wurde eine Flasche mit 4152 Gr. dieses Sauerwassers nur so weit gefüllt, dass das — durch Erwärmung und Gasblasenbildung ausgedehnt werdende — letztere nicht übersteigen konnte, mithin von der gleichzeitig zur Entwickelung gelangenden atmosphärischen Luft abgesehen. — Hierbei wurden unter den obigen gleichen Umständen 21,0766 rheinl. Kubikzoll durch Aetzkalilauge absorbirbarer Luft erhalten; folglich würden 7680 Grane 38,9614 Kubikzoll Kohlensäuregas *) gegeben haben. —

An der Quelle zur Untersuchung frisch geschöpftes Wasser würde ohne Zweifel noch eine grössere als die im Versuch *c)* erhaltene Menge Kohlensäuregas liefern. Um daher von dem in Krügen versandten Wasser weder wesentlich zu viel noch zu wenig zu behaupten, ist nicht das Mittel aus den Ergebnissen dieser drei Versuche, sondern die in diesem letzteren Versuche gefundene Grösse als die der Wahrheit wohl am nächsten liegende auszuführen, unter der Voraussetzung, dass dieses Wasser, nach der langsameren oder rascheren Füllung, nach der geringeren oder stärkeren Erschütterung, welcher es auf seiner Reise ausgesetzt ist, nach der kürzeren oder längeren Zeit, welche von der Füllung bis zur Benutzung verstrichen ist, bald etwas mehr, bald etwas weniger als die angeführte Menge enthält.

## 2) Bestimmung der atmosphärischen Luft.

Nach Versuch *a)* der vorhergehenden Bestimmung wurden aus 3875 Gr. des Wassers 0,3 rhein. Kubikz. durch

---

*) Auf die mittlere Lufttemperatur von 15° R. berechnet sich dieser Gehalt zu 39,4214 Kbkz.

Aetzkalilauge nicht absorbirbarer Luft erhalten; was auf Ein Civilpfund des Wassers 0,5946 Kbkz. atmosphärischer Luft bringt. — Nach Vers. *b)* lieferten 14355 Gr. des Wassers 0,75 Kbkz. dieser Luft, oder 7680 Gr. des ersteren 0,4012 Kbkz. der letzteren, und im Mittel beider Versuche sind 0,4979 Kbkz. der letzteren erhalten worden.

Die geringe Menge dieser Luft, welche entweder von dem im Brunnen stehenden Wasser der Atmosphäre entzogen wird, oder auch wohl schon von Meteor- (Regen-) Wasser mit in die Erde geführt worden ist, erlaubt wohl, von dem in der Art der Bestimmung liegenden Fehler abzusehen. —

Die nur durch Geruch und Geschmack am frischen Wasser wahrnehmbare Spur von Schwefelwasserstoff ist an sich schon keiner Bestimmung fähig und in dem untersuchten, längere Zeit gefüllt gewesenen Wasser gar nicht vorhanden. —

## II.

## *Bestimmung der nicht flüchtigen Bestandtheile.*

### 1) Bestimmung der fixen Kohlensäure.

Die Kohlensäure der kohlensauren Erden wird durch die später anzuführende Bestimmung der Erden bestimmt. —

### 2) Bestimmung der Schwefelsäure.

*a)* 25780 Gr. dieses Wassers wurden durch längere Zeit anhaltendes Sieden vom kohlensauren Kalke gänzlich, von der kohlensauren Bittererde nur unvollkommen befreit, alsdann filtrirt und mit salzsaurer Baryterde versetzt. Der erhaltene, aus schwefel- und kohlensaurem Baryt bestehende Niederschlag war, auf dem Filter möglichst scharf getrocknet, = 7,4375 Gr., wurde mit dem Filter in verdünnte Salpetersäure, zur Auflösung des kohlensauren Baryts,

getragen, und der gebildete salpetersaure Baryt durch Schwefelsäure gefällt, = 2,50 schwefelsauren Baryts. Da nun

100 Schwerspath = 84,59 kohlensauren Baryts, so sind diese

2,5 Gr. — = 2,1147 — —

welche mit 7,4375 – 2,1147 = 5,3228 schwefelsauren Baryts gefällt worden waren. Nun sind ferner:

100 Schwerspath = 34,65 Schwefelsäure; also sind

5,3228 — = 1,8443 —

*b)* 30936 Grane des Wassers wurden abgedampft, der Salzrückstand mit destillirtem Wasser ausgezogen, der filtrirte Auszug nebst Auswaschwasser mit salzsaurem Baryt versetzt, und der erhaltene Niederschlag (wegen anderweitiger Benuzzung der von ihm getrennten Flüssigkeit) erst auf dem Filter (und ganz besonders) mit verdünnter Salpetersäure zur Entfernung des kohlensauren Baryts ausgewaschen. — 6,125 Gr. Schwerspath wurden erhalten = 2,1223 Gr. Schwefelsäure; was auf 25780 Gran dieses Mineralwassers 1,7685 Gran Schwefelsäure bringt.

*c)* 2 × 25780 = 51560 Gr. des Wassers, auf dieselbe Weise behandelt, lieferten 10,0625 Gr. Schwerspath = 3,4866 Schwefelsäure, deren Hälfte = 1,7433 ist.

