

Chemische Untersuchung

der

# Stahlquelle des Höllensprudels

zu

## Hölle

bei Bad Steben (Bayern).

---

Ausgeführt

im

**Chemischen Laboratorium Fresenius**

von

**Professor Dr. Ernst Hintz,**

Direktor und Mitinhaber des Chemischen Laboratoriums Fresenius zu Wiesbaden.





In der Nähe der Station Hölle (Bayern), in dem Winkel, welchen die von Marxgrün abzweigenden Bahnlinien Marxgrün—Hölle—Triptis und Marxgrün—Höllental—Bad Steben bilden, nur etwa drei Minuten von der Station Hölle entfernt, ist von Herrn Dr. Fritz Wiede, Rosental (Reufs), unweit der Selbitz ein mächtiger, stark kohlenensäurehaltiger Sprudel erbohrt worden. Über denselben sind mir folgende Angaben gemacht worden:

„Im Frühjahr 1902 wurde nach fast 1/2jähriger, sehr schwieriger Bohrarbeit im oberfränkischen »Höllental« bei Marxgrün — in der Nähe von Hof (Bayern) — ein neuer Sprudel erbohrt, der den Namen »Höllensprudel« erhielt. Anlaß zu dieser Bohrung gab dem Besitzer der Quelle, Herrn Dr. Fritz Wiede, das von alters her bekannte, im Höllental nicht seltene Auftreten von Eisensäuerlingen. Nach Gümbels\*) Ansicht stehen die Säuerlinge des Höllentals in genetischem Zusammenhange mit den häufigen, in der Gegend vorkommenden Eisenerzgängen. Auf tief in das Innere des Gebirges hinabreichenden Spalten, denen auch die Erzgänge ihren Ursprung verdanken, steigen die Säuerlinge gewöhnlich an solchen Stellen ans Tageslicht empor, wo die Erzgänge eine Talsohle durchqueren.

Die Tiefe des Höllensprudel-Bohrlochs beträgt 262 Meter. Die oberste Schicht bis zu 12 Meter wird von stark ockerhaltigem, lehmigem Flußgeröll gebildet, das — ohne daß sich eine scharfe Grenze ziehen läßt — in den das umliegende Gebirge bildenden Diabastuff (Schalstein) übergeht. Dieser ist auch in der Hauptsache in der ganzen Tiefe des Bohrlochs angetroffen worden; nur wechselten bald rein tuffige, bald konglomeratartige, bald diabasartige Lagen dieses Gesteins mit zum Teil sehr verschiedenen Härte- und Dichtegraden unter einander ab.

Die bei 15—30 Meter Tiefe hervortretenden geringen Wasser- und Kohlen säuremengen zeigten eine Temperatur von nur 10° Cels. Mit der Tiefe nahmen sie jedoch besonders nach Durchschlagen

\*) S. Geologische Beschreibung von Bayern 1894, S. 562.

sehr klüftiger Partien an Stärke und Wärme bedeutend zu, sodafs schliesslich bei einer Tiefe von 262 Meter ein Wasserquantum von durchschnittlich 7,5 Litern per Sekunde mit einer Sommer und Winter gleichen Temperatur von 14,6° Celsius von der Quelle geschüttet wurde. Die Fassung des Sprudels ist in Zement ausgeführt, die Verröhrung in reinem Kupfer. Zurzeit sprudelt die Quelle ungeschwächt aus einem 125 mm l. W. Kupferrohre in ein kupfernes Bassin, von wo aus es zu weiterer Verwendung fortgeleitet wird. Es ist noch zu erwähnen, dafs seit 19. Februar 1903 auf Grund einer vom Kgl. bayer. Staatsministerium des Innern im Einverständnis mit dem Kgl. Staatsministerium der Finanzen am 22. Dezember 1902 erlassenen Verfügung zum Schutze der in Hölle erbohrten Mineralquelle vom Kgl. bayer. Oberbergamt in München ein Schürfverbot mit einem Schutzkreis von 800 Meter Radius um die Quelle erlassen worden ist.“

---

Um das zur Untersuchung erforderliche Wasser der Quelle zu entnehmen und die Bestimmungen auszuführen und vorzubereiten, soweit dies an der Quelle selbst geschehen mufs, begab ich mich an Ort und Stelle.

Ich führte am 14. November 1902 die betreffenden Arbeiten aus.

---

## A. Physikalische Verhältnisse.

Das Wasser ist farblos und vollständig klar. Schüttelt man das der Quelle frisch entnommene Wasser, so entbindet sich Kohlensäure in reichlichen Mengen, welche einen an das Vorhandensein von Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen erinnernden Geruch zeigt. In einem Glase setzt das frisch entnommene Wasser Glasperlen von Kohlensäure an.

Die Temperatur der Quelle, in dem Steigrohre gemessen, betrug  $14,5^{\circ}$  C. bei einer Lufttemperatur von  $4^{\circ}$  C.

Das spezifische Gewicht des Wassers wurde bei  $16,25^{\circ}$  C. zu 1,001 458 gefunden.

## B. Chemische Verhältnisse.

Unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft scheidet sich aus dem Wasser der Quelle nach einiger Zeit ein gelbbrauner Bodensatz ab.

