1252

Mineral- und Quellwässer.

I.

Ueber die Quellen-Verhältnisse des östlichen
Abhanges des Teutoburger Waldes,

von

GUSTAV BISCHOF in Bonn.

In einem früheren Aufsätze *) habe ich versucht, die Quellen-Verhältnisse am westlichen Abhange des *Teutoburger Waldes* von *Lippspringe* über *Paderborn* bis *Alme* zu schildern. Bemerkungen über die hiervon sehr abweichenden Quellen-Verhältnisse am östlichen Abhange des *Teutoburger Waldes* werden der Gegenstand dieser Abhandlung sein.

Die vortrefflichen Profilzeichnungen in Hoffmann's geognostischem Atlas vom nordwestlichen *Deutschland*, verbunden mit dessen orographischer Beschreibung des *Teutoburger Waldes* **); geben ein deutliches Bild von diesem Gebirge. Da der westliche Abhang desselben in der Erstreckung, wo sich ein so ungemeiner Wasser-Reichthum in den dortigen Quellen zeigt, eine sehr breit ausgedehnte, sanft geneigte Fläche bildet, indem die *Kreide*, der *Quadersandstein* und der *Muschelkalk* gegen Westen abfallen; dagegen die östliche Abdachung dieses Bergrückens mit verhältnissmässig sehr steilen Abhängen versehen, und mithin die Scheitellinie desselben seinem östlichen Rande ganz nahe ist: so können die Quellen in

*) Schweigger-Seidel's Jahrb. 1833. Bd. VIII. S. 249 u. fg.

**) Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. Leipz. 1830. S. 1-86.
Journ. f. prakt. Chemie. I. 6.

*Nicht ausleihen

Benz.
1252

diesem, der *Weser* angehörigen, Wasser, welche nicht so zahlreich und so ergiebig sein, wie am westlichen Abhange. Hierzu kommt aber noch, dass im östlichen Abhange die älteren Schichten der Flötzformation auftreten, welche nicht in dem Grade zerklüftet sind, wie das *Kreide-* und *Quadersandstein-*Gebirge, und daher auch nicht in ihrem Innern solche bedeutende Wasser-Ansammlungen gestatten können, wie dieses. Der *Muschelkalk* zeigt zwar auch Zerklüftungen, wie die *Kreide*; aber der mannichfaltigere Wechsel verschiedener *Kalkstein-*Bänke mit mehr oder weniger mächtigen *Mergelschichten* scheint einer grösseren Ausbildung von Spalten, Klüften und Höhlen hinderlich gewesen zu sein. Die Zerklüftung dürfte sich auch bei weitem nicht so sehr in die Tiefe hinabziehen, wie in der *Kreideformation*; denn die Mineralquellen in dem *Weser-*Gebiete, welche gewiss das meiste Wasser aus dem, die Berghöhen am häufigsten bildenden, *Muschelkalk* erhalten, zeichnen sich durch eine niedrige und zum Theil sehr veränderliche Temperatur aus.

Der *bunte Sandstein* zeigt nur in seinem unteren Schichtensystem, wo mächtige *Sandstein-*Bänke vorwalten, eine ähnliche Zerklüftung, wie der *Quadersandstein*; in den jüngeren Schichten hingegen, die grösstentheils aus *Mergelthon-*Bänken bestehen, ist diess weniger der Fall. Diese letzteren möchten wohl eine wasserdichte Decke bilden, um so mehr, da sie zu einer sehr bindenden Thonmasse verwittern. Auch der *Keuper-Mergel* zeigt, wo er die Thalmulden zwischen den *Muschelkalk-*Bergen ausfüllt, ein ähnliches Verhalten, wie die oberen Schichten des *bunten Sandsteins*, jedoch in einem geringeren Grade.

Ich habe mein Augenmerk weniger auf die süsseren als auf die Mineral-Quellen in dem Flussgebiete der *Weser* gerichtet. Aufmerksam darauf durch Hoffmann *) gemacht, besuchte ich die meisten der von ihm bezeichneten Stellen, wo theils Mineralquellen mit Kohlensäure-Exhalationen, theils letztere allein vorkommen.

Ich habe das Gas, welches sich aus den *Meinberger* und *Driburger* Mineralquellen, so wie aus der sumpfigen Wiesen-

*) A. und in Poggendorff's Ann. B. XVII. S. 151.

fläche bei *Istrup* entwickelt, untersucht, und es als sehr reines Kohlensäuregas gefunden. Aetzlauge absorbirte es bis auf ein kaum messbares Bläschen. Die gänzliche Abwesenheit von Schwefelwasserstoffgas will ich zwar nicht mit Bestimmtheit behaupten; höchst wahrscheinlich möchte es sich aber nur an solchen Stellen in äusserst geringen Mengen mit dem Kohlensäuregas entwickeln, wo letzteres einen sumpfigen, mit organischen Ueberresten angefüllten Boden durchdringt. Dieses möchte an mehreren Stellen jener Wiesenfläche der Fall sein. Nach den Untersuchungen von Brandes *) enthalten die Gasexhalationen aus den *Meinberger* Mineralquellen kein Schwefelwasserstoffgas, auch nicht das Gas aus dem *Augenbrunnen*, aus dem *Säuerling*, aus dem *Neubrunnen* und aus der *muria-tisch-salinischen Trinkquelle* zu *Pyrmont*, so wie das der *Dunsthöhle*; wohl aber das Gas aus der *Trinkquelle*, *Bade- und Soolquelle* daselbst **). Diese Gasexhalationen bestehen also, abgesehen von der geringen Spur Schwefelwasserstoff, aus fast reiner Kohlensäure. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass nicht auch das Gas aus den Sauerquellen an der sogenannten *Wulfesharte* bei *Vinsebeck*, so wie das, welches sich bei *Saatzen*, *Schmechten*, *Schönenberg*, *Reelsen* und *Brakel*, bei *Godelheim* in der Nähe von *Hörter* im *Weserthale*, bei *Hof-Geismar*, bei *Volkmarsen* theils aus Mineralquellen, theils aus dem Erdreiche, und an vielen anderen Orten mehr entwickelt, fast reine, hie und da mit Schwefelwasserstoff gemengte, Kohlensäure sei. Wir können demnach mit Hoffmann den ansehnlichen Landstrich auf dem linken Ufer der *Weser*, in der Strecke von *Carlshafen* bis *Vlotho* und bis an den Abhang des *Teutoburger Waldes*, als eine siebähnlich durchlöcher-te

*) Die Mineralquellen und Schwefelschlambäder zu *Meinberg*. Lemgo 1832. S. 303.

**) *Pyrmont's Mineralquellen* von Brandes und Krüger. *Pyrmont* 1826. S. 162. 208. 232. 303. 309. 319. 337. u. 342. Diese Prüfungen wurden mit dem aus dem Wasser durch Kochen erhaltenen Gas vorgenommen. Da das Schwefelwasserstoffgas in grösserer Menge vom Wasser absorbirt wird, als das Kohlensäuregas, so mögen wohl die Exhalationen aus den *Pyrmonter* Quellen selbst frei von Schwefelwasserstoffgas sein. Meine oben angeführten Untersuchungen wurden stets mit dem von selbst ausströmenden Gas angestellt.

Oberfläche ansehen, aus deren am vollkommensten geöffneten Zerspaltungen sich Kohlensäuregas hervordrängt.

