



Neue chemische Untersuchung des Kochbrunnens zu Wiesbaden

und Vergleichung der Resultate mit den 1849
von mir erhaltenen.

Von

Dr. R. Fresenius,

Geheimem Hofrathe und Professor.

Als ich 1849 meine grössere Arbeit „Chemische Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau“ mit der Analyse des Kochbrunnens zu Wiesbaden begann*), sprach ich mich dahin aus, dass es zur genauen Kenntniss eines Mineralwassers nicht genüge, dasselbe einmal einer genauen Analyse zu unterwerfen, dass es vielmehr nöthig erscheine, auch zu entscheiden, ob das Wasser in Bezug auf Art, Menge und Verhältniss seiner Bestandtheile unveränderlich oder veränderlich sei und im letzteren Falle, in welchen Grenzen sich die Schwankungen bewegten.

Es ergibt sich leicht, dass letztere Frage nur durch nach Ablauf längerer Zeiträume wiederholte Analysen eines Mineralwassers beantwortet werden kann. Während ich nun für die Mineralquelle zu Niederselters**), die Thermalquellen zu Ems***) und die zu Schlangenbad†) die Grenzen

*) Jahrbücher des Vereins f. Naturkunde im Herzogthum Nassau 6, pag. 145; auch Chem. Untersuch. der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau. I. Der Kochbrunnen zu Wiesbaden. Wiesbaden, bei C. W. Kreidel, 1850.

**) Jahrbücher des Vereins f. Naturkunde im Herzogthum Nassau 19 u. 20, pag. 453; auch Chem. Untersuch. der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau. VIII. Die Mineralquelle zu Niederselters. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1863.

***) Chemische Untersuchung des Kränchens, Fürstenbrunnens, Kesselbrunnens und der neuen Badequelle zu Bad Ems. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1872; auch Journ. f. prakt. Chem. N. F. 6, pag. 53.

†) Jahrbücher des Nassauischen Vereins f. Naturkunde 31 u. 32, pag. 44.

der Schwankungen im Gehalte schon für längere Zeiträume festgestellt habe, blieb die Frage, ob sich das Wasser des Kochbrunnens zu Wiesbaden im Laufe der Jahre ändere oder nicht, bisher unbeantwortet.

Da der Kochbrunnen schon benutzt wurde als die Römer in Wiesbaden ansässig waren, da er ungeheuren Wassermengen liefert, auch jedenfalls aus bedeutender Tiefe kommt, und dies Alles auf grossartige und sich im Ganzen gleich bleibende Entstehungsverhältnisse schliessen lässt, so schien es entsprechend, eine neue Analyse seines Wassers erst nach Ablauf einer längeren Reihe von Jahren vorzunehmen, weil kaum zu erwarten war, dass sich Schwankungen im Gehalte schon nach kürzeren Zwischenräumen würden beobachten lassen.

Zur Wiederholung der Analyse im gegenwärtigen Zeitpunkte bestimmte mich aber auch noch die Erwägung, dass die Bestimmungsmethoden einzelner Bestandtheile vor 36 Jahren noch unvollkommen, die des Lithions aber, da man die Spectralanalyse damals noch nicht kannte, zur Erlangung irgend genauer Resultate ganz unzureichend war, so dass bei der Bedeutung, welche man jetzt dem Lithiongehalte der Mineralquellen zuspricht, eine neue Bestimmung des Lithions sich geradezu als nothwendig erwies. Auch schien es mir von Interesse, einige in kleiner Menge vorhandene Bestandtheile, welche ich 1849 nur nachgewiesen hatte, nunmehr auch quantitativ zu bestimmen.

In der Fassung des Kochbrunnens ist seit 1849 eine wesentliche Umgestaltung nicht vorgenommen worden. Die einzige Veränderung ist ein kleiner Einbau auf der nordwestlichen Seite des Quellenbassins, welcher gemacht wurde, um den Hauptstrom freien Gases in das dem Brunneneingange nahe gelegene Becken zu leiten. In Folge dieser Abänderung zeigt sich das Wasser in dem Becken um ein Geringes concentrirter als das in dem grossen Quellenbassin. Es ist dies entweder die Folge des Umstandes, dass die Quellenzuflüsse in dem Einbau ein wenig concentrirter sind als die übrigen, oder dass in dem Einbau in Folge des reichlichen Durchströmens der Gase eine etwas stärkere Verdunstung des Wassers bewirkt wird als im grossen Quellenbassin.

Da ich nun 1849 das gleichmässig gemischte Wasser des Kochbrunnens untersucht hatte, so musste ich, um eine Vergleichung zu ermöglichen, darauf Bedacht nehmen, dies auch jetzt wieder zu thun, und es liess sich dies dadurch erreichen, dass ich das zur Bestimmung der meisten Bestandtheile erforderliche Wasser dem der Stadt gehörenden Quellenabflusse entnahm, welcher sich in dem kleinen Parke unterhalb der Trinkhalle befindet. Nur zur Bestimmung des Eisenoxyduls, der Kohlensäure und des Stickgases wurde das Wasser dem Quellenbassin entnommen.

In den direct wahrnehmbaren Verhältnissen des Kochbrunnens haben sich seit meiner früheren Untersuchung keine Aenderungen ergeben. Ich verzichte daher hier auf nochmalige Schilderung derselben und verweise in dieser Beziehung, wie auch in Betreff der Temperaturverhältnisse des Kochbrunnens auf meine 1850 erschienene Analyse*). Bakterien oder Bakterienkeime fanden sich, vorgenommener genauer Untersuchung gemäss, in dem Kochbrunnenwasser nicht.