Erhitzt man das Wasser zum Kochen, so trübt es sich zunächst; nach einiger Zeit bildet sich ein gelbbrauner Niederschlag.

Zu Reagentien zeigt das Wasser der Quelle folgendes Verhalten: Blaues Lackmuspapier wird geröthet, rotes Lackmuspapier zeigt nach einiger Zeit eben eine Blaufärbung.

Gerbsäure veranlaßt eine nach einiger Zeit eintretende rotviolette Färbung, Gallussäure eine blauviolette.

Die qualitative Analyse des Wassers liefs folgende Bestandteile erkennen.

Basen:		Säuren und Halogene:	
Natron,	Manganoxydul,	Kohlensäure,	Titansäure,
Kali,	Zinkoxyd,	Salpetersäure,	(Borsäure),
Lithion,	Nickeloxydul,	Schwefelsäure,	Chlor,
Kalk,	Kobaltoxydul,	Phosphorsäure,	Jod.
Magnesia,	(Kupferoxyd).	Arsensäure,	
Eisenoxydul,		Kieselsäure,	

Die eingeklammerten Bestandteile konnten, weil in zu geringer Menge vorhanden, nicht quantitativ bestimmt werden.

Das zur quantitativen Analyse verwendete Wasser entnahm ich am 14. November 1902 der Quelle.

Das Wasser wurde in mit Glasstopfen versehene Flaschen gefüllt und dann in das Laboratorium nach Wiesbaden transportiert. Die Bestimmung der Kohlensäure wurde an der Quelle selbst vorbereitet.

Die Methode der Analyse war im allgemeinen die, welche in der Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse von R. Fresenius, 6. Aufl., Bd. II, p. 203—223 beschrieben ist. Alle irgend wesentlichen Bestimmungen wurden doppelt ausgeführt.

Im folgenden sind unter I. die Originalzahlen, unter II. die Berechnung der Analyse, unter III. die Kontrolle derselben und unter IV. die Zusammenstellung der Resultate mitgeteilt.

### I. Originalzahlen.

#### 1. Bestimmung des Chlors.

a) 1499,8 g Wasser lieferten 0,0095 g Silber, entsprechend Chlor . . . . .	0,002081 p. M.
b) 1510,8 g Wasser lieferten 0,0099 g Silber, entsprechend Chlor . . . . .	0,002152 » »
Mittel . . . . .	0,002117 p. M.

#### 2. Bestimmung des Jods.

60080 g Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dafs zu dessen Überführung in Jodnatrium 0,10 cc einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron erforderlich war, von welcher 2,89 cc 0,000765 g Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,000026 g,  
entsprechend . 0,00000044 » »

#### 3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 1884,1 g Wasser lieferten 0,0215 g schwefel- sauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . .	0,003913 » »
b) 1937,8 g Wasser lieferten 0,0213 g schwefel- sauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . .	0,003769 » »
Mittel . . . . .	0,003841 p. M.

4. Bestimmung der Kohlensäure.	
a) 186,566 <i>g</i> Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0,6115 <i>g</i> , entsprechend . . .	3,277 660 p. M.
b) 221,326 <i>g</i> Wasser lieferten 0,7257 <i>g</i> Kohlensäure, entsprechend . . . . .	3,278 873 » »
	Mittel . . . 3,278 267 p. M.
5. Bestimmung der Kieselsäure.	
a) 1675,3 <i>g</i> Wasser lieferten 0,1570 <i>g</i> Kieselsäure, entsprechend . . . . .	0,093 715 » »
b) 1689,2 <i>g</i> Wasser lieferten 0,1590 <i>g</i> Kieselsäure, entsprechend . . . . .	0,094 127 » »
	Mittel . . . 0,093 921 p. M.
6. Bestimmung des Eisenoxyduls.	
a) Das in 5a erhaltene Filtrat lieferte reines Eisenoxyd 0,0356 <i>g</i> , entsprechend Eisenoxydul . . .	0,019 125 » »
b) Das in 5b erhaltene Filtrat lieferte 0,0355 <i>g</i> Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul . . . . .	0,018 914 » »
	Mittel . . . 0,019 020 p. M.
7. Bestimmung des Kalks.	
a) Das in 6a erhaltene Filtrat wurde mit oxalsaurem Ammon gefällt und das Oxalat in Carbonat übergeführt.	
Es wurden erhalten 0,9874 <i>g</i> kohlensaurer Kalk, entsprechend Kalk . . . . .	
b) 1859,3 <i>g</i> Wasser lieferten nach Abscheidung der Kieselsäure und des Eisens, ebenso wie a) behandelt, 1,0949 <i>g</i> kohlensauren Kalk, entsprechend Kalk . . .	0,329 771 » »
	Mittel . . . 0,329 914 p. M.
8. Bestimmung der Magnesia.	
a) Das Filtrat von 7a lieferte 0,2554 <i>g</i> pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . .	0,055 252 » »
b) Das Filtrat von 7b lieferte 0,2832 <i>g</i> pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . .	0,055 203 » »
	Mittel . . . 0,055 228 p. M.

9. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) 1884,1 g Wasser lieferten 0,0601 g vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . .	0,031899 p. M.
b) 1937,8 g Wasser lieferten 0,0601 g Chloralkalimetalle, entsprechend . . . . .	0,031015 » »
Mittel . . .	0,031457 p. M.

