

trieb und Sand und kleine Steine mit in die Höhe schleuderte. Nach einigen Stunden ließ dieser Tumult wieder nach; die Quelle sprudelte nur einige Fuß hoch über das Bohrloch, ja am folgenden Tage blieb sie ganz aus, so daß die Saugpumpe abermals wieder angewendet werden mußte. Dann beobachtete die Quelle ein intermittirendes Verhalten, indem sie von 10 zu 10 Minuten unter Poltern und Brausen 12—15' hoch empor sprudelte und dann wieder bis zum Niveau des Bohrloches zurück sank. Erst nach einiger Zeit regelte sich der Ausfluß und die Quelle sprudelte unter starker Kohlensäureentwicklung 2—3' hoch, wobei der Strahl in weißen Schaum verwandelt und mit brausendem Geräusch gewaltsam hervordrang. Der Schaum zerrann ruhig an der Oberfläche des krystallklaren Wassers, indem er eine reichliche Menge — nach Bunsen 21369,6 Kubikfuß in 24 Stunden, oder in einem Jahre mehr als eine Million Pfunde — 26° R. warmer Kohlensäure entband, welche den offenen, der atmosphärischen Luft zugänglichen Quellschacht mit einer oft an 5' hohen Gasschicht erfüllte. Ward eine engere Röhre auf die Mündung des Bohrloches gesetzt, so konnte der Wasserstrahl je nach der Weite dieser Aufsteckröhre 15—20' hoch getrieben werden. Ein besonders interessantes Schauspiel gewährte die Quelle, wenn dieselbe auf solche Weise in ihrer freien Entwicklung gehemmt war und das Hinderniß dann plötzlich entfernt wurde. Anfangs sprudelte sie ruhig bis zur gewöhnlichen Höhe; dann folgten stärkere und stärkere Stöße tief aus dem Innern der Erde, welche in dem Boden rings um den Quellschacht dröhnend wiederhallten und nicht nur durch das Gehör vernommen wurden, sondern auch dem Gefühle der Umstehenden durch Erschütterung des Körpers sich mittheilten. Ein solcher Stoß trieb den Schaum höher; das sonst klare und durchsichtige Wasser ward trübe und Steinchen bis zur Größe einer Wallnuß schleuderte die zürnende Najade auf den Rand des Schachtes. — Die Temperatur der Quelle betrug anfangs 26° R. Nachdem aber die umgebenden Erdschichten sich so weit erwärmt hatten, daß sie dem rasch aufsteigenden Wasser keine Wärme mehr entziehen konnten, stieg dieselbe auf 27°. Die Quelle lieferte täglich 25,000 Kubikfuß Soole von 1,02345 specif. Gewichte, welche die Bäder im alten Kurhause, wohin sie durch hölzerne Röhren geleitet wurden, versorgte. Im Jahre 1847 war die aus Eisenblech bestehende Verrohrung durch die Kohlensäure zerfressen — —; durch die entstandenen Oeffnungen waren kleine Steine in das Bohrloch gefallen, welche

dasselbe bis zu 12' hoch anfüllten und den Ausfluß wesentlich hinderten. Im März 1848 blieb die Quelle plötzlich ganz aus; die siebartig durchlöcherter Bohrröhre war dem Drucke der umgebenden Gesteine gewichen und man fand das Bohrloch in 71' Tiefe zusammengebrochen. — — Trotz aller Mühe war eine Wiederaufwältigung unmöglich, und es mußte ein neuer Bohrversuch, 5' von der alten Stelle entfernt, unternommen werden. Dieser mit No. 11 bezeichnete ist durch ein 90' tief eingeschobenes Holzrohr, welches von der Soole nicht angegriffen wird, für lange Zeit gesichert und bildet den s. g. „kleinen Sprudel“, neben welchem das Gasbadehaus erbaut wurde.“

Die Brunnen No. 5 und 11 hatten gezeigt, daß der bezeichnete Gesteinswechsel der Weg sei, auf welchem das Wasser sich bewege. Es mußte also mit neuen Bohrungen östlich verfahren werden und man bohrte zunächst den nur 66 Fuß tiefen Brunnen No. 6, welcher täglich 1500 Kubikfuß eines angenehmen säuerlichen und nur schwachsalzigen Wassers lieferte. Er wurde aber durch die Anlage von No. 7, „den sogenannten großen Sprudel“, beseitigt. Von 1839 bis 1843 bohrte man unaußgesetzt, aber obgleich man bereits 554½ Fuß tief und 56 F. unter den Meerespiegel gelangt war, ohne Wasser zu haben, so gab man der großen Kosten wegen die Hoffnung auf und bedeckte die Oeffnung mit Balken und Erde.