Das specifische Gewicht des Kochbrunnenwassers, nach der von mir angegebenen Methode**) unter Anwendung einer 310 CC. fassenden Flasche mit ausgezogenem graduirtem Halse bei 14° C. bestimmt, ergab sich bei im November 1885 dem Kochbrunnen entnommenem Wasser zu 1,006627. — 1849 hatte ich bei 15° C. 1,00667 und 1,00665 gefunden.

Im Folgenden theile ich nun unter A. die Ergebnisse der neu (in den Monaten September, October und November 1885) ausgeführten Analyse des Kochbrunnenwassers, unter B. die neu (im Januar 1886) ausgeführte Analyse der aus dem Kochbrunnen aufsteigenden Gase, unter C. eine Vergleichung der Resultate der neuen Analyse mit denen meiner 1849 ausgeführten Untersuchung und unter D. eine Berechnung der Mengen der Hauptbestandtheile des Kochbrunnens mit, welche er in einem Jahre liefert.

A. Chemische Analyse des Kochbrunnenwassers.

I. Ausführung.

Die Methode der quantitativen Analyse war im Wesentlichen die, welche ich in meiner Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Auflage, §. 206 bis §. 213, angegeben habe. Nur bei den Bestimmungen der Arsensäure, Phosphorsäure und Borsäure musste ich zur Erzielung möglichst genauer Resultate besondere Verfahrungsweisen anwenden. Dieselben sollen an den betreffenden Stellen genau angegeben werden.

Originalzahlen in Grammen.

1. Bestimmung des Chlors.

a) 101,548 g Wasser lieferten 1,9138 g Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend 18,846260 p. m.

*) Chemische Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau. I. Der Kochbrunnen zu Wiesbaden. Wiesbaden, bei C. W. Kreidel, 1850; auch Jahrbücher des Vereins f. Naturkunde im Herzogthum Nassau 6, pag. 145.

**) Meine Zeitschrift für analyt. Chemie 1, pag. 178.

b) 102,095 g Wasser lieferten 1,9234 g Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend	18,839316 p. m.
Mittel	18,842788 p. m.
Zieht man hiervon ab das dem Brom und Jod entsprechende Brom- und Jodsilber, nämlich:	
für Brom Bromsilber, nach 2b	0,007938 p. m.
für Jod Jodsilber, nach 2a	0,000026 » »
Summe	0,007964 p. m.
so bleibt Chlorsilber	18,834824 p. m.
entsprechend Chlor	4,657806 » »

2. Bestimmung des Broms und Jods.

a) 50850 g Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dass zu dessen Ueberführung in Jodnatrium 2,20 CC. einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron erforderlich waren, von welcher 3,15 CC. 0,001 g Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,000698 g, entsprechend 0,000014 p. m.
entsprechend Jodsilber 0,000026 » »

b) Die vom Jod getrennte Lösung gab, mit Silberlösung gefällt, 3,9528 g Chlor-Bromsilber.

α) 1,1330 g desselben ergaben im Chlorstrom geschmolzen eine Gewichtsabnahme von 0,0274 g. Die Gesamtmenge des Chlor-Bromsilbers hätte somit abgenommen um 0,095593 g

β) 1,2197 g Chlor-Bromsilber nahmen ab 0,0295 g, demnach die Gesamtmenge 0,095604 »

Abnahme des Chlor-Bromsilbers im Mittel 0,095599 g

Hieraus berechnet sich der Bromgehalt der 50850 g Wasser zu 0,171795 g Brom oder 0,003378 p. m.
entsprechend Bromsilber 0,007938 » »

3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 505,77 g Wasser lieferten 0,0775 g schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure 0,052611 p. m.

b) 503,43 g Wasser lieferten 0,0772 g schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure 0,052653 » »

Mittel 0,052632 p. m.

4. Bestimmung der Kohlensäure.

a) 267,515 g Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0,1803 g, entsprechend . . .	0,673981 p. m.
b) 252,751 g Wasser lieferten 0,1714 g Kohlen- säure, entsprechend	0,678138 » »
Mittel . .	0,676060 p. m.

5. Bestimmung der Kieselsäure.

a) 1901,7 g Wasser lieferten 0,1196 g Kieselsäure, entsprechend	0,062891 p. m.
b) 2062,8 g Wasser lieferten 0,1290 g Kieselsäure, entsprechend	0,062536 » »
Mittel . .	0,062714 p. m.

6. Bestimmung des Kalks.

a) Das in 5a erhaltene Filtrat wurde, nachdem das Eisenoxyd abgeschieden, wiederholt mit oxalsaurem Ammon gefällt. Die oxalsauren Salze ergaben in kohlensaure Ver- bindungen übergeführt 1,6179 g kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend	0,850765 p. m.
b) Das Filtrat von 5b lieferte 1,7544 g, entsprechend	0,850494 » »
Mittel . .	0,850630 p. m.
Zieht man hiervon ab die nach 12c vorhandene Menge kohlensauren Strontians mit	0,017627 » »
so bleibt kohlensaurer Kalk . .	0,833003 p. m.
entsprechend Kalk	0,466482 » »

7. Bestimmung der Magnesia.

a) Das Filtrat von 6a lieferte 0,4473 g pyrophosphor- saure Magnesia, entsprechend Magnesia	0,084760 p. m.
b) Das Filtrat von 6b lieferte 0,4831 g pyrophosphor- saure Magnesia, entsprechend Magnesia	0,084395 » »
Mittel . .	0,084578 p. m.

8. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) 505,77 g Wasser lieferten 3,5613 g vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend	7,041343 p. m.
b) 503,43 g Wasser lieferten 3,5404 g Chloralkali- metalle, entsprechend	7,032557 » »
Mittel . .	7,036950 p. m.

9. Bestimmung des Kalis.

Aus den in 8 erhaltenen Chloralkalimetallen wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid abgeschieden.

a) 505,77 g Wasser lieferten 0,3061 g Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,116853 p. m.
b) 503,43 g Wasser lieferten 0,2963 g Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,113636 » »
Mittel	0,115245 p. m.
entsprechend Chlorkalium	0,182392 » »

10. Bestimmung des Lithions.

19250 g Wasser lieferten reines basisch phosphorsaures Lithion 0,4050 g, entsprechend Lithion . . .	0,008168 p. m.
oder Chlorlithium	0,023104 » »

11. Bestimmung des Eisenoxyduls.

Im Kochbrunnenwasser ist das Eisenoxydul anfangs gänzlich in Form von doppeltkohlensaurem Eisenoxydul in Lösung. Sobald aber der Sauerstoff der Luft auf das heisse Wasser einwirkt, beginnt das Eisenoxydul in Oxyd überzugehen, welches in Form von phosphorsaurem, arsensaurem und kieselsaurem Eisenoxyd, später von Eisenoxydhydrat sich ausscheidet. In Folge dieses Umstandes erscheint das Kochbrunnenwasser, welches ja in dem weiten Bassin dem ungehinderten Einfluss der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, nicht völlig klar, sondern durch die in Suspension befindlichen, noch sehr fein zertheilten Eisenoxydverbindungen etwas trüblich. Ich habe diese Einwirkung bei meiner 1849 ausgeführten Untersuchung eingehend studirt und in dem Abschnitte D. „Veränderungen, welche das Kochbrunnenwasser an der Luft erleidet“, dargelegt.

Auch bei der neuen Untersuchung versuchte ich wiederum das in Lösung befindliche doppeltkohlensaure Eisenoxydul durch rasches Filtriren von den suspendirten Eisenoxydverbindungen zu trennen und jenes wie diese gesondert zu bestimmen, gelangte aber auch diesmal wieder zu der Ueberzeugung, dass die auf dem Filter bleibenden Eisenoxydverbindungen nur zum kleineren Theile aus den im geschöpften Wasser schon vorhandenen überaus feinen Flöckchen bestehen, der Hauptmenge nach aber jedenfalls aus solchen, welche sich erst durch die Luftwirkung während des Filtrirens abscheiden. Ich gebe daher im Folgenden die Resultate zwar zunächst getrennt, glaube aber schliesslich doch, ebenso wie ich es auch in meiner früheren Untersuchung gethan habe, die ganze in dem möglichst klar aus dem Kochbrunnenbassin geschöpften Wasser enthaltene Eisenmenge als

kohlensaures, beziehungsweise doppeltkohlensaures Eisenoxydul aufführen zu müssen.

a) 5832 g möglichst klar geschöpften, an der Quelle rasch filtrirten Wassers lieferten 0,0191 g Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul 0,002948 p. m.

b) 5954 g filtrirten Wassers lieferten 0,0200 g Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul 0,003023 » »

Mittel 0,002986 p. m.

Der auf dem Filter erhaltene Niederschlag von beiden Wassermengen, somit von 11786 g, lieferte Eisenoxyd 0,0156 g, entsprechend Eisenoxydul 0,001191 » »

Somit beträgt die gesammte im Wasser enthaltene Eisenmenge, ausgedrückt als Eisenoxydul 0,004177 p. m.

12. Bestimmung des Manganoxyduls, des Baryts und Strontians.

50850 g Wasser lieferten:

a) 0,0344 g wasserfreies Mangansulfür, entsprechend Manganoxydul 0,000552 p. m.

b) 0,0647 g schwefelsauren Baryt, entsprechend Baryt 0,000835 » »

c) 1,1151 g schwefelsauren Strontian, entsprechend Strontian 0,012369 » »

13. Bestimmung des Ammons.

1614,5 g Wasser wurden unter Zusatz von etwas gebrannter Magnesia in einer Retorte abdestillirt und das Destillat in einer etwas Salzsäure enthaltenden Vorlage aufgefangen. Der entstandene Salmiak, in Ammoniumplatinchlorid und dieser durch Glühen in metallisches Platin übergeführt, lieferte 0,0508 g Platin, entsprechend Ammonium 0,005757 p. m.