10. Bestimmung des Kalis.

Aus den in 9. erhaltenen Chloralkalimetallen wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid abgeschieden.

a) 1884,1 g Wasser lieferten 0,0165 g Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali . . . . .	0,001691 » »
b) 1937,8 g Wasser lieferten 0,0182 g Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali . . . . .	0,001813 » »
Mittel . . .	0,001752 p. M.
entsprechend Chlorkalium . . .	0,002772 » »

11. Bestimmung des Lithions.

35710 g Wasser lieferten reines basisch phosphorsaures Lithion 0,0030 g, entsprechend Lithion . . . . .	0,000033 » »
entsprechend Chlorthium . . .	0,000093 » »

12. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 9.) . . .	0,031457 » »
Davon geht ab:	
Chlorkalium (nach 10.) . . . . .	0,002772 p. M.
Chlorthium (nach 11.) . . . . .	0,000093 » »
Summe . . .	0,002865 » »
Rest: Chlornatrium . . .	0,028592 p. M.
entsprechend Natron . . .	0,015176 » »

13. Bestimmung des Manganoxyduls.

60080 g Wasser lieferten 0,0603 g Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul . . . . .	0,000934 » »
---	--------------



14. Bestimmung des Zinkoxyds, Nickeloxyduls und Kobaltoxyduls.

a) 60080 g Wasser lieferten 0,0032 g Zinkoxyd, entsprechend Zinkoxyd . . . . .	0,000053 p. M.
b) 60080 g Wasser lieferten 0,0022 g Nickel- oxydul, entsprechend Nickeloxydul . . . . .	0,000037 » »
c) 60080 g Wasser lieferten 0,0006 g Kobalt- oxydul, entsprechend Kobaltoxydul. . . . .	0,000010 » »

15. Bestimmung der Salpetersäure.

997,5 g Wasser wurden in einem Rundkolben bis auf 100 cc eingekocht. Zur Umwandlung der Salpetersäure in Ammoniak wurde die Lösung mit 5 g im Wasserstoffstrom reduzierten Eisens und 10 cc verdünnter Schwefelsäure (2 Vol. Wasser und 1 Vol. konzentrierte Schwefelsäure) versetzt und nach 4 Minuten langem Erwärmen während 1 Minute im schwachen Sieden erhalten. Die schwefelsaure Lösung wurde alsdann mit 20 cc Natronlauge (spez. Gewicht 1,25) alkalisch gemacht, das Ammoniak abdestilliert und in  $\frac{1}{10}$  Normalschwefelsäure aufgefangen. Zur Bindung des Ammoniaks wurden verbraucht 0,16 cc  $\frac{1}{10}$  Normalschwefelsäure, entsprechend Salpetersäure 0,000867 p. M.

16. Bestimmung der Titansäure.

Die aus 60080 g Wasser bei der Bestimmung des Jods, Mangans etc. erhaltenen Rückstände und Niederschläge, welche die vorhandene Titansäure enthalten mußten, wurden in Lösung gebracht und die Lösung nach Zusatz von Weinsteinensäure mit Ammon und Schwefelammonium gefällt. Das Filtrat wurde verdampft und die Weinsteinensäure durch Schmelzen mit Soda und Salpeter zerstört. Aus der Lösung der Schmelze wurde durch Fällung mit Ammoniak ein kleiner Niederschlag erhalten, der abfiltriert und in verdünnter Schwefelsäure gelöst wurde. Diese Lösung wurde nun in einem graduierten Zylinder mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt, wobei sich die vorhandene Titansäure durch eine orangegelbe Färbung zu erkennen gab. Die quantitative Bestimmung der Titansäure erfolgte auf kolorimetrischem Wege, indem die gefärbte Lösung mit verschiedenen in gleicher Weise behandelten Titansäurelösungen von bekanntem Gehalt verglichen wurde. Es ergaben sich hierbei 1,1 mg Titansäure, entsprechend . . . . . 0,000018 p. M.

17. Bestimmung der Arsensäure und der Phosphorsäure.

a) 35710 g Wasser, der Inhalt eines grossen Ballons, wurden auf etwa 6 l eingedampft und filtriert. Das Filtrat wurde mit Salzsäure bis zur sauren Reaktion versetzt, ein Teil des abfiltrierten Rückstandes in Salzsäure gelöst und mit dem Filtrat vereinigt. Alsdann wurde der Rest des ungelösten, zum grössten Teil aus kohlensaurem Kalk bestehenden Niederschlags nach und nach in die Lösung eingetragen. Nach wiederholtem Mischen der so neutralisierten Lösung liess man den entstandenen Niederschlag, welcher alle Arsensäure und Phosphorsäure enthalten musste, sich absetzen, filtrierte denselben ab und löste nach dem Auswaschen in Salzsäure. Die salzsaure Lösung wurde heiss mit Schwefelwasserstoff gefällt und in der Kälte mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Nach längerem Stehen wurde filtriert, der Niederschlag mit Ammoniak ausgezogen, die ammoniakalische Lösung zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Salpetersäure oxydiert und die letztere durch Abdampfen mit Schwefelsäure verjagt. Alsdann wurde der Rückstand mit Salzsäure von 1,19 spezifischem Gewicht in einen Destillationsapparat gebracht und unter Zusatz von etwas Eisenchlorür destilliert. Das erhaltene Destillat enthielt sämtliches Arsen. Durch Fällen desselben mit Schwefelwasserstoff ergaben sich 0,0007 g Arsensulfür,

entsprechend Arsensäure 0,000018 p. M.

b) In dem in a) bei der ersten Fällung mit Schwefelwasserstoff erhaltenen Filtrat wurde die Phosphorsäure nach Abscheidung der Kieselsäure in bekannter Weise als phosphormolybdänsaures Ammon gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt. Es ergaben sich 0,0038 g pyrophosphorsaure Magnesia,

entsprechend Phosphorsäure 0,000068 p. M.

18. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen des erhaltenen Rückstands in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

a) 311,565 g Wasser lieferten 0,3554 g Sulfate etc.,

entsprechend 1,140693 p. M.

b) 314,674 g Wasser lieferten 0,3578 g Sulfate etc.,

entsprechend 1,137050 » »

Mittel . . . 1,138872 p. M.

## II. Berechnung der Analyse.

### a) Schwefelsaures Kali.

Kali ist vorhanden (nach 10) . . . . .	0,001752 p. M.
bindend Schwefelsäure . . . . .	0,001487 » »
zu schwefelsaurem Kali . . . . .	0,003239 p. M.

### b) Schwefelsaures Natron.

Schwefelsäure ist vorhanden (nach 3) . . . . .	0,003841 » »
davon ist gebunden an Kali (a) . . . . .	0,001487 » »
Rest: Schwefelsäure . . . . .	0,002354 p. M.
bindend Natron . . . . .	0,001826 » »
zu schwefelsaurem Natron . . . . .	0,004180 p. M.

### c) Chlornatrium.

Chlor ist vorhanden (nach 1) . . . . .	0,002117 » »
bindend Natrium . . . . .	0,001376 » »
zu Chlornatrium . . . . .	0,003493 p. M.

### d) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (nach 2) . . . . .	0,00000044 » »
bindend Natrium . . . . .	0,00000008 » »
zu Jodnatrium . . . . .	0,00000052 p. M.

### e) Salpetersaures Natron.

Salpetersäure ist vorhanden (nach 15) . . . . .	0,000867 » »
bindend Natron . . . . .	0,000498 » »
zu salpetersaurem Natron . . . . .	0,001365 p. M.

### f) Phosphorsaures Natron.

Phosphorsäure ist vorhanden (nach 17b) . . . . .	0,000068 » »
bindend Natron (2 Äquiv.) . . . . .	0,000059 » »
» Wasser (1 » ) . . . . .	0,000009 » »
zu phosphorsaurem Natron . . . . .	0,000136 p. M.

### g) Arsensaures Natron.

Arsensäure ist vorhanden (nach 17a) . . . . .	0,000018 » »
bindend Natron (2 Äquiv.) . . . . .	0,000010 » »
» Wasser (1 » ) . . . . .	0,000001 » »
zu arsensaurem Natron . . . . .	0,000029 p. M.

h) Kohlensaures Natron.

Natron ist vorhanden (nach 12) . . . . .	0,015 176 p. M.
Davon ist gebunden:	
an Schwefelsäure (b) . . . . .	0,001 826 p. M.
» Salpetersäure (e) . . . . .	0,000 498 » »
» Phosphorsäure (f) . . . . .	0,000 059 » »
» Arsensäure (g) . . . . .	0,000 010 » »
als Natrium an Chlor (c) . . . . .	0,001 854 » »
	Summe . . . . .
	0,004 247 » »
	Rest: Natron . . . . .
	0,010 929 p. M.
bindend Kohlensäure . . . . .	0,007 744 » »
zu einfach kohlensaurem Natron . . . . .	0,018 673 p. M.

i) Kohlensaures Lithion.

Lithion ist vorhanden (nach 11) . . . . .	0,000 033 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,000 048 » »
zu einfach kohlensaurem Lithion . . . . .	0,000 081 p. M.

k) Kohlensaurer Kalk.

Kalk ist vorhanden (nach 7) . . . . .	0,329 914 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,259 218 » »
zu einfach kohlensaurem Kalk . . . . .	0,589 132 p. M.

l) Kohlensaure Magnesia.

Magnesia ist vorhanden (nach 8) . . . . .	0,055 228 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,060 209 » »
zu einfach kohlensaurer Magnesia . . . . .	0,115 437 p. M.

m) Kohlensaures Eisenoxydul.

Eisenoxydul ist vorhanden (nach 6) . . . . .	0,019 020 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,011 623 » »
zu einfach kohlensaurem Eisenoxydul . . . . .	0,030 643 p. M.

n) Kohlensaures Manganoxydul.

Manganoxydul ist vorhanden (nach 13) . . . . .	0,000 934 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,000 579 » »
zu einfach kohlensaurem Manganoxydul . . . . .	0,001 513 p. M.

o) Kohlensaures Zinkoxyd.

Zinkoxyd ist vorhanden (nach 14a) . . . . .	0,000053 p. M.
bindend Kohlensäure . . . . .	0,000029 » »
zu einfach kohlensaurem Zinkoxyd . . . . .	0,000082 p. M.

p) Kohlensaures Nickeloxydul.