„Der Nutzen dieser mehrjährigen Arbeiten“, sagt R. Ludwig, „sollte indes nicht ausbleiben. Als in der Nacht vom 21. auf den 22. Decbr. 1846 (also nach dreijährigem Verschlusse des aufgegebenen Bohrloches) ein orkanähnlicher Sturm die deutschen Gauen durchtobte, und der für diese Gegend ungewöhnlich niedrige Barometerstand von 321 par. Linien einen sehr geringen Luftdruck anzeigte (auch Erdschütterungen waren am 29. Juli und in der Nacht des Durchbruchs verspürt worden), durchbrach ein mächtiger und an Kohlensäure reicher Soolstrom den Boden des Bohrloches und stieg schäumend und dampfend an die Oberfläche der Erde. Kaum war die Balkendecke entfernt, so erhob sich aus der wild bewegten, wogenden, heißen Wassermasse eine 6 Fuß hohe Pyramide, aus weißem perlenden Schaume gebildet, überfluthete die ganze Umgebung und rann dampfend der nahen Ufa zu.“

Der im folgenden Frühjahr mit großer Schwierigkeit gefaßte große Sprudel entfaltete eine außerordentlich große Ergiebigkeit. Das täglich hervorsprudelnde Wasser wurde auf 86 bis 90,000 und die freie Kohlensäure auf

mindestens 100,000 Würfelfuß geschätzt. Die Temperatur des Wassers war Sommer und Winter gleich + 26° R.

Allein sein Leben erfuhr am 2. März 1855 eine unerwartete Unterbrechung, an welchem Tage er plötzlich ausblieb. Die Ursache davon lag in dem schadhafte gewordenen Blechrohre, was man 130 Fuß tief eingelassen hatte, wodurch in geringeren Tiefen Tagewasser eingedrungen war. Dieses hatte das an Kohlensäure reich aufsteigende Wasser verdünnt, d. h. die freie Kohlensäure wieder im Wasser aufgelöst, und dadurch diese unfähig gemacht, das Wasser emporzutreiben. Da man diese Erklärung auch darin bestätigt fand, daß man im Jahre vorher mit besonderen Vorrichtungen aus der tiefsten Stelle des Brunnens geschöpftes Wasser reicher fand, so beschloß man nahe bei dem großen Sprudel, doch etwas mehr östlich, noch bevor dieser verstopft war, ein neues tieferes Bohrloch zu treiben, weil man aus dem bekannten Einfallswinkel des Gesteinswechsels (siehe Fig. 44) sicher sein konnte, hier diesen Gesteinswechsel tiefer zu treffen. Aber noch ehe man dieses neue Bohrloch (No. 12) beendet hatte, erschien am 16. April, also nach etwa sechs-wöchentlichem Ausbleiben, der verloren Geglaubte wieder, welcher die erwähnten Hindernisse durch seinen unermüdelichen Drang endlich besiegt haben mochte.

Das neue Bohrloch No. 12 wurde 1852 30 Fuß östlich vom großen Soolsprudel begonnen. Nach unserm Profil Fig. 44., ein senkrechter Durchschnitt des Bodens unter Nauheim, könnte man befürchten, daß dasselbe den großen Soolsprudel (No. 7) abzapfen, d. h. als tiefer auf den Gesteinswechsel treffend, ihm das Wasser vorwegnehmen würde. Allein in der Wirklichkeit ist das Nachbarschaftsverhältniß ein anderes, als es in dem Profil dargestellt werden kann, auf welchem überhaupt alle Bohrlöcher gegen die Wirklichkeit in einer Reihe dargestellt werden mußten. Man denke sich das Verhältniß vielmehr folgendermaßen. Aus der einen Seite eines sehr steilen Kirchendaches denken wir uns zwei Schornsteine geführt, den einen 30 Fuß seitlich von dem andern entfernt, und zugleich auf einer tieferen Stelle des Daches stehend. So konnte also das an der ganzen Fläche des Daches, um diese Vergleichung beizubehalten, aufwärts strömende Wasser dem höher gelegenen Bohrloche nicht entzogen werden, indem es in das tiefere eintrat, denn für beide besteht eine andere Linie der breiten, dünnen, aufwärts dringenden Wasserschicht. Bei der