14. Bestimmung der Borsäure.

36350 g Wasser wurden mit kohlensaurem Kali bis zur deutlich alkalischen Reaction versetzt und durch Abdampfen stark concentrirt. Der sich hierbei abscheidende Niederschlag wurde abfiltrirt, ausgewaschen und, da er sich bei vorgenommener Prüfung noch als borsäurehaltig erwies, in Salzsäure gelöst und diese Lösung nach dem Verdünnen mit Wasser nochmals in Siedehitze mit kohlensaurem Kali gefällt. Das von dem nun bor-

säurefreien Niederschlage getrennte Filtrat wurde mit dem ersten vereinigt und bis zur feuchten Salzmasse eingedampft, die Borsäure durch Ansäuern mit Salzsäure in Freiheit gesetzt und mit Alkohol von 96 Volumprocent extrahirt. Auf diese Weise ergab sich eine alle Borsäure enthaltende alkoholische Lösung, die mit Kalilauge im Ueberschusse versetzt, abdestillirt und auf einen kleinen Rest eingedampft wurde. Den Rückstand säuerte man wieder mit Salzsäure an, extrahirte mit Alkohol, behandelte die alkoholische Lösung wie zuvor und verfuhr mit dem sich hierbei ergebenden Abdampfungsrückstände noch ein drittes Mal in gleicher Weise. Die schliesslich erhaltene geringe Salzmasse behandelte man mit siedendem Wasser, filtrirte von einem unbedeutenden, im Wesentlichen aus Magnesiahydrat bestehenden Rückstand ab, löste diesen nach dem Auswaschen mit siedendem Wasser in etwas Salzsäure, fällte mit Kalilauge und etwas kohlensaurem Kali, filtrirte, vereinigte beide Filtrate und hatte nun eine von alkalischen Erden freie Lösung, welche neben etwas Kalihydrat alle Borsäure und etwas Kieselsäure in Gestalt von Alkalisalzen neben einer mässigen Menge anderer Alkalisalze enthielt. Zur Abscheidung der Borsäure aus dieser Lösung wählte ich das Verfahren von A. Stromeyer. Die Lösung wurde sonach in einer Platinschale mit Fluorwasserstoffsäure im Ueberschuss versetzt und zur Trockne verdampft, der Rückstand mit einer Auflösung von 1 Theil essigsaurem Kali in 4 Theilen Wasser behandelt und der zurückbleibende Niederschlag zunächst mit derselben Lösung, dann mit Weingeist von 84 Volumprocent ausgewaschen. Da das so erhaltene Borfluorkalium noch Kieselfluorkalium enthielt, löste man dasselbe in siedendem Wasser, setzte Ammon zu, verdampfte, löste wieder in siedendem Wasser, setzte abermals Ammon zu und operirte so 8 Mal. Hierdurch wurde das Silicium als Kieselsäure abgeschieden. Die Menge des erhaltenen reinen Borfluorkaliums betrug 0,0756 g, entsprechend Borsäure 0,000577 p. m.

15. Bestimmung der Arsensäure und der Phosphorsäure.

a) Die früher von mir und Anderen ausgeführten Bestimmungen der im Kochbrunnenwasser enthaltenen Arsensäure gründeten sich alle auf Ermittlung der Arsensäure und des Eisenoxyds im Quellensinter und Berechnung der Arsensäure im Kochbrunnenwasser unter der Annahme, dass das im Sinter gefundene Verhältniss zwischen beiden auch für das Wasser Geltung habe. Da aber diese Annahme auf unsicherer Grundlage ruht, so unternahm ich nunmehr eine ganz directe Bestimmung der Arsensäure unter Verwendung einer grossen Wassermenge. Das Verfahren war folgendes: 92650 g Wasser, der Inhalt zweier grosser Ballons, wurden mit etwas unterchlorigsaurem Natron versetzt, dann mit Salzsäure bis zu

deutlich saurer Reaction. Man fügte nun noch etwas Eisenchlorid, dann überschüssigen gefällten, reinen kohlensauren Kalk zu, mischte wiederholt und liess schliesslich den entstandenen ockerfarbenen Niederschlag sich absetzen. Derselbe musste neben überschüssigem Eisenoxydhydrat alle Arsensäure und Phosphorsäure enthalten. Man filtrirte ihn ab, wusch ihn aus, löste in Salzsäure von 1,10 spec. Gew., brachte die Lösung in einen Destillirapparat, fügte Eisenchlorür zu, destillirte bis auf einen kleinen Rest ab, fügte zum Rückstand wieder von derselben Salzsäure, destillirte neuerdings und wiederholte dies, bis das letzte Destillat durch Schwefelwasserstoff nicht mehr gefällt wurde. Die vereinigten Destillate, mit Schwefelwasserstoff gefällt, ergaben 0,0150 g Arsensulfür, entsprechend Arsensäure 0,000151 p. m.

Um Zweifel an der Zuverlässigkeit des Resultates zu beseitigen, will ich noch ausdrücklich bemerken, dass alle verwandten Reagentien in analoger Art geprüft und als arsenfrei befunden worden waren.

b) Der in a) erhaltene Destillationsrückstand lieferte, erst so, dann wiederholt mit Salpetersäure im Wasserbade verdampft, und nach Abscheidung der Phosphorsäure als phosphormolybdänsaures Ammon, pyrophosphorsaure Magnesia 0,0019 g, entsprechend Phosphorsäure . . . 0,000013 p. m.

16. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 8) . . . 7,036950 p. m.
Davon geht ab:

Chlorkalium (nach 9) . . . 0,182392 p. m.