Hoffmann hat nachgewiesen, dass alle diese Exhalationen aus *buntem Sandstein*, mit Ausnahme der zu *Meinberg*, welche aus *Keuper* entspringen, hervorkommen. Er hat darauf aufmerksam gemacht, dass sich diese Stellen durch eigenthümlich gebildete Thalformen, (*Ringthäler* oder *Erhebungsthäler* von ihm genannt) auszeichnen, welche für die Ansicht von der Erhebung und Zerreißung der Hügellketten in diesem Gebiete gar sehr sprechen. Das grossartigste Beispiel von solch einer auffallenden Bildung bietet der fast kreisförmig eingeschlossene Thalgrund von *Pyrmont*, so wie das diesem in allen seinen äusseren Verhältnissen vollkommen ähnliche, nur in etwas verkleinerte *Driburger Thal* dar. An beiden Orten erscheint der *Muschelkalkkrücken* geborsten und aufgeklafft, während unter ihm auf dem Boden des Thales der *bunte Sandstein* frei an die Oberfläche tritt. Aber auch an den übrigen der oben genannten Stellen, wo sich Kohlensäure entwickelt, zeigt sich der *Muschelkalkkrücken* in seinem Scheitel geborsten, oder es lassen sich wenigstens gewaltsame Unterbrechungen des Zusammenhangs der Oberfläche nachweisen. Wo endlich diese *Muschelkalkdecke* der selbstständigen Verbreitung des *bunten Sandsteins* Platz macht, da sehen wir auch an ihren Rändern noch hin und wieder die Spuren von austretender Kohlensäure. So in den Mineralquellen von *Godelheim*, bei den Salzquellen von *Carlshafen* und an den übrigen und noch anderen der oben genannten Orte.

Nach allen diesen Beobachtungen können wir also den Sitz der Kohlensäure-Exhalationen in keiner Formation, welche jünger als der *bunte Sandstein* ist, annehmen; sondern wir müssen ihn im *bunten Sandstein* selbst, oder in einer noch ältern Formation suchen. Die auffallende Verschiedenheit in dem chemischen Gehalte zwischen den Gasexhalationen am westlichen und denen am östlichen Abhänge des *Teutoburger Waldes* dürfte daher in Beziehung stehen mit den Gebirgsformationen, aus welchen sie hervorkommen. Jene entwickeln sich aus dem jüngsten Gliede der Flötzformation, aus der *Kreide*, und scheinen nach den in meinem vorigen Aufsätze wahrscheinlich gemachten Gründen nichts anderes zu sein, als atmosphä-

rische Luft, die einen Theil ihres Sauerstoffs durch Oxydation kohlenstoffhaltiger Substanzen eingebüsst hat. Diese, welche sich aus dem *bunten Sandstein* entwickeln, aus fast *reiner* Kohlensäure, hier und da mit Spuren von Schwefelwasserstoff vermengt, bestehen, können daher in keinem Fall von atmosphärischer Luft abgeleitet werden. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, ja ich möchte sagen gewiss, dass die Kohlensäure in der Gasexhalation aus der warmen Mineralquelle zu *Lipp-springe*, und die, welche ich aus dem Wasser der süßen Quellen zu *Lippspringe* und zu *Paderborn* ausgetrieben habe, nicht denselben Ursprung haben könne, wie die Kohlensäure der Exhalationen im Flussgebiete der *Weser*. Es ist ferner leicht zu begreifen, dass, sofern wahrscheinlicher Weise der *bunte Sandstein* oder die noch ältere Formation, worin die Kohlensäure ihren Ursprung nimmt, sich unter die jüngsten Glieder der Flötzformation am westlichen Abhange des *Teuto-burger Waldes* fortzieht, hier diese Kohlensäure-Entwicklungen nicht mehr zum Vorschein kommen können, da die mächtigen Glieder der Flötzformation zwischen der *Kreide* und dem *bunten Sandstein*, seien sie auch nicht alle vorhanden, diesen bedecken. Um alle diese Glieder mit mehreren dazwischen gelagerten wasser- und luftdichten Schichten zu durchbrechen, fehlte es der Kohlensäure an Expansivkraft, oder sie wird doch nur da, wo der *Muschelkalk* oder höchstens der *Keuper* die oberste Decke bildet, und daher ein geringerer Widerstand zu überwinden war, einen Durchbruch bewirkt haben, wie wir nach Hoffmann's Ansicht wirklich mehrere solche Durchbrüche an den oben bezeichneten Punkten auf der östlichen Seite des *Teutoburger Waldes* finden.

Während alle bisher beobachteten Kohlensäuregas-Exhalationen eine den gewöhnlichen Luftdruck kaum übersteigende Expansivkraft besitzen, zeigt das Kohlensäuregas, welches aus der Trinkquelle zu *Meinberg* sich entwickelt, eine bedeutende Spannung. Während die von mir untersuchten Gasexhalationen in den Umgebungen des *Laacher See's* höchstens den Druck einer 4—5 Zoll hohen Wassersäule überwinden *), strömte das Gas der Dousch-Röhre zu *Meinberg* durch das Wasser eines ohn-

*) Jahrb. d. Chemie u. Physik Bd. 56. S. 136.

gefähr 12 Zoll hohen Gefäßes nicht nur hindurch, sondern das Wasser wurde noch wie aus einer Feuerspritze hoch emporgeschleudert. Ohne Zweifel kann daher das Gas den Druck einer mehrere Fuss hohen Wassersäule überwinden *). Diess sind aber noch lange keine Expansivkräfte, wodurch mächtige Gebirgslagen emporgehoben, oder durchbrochen werden könnten. Es lässt sich übrigens auch leicht begreifen, dass Kohlensäuregas, welches aus der Tiefe in mit Wasser angefüllte Kanäle gelangt, darin von dieser Flüssigkeit unter grossem Druck absorhirt wird, nothwendig seine, wenn auch anfangs noch so bedeutend gewesene, Expansivkraft verlieren müsse, und nach seiner Entbindung aus dem Wasser mit einer den Luftdruck nur etwas übertreffenden Spannung zu Tage kommen werde.

In *Meinberg* zog ich Erkundigungen über die Veränderlichkeit der Kohlensäure-Entwicklung aus den dortigen Mineralquellen ein, worüber ich ebenfalls an Mineralquellen in hiesiger Gegend seit Jahren viele Beobachtungen angestellt habe. Bekanntlich gehört dieser Gegenstand zu den vielbesprochenen und nicht selten mystificirten.

Am häufigsten will man beobachtet haben, dass die Quellen die stärksten Gasexhalationen zur Gewitterzeit zeigen **), und ebendeshalb glaubten Kastner und Andere diese Erscheinung mit der Luftelektricität in Beziehung setzen zu müssen***).

*) Die bedeutende Spannung dieses Gases zeigte sich auch bei den 1801 betriebenen Bohrversuchen, wovon Brandes a. a. O. S. 231 und 353 berichtet.

**) So fand Pickel die Menge des Kohlensäuregases aus dem *Ragozzi-Brunnen* zu *Kissingen* kurz vor dem Ausbruche eines Gewitters am 30. Juni 1817 170 C. Z. in einer Minute, am 17. Juli bei regnichtigem Wetter 110 C. Z., am 18. 140 C. Z. *Trommsdorff's* n. J. B. II. St. 1. S. 344. In den Bädern von *Auvergne* sollen vor Ausbruch eines Gewitters die Kranken bisweilen nicht 4 Minuten im Bade aushalten können, weil es sie zu ersticken drohe, da sie es sonst recht gut 1 1/2 Stunde zu ertragen im Stande seien. Wurzer, das Neueste über die Schwefelquellen zu *Nennndorf*, S. 26. Vgl. auch *Heidler* über d. *Marienbad* Bd. II. S. 221 und verschiedene Brunnenschriften.

***). Kastner's Arch. Bd. VI. S. 246 und fg. Gegen Kastner sucht *Walcker* (ebend. Bd. X. S. 366) den stärkeren Geruch, den

Ebenso soll die Menge der Kohlensäure zur Frühlingszeit und vor Sonnenaufgang am grössten, im Spätsommer und Nachmittags gegen 2 — 3 Uhr merklich geringer sein, weshalb auch an mehreren Brunnenorten, wie zu *Sellers*, *Fachingen*, das Füllen der Krüge vorzugsweise bei Nacht betrieben wird. Ja man will sogar eine Beziehung des Gasgehaltes der Mineralquellen zum Mondlaufe (!) gefunden haben*).