Nickeloxydul ist vorhanden (nach 14b) . . . . .	0,000037 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,000022 » »
zu einfach kohlensaurem Nickeloxydul . . . . .	0,000059 p. M.

q) Kohlensaures Kobaltoxydul.

Kobaltoxydul ist vorhanden (nach 14c) . . . . .	0,000010 » »
bindend Kohlensäure . . . . .	0,000006 » »
zu einfach kohlensaurem Kobaltoxydul . . . . .	0,000016 p. M.

r) Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (nach 5) . . . . .	0,093921 » »
--	--------------

s) Titansäure.

Titansäure ist vorhanden (nach 16) . . . . .	0,000018 » »
--	--------------

t) Freie Kohlensäure.

Gesamt-Kohlensäure ist vorhanden (nach 4) . . . . .	3,278267 » »
---	--------------

Davon ist zu einfachen Carbonaten gebunden:

an Natron (h) . . . . .	0,007744 p. M.
» Lithion (i) . . . . .	0,000048 » »
» Kalk (k) . . . . .	0,259218 » »
» Magnesia (l) . . . . .	0,060209 » »
» Eisenoxydul (m) . . . . .	0,011623 » »
» Manganoxydul (n) . . . . .	0,000579 » »
» Zinkoxyd (o) . . . . .	0,000029 » »
» Nickeloxydul (p) . . . . .	0,000022 » »
» Kobaltoxydul (q) . . . . .	0,000006 » »

Summe . . . . . 0,339478 » »

Rest: Kohlensäure . . . . . 2,938789 p. M.

Davon ist mit den einfachen Carbonaten zu Bicarbonaten

verbunden . . . . . 0,339478 » »

Rest: völlig freie Kohlensäure . . . . . 2,599311 p. M.

### III. Kontrolle der Analyse.

Berechnet man die einzelnen Bestandteile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstande enthalten sein müssen, der in 18. durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so erhält man folgende Zahlen:

Gefunden Natron 0,015176 p. M., berechnet als schwefelsaures Natron . . . . .	0,034741 p. M.
› Kali 0,001752 p. M., berechnet als schwefelsaures Kali . . . . .	0,003239 › ›
› Lithion 0,000033 p. M., berechnet als schwefelsaures Lithion . . . . .	0,000121 › ›
› Kalk 0,329914 p. M., berechnet als schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,801573 › ›
› Magnesia 0,055228 p. M., berechnet als schwefelsaure Magnesia . . . . .	0,164781 › ›
› Eisenoxydul 0,019020 p. M., be- rechnet als Eisenoxyd . . . . .	0,021133 › ›
› Manganoxydul 0,000934 p. M., berechnet als schwefelsaures Manganoxydul . . . . .	0,001987 › ›
› Zinkoxyd 0,000053 p. M., berechnet als schwefelsaures Zinkoxyd . . . . .	0,000105 › ›
› Nickeloxydul 0,000037 p. M., berechnet als schwefelsaures Nickeloxydul . . . . .	0,000077 › ›
› Kobaltoxydul 0,000010 p. M., berechnet als schwefelsaures Kobaltoxydul . . . . .	0,000021 › ›
› Phosphorsäure . . . . .	0,000068 › ›
› Arsensäure . . . . .	0,000018 › ›
› Kieselsäure . . . . .	0,093921 › ›
› Titansäure . . . . .	0,000018 › ›
	<hr/>
	Summe . . . . . 1,121803 p. M.
Direkt gefunden wurde (nach 18) . . . . .	1,138872 › ›

## IV. Zusammenstellung der Resultate.

### A.

Die kohlensauren Salze als einfache Carbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:	In 1000 Gewichtsteilen Wasser.
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,589 132 g
Kohlensaure Magnesia . . . . .	0,115 437 »
Kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	0,030 643 »
Kohlensaures Manganoxydul . . . . .	0,001 513 »
Kohlensaures Zinkoxyd . . . . .	0,000 082 »
Kohlensaures Nickeloxydul . . . . .	0,000 059 »
Kohlensaures Kobaltoxydul . . . . .	0,000 016 »
Kohlensaures Natron . . . . .	0,018 673 »
Kohlensaures Lithion . . . . .	0,000 081 »
Schwefelsaures Natron . . . . .	0,004 180 »
Schwefelsaures Kali . . . . .	0,003 239 »
Chlornatrium . . . . .	0,003 493 »
Jodnatrium . . . . .	0,000 0005 »
Salpetersaures Natron . . . . .	0,001 365 »
Phosphorsaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) . . . . .	0,000 136 »
Arsensaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HASO}_4$ ) . . . . .	0,000 029 »
Titansäure . . . . .	0,000 018 »
Kieselsäure . . . . .	0,093 921 »
Summe . . . . .	<u>0,862 0175g</u>
Kohlensäure, mit den einfachen Carbonaten zu Bicarbonaten verbundene . . . . .	0,339 478 »
Summe . . . . .	<u>1,201 4955g</u>
Kohlensäure, völlig freie . . . . .	2,599 311 »
Summe aller Bestandteile . . . . .	<u>3,800 8065g</u>

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Kohlensaures Kupferoxydul.  
Borsaures Natron.