Chlorlithium (nach 10) . . . 0,023104 » »

Summe . . . 0,205496 » »

Rest: Chlornatrium . . . 6,831454 p. m.

entsprechend Natron 3,624758 » »

17. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen des erhaltenen Rückstandes in einer Atmosphäre von kohlen-saurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

a) 310,337 g Wasser lieferten Sulfate etc. 3,1086 g,
entsprechend 10,016853 p. m.

b) 305,154 g Wasser lieferten 3,0557 g Sulfate,
entsprechend 10,013632 » »

Mittel . . . 10,015243 p. m.

18. Bestimmung des Stickgases.

599,6 g Wasser lieferten beim Auskochen 3,19 CC. feuchtes Stickgas bei 17,5° C. und 754 — 18 Mm. Druck = 2,844 CC. bei 0° C. und 760 Mm. Druck. Demnach enthalten 1000 g 0,005958 g.

II. Berechnung der Analyse.

a) Schwefelsaurer Baryt.

Baryt ist vorhanden (nach 12b)	0,000835 p. m.
bindend Schwefelsäure	0,000437 » »
zu schwefelsaurem Baryt . . .	0,001272 p. m.

b) Schwefelsaurer Strontian.

Strontian ist vorhanden (nach 12c)	0,012369 p. m.
bindend Schwefelsäure	0,009560 » »
zu schwefelsaurem Strontian . . .	0,021929 p. m.

c) Schwefelsaurer Kalk.

Schwefelsäure ist im Ganzen vorhanden (nach 3) . . .	0,052632 p. m.
Davon ist gebunden:	
an Baryt (a)	0,000437 p. m.
» Strontian (b)	0,009560 » »
Summe . . .	0,009997 » »
Rest: Schwefelsäure . . .	0,042635 p. m.
bindend Kalk	0,029845 » »
zu schwefelsaurem Kalk . . .	0,072480 p. m.

d) Phosphorsaurer Kalk.

Phosphorsäure ist vorhanden (nach 15b)	0,000013 p. m.
bindend Kalk (3 Aequivalente)	0,000015 » »
zu phosphorsaurem Kalk . . .	0,000028 p. m.

e) Arsensaurer Kalk.

Arsensäure ist vorhanden (nach 15a)	0,000151 p. m.
bindend Kalk (2 Aequivalente)	0,000074 » »
zu arsensaurem Kalk . . .	0,000225 p. m.

f) Borsaurer Kalk.

Borsäure ist vorhanden (nach 14)	0,000577 p. m.
bindend Kalk	0,000462 » »
zu borsaurem Kalk . . .	0,001039 p. m.

g) Bromnatrium.

Brom ist vorhanden (nach 2b)	0,003378 p. m.
bindend Natrium	0,000973 » »
zu Bromnatrium	0,004351 p. m.

h) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (nach 2a)	0,000014 p. m.
bindend Natrium	0,000003 » »
zu Jodnatrium	0,000017 p. m.

i) Chlornatrium.

Natron ist vorhanden (nach 16)	3,624758 p. m.
entsprechend Natrium	2,690542 » »
Davon ist gebunden:	
an Brom (g)	0,000973 p. m.
» Jod (h)	0,000003 » »
Summe	0,000976 » »
Rest: Natrium	2,689566 p. m.
bindend Chlor	4,139410 » »
zu Chlornatrium	6,828976 p. m.

k) Chlorkalium.

Kali ist vorhanden (nach 9)	0,115245 p. m.
entsprechend Kalium	0,095683 » »
bindend Chlor	0,086709 » »
zu Chlorkalium	0,182392 p. m.

l) Chlorlithium.

Lithion ist vorhanden (nach 10)	0,008168 p. m.
entsprechend Lithium	0,003818 » »
bindend Chlor	0,019286 » »
zu Chlorlithium	0,023104 p. m.

m) Chlorammonium.

Ammonium ist vorhanden (nach 13)	0,005757 p. m.
bindend Chlor	0,011316 » »
zu Chlorammonium	0,017073 p. m.

n) Chlорcalcium.

Chlor ist vorhanden (nach 1)	4,657806 p. m.
------------------------------	----------------

Davon ist gebunden:

an Natrium (i)	4,139410 p. m.
» Kalium (k)	0,086709 » »
» Lithium (l)	0,019286 » »
» Ammonium (m)	0,011316 » »

Summe . . . 4,256721 p. m.

Rest: Chlor . . . 0,401085 p. m.

bindend Calcium 0,226218 » »

zu Chlorcalcium . . . 0,627303 p. m.

o) Kohlensaurer Kalk.

Kalk ist vorhanden (nach 6) 0,466482 p. m.

Davon ist gebunden:

als Calcium an Chlor (n)	0,316705 p. m.
an Phosphorsäure (d)	0,000015 » »
» Arsensäure (e)	0,000074 » »
» Borsäure (f)	0,000462 » »

Summe . . . 0,317256 » »

Rest: Kalk . . . 0,149226 p. m.

bindend Kohlensäure 0,117249 » »

zu einfach kohlensaurem Kalk . . . 0,266475 p. m.

p) Kohlensaure Magnesia.

Magnesia ist vorhanden (nach 7) 0,084578 p. m.

bindend Kohlensäure 0,093036 » »

zu einfach kohlensaurer Magnesia . . . 0,177614 p. m.

q) Kohlensaures Eisenoxydul.

Eisenoxydul ist vorhanden (nach 11) 0,004177 p. m.

bindend Kohlensäure 0,002553 » »

zu einfach kohlensaurem Eisenoxydul . . . 0,006730 p. m.

r) Kohlensaures Manganoxxydul.