Zu *Meinberg* versicherte mir der Gastwirth *Preiss* und Andere, dass bei nasser Jahreszeit, bei Gewittern, und auch während des Winters, wenn der Erdboden gefroren ist, die Gasentwicklung stärker, als bei trockener Jahreszeit sei. Brandes**) führt ebenfalls an, dass das Gas Morgens und Abends im Allgemeinen höher stehe als Mittags. Die Trinkquelle dasselbst ist besonders zur Anstellung solcher Betrachtungen über Periodicität der Kohlensäure-Entwicklung geeignet, indem das ihr entströmende Gas sich theils in einer amphitheatralischen Vertiefung, die mit Sitzbänken für diejenigen versehen ist, welche sich der äusseren Wirkung desselben aussetzen wollen, sammelt, und um so mehr in die Höhe steigt, je stärker die Entwicklung ist, theils in einem Trichter aufgefangen und in jene vorhin genannte Douschröhre geleitet wird.

Ich hatte Gelegenheit, zu verschiedenen Zeiten und fast ein Jahr lang fortgesetzt vier ganz nahe neben einander entspringende Kohlensäuerlinge mit sehr starker Gasentwicklung zu beobachten. Sie waren sorgfältig gefasst, luftdicht bedeckt und mit 6 — 30 Fuss langen Bleiröhren, welche das Gas in ein

kalte Schwefelquellen, Düngerhaufen etc. bei feuchter Luft ausstossen, aus der leichteren Verflüchtigung mehrerer Körper in Wassergas und aus der unter diesen Umständen stärkeren Einwirkung auf das Geruchsorgan erklären zu können.

*) *Kastner's Arch.* Bd. I. S. 378 und 379. Hier wird uns noch ein anderes Naturwunder aufgetischt, „dass nämlich Sauerwasser nicht zur Gewitterzeit verfüllt werden dürfen, weil sonst die Krüge springen, ebenso wie nicht selten die Glasretorten, welche man Behufs der Destillation mit Gewitter-Regenwasser füllt und erhitzt, gemeinhin von Innen heraus zerschlagen werden.“ Welche Wunderkraft!!! — Sollte man nicht mit solchem Gewitter-Regenwasser Schiessgewehre laden können??? —

B.

**) *A. a. O.* S. 302.

Gebäude leiten sollten, versehen. Während anhaltend trockener Witterung konnte ich weder ein Ausströmen von Kohlensäuregas noch den Geruch desselben an der Mündung bemerken. Diese Erscheinung befremdete mich anfangs; bei einigem Nachdenken liess sie mich aber keinen anderen Grund ahnen, als den, dass die in den Umgebungen jener Quellen, so vielfach in dem aufgeschwemmten Thalgrunde verzweigten Kohlensäureexhalationen sämmtlich aus einer Gebirgsspalte oder aus mehreren communicirenden dringen, und dass daher, wenn an irgend einer Stelle dem Austreten des Gases Hindernisse entgegengesetzt werden, dieses an anderen Stellen erfolgt. Das Aufsteigen des Kohlensäuregases vom Quellenspiegel bis zu einer Höhe von ohngefähr 6—10 Fuss ist aber, da es fast das doppelte Gewicht der atmosphärischen Luft hat, allerdings ein bedeutendes Hinderniss. Eines Tages, nach anhaltendem Regen, als ich abermals an die Mündung der Röhre roch, verspürte ich zu meiner Verwunderung einen auffallenden Geruch nach Kohlensäure. Späterhin habe ich noch mehrmals Gelegenheit gehabt, dieses bei Regenwetter, dagegen das Gegentheil bei trockenem Wetter zu bemerken.

Die einfachste Erklärung der Periodicität der Gasausströmungen aus Mineralquellen bot sich nun von selbst dar, indem sie gewiss in nichts anderem liegt, als dass die verschiedenen Ausströmungs-Canäle zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen ungleich geöffnet oder verstopft sind. Wenn zur Regenzeit der Erdboden mit Feuchtigkeit imprägnirt ist, so bildet er einen luftdichten Verschluss, und das Gas, welches in trockener Jahreszeit aus unzähligen Spalten und Oeffnungen rings um die Quelle ausströmt, wird nun allein durch die Quelle selbst ausströmen, wo der Widerstand, so lange das Niveau des Wasserabflusses nicht verändert wird, stets derselbe bleibt. Daher die vermehrte Entwicklung aus der Quelle, und die locale Anhäufung des Gases, besonders wenn die Fassung und die Umgebungen der Quelle, wie zu *Meinberg*, sich hoch über den Wasserspiegel erheben. Enge Canäle in dem Erdboden, enge Spalten in dem Gestein, die bei trockenem Wetter den Austritt des Gases ohne Schwierigkeit gestatten, füllen sich bei nassem Wetter mit Wasser an, und lassen das Gas nicht mehr durch. Stehen die in die Tiefe sich hinabziehenden Gascanäle in Communication mit anderen, die sich in dem Gestein

benachbarter Berge in die Höhe ziehen, und die sich während der Regenzeit mit Wasser anfüllen: so wird das Gas nicht nur von dieser Seite abgesperrt, sondern auch durch den hydrostatischen Druck das Ausströmen desselben aus seinen geöffneten Canälen beschleunigt.

Es lassen sich also mehrere Umstände anführen, die ein veränderliches Ausströmen des Kohlensäuregases durch die unveränderlichen Oeffnungen in der Quelle herbeiführen; denn da in der Regel die Verhältnisse in der gefassten Quelle stets dieselben bleiben, so lange der Abfluss des Wassers in gleichem Niveau bleibt: so wird der der Entwicklung des Gases entgegenstehende Wasserdruck und mithin überhaupt das Hinderniss der Ausströmung dasselbe bleiben, während es in den Umgebungen der Quelle nach Verschiedenheit der Witterung und je nachdem der Erdboden feucht oder trocken ist, variirt. Umgekehrt wird eine reiche Kohlensäure-Entwicklung aus einer Mineralquelle sich bedeutend vermindern, oder ganz aufhören, wenn der Wasserabfluss höher gelegt wird. Ich kenne mehrere Mineralquellen, deren Abfluss auf meinen Rath tiefer gelegt wurde, und wodurch die Gasentwicklung bedeutend zunahm: in einer dieser Quellen stieg nur von Zeit zu Zeit ein Gasbläschen auf; nach dem Tieferlegen des Abflusses, um fast 3 Fuss, ist aber jetzt die Gasentwicklung ununterbrochen und ziemlich bedeutend.

Selbst aber der Einwendung, dass die stärkere Kohlensäure-Entwicklung nicht allein während der Regenzeit, sondern sogar vor Gewittern, gleichsam als deren unmittelbare Vorboten sich zeigen, glaube ich durch die Bemerkung entgegen zu können, dass den Gewittern stets eine oft sehr bedeutende Verminderung des Luftdruckes vorhergeht, wie das Fallen des Barometers anzeigt. Nicht selten fällt das Barometer vor Gewittern um 3 bis 4 Linien, welches eine Verminderung des Luftdrucks um $\frac{1}{112}$ bis $\frac{1}{84}$ ist. In eben dem Verhältniss als sich aber der Luftdruck vermindert, wird sich die Ausströmung des Gases aus der Quelle vermehren. Ebenso wie kein Kohlensäuregas in den Exhalationen der Umgegend des *Laacher See's* sich mehr entwickelt, wenn der Gegendruck mehr als eine 5 Zoll hohe Wassersäule beträgt, wird umgekehrt die Entwicklung bedeutend zunehmen müssen, wenn der äussere

Luftdruck um 3 bis 4 Linien Quecksilberhöhe, gleich 3 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll Wasserhöhe, sich vermindert.