An Schwefelsäure wurden also aus 25780 Gr. dieses Sauerwassers erhalten:

| | | |
|---|---|---|
| Versuch | a) | 1,8443 Gr. |
| — | b) | 1,7685 — |
| — | c) | 1,7433 — |
| Mittel | = | 1,7854 — |

## 3) Bestimmung des Chlors.

Zur Bestimmung des Chlors und beziehungsweise der Salzsäure wurden

*a)* 25780 Gr. des Ludwigsbrunnenwassers längere Zeit im Sieden erhalten, filtrirt mit Salpetersäure und hierauf mit einer hinlänglichen Menge von salpetersaurem Silberoxyd versetzt. — Der erhaltene, ausgewaschene und auf dem Filter scharf ausgetrocknete Niederschlag wog 141,6875 Gr. und verlor beim Erhitzen bis zum Schmelzen nichts mehr am Gewichte. Nun sind

100 Silberchlorid = 24,67 Chlor;

folglich sind

141,6875 — = 34,8319 —

*b)* 25780 Gr. des Wassers wurden zur Trockene abgedampft, der etwas stark erhitzte Rückstand mit heissem Wasser ausgezogen, der filtrirte Auszug wieder abgedampft, und der hierbei bleibende Rückstand mit Weingeist von 0,85 spec. Gewicht ausgezogen. — Bei Anwendung einer grossen Menge Weingeist blieben hierbei die schwefelsauren Salze, gemischt mit kohlensaurer und etwas basischsalzsaurer Bittererde, zurück. Nach Verdunstung des Weingeistes wurden die salzsauren Salze in Wasser gelöst, und das Chlor durch Silbersalpeterlösung abgeschieden. Der scharf getrocknete Niederschlag wog 137,75 Gr. Folglich war bei dem zweimaligen Erhitzen der zuerst erhaltenen beiden Rückstände die 141,6875 — 137,75 = 3,9375 Gr. Silberchlorid entsprechende Menge von Chlor, = 0,9714 Gr., abgeschieden worden. -- wirklich blieb beim Auflösen der in Weingeist unlöslichen Theile in Wasser ungefähr $^1/_7$ zurück, dessen Auflösung in Salpetersäure unter Aufbrausen erfolgte und, gleich der der kohlensauren Erden, einen Gehalt an Chlor durch salpetersaures Silberoxyd deutlich zu erkennen gab. — Nach diesen Erfahrungen erscheint die erstere Bestimmung als die möglichst richtige. —

## 4) Bestimmung der Kieselerde.

Die erdigen Rückstände von 51560 Gr. des Wassers hinterliessen beim Auflösen in Salpetersäure 1,125 Gr.; was auf 25,780 Gr. des ersteren 0,5625 Gr. Kieselerde bringt.

## 5) Bestimmung des Kalis und seiner Verbindung mit Säure.

51560 Gr. unseres Wassers wurden bis auf einige Unzen Flüssigkeit eingeengt, diese abfiltrirt, die erdigen Niederschläge etwas ausgewaschen, jene concentrirte Salzlösung sammt dem Auswaschwasser auf die oben (1. Capitel, II. 12. b.) angeführte Art weiter behandelt, und dabei 8,9375 Gran Kaliumplatinchlorid erhalten, welche = 1,7460 Gr. Kali sind, unter der Voraussetzung, dass nach *Berzelius*

100 Kaliumplatinchlorid = 19,35 Kali. —

25780 Gr. des Ludwigsbrunnenwassers enthalten hiernach 0,8730 Gr. Kali, welche, in Verbindung mit 0,74485 Schwefelsäure, 1,61785 schwefelsaures Kali darstellen; denn es sind

100 Kali = 185,32 schwefels. Kali.

Und nur in dieser Verbindung kann das Kali auf dem angeführten Wege gefunden werden; weil es bei einem Ueberschusse von Schwefelsäure unter den gegebenen Umständen die grösste Verwandtschaft zu dieser Säure zeigt und bei Behandlung der im Wasser leicht löslichen Salze mit Weingeist stets in dieser Verbindung ausgeschieden wird.

## 6) Bestimmung der Bittererde und ihrer Verbindungen mit Säuren.

*a)* 29076 Gr. dieses Mineralwassers wurden zur Trockene abgedampft, und der Rückstand mit höchstrectificirtem Weingeiste gut ausgezogen, die weingeistigen Auszüge vorsichtig zur Trockene gebracht, und der hier bleibende Rückstand in Wasser aufgelöst. — Phosphorsäure und Ammoniak im Ueberschusse schlugen die als salzsaure Bittererde abgeschiedene Bittererde nieder; der abgesonderte und geglühte Niederschlag war = 4,125 Gr. phosphorsaurer Bittererde = 1,6572 reiner Bittererde, nach der Annahme, dass

100 geglühte phosphorsaure Bittererde = 39,16 reiner Bittererde sind. *)

Nun zeigen ferner:

100 reine Bittererde 232,78 Magniumchlorid, sogenannte wasserleere salzsaure Bittererde an;

also würden nach diesem Versuche 25780 Gr. des Wassers 1,4693 Gr. reiner Bittererde = 3,4201 Gr. Magniumchlorid geliefert haben.

In einem andern Versuche gab der weingeistige Auszug des Rückstandes von 2578 Gr. des Wassers 3,9375 geglühte phosphorsaure Bittererde = 1,5813 reiner Bittererde = 3,6809 Magniumchlorid. Hiernach sind also aus 25780 Gr. des Wassers erhalten worden

3,4201 Gr. und
3,6809 —
Mittel = 3,5505 Gr. Magniumchlorid.

*b)* 29076 Gr. des Wassers wurden durch Abdampfen stark eingeengt, und die dadurch gefällten Erden unter Zusatze von Salzsäure wieder aufgelöst. Alsdann wurde die saure Mischung durch Aetzammoniak möglichst neutralisirt, die Kalkerde durch kohlensaures Kali niedergeschlagen, und die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit Phosphorsäure und Ammoniak im Ueberschusse versetzt. — 27,125 Gr. geglühter phosphorsaurer Bittererde, welche erhalten worden, sind = 10,8934 reiner Bittererde, was auf 25780 Gr. des Wassers 9,6586 Gr. Bittererde anzeigt. — Nun sind, nach dem Mittel der beiden angeführten Versuche,

*) Vergleiche den Aufsatz von Tünnermann über phosphorsaure und pyrophosphorsaure Verbindungen in d. Journal für Pharmacie von Tromsdorf, Bd. 21, St. 2, S. 134, woraus folgt, dass unter den verschiedenen Angaben über die Zusammensetzung dieses geglühten Niederschlags die von *Murray* die richtigste war.