bekanntem Richtung des Einfallens des Gesteinswechsels nach Osten konnte man bei 30 Fuß östlichem Abstände von dem großen Soolsprudel im Voraus berechnen, bei welcher Tiefe man mit dem neuen Bohrloche den Gesteinswechsel treffen würde. Jener that das bei 554½ Fuß und von dem neuen erwartete man es etwa bei 618. Am 15. Mai 1855, also gerade einen Monat nach der Wiederkehr des großen Soolsprudels, war das neue Werk beendet. Nachdem man mit 616 Fuß den Gesteinswechsel wirklich erreicht hatte, so stand anfänglich das empordringende Wasser in dem dichten, kupfernen, bis hinunter eingelassenen Rohre still. Es zeigte kaum eine Spur von Mineralgehalt und mußte als ein Pfropf süßen Wassers angesehen werden, der die Soole gefangen hielt. Man ging daher daran, mit einem eingesezten Pumpenrohre diesen Wasserpfropf hinwegzuschaffen. Nach kurzer Arbeit erfolgte, nachdem die Pumpe zuletzt brodelnden Wasserschäum geliefert hatte, ein wahrhaft gewaltiger Ausbruch. Ein 56 Fuß hoher und 3 Zoll dicker Wasserstrahl schleuderte das blecherne Pumpenrohr an die Decke des Breterhauses und zertrümmerte und verdrückte es. Die neue Soole zeigte sich 30° R. warm und heizte schnell bis zu dieser Wärme das ganze Gebäude. Der neue Sohn der Unterwelt erhielt den Namen des Landesherrn „Friedrich Wilhelm“ und entfaltet seit seiner Geburt ungeschwächt seine großartige Schönheit, leider aber in einem breiteren Thurme eingeschlossen, weil der Wind einen freien Wasserstrahl von 56 Fuß Höhe nicht ungehindert lassen und dadurch viel Soole verloren gehen würde. Weder sein nächster Nachbar, der schnell von dem ersten auf den zweiten Rang herabsank, noch auch die anderen Quellen Nauheims sind durch den Friedrich Wilhelm beeinträchtigt worden.

Aus dieser Schilderung der Nauheimer Soolquellen geht hervor, daß es bei ihnen nicht der hydrostatische Druck ist, was sie springen macht, sondern die Entbindung des Kohlensäuregases unter dem Einflusse eines hohen Wärmegrades. Nach Bromeis ist in jenen Quellen die Ausdehnungskraft des Kohlensäure- und Wassergases dem Drucke von beinahe 3 (genauer 2,951) Atmosphären gleich, wodurch es den Druck der Atmosphäre in dem engen Rohre leicht überwindet. Etwa bei 100 Fuß Tiefe beginnt in dem Rohre die Entbindung der Kohlensäure aus dem Wasser, in welchem sie bis dahin aufgelöst enthalten ist, und indem die Gasblasen aufwärts streben, reißen sie das Wasser zwischen sich mit empor und lassen es erst in der Luft an der Spitze



des 56 Fuß hohen Strahls wieder fahren, indem sie selbst in die Luft entweichen und das Wasser, des größten Theiles seines Gehaltes an Kohlensäuregas beraubt, wieder zurückfällt.

Wir haben in den Nauheimer Soolsprudeln zugleich warme Quellen, Thermalquellen, Thermen, die wir nun als solche näher zu betrachten haben. Der Begriff einer warmen Quelle ist ein sehr unsicherer, weil sich die Wissenschaft noch nicht darüber geeinigt hat, von welchem Thermometergrade an eine Quelle als Therme angesehen werden solle. Wählt man dabei die Temperatur der Luft oder des Bodens am Austrittspunkte der Quelle als Maasstab, so würde natürlich eine Quelle von $+ 8^{\circ}$ R. im eisigen Sibirien eine sehr warme genannt werden, während sie in Brasilien bei $+ 22^{\circ}$ R. Bodenwärme für eine sehr kalte gelten würde. Da wenn man diesen Maasstab anlegt, so sind die Thermen die Regel, denn die allermeisten Quellen haben eine höhere Temperatur, als die mittlere Temperatur ihres Ausflusspunktes. Die Unsicherheit einer Grenzbestimmung zwischen warmen und kalten Quellen wird dadurch noch vermehrt, daß es zwischen $+ 1^{\circ}$ und $+ 80^{\circ}$ R. keine Wärmestufe giebt, welche von den Quellen nicht vertreten wäre.