Von der stärkeren Gasentwicklung aus Quellen während niedrigen Barometerstandes ist zu unterscheiden der schwächere Gehalt derselben an freier Kohlensäure unter diesen Umständen; denn je schwächer der Luftdruck auf das Mineralwasser, desto weniger wird das Gas zurückgehalten, und umgekehrt *). Auch das bei nasser Witterung mehr herandringende Meteorwasser kann bei Quellen, die einen der Erdoberfläche näheren Ursprung haben, eine Verdünnung des Kohlensäure-Gehaltes herbeiführen **).

Die eigenthümlichen Quellenverhältnisse *Meinberg's*, und die stärkere Expansivkraft der dort ausströmenden Kohlensäure im Verhältnisse zu den Exhalationen in dem *Laacher See* Gebiete finden in den vorgetragenen Bemerkungen ihre Erklärung. Die Canäle in dem *Keuper*, woraus sich das Kohlensäuregas entbindet, müssen nämlich in sich geschlossen und nur wenig verzweigt sein, weil das Gas durch die Quelle selbst mit so grosser Heftigkeit ausströmt. Zur Regenzeit, oder auch im Winter, wo der Erdboden gefroren ist, und mithin eine luftdichte Decke bildet, strömt das Gas nur aus den geöffneten Canälen der Quellenfassung, und daher die grössere Anhäufung desselben in den nächsten Umgebungen der Quelle während dieser Jahreszeit ***). In dem *Laacher See* Gebiete hingegen,

*) Die günstigste Zeit zum Füllen gashaltiger Wasser wird also bei hohem Barometerstande, mithin in der Regel bei heiterem, trockenem, schönem Wetter sein, wenn man den möglich grössten Gasgehalt des zu versendenden Wassers beabsichtigt. Ist das Wasser ein mit dem Gas gesättigtes, und diess wird immer der Fall sein, wenn dieses frei aus der Quelle strömt, so ist es ganz einerlei, ob diese Ausströmung im Maximum oder im Minimum ist. Ist das Wasser nicht ganz mit dem Gas gesättigt, so scheint der Zeitpunkt, wo das Erdreich in den Umgebungen der Quelle mit Wasser imprägnirt ist, der günstigste; es ist jedoch nicht mit Gewissheit anzunehmen, dass dann das Quellwasser gerade den stärksten Gasgehalt habe, weil da, wo keine freie Strömung des Gases stattfindet, auch Sperrungsmittel nicht viel nützen können.

**) Witting in *Annal. d. Pharm.* B. III. H. 2. S. 172.

***) Die oben angeführte Bemerkung von Brandes, dass das Gas im Allgemeinen Morgens und Abends höher als Mittags steht, dürfte darin ihre Erklärung finden, dass zu jenen Tageszeiten die Erde durch den Thau eine mehr luftdichte Decke bildet.

in dieser durch frühere vulcanische Eruptionen gewaltsam erschütterten Gegend, ist das Gebirge ungemein zerklüftet, wie namentlich die zahllosen Mineralquellen und Gasexhalationen zeigen, und deshalb wird jede einzelne der letzteren, wenn ihrem Austreten Schwierigkeiten entgegenstehen, sich irgend einen anderen der vielen verzweigten Canäle aufsuchen. Nirgends kann sich daher eine bedeutende Expansivkraft in den Exhalationen äussern, ja sogar da, wo die Canäle im aufgeschwemmten Thalgrunde sich ins Unzählige verzweigen, wird sie so schwach, dass das Gas, wenn es in einer einigermaassen hohen Säule eingesperrt wird, seinen eigenen Druck nicht mehr überwinden kann, so lange nicht der grösste Theil dieser Canäle durch Wasserdruck abgesperrt ist.

Brandes und Krüger *) haben Beobachtungen über den Stand des Gases in der sogenannten *Dunsthöhle* von *Pymont* mitgetheilt. Da nach denselben das Gas nirgends mit Gewalt zu Tage tritt, und auf der Oberfläche des den Boden der Höhle bedeckenden Regenwassers nie ein Blasenwerfen oder ein Aufwallen wahrgenommen wird: so können diese Exhalationen gar keine Spannung haben. Eben desshalb hält es aber schwer, den Beobachtungen eine richtige Deutung zu geben; denn der geringfügigste Umstand, welcher leicht dem Beobachter entgeht, kann die Entwicklung eines ohne alle Spannung heraustretenden Gases verhindern oder umgekehrt befördern, so wie auch die Beobachter selbst bemerken, dass die stärkere oder schwächere Bewegung der Luft besonders Ursache sein mag, dass zu manchen Zeiten der Stand des Gases oft und schnell wechselt. Jedoch dem Obigen entsprechend sind die Beobachtungen, dass das Gas im Winter nie die Höhe, wie in den übrigen Jahreszeiten erreicht, und dass die Exhalation am stärksten vor Ausbruch eines Gewitters ist, dagegen die Gasschicht sinkt, sobald das Gewitter losgebrochen ist, folglich der Erdboden mit Feuchtigkeit sich gesättigt hat. Dass kein bestimmter Einfluss des Barometerstandes auf den Stand des Gases bemerkt worden, darf nicht befremden, weil leicht die Wirkungen des veränderten Luftdruckes durch den Feuchtigkeits-Zustand der Erdkruste, woraus das Gas sich entbindet,

*) A. o. a. O. S. 179 u. fg.

aufgehoben werden kann. Die leichtere Entwicklung des Gases, welche das um 1 Lin. sinkende Barometer hervorruft, wird durch eine 13 Lin. dicke, mit Feuchtigkeit imprägnirte Erdschicht aufgehoben, und umgekehrt. Nicht wohl zu erklären ist aber, dass das Gas einige Stunden nach Sonnenaufgang und bald nach Sonnenuntergang sehr hoch, dagegen Mittags und wenn die Sonne den Vorplatz der Höhle bescheint, auch bei Dürre und Höhenrauch sehr niedrig stehn soll.

Diese Gasentwicklung kommt, wie die *Pyrmonter Mineralquellen*, aus der Formation des *bunten Sandsteins*, und liegt über der *Trinkquelle* 66 Fuss. Mit den Kohlensäure-Exhalationen aus den Mineralquellen steht sie wohl in keinem unmittelbaren Zusammenhang, da diese Spannung haben.

Ich komme nach dieser Abschweifung zur Betrachtung der übrigen Verhältnisse der Mineralquellen im östlichen Abhange des *Teutoburger Waldes* zurück.