in Verbindung mit Salzsäure gefunden worden 1,5253 reine Bittererde; zieht man diese von der ganzen, in 25780 Gr. des Wassers gefundene Menge = 9,6586 Gr. ab, so erhält man für die mit Kohlensäure verbunden gewesene Menge Bittererde = 8,1333 Gr. Denn in Verbindung mit Schwefelsäure kann keine Bittererde unter den gegebenen Umständen *gefunden* werden; weil die in die wässerige Lösung der durch Weingeist ungelöst gebliebenen Salze übergehende geringe Menge von Bittererde wohl nur der in Wasser nicht ganz unlöslichen kohlensauren Bittererde zugeschrieben werden kann, und bei Behandlung der in Wasser löslichen Bestandtheile des Wasserrückstandes mit Weingeist die schwefelsaure Bittererde, wäre sie auch im Wasser, wie wahrscheinlich ist, vorhanden, durch das Kochsalz vollkommen in salzsaure Bittererde und schwefelsaures Natron verwandelt werden muss. — Da nun die kohlensaure Bittererde durch Abdampfen des Wassers nur als $^3/_4$-kohlensaure gefunden werden kann, so darf man sie nicht als einfach-kohlensaure in Rechnung bringen. Allein es sind

100 reiner = 180,205 $^3/_4$-kohlensaure Bittererde,

folglich sind 8,1333 der ersteren = 14,6576 der letzteren.

## 7) Bestimmung des Natrons und seiner Verbindungen mit Säuren.

*a)* Die Menge der gefundenen Schwefelsäure, welche nicht mit Kali verbunden angenommen werden kann, erhält man nach der Ausziehung des Salzrückstandes mit starkem Weingeiste ohne Zweifel in Verbindung mit Natron. Nun sind in 25780 Gr. des Wassers 1,7854 Gr. Schwefelsäure gefunden, und hiervon 0,74485 Gr. für das schwefels. Kali abgezogen worden; folglich bleiben 1,04055 Gr. übrig = 1,8528 Gr. schwefels. Natron, weil

56,16 Schwefels. = 100 schwefels. Natron.

*b)* Nach der Bestimmung des Chlors sind von diesem in 25780 Gr. des Wassers 34,8319 Gr. gefunden worden. Hiervon abgezogen die Menge desselben, welche als Magniumchlorid in Rechnung gebracht ist, bleibt die Menge desselben, welche als Kochsalz berechnet werden mus. Nun sind

73,65 Chlor = 100 Magniumchlorid;

folglich sind die gefundenen 3,5505 Gr. des letzteren = 2,6149 des ersteren, und 34,8319 — 2,6149 = 32,2170 Chlor entsprechen denn 53,3899 Gr. Kochsalz; wenn

100 Chlor = 165,72 Kochsalz

gesetzt werden.

## 8) Bestimmung der Kalkerde und ihrer Verbindung mit Kohlensäure.

Obschon die Kalkerde beim Aufsieden des Wassers vollkommen als kohlensaure abgeschieden und nur mit wenig kohlensaurer Bittererde niederfällt, so bleibt doch ein so grosser, nicht ganz zu sammelnder Antheil des Niederschlags an den Wänden des Kochgefässes hängen, dass das Gewicht des gemischten Niederschlags nicht einmal ganz so gross ausfällt, als die auf den folgenden Wegen bestimmte Menge der kohlensauren Kalkerde allein beträgt.

*a)* 25780 Gr. des Wassers wurden zur Trockene abgedampft, der Rückstand mit Wasser ausgezogen, das auf dem Filter gebliebene Unlösliche nach dem Trocknen in Salpetersäure aufgelöst, die filtrirte Auflösung durch Aetzammoniak möglichst neutralisirt und mit kleesaurem Kali versetzt. — Der erhaltene kleesaure Kalk gab durch Glühen 41,48975 kohlensauren Kalk. —

*b)* Andere 25780 Gr. des Wassers wurden mit Salpetersäure versetzt, erwärmt und die abgeschiedene Kieselerde abgesondert. Alsdann wurde die saure Flüssigkeit durch

Ammoniak abgestumpft und mit kleesaurem Kali versetzt. Der kleesaure Kalk gab nur 40,9745 kohlensauren Kalk. —

*c)* Wieder andere 25780 Gr. des Wassers wurden einige Zeit im Sieden erhalten, die kohlensauren Erden durch Vermischung der Flüssigkeit mit Salzsäure wieder aufgelöst, der letzteren Ueberschuss durch Ammoniak gesättigt, und kleesaures Kali zugesetzt, und hierauf der erhaltene, ausgewaschene und getrocknete kleesaure Kalk durch Glühen in kohlensauren und dieser durch Schwefelsäure und Glühen in Gyps verwandelt, welche 56,875 Gr. wog. Nun sind

100 Gyps = 73,78 kohlens. Kalk,

folglich 56,875 des ersteren = 41,9723 des letzteren. — Wegen Unsicherheit der beiden ersten Ergebnisse ist nicht das Mittel aus allen dreien, sondern — die beiden ersteren als Controle betrachtet — nur das letztere als möglichst genau anzunehmen.

## 9) Bestimmung des Extractivstoffs.

Die Menge desselben kann wegen Geringheit nicht bestimmt werden.

---

Mehreremale wurde der Versuch gemacht, die Menge des ganzen Salzrückstandes, so wie die der kohlensauren Erden und der in Wasser wieder löslichen Bestandtheile dieses Mineralwassers zu bestimmen, um sie mit den durch die Analysen gefundenen Mengen der Bestandtheile zu vergleichen; allein dies führte zu keinem sichern Resultate. Denn bald erhielt man mehr als die Summe der Gewichte der gefundenen Bestandtheile, bald weniger, je nachdem die gewogenen Rückstände bei der Wärme des Stubenofens oder in mässig starker Glühhitze getrocknet wurden; was auch begreiflich ist, wenn man bedenkt, wie gern die leichten

Salze bei gelinder Erhitzung noch Wasser zurückhalten, während man bei stärkerer Erhitzung einen Verlust an Kohlensäure und Salzsäure erleidet. In einem Falle indessen, wo der ganze Salzrückstand anhaltend einer mässig starken Ofenwärme ausgesetzt gewesen war, erhielt man von 29076 Gr. des Wassers 133,75 Gr. Salzrückstand, was auf 25780 Gr. des ersteren 118,6 des letzteren bringt und mit dem Resultate der Analyse ziemlich gut übereinstimmt.