**B.**

Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bicarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:	In 1000 Gewichts- teilen Wasser.
Doppelt kohlensaurer Kalk . . . . .	0,848 350 g
Doppelt kohlensaure Magnesia . . . . .	0,175 646 »
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	0,042 266 »
Doppelt kohlensaures Manganoxydul . . . . .	0,002 092 »
Doppelt kohlensaures Zinkoxyd . . . . .	0,000 111 »
Doppelt kohlensaures Nickeloxydul . . . . .	0,000 081 »
Doppelt kohlensaures Kobaltoxydul . . . . .	0,000 022 »
Doppelt kohlensaures Natron . . . . .	0,026 417 »
Doppelt kohlensaures Lithion . . . . .	0,000 129 »
Schwefelsaures Natron . . . . .	0,004 180 »
Schwefelsaures Kali . . . . .	0,003 239 »
Chlornatrium . . . . .	0,003 493 »
Jodnatrium . . . . .	0,000 0005 »
Salpetersaures Natron . . . . .	0,001 365 »
Phosphorsaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) . . . . .	0,000 136 »
Arsensaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HASO}_4$ ) . . . . .	0,000 029 »
Titansäure . . . . .	0,000 018 »
Kieselsäure . . . . .	0,093 921 »
Summe . . . . .	<u>1,201 4955g</u>
Kohlensäure, völlig freie . . . . .	2,599 311 »
Summe aller Bestandteile . . . . .	<u>3,800 8065g</u>

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Siehe A, β.



**C.**

Die kohlensauren Salze als wasserhaltige Bicarbonate, die Kieselsäure und Titansäure als Hydrat und im übrigen sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:	In 1000 Gewichtsteilen Wasser.
Doppelt kohlensaurer Kalk . . . . .	0,954 512 g
Doppelt kohlensaure Magnesia . . . . .	0,200 304 »
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	0,047 026 »
Doppelt kohlensaures Manganoxydul . . . . .	0,002 329 »
Doppelt kohlensaures Zinkoxyd . . . . .	0,000 123 »
Doppelt kohlensaures Nickeloxydul . . . . .	0,000 090 »
Doppelt kohlensaures Kobaltoxydul . . . . .	0,000 024 »
Doppelt kohlensaures Natron . . . . .	0,029 588 »
Doppelt kohlensaures Lithion . . . . .	0,000 149 »
Schwefelsaures Natron . . . . .	0,004 180 »
Schwefelsaures Kali . . . . .	0,003 239 »
Chlornatrium . . . . .	0,003 493 »
Jodnatrium . . . . .	0,000 0005 »
Salpetersaures Natron . . . . .	0,001 365 »
Phosphorsaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) . . . . .	0,000 136 »
Arsensaures Natron ( $\text{Na}_2\text{HASO}_4$ ) . . . . .	0,000 029 »
Titansäurehydrat . . . . .	0,000 022 »
Kieselsäurehydrat . . . . .	0,121 942 »
Summe . . . . .	1,368 5515g
Kohlensäure, völlig freie . . . . .	2,599 311 »
Summe aller Bestandteile . . . . .	3,967 8625g

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:  
Siehe A, β.

**D.**

Auf Volumnia berechnet, beträgt bei der im Bassin gemessenen Temperatur  $14,5^{\circ}$  C. und Normalbarometerstand in 1000 cc Wasser:

α) die völlig freie Kohlensäure . . . . .	1386,39 cc
β) die freie und halbgebundene Kohlensäure . . . . .	1567,46 cc

**E.**

Diesen Tabellen füge ich nunmehr noch eine vierte hinzu, in welcher — entsprechend den Ergebnissen neuerer wissenschaftlicher Forschungen — die Resultate der Analyse auf Jonen berechnet sind. Diese Ausdrucksweise der analytischen Ergebnisse bricht sich immer

mehr Bahn und wird vermutlich in absehbarer Zeit die bisher übliche vollständig verdrängen.

Die folgende Tabelle gibt den Gehalt eines Liters Mineralwasser in Ionen an und zwar unter der Annahme einer vollständigen Dissociation. Die drei Spalten drücken den Jonengehalt in dreierlei Einheiten aus, nämlich in Grammen pro Liter, in Milligramm-, Atom-, bzw. Molekulargewichten (Milli-Molen) pro Liter und schliesslich in Milligramm-Äquivalentgewichten pro Liter. Von dieser Umrechnung auf Ionen habe ich die freie Kieselsäure, die freie Titansäure und die freie Kohlensäure ausgenommen, weil diese Bestandteile nur einer so geringen Dissociation fähig sind, dass dieselbe praktisch vernachlässigt werden kann.