Sehr auffallend ist die niedrige und so sehr veränderliche Temperatur der *Meinberger Mineralquellen*. Ich fand am 20. April 1833 den *Neubrunnen* + 40, 2 R. und die *alte Trinkquelle* + 50,2 bei + 40,8 Luftwärme. Da das Wasser der letzteren durch eine Pumpe gefördert wird, so dürfte es wohl diesen Grad mehr in der Röhrenleitung gewonnen haben, um so mehr, da das aus der Douschröhre ausströmende Kohlensäuregas ebenfalls 40,2 R. hatte. Nach Brandes zeigten diese Mineralquellen nachstehende Temperaturen:

			Alte Trinkq.	Neubr.
1830.	11. Aug.	bei 170,5	100,5	110,2
	14. -	- 160	90,3	100,1
1832.	6. Febr.	- 50	50,5	60,0
	29. -	- 10	50,5	50,0
	29. März	- 50	50,5	50,0
	31. -	- 130	60,6	60,0
	8. April	- 110	60,0	50,5
	12. Mai	- 140	60,5	
	21. -	- 180		60,5
			60,85	60,9

Die Abhängigkeit der Temperatur dieser Quellen von der Luftwärme ist unverkennbar. Brandes findet die mittlere Temperatur von *Salzuflen*, 3 Meilen von *Meinberg*, aus 8 jährigen Beobachtungen 70,8 R. Dieses Mittel ist aber wenigstens

um 1° zu hoch, da es bloss aus Tagesbeobachtungen abgeleitet worden. Die wahre mittlere Temperatur von *Salzuflen* dürfte also kaum $6^{\circ},8$ und nahe so viel auch die von *Meinberg* sein. Diess stimmt ziemlich nahe mit obigen mittleren Quellentemperaturen, welche aber etwas zu niedrig sein möchten, da die meisten Beobachtungen *unter* dem Mittel liegen. Da in diesen Breiten die Quellentemperatur um ohngefähr $1^{\circ},5$ höher ist, als die mittlere Lufttemperatur, so ist auch deshalb $6^{\circ},9$ für die Quellentemperatur von *Meinberg* zu gering, und sie dürfte sich daher wohl auf ohngefähr 8° stellen. So weit also diese unvollständigen Beobachtungen zu schliessen erlauben, dürfte das jährliche Mittel der Temperatur jener Mineralquellen zu *Meinberg* ziemlich nahe mit der mittleren Temperatur der dortigen süssen Quellen übereinstimmen.

Die *Meinberger* Mineralquellen bieten demnach das gewiss sehr seltene Beispiel dar, dass ihre Temperatur sehr veränderlich ist, und der äussern Luftwärme folgt, und dass dieselbe wahrscheinlich ziemlich nahe mit der mittleren Temperatur der dortigen süssen Quellen übereinstimmt *).

Mir ist unter der grossen Zahl von Mineralquellen in hiesiger Gegend, in den Umgebungen des *Laacher See's* und in der *Eifel*, deren Temperaturen ich seit vielen Jahren beobachtet habe, noch keine einzige vorgekommen, die eine solche Veränderlichkeit gezeigt hätte **), und die nicht wenigstens um einige Zehntel die mittlere Temperatur benachbarter süsser Quellen übertroffen hätte. Von Buch ***)) führt ebenfalls an, dass er bis jetzt noch kein Sauerwasser aufgefunden habe, dessen Temperatur nicht jederzeit die der laufenden und reinen Quellen übertroffen hätte.

Die so veränderliche Temperatur der *Meinberger* Mineralquellen, bei so reichem Kohlensäure-Gehalt dürfte aber den au-

*) Ein Jahr lang fortgesetzte Temperatur-Beobachtungen dieser Mineralquellen und benachbarten süssen Quellen wären sehr zu wünschen.

**) Vergl. meine vorige Abhandlung S. 269. Meine seitdem mit denselben Thermometern fortgesetzten Beobachtungen haben dargethan, dass die grössten jährlichen Differenzen der ersten jener Mineralquellen nur $0^{\circ},4$, der zweiten und dritten gar nur $0^{\circ},2$ sind.

***) Poggend. Ann. B. XII. S. 415.

genseheinlichsten Beweis liefern, dass ihre Entstehung gar nicht tief gesucht werden darf. Nicht sehr schwierig dürfte sie zu enträthseln sein. Die *Meinberg* umgebenden Höhen bestehen aus *Muschelkalk*, der, wenn auch nicht so sehr zerklüftet, wie die *Kreide*, doch gewiss so viele Spalten enthält, dass die Meteorwasser bis in die Thalmulde, die vom *Keuper* ausgefüllt ist, gelangen. Hier begegnen sie den aus dem *bunten Sandstein* oder aus noch grösserer Tiefe kommenden Strömen von Kohlensäuregas, absorbiren davon, und es bildet sich ein Kohlensäurerling, welcher sofort Eisen und kohlensaure Erden aus den Gcirgsschichten auflösen wird. Der starke hydrostatische Druck des Wassers in den Canälen des *Muschelkalks* wird aber auf gleiche Weise die Absorption der Kohlensäure, wie das heftige Ausströmen des überschüssigen Gases befördern. Dass dieses Wasser nicht tief in das *Muschelkalk*-Gebirge eindringen kann, dass ferner keine bedeutenden Wasser-Ansammlungen darin vorkommen können, zeigt die Abhängigkeit der Temperatur der Quellen von der der Atmosphäre, und rechtfertigt das, was oben im Allgemeinen über die Zerklüftung des *Muschelkalks* gesagt worden ist. Dass endlich überhaupt das Wasser der *Meinberger* Mineralquellen keinen weiten Lauf haben könne, zeigt der verhältnissmässig geringe Gehalt derselben an fixen Bestandtheilen *).

*) S. Brandes a. a. O. S. 292 u. 300. Wie wenig der Kohlensäure-Gehalt allein den Reichthum einer Mineralquelle an fixen Bestandtheilen bedingt, und wie sehr diese von einem längeren unterirdischen Laufe abhängig sind, kann ich durch nachfolgende Beispiele darthun.

10000 Th. Wasser nachbenannter Quellen lieferten an feuerbeständigen Bestandtheilen:

Mineralquelle am <i>Laacher See</i>	2,8 Th.
- bei <i>Wehr</i>	3,9 -
- zu <i>Lamscheid</i>	5,9 -

obgleich alle drei ungemein reich an Kohlensäure sind. Dagegen lieferten

ein Brunnen unter dem hiesigen Laboratorium	5,4 Th.
ein zweiter ebenfalls im Schlosse	5,8 -

obgleich beide kaum Spuren von Kohlensäure zeigen. Besonders auffallend ist aber, dass der Gehalt der letzteren an kohlensauren Erden grösser, als in jenen an Kohlensäure so reichen Mineralquellen ist.

Die *Meinberger* Sauerlinge sind also gewiss ganz nahe an der Erdoberfläche gebildete Mineralquellen, und liefern den augenscheinlichen Beweis, dass sich überall Mineralquellen bilden können, wo nur Wasser und Kohlensäuregas-Ströme einander begegnen *). Dass Mineralquellen nur in Thälern vorkommen, während oft süsse Quellen noch nahe am Gipfel hoher Berge angetroffen werden, rührt nicht davon her, weil jene nur in grosser Tiefe entstehen, sondern weil Kohlensäureexhalationen nicht bis zu den Höhen der Berge gelangen, indem sie schon in den Thälern wegen geringerer Hindernisse Auswege finden.

Eine im vorigen Jahre an einem *Grauwacken*felsen, etwa 4 Fuss über einer Mineralquelle im *Brahlthale*, gemachte Beobachtung scheint die wichtige Bedeutung des Verwitterungs-Processes für die Bildung der Mineralquellen aufs Neue darzuthun. Ich fand nämlich an demselben einen weissen, wollähnlichen Salzbeschlag, wovon ich 0,6 Gr. sammelte, und der zusammengesetzt war aus:

Kohlensaurem Natron	0,5012
Schwefelsaurem -	0,0519
Kochsalz	0,0469
Sal.	0,6

Die Bildung dieser Efflorescenz konnte nicht lange vorher erfolgt sein; denn bei einem vier Monate früheren Besuch dieser Stelle war noch nichts wahrzunehmen gewesen. Uebrigens ist die Fläche, an welcher sich die Efflorescenz zeigte, erst seit 6 Jahren entblösst, indem damals in meiner Gegenwart ein an dieser *Grauwacke* gelegener *Kalksinter*felsen weggesprengt wurde. Dem etwaigen Einwurfe zu begegnen, dass eine kleine, kaum sichtbare Seitenader der Mineralquelle an dieser Stelle,

Die Mineralquellen am *Laacher See* und bei *Wehr* können ihrer localen Verhältnisse wegen höchstens einen $\frac{1}{8}$ Meile langen unterirdischen Lauf haben.