In der folgenden Tabelle sind die gefundenen Mengen der Bestandtheile des Ludwigsbrunnenwassers für 25780 Gr. (die gewöhnlich analysirte Menge), für 7680 Gr. = Einem Civilpfund, und für 10000 Gr. Nürnb. Med. Gew. zusammengestellt, und hinsichtlich der luftförmig abgeschiedenen Stoffe in rheinl. Kubikzolle von 10° R. und 28″ Baromet., und hinsichtlich der festen Stoffe in Granen ausgedrückt.

| Gefunden<br>gasförmig abscheidbare und fixe Bestandtheile. | 25780 Grane haben geliefert: | Ein Civilpfd. = 7680 Gr. enthält: | 10000 Grane enthalten: |
|---|---|---|---|
| | Rheinl. Kubikzolle bei + 10 R. und 28″ B. | | |
| I. Gasförmig abscheidbare Bestandtheile *). | | | |
| Kohlensäuregas | 130,7813 | 38,9614 | 50,7309 |
| Atmosphärische Luft | 1,6713 | 0,4979 | 0,6483 |
| Summe | 132,4526 | 39,4593 | 51,3792 |
| II. Fixe Bestandtheile. | Grane | Grane | Grane |
| Natriumchlorid (Kochsalz) | 53,3899 | 15,9051 | 20,7098 |
| Magniumchlorid | 3,5505 | 1,0577 | 1,3772 |
| Schwefelsaures Natron | 1,8528 | 0,5519 | 0,7486 |
| — Kali | 1,6178 | 0,4819 | 0,6274 |
| Kohlensaure Kalkerde | 41,9723 | 12,5037 | 16,2808 |
| — Bittererde | 14,6576 | 4,3782 | 5,7008 |
| Kieselerde | 0,5625 | 0,1675 | 0,2181 |
| Extractivstoff | Spur | Spur | Spur |
| Summe | 117,6034 | 35,0460 | 45,6327 |

*) Nur in dem *frisch* geschöpften, mit seltenen Ausnahmen auch in dem *längere* Zeit gefüllt gewesenen Wasser, eine Spur von Schwefelwasserstoffgas; im letzteren Falle gewiss nur als Folge der Zersetzung schwefelsaurer Salze durch beigemengte organische Theilchen. —

## Drittes Capitel.

### Berechnung des Ergebnisses der Analyse nach stöchiometrischen Grundsätzen.

Vieles ist schon geschrieben worden über den von *Döbereiner* bei der Analyse des *Selterwassers* und ähnlicher Kohlensäuerlinge gemachten Versuch: die Zusammensetzung der Mineralwässer aus dem Ergebnisse der Analyse nach stöchiometrischen Regeln zu berechnen. Im Allgemeinen hat man ihn für unstatthaft gehalten, und aus diesem Grunde lassen sich die Chemiker bei Untersuchung von Mineralwässern nur sehr selten auf eine solche Berechnung ein. Allein mit grossem Unrecht verwirft man *Döbereiner's* Hypothese. Denn es ist sehr einleuchtend — und auch *Berzelius* deutet gelegentlich hierauf hin — dass schon durch Einwirkung von Wasser auf im Innern der Erde gelegene mineralische Salztheile diese in rein chemischen Verhältnissen so gewiss gelöst werden können, als solche, von der Natur gebildet, für sich gefunden werden.

Entsteht aber das Mineralwasser, nach einigen Naturforschern (*Wurzer*), nicht durch Lösung von Erdsalzen durch Erdwasser, sondern durch Vermittelung eines eigenen galvanisch-chemischen Prozesses und ist es gleichsam als ein organisches Ganzes aufzufassen, alsdann müssen diese Männer eben so gewiss eine Zusammensetzung desselben nach stöchiometrischen Gesetzen annehmen, als sie nicht läugnen können, dass ein Körper *nicht* als rein chemisches Ganzes angesehen werden kann, welchem eine solche Zusammensetzung fehlt. Und mit grossem Unrechte wird also ein solcher Versuch von ihnen vernachlässigt!

In keinem Falle aber darf man hierbei übersehen, dass mit den eigentlichen Bestandtheilen der Mineralwässer auch

kleine Mengen anderer Körper beigemengt vorkommen können; wie dieses bei so vielen Mineralien beobachtet worden ist. Diese nur — wie man zu sagen pflegt — zufällig beigemischten Körper sind freilich keiner Berechnung fähig, und in dem Bestreben, auch sie mit den übrigen Bestandtheilen in ein stöchiometrisches Verhältniss zu setzen, muss die wichtige Lehre von der Stöchiometrie zu einem Spielzeuge herabgesetzt werden.

Unter den aufgefundenen Bestandtheilen des Ludwigsbrunnenwassers ist wohl das Chlor, seiner Menge nach, der genauesten Bestimmung fähig gewesen, um mit einiger Sicherheit von ihr bei der stöchiometrischen Berechnung der übrigen Bestandtheile ausgehen zu können. Allein nicht die ganze Menge Chlor kann dieser Berechnung zu Grunde gelegt werden; denn ganz gewiss gehört schon die salzsaure Bittererde — mit Ausnahme eines der gefundenen Menge schwefelsauren Natrons proportionalen Antheils — zu den zufällig beigemischten Bestandtheilen dieses Säuerlings; wofür also ein entsprechender Antheil von Chlor von der ganzen Menge des Chlors des Magniumchlorids abzuziehen ist. —

*a)* Die in 25780 Gr. unseres Mineralwassers gefundenen 34,8319 Gr. Chlor und 3,5505 Gr. Magniumchlorid sind = 2,6149 Gr. Chlor, welche, von jener Menge abgezogen, 32,2170 Gr. des als Kochsalz in Rechnung gebrachten Chlors übrig lassen. — 1,8528 Gr. schwefelsauren Natrons sind wahrscheinlich nicht als solches in das Wasser gekommen, sondern erst gebildet worden durch Zersetzung einer entsprechenden und ursprünglich vorhanden gewesenen Menge von schwefelsaurer Bittererde und von Kochsalz = 1,5247 Gr. = 0,92004 Gr. Chlor, welche, jenen 32,2170 Gr. zugefügt, 33,1370 Gr. Chlor geben, d. i. die Grösse, von welcher nun auszugehen ist.