	Gramm	Milli-Molen	Milligramm-Äquivalente
<b>Kationen in 1 Liter:</b>			
Kalium-Jon (K <sup>+</sup> ) . . . . .	0,001457	0,0372	0,0372
Natrium-Jon (Na <sup>+</sup> ) . . . . .	0,011282	0,4895	0,4895
Lithium-Jon (Li <sup>+</sup> ) . . . . .	0,000015	0,0022	0,0022
Calcium-Jon (Ca <sup>++</sup> ) . . . . .	0,235996	5,8999	11,7998
Magnesium-Jon (Mg <sup>++</sup> ) . . . . .	0,033382	1,3704	2,7408
Eisen-Jon (Fe <sup>++</sup> ) . . . . .	0,014815	0,2646	0,5291
Mangan-Jon (Mn <sup>++</sup> ) . . . . .	0,000725	0,0132	0,0263
Nickel-Jon (Ni <sup>++</sup> ) . . . . .	0,000029	0,0005	0,0010
Kobalt-Jon (Co <sup>++</sup> ) . . . . .	0,000008	0,0001	0,0003
Zink-Jon (Zn <sup>++</sup> ) . . . . .	0,000043	0,0007	0,0013
			15,6275
<b>Anionen in 1 Liter:</b>			
Chlor-Jon (Cl <sup>-</sup> ) . . . . .	0,002120	0,0598	0,0598
Jod-Jon (J <sup>-</sup> ) . . . . .	0,0000004	0,000003	0,000003
Einwertiges Kohlensäure-Jon (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	0,942807	15,4533	15,4533
Einwertiges Salpetersäure-Jon (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	0,000997	0,0161	0,0161
Zweiwertiges Schwefelsäure-Jon (SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> ) . . . . .	0,004615	0,0480	0,0961
Zweiwertiges Phosphorsäure-Jon (HPO <sub>4</sub> <sup>==</sup> ) . . . . .	0,000092	0,0010	0,0019
Zweiwertiges Arsensäure-Jon (HAsO <sub>4</sub> <sup>==</sup> ) . . . . .	0,000022	0,0002	0,0003
	1,248405	23,6567	15,6275
Freie Kieselsäure (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ) in 1 Liter	0,122120	1,5573	
Freie Titansäure (H <sub>2</sub> TiO <sub>3</sub> ) in 1 Liter	0,000022	0,0002	
	1,370547*	25,2142	
Freies Kohlendioxyd (CO <sub>2</sub> ) in 1 Liter	2,603100	59,1614	
	3,973647	84,3756	

\*) Diese Summe entspricht dem Gehalt eines Liters Mineralwasser an gelösten Salzen. Dividiert man sie durch das spezifische Gewicht (1,001458), so erhält man 1,368551 g in 1 kg, also übereinstimmend mit dem Ergebnis auf der vorhergehenden Seite.

## V. Charakter der Quelle.

Das Wasser des Höllensprudels ist ein schwach alkalisches, an freier Kohlensäure reiches, Sulfate und Chloride der Alkalimetalle kaum enthaltendes Stahlwasser, welches einen relativ erheblichen Gehalt an kohlensauren alkalischen Erden besitzt.

Es tritt also der Gehalt an kohlensauren alkalischen Erden mehr hervor, als bei den nahegelegenen alkalischen Stebener Eisensäuerlingen, denen die neue Quelle im Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul und im Reichtum an freier Kohlensäure nahe steht, während sie im übrigen Charakter — äußerst geringer Gehalt an Sulfaten und Chloriden der Alkalimetalle — völlig übereinstimmt. Die Unterschiede ergeben sich aus nachstehender Zusammenstellung:

Gramm p. m. . . . .	Hölle Höllensprudel	Steben Tempelquelle	Steben Wiesenquelle
Analytiker . . . . .	Hintz	Hilger und Spaeth	Hilger und Spaeth
Jahr der Ausführung:	1902	1889	1889
Gesamtmenge der gelösten Bestandteile, freie Kohlensäure ausgenommen . .	1,201495	0,64980	0,69758
Doppelt kohlensaurer Kalk . . . .	0,848350	0,32420	0,37500
Doppelt kohlensaure Magnesia . .	0,175646	0,13400	0,12540
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul .	0,042266	0,06229	0,05530
Doppelt kohlensaures Natron . . .	0,026417	0,05210	0,06540
Kohlensäure, völlig freie . . . . .	2,599311	2,726	2,2167

Bezeichnet man in Übereinstimmung mit Axel Winckler als reine Stahlwasser diejenigen, welche neben einem Gehalt von mindestens 0,0100 g doppelt kohlensaurem Eisenoxydul ( $\text{FeO}, 2\text{CO}_2$ ) wenig andere Bestandteile, höchstens 1 g Nebenbestandteile im Liter, enthalten, so darf man das Wasser des Höllensprudels eben noch als eine reine Stahlquelle, bezw. im Hinblick auf den hohen Kohlensäuregehalt, als einen reinen Eisensäuerling bezeichnen, zumal die begleitenden Salze im wesentlichen nur Carbonate der alkalischen Erden sind, während Sulfate und Chloride ganz zurücktreten.

Teilt man weiter mit Axel Winckler die reinen Stahlwasser in starke und schwache ein, je nachdem sie über oder unter 0,0500 g doppelt kohlensaures Eisenoxydul ( $\text{Fe } 0,2 \text{ CO}_2$ ) im Liter enthalten, so ergibt sich, dafs die Quelle zu Hölle mit ihrem Gehalt von 0,0423 g gerade an der Grenze der schwachen und starken Stahlwasser steht.