Ich werde über diesen Gegenstand bei anderer Gelegenheit meine Beobachtungen mittheilen.

*) Diese Ansichten habe ich namentlich in Beziehung auf die kohlensaures Natron haltigen Sauerlinge zuerst in meinem Werkchen „Die vulcanischen Mineralquellen Deutschlands und Frankreichs, Bonn, 1826“ und nachher an mehreren anderen Orten ausgesprochen. Vergl. das *Jahrb. d. Ch. u. Ph.* 1827. II. 9. S. 119.

gleichsam ein Haarröhrchen, durch allmälige Verdunstung des herausickernden Mineralwassers diesen Salzbeschlag erzeugt haben könne, bemerke ich, dass der Felsen eine sehr dichte *Grauwacke* ist, und dass die Efflorescenz auf der schiefrigen Ablösungsfläche sich befand. Die Aehnlichkeit der Zusammensetzung der löslichen Bestandtheile des Mineralwassers, und das Hervorkommen desselben unmittelbar aus der *Grauwacke* machen es sehr wahrscheinlich, dass dieses Gestein, so wie hier zu Tage so auch im Innern, durch eine von den Kohlensäure-Strömen bewirkte Efflorescenz dem Sauerwasser die löslichen Salze zum Theil liefere *). Dieselben bestehen nämlich aus

Kohlensaurem Natron	0,5012
Schwefelsaurem -	0,0684
Kochsalz	0,0799
	<hr/> 0,6495

Aehnliche Efflorescenzen in dortiger Gegend habe ich schon früher beschrieben **), seitdem habe ich sie auch dort sehr häufig an frischen Mauern, an dem Bewurfe von Mauern u. s. w. gefunden. Es ist diess nicht auffallend, da alle Materialien, womit dort gemauert wird, Steine, vulcanischer Sand, Trass etc. mehr oder weniger reich an Alkalien sind, und nirgends Kohlensäureexhalationen häufiger, als in jenen ganz damit erfüllten Thälern vorkommen.

Da die Glieder der Flötzformation Alkalien gewiss als höchst untergeordnete Bestandtheile, zum Theil wohl kaum Spuren davon enthalten: so sind in den Mineralquellen des östlichen Abhanges des *Teutoburger Waldes*, die Kohlensäure-Strömen ihre Entstehung verdanken, Natron- und Kalisalze ebenfalls als sehr untergeordnete Bestandtheile zu erwarten. Diess ist auch der Fall, und kohlensaure Alkalien fehlen gänzlich, da schwefelsaure und Haloidsalze von Kalk und Magnesia vorkommen.

Die ebenfalls von Brandes untersuchte Schwefelquelle bei *Meinberg* hat mich in meiner Ansicht ***)) über die Bildung der Schwefelquellen durch Zersetzung schwefelsaurer Salze mittelst organischer Substanzen bestärkt. Diese Quelle liegt in

*) Vergl. das *Jahrb. d. Ch. u. Ph. a. o. a. O.*

**) Vulkanische Mineralquellen S. 241.

***)) *Jahrb. d. Ch. u. Ph.* 1832. H. 21 u. 22. S. 251 u. fg.

in einer morastigen, mit organischen Ueberbleibseln durchdrungenen Wiese, das Wasser enthält viele schwefelsaure Salze, und hat keinen Abfluss: Verhältnisse, welche der Bildung von Schwefelwasserstoff äusserst günstig sind. An den Wänden der Quellenfassung fand ich einen Absatz von Schwefel, Eisenoxyd und Schwefeleisen, gerade so, wie ich letzteres in Krügen gefunden habe, die mit einem Glaubersalz haltigen, mit etwas Zucker versetzten Wasser gefüllt, und $3\frac{1}{2}$ Jahre lang aufbewahrt gewesen waren *).

Dass auch diese Quelle keinen tiefen Ursprung habe, und daher um so mehr die Bildung von Schwefellebern in den oberen, mit organischen Ueberresten imprägnirten, Erdschichten von Statten gehen könne, beweiset ihre niedrige Temperatur von 50° R. bei $80,5$ Luftwärme. Nach Brandes variirte sie zwischen $20,5$ (Febr.) und 130 (Aug.) und zeigte sich mithin auch von der Luftwärme abhängig. Die geognostischen Verhältnisse, Muschelkalk auf den Höhen und Keuper als Ausfüllung des Thales, sind dieselben, wie zu Meinberg.

Eine gleichfalls von Brandes untersuchte Mineralquelle bei Bellenberg ist von keiner besonderen Bedeutung. Ich fand sie am 20. April 1833 $50,2$ R. bei 80° Luftwärme, Brandes im Aug. 1830 $120,7$ bei 190° Luftwärme. Ihre Temperatur ist also ebenfalls von der äusseren abhängig.

Oberhalb Vinsebeck entspringt aus dem bunten Sandstein eine Mineralquelle, die gegen die vorhergehenden in Lippe-Deilmold die höhere Temperatur von $70,8$ bei $80,3$ Luftwärme zeigte. Ihr Geschmack ist schwach eisenhaft. Kohlensäuregas entwickelt sich sparsam von Zeit zu Zeit aus ihr, und an der steinernen Fassung befindet sich eine starke Oxyd-Ablagerung. Der Abfluss ist schwach.

Nicht weit von dieser Quelle befindet sich, wie mir der Pastor von Vinsebeck sagte, eine zweite, aus welcher sich mehr Gas entwickeln soll.

Am Fusse der Hinnenburg, nicht weit von Brakel, entspringt eine Mineralquelle, die ich $50,2$ bei $50,9$ Luftwärme fand. Der Geschmack ist nach Schwefelwasserstoff. Aus dem

*) *Jahrb. d. Ch. u. Ph.* 1832, H. 7. S. 378.
Journ. f. prakt. Chemie. I. 6.

Wasser entwickelt sich etwas Gas. Nach Hrn. Dr. Witting's*) mir gütigst mitgetheilten Resultaten seiner Analyse dieses Wassers enthalten 10000 Th. 8,7 Th. fixe Bestandtheile, 39 C. Z. Kohlensäuregas und 1,56 C. Z. Schwefelwasserstoffgas. Die ersteren bestehen aus schwefelsauren Salzen, kohlensauren Erden, kohlensaurem Eisenoxydul und geringen Mengen von Chlormetallen, wie die aller der dortigen Mineralquellen. Die Bildung des Schwefelwasserstoffs ist wohl derselben Ursache zuzuschreiben, wie bei der Schwefelquelle zu *Meinberg*. Nach Witting entspringt sie in einem Lager von *bituminösem Mergelschiefer* und *Thon*, und Schwefelkies zeigte sich beim Aufgraben der Quelle.

Zwischen *Brakel* und *Driburg*, in der Nähe von *Istrup* und *Schmechten*, im sogenannten *Madholz* besuchte ich die von Hoffmann angeführten Kohlensäuregas-Exhalationen in mehreren mit Wasser angefüllten Gruben. Da das Wasser, aus welchem die Gasblasen aufsteigen, nach der damit vorgenommenen Prüfung, sich sehr rein verhielt; da ferner weder an der Oberfläche des Bodens, noch bis zu einer Tiefe von 3 Fuss Ocher-Ablagerungen zu bemerken waren: so können diese Gruben, obgleich sie ganz das Ansehen von Sauerlingen haben, nichts anderes, als reine Gasexhalationen (Gasquellen) sein, die durch, auf der Oberfläche angesammeltes, Regenwasser treten.

So bedeutend auch diese Gasentwicklungen demjenigen vorzukommen mögen, der die ähnlichen in vulkanischen Gegenden, wie namentlich in den Umgebungen des *Laacher See's* und in der vulkanischen *Eifel* noch nicht gesehen hat: so kommen sie doch gegen diese letzteren, in so ungeheurem Maassstabe auftretenden, Entwicklungen kaum in Betracht.