*b)* Da nun dieser Antheil von Chlor nur als Kochsalz ursprünglich vorgekommen war, so folgt von selbst, dass das zu berechnende Natron = 1 Mischungsgewicht ist.

*c)* Das Mischungsgewicht des Wasserstoffs = 1,0000 gesetzt, ist das M. G. des Chlors = 35,47, und das der Kalkerde = 28,515.

Nun verhält sich

35,470 : 28,515 = 33,1370 : 26,6395

d. h. diese letztere Zahl drückt das M. G. der Kalkerde aus, wenn das des Chlors = 33,1370 ist. Die erhaltenen 41,9723 Gr. kohlensaurer Kalkerde sind aber = 23,6346 Kalkerde, nach der Annahme, dass

100 kohlensaure = 56,31 reine Kalkerde;

und jene Grösse entspricht daher fast genau $^8/_9$ M. G. = $^8/_9$ × 26,6395 = 23,6793 Kalkerde, dem eben angeführten Verhältnisse gemäss = 42,0516 Gr. kohlensaurer Kalkerde.

*d)* Das M. G. des Chlors verhält sich zu dem der Bittererde =

35,47 : 20,689 = 33,1370 : 19,3281.

Nun sind oben 8,1333 Gr. als kohlensaures Salz (welches wohl nur allein von den Bittererdesalzen als wesentlicher Bestandtheil betrachtet werden kann) in Rechnung gebrachte Bittererde erhalten worden; was fast genau mit $^4/_9$ M. G. = $^4/_9$ × 19,3281 = 8,5903 Gr. Bittererde übereinstimmt, dem schon angeführten Verhältnisse gemäss = 15,4801 Gr. $^3/_4$-kohlensaurer Bittererde, als welche sie gefunden wird; oder = 17,7767 Gr. einfach-kohlensaurer Bittererde, nach der Annahme, dass

100 reine = 206,94 einfach-kohlens. Bittererde.

Nicht zu verkennen ist hier, dass auf 2 M. G. kohlensaurer Kalkerde 1 M. G. einfach-kohlensaurer Bittererde vorhanden ist, welche in der Natur verbunden als *Gurhofian* vorkommen. Nach *Klaproth's* Analyse besteht nämlich der *Gurhofian* aus:

kohlensaurer Kalkerde 70,5;
— Bittererde 29,5;

100,0;

hingegen der stöchiometrischen Berechnung gemäss aus;

kohlens. Kalkerde 2 M. G. = 101,280; 70,29;
— Bittererde 1 — = 42,814; 29,71;

Gurhofian 1 — = 144,094; 100,00.

Da nun überhaupt die kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Bittererde sich verbinden können und in der Natur auch zu gleichen Mischungsgewichten vereint, als *Bitterspath*, *Miemit*, *Dolomit*, *Braun-* und *Schieferspath*, vorkommen; da ferner in der näheren Umgebung des *Ludwigsbrunnens* Bittererde enthaltende Kalkerde in nicht geringer Menge vorhanden ist: so dürfte es mehr als wahrscheinlich seyn, dass in diesem Sauerwasser jene Erden ebenfalls verbunden aufgelöst sind. Alsdann kommen auf 1 M. G. Kochsalz $^{12}/_{9}$ M. G. jener Verbindung: oder auf 3 M. G. des ersteren 4 M. G. der letzteren.

*e)* Das M. G. des Chlors verhält sich zu dem M. G. der Kohlensäure =

35,470 : 22,125 = 33,137 : 20,6695.

In einem Civilpfund des Wassers sind 38,9614 rhein. Kbkz. Kohlensäureluft enthalten.

Nimmt man weiter

100 rh. Kbkz. = 53,875 Gr. Kohlensäuregas,

so sind 38,9514 rh. Kbkz. = 20,9903 Gr., was auf 25780 Gr. dieses Mineralwassers 70,4635 Gr. bringt. —

Ferner wurden erhalten in 41,9723 Gr. kohlensaurer Kalkerde 18,3377 Gr. Kohlensäure, und die oben gefundenen 14,6576 Gr. $^{3}/_{4}$-kohlensaurer Bittererde hielten zurück 6,5243 Gr. Kohlensäure; folglich wurden im Ganzen gefunden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| a) | Kohlensäure, | gasförmig abgeschieden, | 70,4653 Gr. |
| b) | — | des kohlens Kalks | 18,3377 — |
| c) | — | der kohlens. Bittererde | 6,5243 — |
| | | Summe | 95,3255 Gr. |

Legt man der Kohlensäure der $^3/_4$-koklens. Bittererde noch $^1/_3$ ihrer Menge durch Erhitzung ausgetriebener Kohlensäureluft, = 2,1747 Gr., zu: so verhält sich die Menge der kohlensauren Kalkbittererde

$$= 18{,}3377 + (6{,}5243 + 2{,}1747) = 27{,}0367$$

Gr. zu der diese Erden in Auflösung erhaltenden Kohlensäure

$$= 95{,}3255 - 27{,}0367 = 68{,}2888$$

Gr., nahe wie 1: 2,5; oder auf 3 M. G. Kochsalz kommen 4 M. G. innig gebundener und 10 M. G. nur leicht gebundener Kohlensäure.