Um noch aufser den Stebener Quellen einige anzuführen, welche mit dem Höllensprudel Ähnlichkeit besitzen, also gleich demselben arm an Sulfaten und Chloriden sind, gebe ich die folgende Zusammenstellung, welche — wie die vorhergehenden — den Gehalt an freier Kohlensäure vergleichend mit in Betracht zieht:

Gramm p. m. . . . .	Hölle	Langenschwalbach		Lamm-scheider
	Höllensprudel	Stahlbrunnen	Weinbrunnen	Stahlbrunnen Emma-Heilquelle
Analytiker . . . . .	Hintz	R. Fresenius	R. Fresenius	H. Fresenius
Jahr der Ausführung:	1902	1854	1854	1898
Gesamtmenge der gelösten Bestandteile, freie Kohlensäure ausgenommen . .	1,201495	0,606813	1,558272	1,028451
Doppelt kohlensaurer Kalk . . . . .	0,848350	0,221309	0,572129	0,532289
Doppelt kohlensaure Magnesia . . . .	0,175646	0,212233	0,605120	0,290944
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul . .	0,042266	0,083770	0,057801	0,071258
Doppelt kohlensaures Natron . . . . .	0,026417	0,020623	0,245345	0,076779
Kohlensäure, völlig freie . . . . .	2,599311	2,981672	2,710873	2,856139

Welche Stellung hinsichtlich des Gehalts an wasserfreiem doppelt kohlensaurem Eisenoxydul der Höllensprudel unter den Stahlquellen überhaupt einnimmt, lehrt folgende Zusammenstellung:

Ort und Name der Quelle	Charakter der Quelle	Gehalt an doppelt kohlensaurem Eisenoxydul in 1000 Gew. Teilen Wasser	Analytiker
Altwasser Georgenbrunnen	Kohlensäure und kohlensaure alkalische Erden in mäßiger Menge enthaltendes Wasser	0,1742	Fischer
Wiesau König Otto-Bad Sprudel	alkalischer Sauerling	0,1281	Metzger

Ort und Name der Quelle	Charakter der Quelle	Gehalt an doppelt kohlensaurem Eisenoxydul in 1000 Gew. Teilen Wasser	Analytiker
Rippoldsau Wenzelsquelle	an kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Natron reicher Säuerling	0,1229	Bunsen
Königswart Viktoriaquelle	kohlensaure alkalische Erden enthaltender Säuerling	0,1178	Lerch
Wiesau König Otto-Bad Ottoquelle	alkalischer Säuerling	0,1082	Metzger
Stettin Stahlquelle	wenig freie Kohlensäure ent- haltende Eisenquelle	0,0992	R. Fresenius
Homburg v. d. H. Stahlbrunnen	salinischer Säuerling	0,0984	do.
Neudorf i. Böhm. Karlsquelle	alkalischer Säuerling	0,0915	do.
Elster Moritzquelle	alkalischer, schwefelsaures Natron und Chlornatrium enthaltender Säuerling	0,0858	Flehsig
Elster Königsquelle	alkalischer, schwefelsaures Natron und Chlornatrium enthaltender Säuerling	0,0840	do.
Langenschwalbach Stahlbrunnen	alkalischer Säuerling	0,0838	R. Fresenius
Griesbach Trinkquelle	an kohlensaurem Kalk reicher, schwefelsaures Natron ent- haltender Säuerling	0,0782	Bunsen
Franzensbad Stahlquelle	alkalischer, schwefelsaures Natron und Chlornatrium enthaltender Säuerling	0,0781	Rochleder
Pyrmont Trinkquelle	an schwefelsaurem Kalk reicher Säuerling	0,0771	R. Fresenius
Driburg Trinkquelle	an schwefelsaurem und kohlen- saurem Kalk reicher Säuerling	0,0744	do.
Wiesau König Otto-Bad Wiesenquelle	alkalischer Säuerling	0,0717	Metzger

Ort und Name der Quelle	Charakter der Quelle	Gehalt an doppelt kohlensaurem Eisenoxydul in 1000 Gew. Theilen Wasser	Analytiker
Lammscheid Emma-Heilquelle	alkalischer Säuerling	0,0713	H. Fresenius
Steben Tempelquelle	alkalischer Säuerling	0,0623	Hilger und Spaeth
Langenschwalbach Weinbrunnen	alkalischer Säuerling	0,0578	R. Fresenius
Steben Wiesenquelle	alkalischer Säuerling	0,0553	Hilger und Spaeth
Reinerz Laue Quelle	an kohlensaurem Kalk reicher Säuerling	0,0520	Duflos
Rippoldsau Josephsquelle	an kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Natron reicher Säuerling	0,0514	Bunsen
Antogast Trinkquelle	alkalischer, schwefelsaures Natron enthaltender Säuerling	0,0464	do.
Petersthal Petersquelle	an kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Natron reicher Säuerling	0,0461	do.
St. Moritz Kleine Quelle	alkalischer Säuerling	0,0454	v. Planta u. Kekulé
Alexisbad Alexisbrunnen	Kohlensäure in mäßiger Menge enthaltende Eisenquelle	0,0447	Sonnen- schein
<b>Hölle</b> Höllensprudel	alkalischer Säuerling	0,0423	Hintz
Ronneburg Eulenhöfer-Quelle	wenig freie Kohlensäure ent- haltende Eisenquelle	0,0364	R. Fresenius und Hintz
Cudowa Trinkquelle	alkalischer, schwefelsaures Natron enthaltender Säuerling	0,0354	Duflos
Flinsberg Hauptquelle	alkalischer Säuerling	0,0312	Fischer

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Hintz Ernst

Artikel/Article: [Chemische Untersuchung der Stahlquelle des Höllensprudels zu Hölle. 87-106](#)