Das aus jenen Gruben ausströmende Gas fand ich eben so rein aus Kohlensäuregas bestehend, wie die übrigen der von mir untersuchten Kohlensäuregas-Exhalationen. Schwefelwasserstoffgas scheint nicht, wenigstens nicht in merklicher Menge vorhanden zu sein. Bleizucker-Lösung zu dem Wasser der Gruben geträpelt, bewirkte nur eine schwache *weisse* Trübung.

*) Vergl. auch dessen Bemerkungen über die Mineralquellen zu *Brakel* in den *Ann. d. Pharm.* B. III. H. 2. S. 170 u. fg.

Nicht weit von hier entfernt liegt die *Schmechtener* Mineralquelle. Sie ist zwar in Stein gefasst, aber ringsumher versumpft, und ohne Abfluss. Temp. 70,2. Es entwickelt sich aus ihr nur sparsam Kohlensäuregas, und sie setzt etwas Eisenoxyd ab.

Bei dem Dorfe *Herste*, eine Stunde südöstlich von *Driburg*, findet sich ebenfalls eine Mineralquelle. In früheren Jahren war die ganze Umgebung ein Sumpf, wie auch jetzt noch solche sumpfige Stellen, in denen man die Gegenwart von Schwefelwasserstoff erkennt, dort angetroffen werden. Mit grosser Mühe liess der Freiherr von *Siersdorf* vor einigen Jahren diese Mineralquelle fassen, und den Abfluss des Wassers 11 Fuss höher legen. Dadurch hat sich zwar die Kohlensäure-Entwicklung aus dem Wasser etwas vermindert; in einzelnen Perioden und wieder nach längeren Unterbrechungen ist sie aber doch noch ziemlich stark. Der Geschmack des Wassers ist angenehm säuerlich und eisenhaft; wenn zu Zeiten ein schwacher Beigeschmack noch Schwefelwasserstoff zu bemerken ist, so erklärt er sich hinlänglich aus den vorhin angeführten Umgebungen. Das Wasser setzt vielen Eisenoxyd ab. Die Temperatur der Quelle fand ich 70,6 bei 80,5 Luftwärme.

Von den wiederholt untersuchten und beschriebenen *Driburger* Mineralquellen habe ich nur wenig anzuführen. Die Kohlensäure-Entwicklungen, nicht nur aus den Quellen selbst, sondern an vielen Stellen in deren Umgebungen, sind sehr bedeutend, und nach der Untersuchung der aus der Trinkquelle zu schliessen, sehr rein. Die Trinkquelle fand ich 80,2 und diess scheint ihre constante Temperatur zu sein. Wenn dieser, der mittleren Quellentemperatur von *Driburg* wahrscheinlich nahe kommende Wärmegrad zwar keinen tiefen Ursprung der Quelle andeutet: so ist er doch wohl da zu suchen, wohin die äusseren Temperatur-Veränderungen nicht mehr dringen. Uebrigens scheinen der *Luisenbrunnen* und der *Wiesenbrunnen* aus noch grösseren Tiefen zu kommen, da nach *Ficker* jener 100, dieser gar 120 R. warm ist.

So wie die sämmtlichen in dieser Abhandlung angeführten, und ausserdem noch mehrere andere auf dem östlichen Abhange des *Teutoburger Waldes* vorkommenden Mineralquellen einen gemeinschaftlichen Charakter besitzen, nämlich mehr oder

weniger eisenhaltig sind, schwefelsaure Salze als prädomirende Bestandtheile, Chlormetalle oder salzsaure Salze aber nur in geringen, und kohlensaure Erden in gewöhnlichen Mengen enthalten: so sind auch alle Gasexhalationen aus ihnen und neben ihnen von gleicher Beschaffenheit: sie bestehen nämlich aus fast ganz reiner Kohlensäure. Eben deshalb können sie nicht von atmosphärischer Luft herrühren. Da wo diese Mineralwasser in anhaltende Berührung mit organischen Substanzen kommen, erleiden die schwefelsauren Salze eine theilweise Zersetzung, und es bilden sich Schwefelquellen.

Dagegen am westlichen Abhange des *Teutoburger Waldes* giebt es gar keine Sauerlinge, weil es an Kohlensäuregas-Strömen fehlt. Man kennt überhaupt nur eine einzige Mineralquelle, die erst kürzlich entdeckte Therme zu *Lippspringe* mit ebenfalls vorwaltenden schwefelsauren Salzen *); aber eine ganze Reihe von Salzsoolen, von *Salzkotten* bis *Unna*, fast in einem Zuge, tritt hier auf, obgleich auch am östlichen Abhange und etwas entfernter von dem Gebirgsrücken mehrere Soolen vorkommen. Am westlichen Abhange finden sich zwar auch Gasexhalationen aus den süßen Quellen; sie bestehen **) aber grösstentheils aus Stickgas mit wenigen Procenten Sauerstoffgas und enthalten gar kein Kohlensäuregas. Nur in der Gasentwicklung aus der Therme zu *Lippspringe* findet sich neben dem Stickgas etwas Kohlensäuregas, aber noch weniger Sauerstoffgas, als in jenen. Höchst wahrscheinlich rühren alle diese Exhalationen von atmosphärischer Luft her, die einen Theil ihres Sauerstoffs durch Bildung von Kohlensäure mittelst Oxydation kohlenstoffhaltiger Substanzen, welche von den süßen Quellen absorbirt, von der Therme theilweise entbunden wird, eingeblüht hat.

Was die Temperatur der Quellen betrifft: so zeigen am östlichen Abhange die *Meinberger* Mineralquellen eine grosse Veränderlichkeit und Abhängigkeit derselben von der äussern, die übrigen, die *Pyrmonter* Mineralquellen (+ 8°,3 bis + 10°) mit eingeschlossen, einen ganz oder doch nahe constanten Temperaturgrad. Nur die letzteren dürften daher zu den Thermene

*) S. meine vorige Abhdlg.

**) A. a. O. S. 257.

gehören*). Am westlichen Abhange besitzt dagegen eine grosse Zahl süsser Quellen eine die mittlere des Orts übersteigende und höchst wahrscheinlich ganz oder nahe constante Temperatur. Alle diese Quellen gehören daher zu den Thermen. Es zeigt sich hier die merkwürdige Erscheinung, dass die wärmste unter diesen süssen Quellen, die wärmste Paderquelle (12°, 96), alle die obengenannten Mineralquellen am östlichen Abhange, und die kältesten unter jenen süssen Quellen (6°, 4, 7°, 70, 4) während der kalten Jahreszeit selbst noch die Meinberger Mineralquellen (40, 2) in ihrer Temperatur übersteigt. Alle diese verschiedenen Verhältnisse finden in Entfernungen von einigen Meilen statt. — Wenn nicht schon Gastein und Pfäfers ein weit mehr in die Augen fallendes Beispiel darböten, dass Wasser mit sehr bedeutend erhöhter Temperatur der Erde entquellen können, ohne jedoch mehr an fixen Bestandtheilen zu enthalten, wie die ärmste süsse Quelle: so würden auch die warmen unter den süssen Quellen am westlichen Abhange des Teutoburger Waldes Belege hiezu liefern.

II.

Ein einfaches Mittel, die Fällung des Eisens aus den Mineralwassern zu verhüten,

VON

GUSTAV BISCHOF.