Die warmen Quellen drängen uns jetzt zur eingehenden Betrachtung einer der wichtigsten erdgeschichtlichen Fragen*), die wir nicht von der Hand weisen dürfen. Ich meine die Frage nach der Wärmequelle, aus welcher die aus den tieferen Erdschichten heraufsteigenden Gewässer ihre Wärme entnehmen. Vorher haben wir die schon in dem Früheren gelegentlich erwähnte Zunahme der Wärme der Gruben und Quellen in größeren Tiefen etwas näher zu beleuchten und zu fragen, ob sich in dieser Zunahme eine derartige Regelmäßigkeit finde, daß wir uns dadurch veranlaßt sehen müßten, diese Zunahme von der Annäherung an eine im Mittelpunkte der Erde liegende

*) Während des Druckes dieses Bogens kommt mir ein eben erschienenenes Werk zu, aus dem ich in Folgendem Einiges entlehne: „G. H. Otto Volger, Erde und Ewigkeit. Die natürliche Geschichte der Erde als freier Entwicklungsgang im Gegensatz zu der naturwidrigen Geologie der Revolutionen und Katastrophen. Frankfurt a. M. bei Meidinger 1857.“ Der Titelbeisatz deutet hinlänglich an, daß das Buch gegen gangbare Lehren der Geologie, soweit sie deren Fundamentalsätze sind, ankämpft. Der Verfasser leugnet z. B. das bereits zum Dogma gewordene Centralfeuer gänzlich und zwar, das muß anerkannt werden, unter Anführung von Gründen, gegen die sich wenig einwenden lassen wird. Ich empfehle die ausgezeichnete Arbeit Volgers meinen Lesern auf das Angelegentlichste.

Wärmequelle abzuleiten. Hier ist zunächst hervorzuheben, daß sehr zahlreiche, theils gelegentlich gemachte, theils absichtlich mit allen Vorsichtsmaßregeln angestellte Beobachtungen durchaus keine nur einigermaßen übereinstimmende Ergebnisse gewährten, daß die Zunahme der Wärme mit der Zunahme der Tiefe keineswegs immer gleichen Schritt halte, daß man bei weitem nicht immer im Stande war, sich ergebende unvermuthete Abweichungen von einem regelmäßigen Gange von äußeren umgebenden Ursachen herzuleiten und zu erklären.

In den Gruben von 9 preussischen Bergamtsbezirken schwankte die Zunahme der Temperatur um je 1° zwischen 48 und 375 Fuß; in den sächsischen Bergwerken, welche in granitischen Urformationen liegen, ist die Wärmezunahme um 1° durchschnittlich an 129 Fuß weitere Tiefe gebunden. Dagegen nahm in einer Grube im Toskanischen in tertiären Schichten die Wärme bei je 42 Fuß um 1° zu. In Jakuzk war sie in einem Brunnen bei 112 Fuß Tiefe 5° unter Null, bei 380 Fuß stieg sie bis 1° unter Null. Dabei war in diesem Falle die Wärmezunahme im Verhältnisse zur Tiefenzunahme sehr ungleichmäßig. In Bahia, wo die Bodenwärme $+ 22^{\circ}$ R. beträgt, fand man in einem Brunnen bei 200 Fuß Tiefe nur $+ 16^{\circ}$ R., also eine geringere Wärme, was Volger dem erkältenden Einflusse des benachbarten Meeres zuschreiben zu dürfen glaubt. Aus allen diesen und anderen Beobachtungen geht hervor, daß die Zunahme der Wärme von der mittlen Temperatur des Beobachtungsortes ausgeht, daß also z. B. in Jakuzk und in Bahia auf gleicher Tiefenstufe nicht dieselbe Wärmestufe angetroffen wird.