Indessen so nahe hier auch einfache Mischungsverhältnisse liegen: es fragt sich doch, ob der letztere Antheil von Kohlensäure wirklich *durchaus* chemisch gebunden ist. Erfahrungen berechtigen uns keineswegs zu der Annahme, dass dies der Fall sey. Selbst die sogenannten stärkeren Basen haben bis jetzt nur doppelt-kohlensaure Salze kennen lernen lassen, und die doppelt-kohlensauren Erden sind nur im in Wasser aufgelösten Zustande bekannt. Daher können die Erden dieses Säuerlings wohl nur als doppelt-kohlensaure in demselben vorhanden seyn; was zu dem Schlusse berechtigt, dass nur $^{24}/_9$ oder $2^2/_3$ M. G. $= 2^2/_3 \times 20{,}6695 =$ 55,1187 Gr. Kohlensäure chemisch gebunden, folglich

$$95{,}3255 - 55{,}1187 = 40{,}2068$$

Gr. frei in dem Wasser, als solchem, aufgelöst seyn würden.

Da hiernach ein Civilpfund des Wassers 11,97779 Gr. oder

$$\frac{11{,}97779}{0{,}53875} = 22{,}2326$$

rheinl. Kubikz. freier Kohlensäureluft enthalten müssen, und ein Pfund dieses Mineralwassers = 26,3707 Kubikz. ist (ein

Pfund destillirten Wassers = 26,5 Kbkz., und das spec. Gew. unseres Säuerlings = 1,0049 gesetzt): *so dürfte letzteres fast die möglichst grosse Menge der in ihm als blossem Wasser auflösbaren Kohlensäureluft seyn;* indem destillirtes Wasser kaum etwas mehr als einen ihm gleichen Raum von Kohlensäuregas zu lösen vermag, und die Anwesenheit von Salzen die Löslichkeit dieser Luft im Wasser gewiss etwas vermindern muss.

Dieser freie Antheil von Kohlensäuregas ist nun natürlich ein unter verschiedenen Umständen verschiedener und auf keine andere Weise als durch das Experiment zu bestimmen; weil das Wasser mehr Kohlensäure enthält, als die Salze chemisch gebunden zurückhalten können. Und dass dies der Fall seyn würde, folgt schon daraus, dass in dem Brunnen selbst reichliche Mengen von Kohlensäuregas aufsteigen, das Wasser mithin in dem Grade damit gesättigt seyn muss, als die gegebene Temperatur, der Luftdruck und die aufgelösten Salze es zulassen.

Die übrigen Bestandtheile des Ludwigsbrunnenwassers sind in zu geringer Menge vorhanden, als dass eine Berechnung derselben nach stöchiometrischen Regeln wirklich etwas anderes als eine nicht sehr seltene Spielerei mit diesen höchst wichtigen Naturverhältnissen seyn würde. — Was sich also aus dieser Betrachtung ergiebt, ist, dass unser Mineralwasser, seinen wesentlichen Bestandtheilen nach, auf 3 Mischungsgewichte Kochsalz 4 M. G. doppeltkohlensaurer Kalkbittererde enthält, in welchen 2 M. G. Kalkerde auf 1 M. G. Bittererde kommen, *und ausserdem noch eine hinsichtlich des Gebrauchs nicht minder, ja wohl noch mehr wesentliche, möglichst grosse Menge von frei aufgelöster Kohlensäure vorhanden ist.*

Würde hiernach das Ergebniss obiger Analyse verbessert und neuerdings in eine der obigen gleiche Tabelle gebracht, so dürfte sich nur eine geringfügige Abänderung ergeben.

Eine solche Zusammenstellung der berechneten Bestandtheile dieses Wassers wird jedoch unterlassen, indem sich bei der nun folgenden Betrachtung der Art, in welcher sämmtliche Stoffe in dem Wasser wirklich verbunden seyn möchten, doch eine andere Combination derselben ergeben wird.

## Viertes Capitel.

### Art der Verbindung der aufgefundenen Bestandtheile in dem Wasser vor der Zerlegung.

Anerkannt ist die Erfahrung, dass man bei Zerlegung von fast einem jeden Mineralwasser ganz andere unmittelbare Bestandtheile findet, als in dem Wasser eigentlich vorhanden sind; d. h. dass die Stoffe, welche in ihrer Verbindung die Bestandtheile des Wassers darstellen, oft auf eine andere Weise vereinigt gefunden werden, als sie in dem Wasser selbst vorher vereinigt sind; was seinen Grund hat in dem Eintritte neuer, durch die Abdampfung oder andere Zerlegungsmethoden bedingter Verwandtschaftsverhältnisse. — Wie wichtig dieser Umstand ist, leuchtet von selbst ein; denn nicht die Art und Menge der *gefundenen*, sondern die der *wirklich vorhandenen* Bestandtheile eines Mineralwassers bestimmen dessen Heilkräfte.

Bis jetzt ist jeder Versuch, diesen Punkt der Mineralwasseranalyse zu erörtern, ohne glücklichen Erfolg gewesen, weil man gewöhnlich in Extremen verfuhr, welche, einseitig wie immer, jeden Versuch scheitern liessen.