Manganoxxydul ist vorhanden (nach 12a) 0,000552 p. m.

bindend Kohlensäure 0,000342 » »

zu einfach kohlensaurem Manganoxxydul . . . 0,000894 p. m.

s) Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (nach 5) 0,062714 p. m.

t) Freie Kohlensäure.

Kohlensäure ist vorhanden (nach 4) 0,676060 p. m.

Davon ist gebunden zu neutralen Salzen:

an Kalk (o)	0,117249 p. m.	
» Magnesia (p)	0,093036 » »	
» Eisenoxydul (q)	0,002553 » »	
» Manganoxydul (r)	0,000342 » »	
Summe	0,213180 p. m.	
Rest	0,462880 p. m.	

Davon ist mit den einfach kohlensauren Salzen zu Bicarbonaten verbunden

0,213180 » »

Völlig freie Kohlensäure 0,249700 p. m.

III. Controle der Analyse.

Berechnet man die einzelnen Bestandtheile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstande enthalten sein müssen, der in 17 durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so erhält man folgende Zahlen:

Gefunden Natron 3,624758 p. m., berechnet als schwefel-	
saures Natron	8,295838 p. m.
» Kali 0,115245 p. m., berechnet als schwefel-	
saures Kali	0,213055 » »
» Lithion 0,008168 p. m., berechnet als schwefel-	
saures Lithion	0,029920 » »
» Baryt 0,000835 p. m., berechnet als schwefel-	
saurer Baryt	0,001272 » »
» Strontian 0,012369 p. m., berechnet als schwefel-	
saurer Strontian	0,021929 » »
» Kalk 0,466482 p. m., berechnet als schwefel-	
saurer Kalk	1,132885 » »
» Magnesia 0,084578 p. m., berechnet als schwefel-	
saure Magnesia	0,253734 » »
» Eisenoxydul 0,004177 p. m., berechnet als	
Eisenoxyd	0,004641 » »
» Manganoxydul 0,000552 p. m., berechnet als	
schwefelsaures Manganoxydul	0,001174 » »
» arsensaurer Kalk	0,000225 » »
» phosphorsaurer Kalk	0,000028 » »
» Kieselensäure	0,062714 » »
Summe	10,017415 p. m.

Hiervon ab schwefelsaurer Kalk für arsensauren und phosphorsauren Kalk	0,000216 p. m.
bleiben Sulfate etc.	10,017199 p. m.
Direct gefunden (nach 17)	10,015243 » »

IV. Zusammenstellung der Resultate.

Bestandtheile des Kochbrunnens zu Wiesbaden.

a) Die kohlensauren Salze als einfache Carbonate berechnet.

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandtheile:

	In 1000 Gewichtstheilen.
Chlornatrium	6,828976
Chlorkalium	0,182392
Chlorlithium	0,023104
Chlorammonium	0,017073
Chlorcalcium	0,627303
Bromnatrium	0,004351
Jodnatrium	0,000017
Schwefelsaurer Kalk	0,072480
» Strontian	0,021929
» Baryt	0,001272
Kohlensaurer Kalk	0,266475
Kohlensaure Magnesia	0,177614
Kohlensaures Eisenoxydul	0,006730
» Manganoxydul	0,000894
Arsensaurer Kalk	0,000225
Phosphorsaurer Kalk	0,000028
Borsaurer Kalk	0,001039
Kieselsäure	0,062714
Summe	8,294616
Kohlensäure, mit den einfachen Carbonaten zu Bicarbonaten verbundene	0,213180
Kohlensäure, völlig freie	0,249700
Stickgas	0,005958
Summe aller Bestandtheile	8,763454

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandtheile:

Rubidium, Caesium, Salpetersäure, Titansäure, Kupfer, Schwefelwasserstoff, organische Substanzen, sämmtliche in sehr geringen Spuren.

b) Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bicarbonate berechnet.

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandtheile:

	In 1000 Gewichtstheilen.
Chlornatrium	6,828976
Chlorkalium	0,182392
Chlorlithium	0,023104
Chlorammonium	0,017073
Chlorcalcium	0,627303
Bromnatrium	0,004351
Jodnatrium	0,000017
Schwefelsaurer Kalk	0,072480
» Strontian	0,021929
» Baryt	0,001272
Doppelt kohlensaurer Kalk	0,383724
» kohlensäure Magnesia	0,270650
» kohlensaures Eisenoxydul	0,009283
» » Manganoxydul	0,001236
Arsensaurer Kalk	0,000225
Phosphorsaurer Kalk	0,000028
Borsaurer Kalk	0,001039
Kieselsäure	0,062714
Summe	8,507796
Kohlensäure, völlig freie	0,249700
Stickgas	0,005958
Summe aller Bestandtheile	8,763454

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandtheile:

Siehe a.

B. Analyse der aus dem Kochbrunnen aufsteigenden Gase.

Zur Analyse der aus dem Kochbrunnen frei ausströmenden Gase senkte ich einen grossen, in geeigneter Weise beschwerten Blechtrichter in das dem Brunneneingang nahe gelegene Becken, verband die Röhre des Trichters mit einem Kautschukschlauch, dessen Ende eine aufwärts gebogene, in eine mit Kochbrunnenwasser gefüllte Wanne eintauchende Glasröhre trug. Aus dieser trat alsbald ein ununterbrochener starker Gasstrom aus. Nachdem das Gas etwa 1 Stunde lang ausgeströmt war, so dass man sicher sein konnte, dass demselben atmosphärische Luft nicht mehr beigemengt war,

wurde zunächst das Verhältniss der durch Kalilauge absorbirbaren Kohlen- säure zu den durch Kalilauge nicht absorbirbaren Gasen bestimmt. Zu dem Ende füllte man graduirte Messröhren ganz mit dem ausströmenden Gas, schloss sie durch Quecksilber ab, transportirte sie so in das Labora- torium und bestimmte dann den durch Kalilauge absorbirbaren Theil des Gases.