Unter ähnlichem Titel habe ich in dem Jahrbuche der Chemie und Physik 1829 Heft 9. S. 26 u. fg. einen Aufsatz mit-

*) Der Begriff einer Therme ist wohl nicht bloss so festzustellen, dass darunter eine Quelle verstanden wird, deren Temperatur die mittlere der in ihrer Wärme veränderlichen, benachbarten süssen Quellen übertrifft; sondern dass sie auch eine constante Temperatur habe. An einem anderen Orte werde ich übrigens zu zeigen mich bemühen, dass es auch Thermen geben kann, die in ihrer Temperatur noch etwas schwanken.

getheilt, und darin theils früher schon bekannte, theils ein neues Mittel (Zucker) angeführt, die aber alle ihren Zweck, die Fällung des Eisens zu verhindern, nicht ganz erfüllten. Durch einige später angestellte Versuche glaubte ich die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass die Fällung des kohlensauren Eisenoxyduls auf Kosten der in dem Mineralwasser enthaltenen atmosphärischen Luft erfolge; denn als ich einen kupfernen Kolben unter dem Quellenspiegel eines sehr eisenhaltigen Säuerlings, der bald in den Flaschen einen Theil seines Eisens fallen lässt, ganz anfüllte, und hierauf durch Hitze den ganzen Gasgehalt austrieb, blieb nach Absorption der Kohlensäure durch Aetzlauge ein Gasrückstand, der auf 100 Maass Wasser 3,6 Maass betrug und 19,4 Proc. Sauerstoffgas enthielt. Ungeachtet dieses Erfolgs schien es mir jedoch bei näherem Nachdenken sehr paradox, dass im Innern der Erde in dem Wasser kohlensaures Eisenoxydul und Sauerstoff neben einander sollten bestehen können, während in den verschlossenen Flaschen die höhere Oxydation des Eisenoxyduls und dadurch bewirkte theilweise Ausscheidung als Eisenoxydhydrat erfolgt. Es kam mir daher sehr wahrscheinlich vor, dass jener, in seiner Zusammensetzung der atmosphärischen Luft sehr nahe kommende, Gasrückstand grösstentheils von der in dem Kolben enthaltenen Luft herrühre, die beim Einfüllen des Wassers durch theilweisen Austausch mit dem Kohlensäuregas dem Wasser sich beigemischt hätte. Unter dieser Voraussetzung musste sich aber, durch gänzlichen Ausschluss der atmosphärischen Luft, die Fällung des Eisens vollständig verhüten lassen. Ich füllte daher mehrere Flaschen unter dem Quellenspiegel eines sehr eisenhaltigen Mineralwassers, kehrte sie dann um, brachte einen grossen Trichter in die Mündung derselben und liess das aus dieser Quelle sich reichlich entwickelnde Kohlensäuregas eintreten. Die ganz mit diesem Gas angefüllten Flaschen kehrte ich nun abermals um, füllte sie von neuem mit Wasser, und verkorkte sie unter dem Quellenspiegel. Der Erfolg entsprach ganz meinen Erwartungen. Diese Füllung nahm ich im Juni vorigen Jahres vor, stellte die Flaschen, ohne den Korkstöpsel mit Pech und Leder zu überziehen, umgekehrt in mein Wohnzimmer, wo das Wasser zur Sommerzeit oft einer Temperatur von 20 und einigen Graden ausgesetzt war, und selbst in diesem Augenblick,

Ende Februar, also 9 Monate nach dem Füllen, hat sich noch nicht der geringste Eisenabsatz gezeigt, während ebendasselbe Wasser schon am zweiten Tage nach dem gewöhnlichen Füllen sich trübt, einen grossen Theil seines Eisens fallen lässt, und beim geringsten Umschwenken eine trübe Ocherbrühe giebt.

Es ist die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass andere Eisenwasser bei gleichen Vorkehrungen beim Füllen eben so gut sich conserviren werden, und so liessen sich also bei Beobachtung eines so einfachen Kunstgriffes, der bloss die dreifache Zeit des Füllens fordert, die Eisenwasser mit ihrem ganzen Eisengehalt für eine lange Zeit erhalten, ohne dass durch irgend einen fremden Zusatz die Natur des Wassers im mindesten verändert würde. Freilich setzt dieses Verfahren eine hinlängliche Entwicklung von Kohlensäuregas aus der Quelle voraus und lässt sich daher nur bei den an diesem flüchtigen Bestandtheil sehr reichen Mineralquellen anwenden. Die stärksten und berühmtesten unter den sogenannten Stahlwässern sind aber gerade die, aus welchen Kohlensäuregas in ununterbrochenen Strömen sich entwickelt.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich nun, dass Mineralquellen, so lange sie kohlensaures Eisenoxydul enthalten, kein Sauerstoffgas oder doch gewiss nur sehr wenig davon in Absorption halten können. Das Sauerstoffgas, welches die Analysen solcher Eisenquellen häufig angeben, gehört daher nicht dem Mineralwasser an, sondern hat sich grösstentheils erst beim Füllen des Gasentwicklungs-Gefässes mit Wasser demselben beigemischt. Um den reinen Gasgehalt eines Mineralwassers zu erhalten, muss man demnach das Gasentbindungsgefäss vor dem Einfüllen des Wassers mit derjenigen Luft anfüllen, womit das zu untersuchende Wasser gesättigt ist, oder wovon es wenigstens die grösste Menge absorbirt hält; denn nur dadurch kann erreicht werden, dass nicht ein theilweiser Austausch zwischen dem Gas des Wassers und der Luft des Gefässes erfolgt.

Da bei weitem in den meisten Fällen, und namentlich bei den eisenhaltigen Mineralwässern, die Kohlensäure der prädominirende gasförmige Bestandtheil ist: so kann es wohl als ziemlich allgemeine Regel gelten, dass das Gasentbindungs-Gefäss mit Kohlensäuregas gefüllt wird. Entwickelt sich dieses Gas aus dem zu untersuchenden Wasser selbst, so füllt

344 Bischof über Conservation der Eisenwasser

man am zweckmässigsten das Gefäss mit dieser natürlichen Kohlensäuregas-Exhalation. Im entgegengesetzten Falle bedient man sich hierzu der künstlichen Kohlensäure.

Die Meteorwasser, welche in die Erde eindringen, Kohlensäure absorbiren und dadurch Mineralquellen werden, enthalten, wie alle Wasser auf der Erdoberfläche, atmosphärische Luft. Mit Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, dass sie da, wo sie mit grossen Quantitäten Kohlensäuregas in Berührung kommen, durch Austausch einen Theil ihrer atmosphärischen Luft, und den Rest ihres Sauerstoffgases durch Auflösung von Eisenoxydul ganz oder grösstentheils verlieren. Indem sich sonach ein Theil dieses Oxyduls in Eisenoxydhydrat umwandelt, und ausscheidet, werden sie, wenn sie zu Tage kommen, nur noch das Stickgas der zurückgebliebenen atmosphärischen Luft, oder doch nur sehr geringe Mengen Sauerstoffgas enthalten. Daher findet man stets in dem Gas, welches aus einem Eisenwasser in einem auf gewöhnliche Weise gefüllten Entbindungsgefäss durch Hitze ausgetrieben wird, so wie in der frei ausströmenden Kohlensäure eine grössere Menge Stickgas, wie in der atmosphärischen Luft.

3.11. Bischof über Carbonation der Eisenwasser

...äss mit dieser natürlichen Koh-
 gengesetzten Falle bedient man
 ...säure.

...n die Erde eindringen, Koh-
 ...lneralquellen werden, enthal-
 ...berfläche, atmosphärische Luft.
 ...men, dass sie da, wo sie mit
 ...in Berührung kommen, durch
 ...osphärischen Luft, und den
 ...Auflösung von Eisenoxydul

...Indem sich sonach ein Theil
 ...t umwandelt, und ausschei-
 ...lage kommen, nur noch das
 ...osphärischen Luft, oder doch
 ...stoffig enthalten. Daher fin-
 ...es aus einem Eisenwasser in
 ...lten Entbindungsgefäß durch
 ...der frei ausströmenden Koh-
 ...kgas, wie in der atmosphä-