Nach dem Verfahren *Murray's* werden die Säuren und Basen so verbunden angenommen, dass stets die leichtlöslichsten Salze herauskommen. Mehrere Chemiker befolgen noch dieses Verfahren. Wollte man es in dem vorliegenden Falle anwenden, so würde man als Bestandtheile dieses Mineralwassers, statt des kohlensauren Kalks, der kohlen-

sauren Bittererde und des Kochsalzes, welche gefunden worden sind, den leicht löslichen *salzsauren Kalk*, *salzsaure Bittererde* und *kohlensaures Natron* zu berechnen haben. Allerdings würden hierdurch ebensowohl sehr wirksame Bestandtheile angeführt, allein ganz bestimmt *gegen* das wirkliche Verhalten dieser Stoffe, also — *gegen die Wahrheit*. Denn die leichtlösliche salzsaure Kalk- und Bittererde werden durch die Vermischung mit kohlensaurem Natron jederzeit zersetzt, salzsaures Natron (Natriumchlorid und Wasser) und kohlensaure Kalk- und Bittererde werden gebildet, welche niederfallen, falls keine hinlängliche Menge von Kohlensäure vorhanden ist, durch deren Ueberschuss sie aufgelöst erhalten werden. Bei sehr grosser Verdünnung durch Wasser können diese Salze wohl *in einer Spur* unzersetzt als kohlens. Natron und salzsaure Erden *neben einander* gelöst bleiben; allein kommt eine Auflösung jener kohlensauren Erden in Wasser und überschüssiger Kohlensäure mit Kochsalz zusammen, so bleiben diese Salze durchaus als solche neben einander aufgelöst. Dass aber wirklich Salze auf diese Weise neben einander bestehen können, ohne die geringste Zersetzung zu erleiden, bezeugt der schon bei einer andern Gelegenheit angeführte Fall, in welchem die Lösungen von Quecksilbersublimat (sogenanntem salzsaurem Quecksilberoxyd) und von schwefels. Kali und Natron sich bestimmt so verhalten; sie zersetzen sich nicht in schwefelsaures Quecksilberoxyd und Kalium- oder Natriumchlorid. Umgekehrt löst aber eine Lösung von diesen beiden Salzen das so sehr schwer lösliche schwefelsaure Quecksilberoxyd auf unter vollkommener Umwandlung in Quecksilberchlorid und schwefels. Kali oder Natron. — Dieser Versuch spricht denn zugleich auch gegen die Annahme einiger Chemiker, worunter auch *Berzelius*, dass in den gemischten Lösungen *zweier* Salze stets *vier*, in den von *dreien* stets *neun* Salze etc. vorhanden seyen, indem sich diese zwei oder drei Basen und Säuren stets auf alle Säuren und auf alle Basen vertheilten. Dieser Fall muss sich allerdings mitunter ereignen, und zwar jedes Mal, wenn die zwei oder drei gegebenen Salze *sich* nicht

nur zersetzen können, sondern auch die durch diese Zersetzung gebildeten Salze durch einander zersetzbar sind; wie sich z. B. nicht nur schwefelsaures Natron und salzsaure Bittererde, sondern auch salzsaures Natron und schwefelsaure Bittererde zersetzen. Wie also auch diese oder jene beiden Salze zusammenkommen: in der gleichförmigen Mischung beider müssen stets schwefelsaures Natron, schwefelsaure Bittererde, Kochsalz und salzsaure Bittererde vorhanden seyn.

Einen wichtigen Umstand hat man aber hierbei übersehen, nämlich, dass die Mischungen der in Mineralwässern vorkommenden Salze auch *Doppelsalze* von ganz eigenthümlicher Wirksamkeit enthalten können. — Wie schon angeführt, enthält unser Mineralwasser ganz gewiss ein *Doppelsalz von kohlensaurer Kalkerde und von kohlensaurer Bittererde.* — Auch scheint es, dass der durch Behandlung des Salzrückstandes mit Weingeist ganz mit Natron verbundene Antheil von Schwefelsäure ursprünglich mit Bittererde verbunden gewesen ist, *in dem Wasser selbst aber noch zwischen proportionalen Mengen Natron und Bittererde vertheilt, und beide Salze* — schwefelsaures Natron und schwefelsaure Bittererde — *zu dem bekannten Doppelsalze vereint vorkommen.*

Nun sind $^{1'04055}/_{2}$ = 0,520275 Gr. Schwefelsäure = 0,7885 schwefelsaure Bittererde, welche mit $^{1'8528}/_{2}$ = 0,9264 schwefelsaures Natron, 1,7149 wasserleerem schwefelsaurem Bittererdenatron verbunden seyn müssen. —

Weiter ist nicht daran zu zweifeln, dass die salzsaure Bittererde, wenigstens in im Wasser aufgelösten Zustande, ebenso wie mit dem Kaliumchlorid, auch mit dem Natriumchlorid sich verbinden kann; *wesshalb nicht nur ein jenem schwefelsauren Doppelsalze proportionaler, sondern auch ein der übrigen gefundenen salzsauren Bittererde entsprechender Antheil von wasserleerem salzsaurem Bittererdenatron oder Natrium-Magniumchlorid in Rechnung gebracht*

*wird.* — Hiernach muss sich die Menge des als solches in Rechnung zu bringenden Kochsalzes in etwas vermindern.

Nämlich die Bittererde des nun zu berechnenden schwefelsauren Bittererdenatrons muss der salzsauren Bittererde abgerechnet werden, und es sind 0,7885 schwefelsaure Bittererde = 0,7885 — 0,5202 = 0,2683 Bittererde, welche 0,6245 Magniumchlorid entsprechen. Oben wurden nun 3,5505 Gr. von diesem in Rechnung gebracht, folglich bleiben noch 3,5505 — 0,6245 = 2,9260 Gr. übrig, welche, mit der entsprechenden Menge von Kochsalz = 3,5712 Gr. verbunden, 6,4972 Gr. salzsauren Bittererdenatrons oder Natrium-Magniumchlorids darstellen müssen. Zieht man nun 3,5712 von der oben gefundenen Menge Kochsalzes = 53,3899 Gr. ab, so bleiben 49,8187 Gr., und wird diesen wieder ein der berechneten Menge schwefelsaurer Bittererde proportionaler Antheil von Kochsalz = $^{1,5247}/_{2}$ = 0,7623 Gr. (vergl. oben S. 30) zugefügt, werden endlich 50,5810 Gr. desselben erhalten. —

Nach diesen Grundsätzen ist nun die folgende Tabelle, der Wahrheit bis auf unvermeidliche, schon in den Grundversuchen gelegene Fehler angemessen entwickelt worden. Und sollte auch in den theoretischen Voraussetzungen noch irgend ein anderer Irrthum obwalten, so entsprechen sie doch am meisten den hier gemachten Erfahrungen und aufgestellten festen Thatsachen.