Zwei am 30. Januar 1886 vorgenommene Untersuchungen er- gaben, nach Berechnung der Gase auf 0° und 760 Mm. Druck, folgende Werthe:

a) 100 CC. enthalten unabsorbirbare Gase . .	11,13 CC.
b) 100 » » » » . .	11,28 »

Am 3. Februar 1886 vorgenommene Versuche lieferten:

a) 100 CC. enthalten unabsorbirbare Gase . .	11,32 CC.
b) 100 » » » » . .	11,07 »

Mittel aller Versuche . . 11,20 CC.

Die qualitative Untersuchung des unabsorbirbaren Gases zeigte, dass dasselbe unbestimmbare Spuren von Sauerstoff und eine geringe Menge leichten Kohlenwasserstoffgases enthielt.

Zur Bestimmung des letzteren stellte ich mir zunächst eine grössere Menge unabsorbirbaren Gases durch Einleiten der Quellengase in mit Kali- lauge gefüllte und durch solche abgesperrte Kolben dar und analysirte das durch längere Einwirkung überschüssiger Kalilauge von Kohlensäure gänzlich befreite Gas nach der von mir angegebenen elementaranalytischen Methode*). Die erhaltenen Zahlen sind folgende:

a) 816 CC. Gas von 0° und 760 Mm. Druck lieferten Kohlensäure	0,0080 g
b) 784,5 » » » 0° » 760 » » » » »	0,0069 »

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass 100 CC. des nicht absorbirbaren Gases von 0° und 760 Mm. Druck enthalten:

nach Versuch a . . .	0,498 CC. leichtes Kohlenwasserstoffgas,
» » b . . .	0,446 » » »
im Mittel . .	0,472 CC. leichtes Kohlenwasserstoffgas.

Die Zusammensetzung der aus dem Kochbrunnen frei ausströmenden Gase berechnet sich somit also:

*) Zeitschrift für analyt. Chemie 3, pag. 339.

100 CC. enthalten:

Kohlensäure	88,800 CC.
Stickgas mit einer Spur Sauerstoff . . .	11,147 »
Leichtes Kohlenwasserstoffgas	0,053 »
	100,000 CC.

C. Vergleichung der Resultate der neu (1885) ausgeführten Analyse des Kochbrunnenwassers mit denen, welche die von mir früher (1849) angestellte Untersuchung geliefert hatte.

Wollte man diese Vergleichung in der Weise vornehmen, dass man die auf Salze berechneten Schlussergebnisse beider Analysen mit einander in Vergleichung zöge, so würde man keinen richtigen Einblick in die wirklichen Unterschiede der Resultate beider Analysen gewinnen, weil sich die Anschauungen in Betreff der Art, wie man Basen und Säuren zu Salzen bindet, in neuerer Zeit etwas geändert haben*), und sich somit in den Mengen einzelner Salze Unterschiede ergeben, welche in keiner Weise auf einer Veränderung des Wassers beruhen.

Besser würde der Zweck schon erreicht werden, wenn man die Einzelbestandtheile — die Basen oder Metalle, die Säuren und Halogene — einander gegenüberstellte, wie solche in meiner 1850 erschienenen Abhandlung und in der vorliegenden aufgeführt sind. Aber auch eine solche Vergleichung würde nicht, wenigstens nicht ohne Commentar, erkennen lassen, dass die Einzelbestandtheile in gleichen Verbindungsformen abgeschieden und bestimmt worden sind; auch würde auf diese zur Vergleichung kommenden Werthe der Umstand nicht ohne Einfluss sein, dass manche Aequivalentgewichte seit 1850 berichtigt worden sind.

Eine unbedingt sichere Grundlage zur Entscheidung der Frage, ob und in welchem Grade sich das Kochbrunnenwasser seit 36 Jahren verändert habe, liefern dagegen die 1849 und die jetzt bei Anwendung derselben analytischen Methoden direct erhaltenen, die wirklich gewogenen Substanzen angehenden Originalzahlen, aus denen damals wie jetzt die Einzelbestandtheile berechnet worden sind; denn bei ihrer Vergleichung ergeben sich Uebereinstimmung oder Verschiedenheit unmittelbar und unbeeinflusst von den berichtigten Aequivalentgewichten.

Wie weit solche unbedingt vergleichbare Werthe angeführt werden können, ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung.

*) Vergl. E. Bohlig, Zeitschrift für analyt. Chemie 17, pag. 301 und 18, pag. 195.