Dabei übt die Beschaffenheit der Gebirgsart einen bemerkenswerthen Einfluß, denn man findet z. B. eine weit schnellere Wärmezunahme in Steinkohlenbergwerken, als in Erzschaten. Es ist nicht zu leugnen, daß diese Thatsachen der Annahme einer im Erdmittelpunkte ruhenden, für alle Punkte der Erdrinde gleich wirkenden Wärmequelle nicht günstig sind, und daß mindestens neben einer solchen noch andere Wärmequellen angenommen werden dürfen.

Volger nimmt nicht neben dieser, von ihm eben in Abrede gestellten centralen Wärmequelle, sondern anstatt dieser die Verdichtung, die Bewegung und den Stoffumsatz allein als Wärmequelle an, wobei die Beschaffenheit der verschiedenen Felsarten natürlich von bestimmendem Einflusse

sein muß. Er macht in Darlegung seiner Theorie aufmerksam auf physikalische Unmöglichkeiten, auf welche die Annahme der Erhitzung durch ein sogenanntes Centralfeuer die Naturforscher hier und da geführt habe. Da die einschlagenden Anschauungen des für keinerlei Autoritätsglauben zugänglichen Verfassers des genannten Buches den meisten meiner Leser und Leserinnen nicht nur neu, sondern in hohem Grade überraschend sein werden, so werde ich in Folgendem dasjenige davon mittheilen, zum Theil mit Volger's eigenen Worten, was in das Kapitel von den Quellen schlägt, woraus hervorgehen wird, daß — wenigstens nach Volger's Schlussfolgerungen, denen man sich anzuschließen geneigt ist — die Quellenbildung, oder um es umfassender auszudrücken, der unterirdische Wasserlauf eine große geologische Macht ist, auf welche mit diesem Nachdrucke zum ersten Male in Volger's Buche aufmerksam gemacht ist*).

Unter der sachlich ganz bezeichnenden, nur uns etwas ankränkelnden Ueberschrift „die Auszehrung des Bodens“ faßt Volger die auswaschenden Wirkungen des unter der Erdoberfläche fließenden Wassers auf den Boden zusammen.

Ich lasse es dahin gestellt, ob Volger gegen die herrschende Ansicht Recht hat, dem Regen nur eine geringe Bethheiligung an der Quellenbildung zuzugestehen, dagegen das Meiste von Thau und Nebel herzuleiten. Er macht dabei auf den Quellenreichtum der Westindischen Inseln bei äußerster Regenarmuth und auf die regenlose und doch von ihren Höhen reichliche Bäche niederströmende Insel St. Thomas aufmerksam; wogegen ich wiederholt auf den oft beobachteten Einfluß anhaltenden Regenwetters auf den Wasserreichtum der Quellen verweise.

*) Durch diese unvorhergesehene, aber für mein Buch höchst willkommene Einschaltung in das bereits vorliegende Manuscript ist nun die Inhaltsanzeige dieses Abschnitts auf Seite 308, die bereits gedruckt war, mangelhaft geworden. Ich habe es vorgezogen, dasjenige, was aus Volger's Werke für unseren Zweck von Bedeutung ist, nachträglich in den Text zu verweben, anstatt es in eine über mehrere Seiten sich ausdehnende Anmerkung unter den Text zu verweisen, obgleich darin manches im Widerspruche mit dem steht, was ich früher, zum Theil wenige Seiten vorher, auf Grund der bisher geltenden Lehrlätze der Wissenschaft vorgetragen habe. Es giebt dies für diejenigen meiner Leser und Leserinnen, welche dem Fortschreiten der Naturwissenschaft zu folgen keinen Beruf finden, ein Beispiel eben von diesem Fortschreiten, welches namentlich auf dem Gebiete der Erdgeschichte gerade jetzt sehr förderlich ist.

Von der Erheblichkeit des in der Erdrinde vertheilten Wassers giebt es einen anschaulichen Begriff, wenn wir bedenken, daß dasselbe in dem Verhältnisse von 1 Procent zur Masse der Gesteine bei 2000 Fuß Tiefe, innerhalb welcher sich die Bergwerke befinden, „ein vertheilt im Erdreiche hangendes funfzig Fuß hohes Meer“ bildet. Wir wissen, daß wir hierbei nicht lediglich an das die Klüfte und Fugen der Gebirge durchströmende Wasser zu denken haben, da jeder, auch der härteste Stein, so lange er als ein Theil der Erdrinde seinen Platz einnimmt, mehr oder minder von Wasser durchdrungen ist, welches oft nur erst durch sehr hohe künstliche Hitzegrade ausgetrieben werden kann — wir haben uns an den Gedanken von der Allgegenwart des Wassers längst gewöhnt.