| Gasförmig abscheidbare und fixe Bestandtheile im wasserfreien Zustande. | 25780 Grane enthalten: | Ein Civilpfd. enthält: | 10000 Grane enthalten: |
|---|---|---|---|
| | Kubikzolle | Kubikzolle | Kubikzolle |
| Kohlensäuregas, durch Erhitzung abscheidbar . . . . . | 130,7813 | 38,9614 | 50,7309 |
| Atmosphärische Luft*) . . . . . | 1,6713 | 0,4979 | 0,6483 |
| Summe | 132,4526 | 39,4593 | 51,3792 |
| | Grane | Grane | Grane |
| Kohlensäure, in Wasser aufgelöst . . . . . | 40,2068 | 11,9778 | 15,5960 |
| Doppeltkohlensaure Kalkbittererde . . . . . | 87,3883 | 26,0274 | 33,8898 |
| Kochsalz . . . . . | 50,5810 | 15,0683 | 19,6202 |
| Salzsaures Bittererdenatron . . . . . | 6,4972 | 1,9355 | 2,5202 |
| Schwefelsaures Bittererdenatron . . . . . | 1,7149 | 0,5109 | 0,6652 |
| — Kali . . . . . | 1,6178 | 0,4819 | 0,6274 |
| Kieselerde . . . . . | 0,5625 | 0,1675 | 0,2181 |
| Extractivstoff . . . . . | Spur | Spur | Spur |
| Summe | 188,5685 | 56,1693 | 73,1369 |

*) Vergl. oben S. 18 Anmerkung und S. 28.

Hochwohlgeborener,

Hochzuverehrender Herr!

Unser Geschäftsführer, Herr Specht, hatte bei seiner neulichen Anwesenheit dieses Ihnen, Ihnen die Analysen von dem Ludwigsbrunnen zu überreichen, und Ihnen Mineralwasser Ihrer gütigen Berücksichtigung zu empfehlen.

Wir erlauben uns Ihnen hiermit die gedachten Analysen über dasselbe zu übersenden, und noch Ihrigen zur Unterstützung unserer weiteren unten angegebenen Bitte anzuführen.

Der Ludwigsbrunnen wirkte:

durch ganzliche Entfernung von allen Schwefeltheilen;
durch reiche Ausscheidung mehrere wirksamen fester Bestandtheilen;
vorzugsweise aber durch die in der erdigen Klasse stattfindende Zersetzung. Wenn durch das Wasser von 32 Grad, und die ungemeinlich starke Schwefelsäure des Eisens entstehenden Gesamtsurrogate, wovier ihm alle andern Mineralwasser nachstehen:

für die medizinische Anwendung von ausgezeichnetem Werthe sein, und in höhern Grade das Kissingen Bitterer Wasser wirklich übertreffen.

Die unsern Bemühungen beigelegten Zeugnisse von zwei Herrn Kreisarzt Dr. Hufeland in Berlin, Herrn Ober-Medizinalrath Dr. Koch in Hanau und Herrn Geheimer Sanitätsrath Dr. Stiebel in Frankfurt a/M. sprechen diese Ueberzeugung schon aus und haben uns seitdem vielfältige Erfahrungen andern Arzte die erfreulichsten Zeugnisse

gegeben

gen davon gehörend.

Dasselbe zeigt sich besonders wirksam bei Brustwassersucht, Brust- und Lungentuberkeln, Magenschmerz, Verstopfungen, Gelbsucht und namentlich auch in der Gicht und ihren Folgen, wovon der Dr. Steg-meyer Großh. Hess. Leibarzt in Darmstadt, sich in einem uns jüngst zugekommenen ausführlichen Schreiben sehr zufrieden ausspricht.

Es beschleunigt die Ausleerungen auf keine Weise und kräftigt die betreffenden Organe, um ihre Funktionen wieder ungehemmt zu verrichten, und aus dem Umstande, daß solches die Wirkungen einer übermäßigen Menge geistiger Getränke schnell hebt, läßt sich auf seine heilsamen Wirkungen schließen, in allen den Fällen, wo Verdauungsstörung Statt gefunden hat.

Ferner zeichnet sich nach demselben durch seinen Wohlgeschmack und die in ihm durch besitzende, erfrischende und belebende Kraft vor allen andern Mineralwassern aus, und gewährt es unter den beliebten Mischungen mit Wein und Zucker, Punsch, Milch u. dgl. ein überaus labendes Getränk.

Ihre Excellenz Herr Staats-Minister, und A. M. Herr Geheimer Hofrath Ludwigs wasser in großen Flaschen stets vorräthig, und vermögen daher dasselbe stets in frischer Füllung und billigst zu stellen, welche im Handel fremdschmeckende Fabrikate, bei welchen man sich nicht immer auf die Echtheit des Wassers verlassen kann.

Wir schmeicheln uns, daß Sie diesen einzigen natürlich ausgezeichneten und wohlschmeckenden Mineralwassers Ihrer Empfehlung und Empfehlung würdig finden, dasselbe zur Anwendung und möglichsten Verbreitung recht nützlich verkommen, und dieser nicht ermangeln

Lassen

Bitte ich für gefällig?

daß es Ihnen gefallen möge, dem Ludwigsbrunnenwasser Anwendung in Ihrer Praxis, sowie überhaupt Ihrer gütigen Empfehlung zu Theil werden zu lassen:

nicht übel nehmen und zum Wohl vieler Leidenden, deren Genesung nicht versagen werden.

In dieser angenehmen Hoffnung und indem wir Sie unsere verbindlichste Dankbarkeit wie Vernunft versichern, haben wir die Ehre mit vollkommenster Hochachtung zu verharren

Ew. Hochwohlgeboren

Ludwigsbrunnen b/ Frankfurt am
den 1. April 1845.

ergebenst
Die Verwaltung des Ludwigsbrunnens
in Ihrem Namen
Edzard