In 1000 Gewichtstheilen Kochbrunnenwasser fand ich:

	1849.	1885.
Chloralkalimetalle	7,031870	7,036950
Chlorsilber, einschliesslich der geringen Mengen Brom- und Jodsilber . .	18,891000	18,842788
Schwefelsauren Baryt aus Sulfaten . .	0,154429	0,153290
Kohlensauren Kalk und Strontian . .	0,909500	0,850630
Pyrophosphorsaure Magnesia	0,254250	0,234703
Kieselsäure	0,060200	0,062714
Platin (aus Ammoniumplatinchlorid) .	0,030794*)	0,031465

Als zur Vergleichung nicht ganz gleichberechtigt erscheinen mir die folgenden Zahlen, welche zum Theil nach verschiedenen Methoden ermittelt, zum Theil auch aus verschiedenen Verbindungsformen abgeleitet sind, weshalb ich auch die Einzelbestandtheile als solche nebeneinander stelle. Die für Kali gefundenen Werthe habe ich, obgleich die Kalibestimmungen 1849 und jetzt im Wesentlichen nach derselben Methode ausgeführt sind, auch in diese Zusammenstellung aufgenommen, weil die Resultate, welche man bei der Trennung kleiner Chlorkaliummengen von grossen Quantitäten Chlornatrium erhält, von kleinen Modificationen bei der Ausführung beeinflusst werden und überhaupt in Betreff der Genauigkeit zu wünschen übrig lassen.

In 1000 Gewichtstheilen Kochbrunnenwasser fand ich:

	1849.	1885.
Brom	0,003066	0,003378
Kohlensäure im Ganzen	0,699910	0,676060
Kali	0,092221	0,115245
Eisenoxydul	0,003470	0,004177
Manganoxydul	0,000370	0,000552

Für nicht vergleichbar endlich halte ich die 1849 gefundenen Zahlen für Lithion, Arsensäure und Phosphorsäure, weil die damals bekannten und zur Bestimmung angewandten Methoden zu ungenau waren, um vergleichbare Zahlen zu liefern.

Überschaut man nun die zusammengestellten Zahlen, so ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

Die Menge der Hauptbestandtheile des Kochbrunnens, also der Chloralkalimetalle, wie der Chlorverbindungen überhaupt, hat sich seit 36 Jahren nicht oder wenigstens so gut als nicht verändert, und fast das Gleiche gilt von der Schwefelsäure, oder in anderem Ausdrucke, den schwefelsauren alkalischen Erden; dagegen zeigen Kalk und Magnesia, und zwar die Car-

*) Aus dem gewogenen Ammoniumplatinchlorid berechnet.

bonate derselben, eine geringe aber unverkennbare Abnahme, während die Menge der Kieselsäure eine geringe und, wenn man auch die Zahlen der zweiten Kategorie in Betracht zieht, die des Eisen- und Manganoxyduls eine etwas bedeutendere Zunahme erkennen lassen.

Diese Schlussfolgerungen lassen auf ungemein grossartige Entstehungsverhältnisse des Kochbrunnens schliessen und bieten die beruhigende Zuversicht, dass das Wasser desselben ein in seiner Zusammensetzung sich kaum irgend veränderndes Heilmittel ist und sicher auch während langer Zeiträume bleiben wird.

Von Interesse ist es weiter aus der neuen Analyse zu ersehen, dass der Kochbrunnen einen nicht ganz unbeträchtlichen Gehalt an Chlorlithium enthält, so dass er zu den daran reicheren salinischen Quellen gerechnet werden muss.

D. Berechnung der Menge der Hauptbestandtheile, welche der Kochbrunnen in einem Jahre liefert.

Da in neuerer Zeit Einrichtungen getroffen sind, welche eine genaue Messung der vom Kochbrunnen in einer bestimmten Zeit gelieferten Wassermenge gestatten, so lässt sich jetzt und nachdem die fast unverändert bleibende Zusammensetzung des Kochbrunnenwassers bewiesen ist, die interessante Frage, welche Quantitäten der einzelnen Bestandtheile der Kochbrunnen in einem Jahre liefert, genau beantworten.

Ich habe daher in Betreff der Hauptbestandtheile des Kochbrunnenwassers diese Berechnung ausgeführt, und zwar einerseits auf Grund der neuesten Wassermessung, deren Resultat Herr E. Winter, Director des Wiesbadener Gas- und Wasserwerks, die Güte hatte mir am 6. Januar 1886 mitzutheilen, wonach der Kochbrunnen in 1 Minute 380 Liter Wasser liefert, andererseits auf Grund der durch die neue Analyse ermittelten Zusammensetzung des Kochbrunnenwassers. Die Resultate der Berechnung ergeben sich aus folgender Uebersicht.

Der Kochbrunnen liefert in einem Jahre:

Chlornatrium	1364142	kg
Chlorkalium	36430	»
Chlorlithium	4614	»
Chlorcalcium	125290	»
Schwefelsauren Kalk	14476	»
» Strontian	4380	»
Kohlensauren Kalk	53228	»

Kohlensaure Magnesia	35472 kg
Kohlensaures Eisenoxydul	1344 »
Kieselsäure	12523 »
Gelöste feste Bestandtheile im Ganzen . .	1656735 »

Man erkennt leicht, zu welch' ungeheuren Zahlen man gelangt, wenn man die Mengen auf Jahrtausende berechnet, d. h. auf die Zeiträume, während deren die Thermalquellen Wiesbadens sicher schon zu Tage getreten sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Fresenius Remigius C.

Artikel/Article: [Neue chemische Untersuchung des Kochbrunnens zu Wiesbaden und Vergleichung der Resultate mit den 1849 von mir erhaltenen. 1-20](#)