Die Masse festen Stoffes, welche gelöst in und mit diesem Wasserkreislaufe die Erdrinde durchströmt und in dem klaren Quellwasser an das Tageslicht fließt, dürfen wir mit Volger wohl „ungesehene Berge“ nennen, denn unter den mächtigen, nie feiernden Multiplikatoren, Zeit und Raum, ergeben sich, wie wir dies schon mehrfach erprobten, überraschende Größen, wie uns dies beispielsweise von Volger an dem so wichtigen Kohlen säuregehalte des Wassers gezeigt wird. Dieser stammt ohne Zweifel von dem zu 44 Procent aus Kohlen säure bestehenden Kalk, den das Wasser derselben beraubt. Da nun Kalk fast überall in mächtigen Schichten in verschiedenen Tiefen der Erdrinde enthalten ist, so würde eine nur 8 Fuß mächtige, aber 100 Geviertmeilen große Kalkschicht $2\frac{1}{2}$ Millionen Jahre lang hinreichen, um das Quellwasser dieses Gebietes mit Kohlen säure zu versehen. Das Quellwasser, wie wir das im Erdboden kreisende Wasser einmal im Allgemeinen nennen wollen, zehrt diesen an Kohlen säure fortwährend aus. Eine der 20 Quellen des Leuker-Bades in der Schweiz, die Lorenzquelle, entführt jedes Jahr dem Boden 8 Millionen Pfund Gips, was einen Felsen von 60,000 Kubikfuß geben würde. Die Quellen der Pader bei Paderborn enthalten in 4000 Theilen Wasser nur 1 Theil Kalk; da sie aber in jeder Minute etwa 1 Million Pfund Wasser liefern, so würde der darin enthaltene Kalk alljährlich der Masse eines Felsenwürfels von 100 Fuß Höhe, Breite und Dicke gleichkommen.

Diese tausendfältig stattfindende und nie ruhende „Auszehrung des Bodens“ durch das Quellwasser muß nothwendig leere Räume von den verschiedensten Gestaltungen in dem Felsenbau der Erdrinde veranlassen. Dadurch

müssen Zusammensenkungen und Einstürze der unterhöhlten Felschichten erfolgen. In solchen bewegt sich großentheils der Strom der von Südwest her in den Lac du Jour strömenden Orbe in der westlichen Schweiz. „Diese unterirdischen Höhlungen und Erdfälle sind das Werk von Quellszügen unter den Thalgründen, welchen das Flussbett folgt. Die theilweisen Einstürzungen der Gewölbe über den allzu weit ausgenagten Höhlungen, welche vielleicht theilweise plötzlich, größeren Theils vermuthlich durch ganz allmähliges Nachsinken erfolgt sind, haben eine Vereinigung des oberirdischen Flusses mit den unterirdischen Quellszügen herbeigeführt. Im hochgelegenen Jour-Thale befindet sich der, durch Einsturz entstandene Jour-See; nahe bei demselben der kleine Brenet-See. Beide sind nur durch einen brückenähnlichen Rest des eingestürzten Gewölbes getrennt, unter welchem ihr Wasser verbunden ist. Aus dem Brenet-See stürzt sich das Wasser in Felsenschluchten, in deren trichterförmigem Eingange (entonnoir) es die merkwürdigen Mühlen von Boupport treibt. Erst eine halbe Meile von da kommt es, fast 700 Schuh tiefer, als 17 Schuh breiter Fluss wieder zu Tage und bildet die sogenannte „Quelle“ der Orbe.“

Aus diesem Beispiele, welchem Volger die sämtlichen Seen der Schweiz, des bayrischen Oberlandes und des lombardischen Alpenlandes an die Seite stellt, die er sämtlich für Einsturz-Seen erklärt, leitet er die Regel ab, daß „jedem oberirdischen Wasserlaufe auch unterirdische Wasserzüge entsprechen.“

Diese Beispiele, deren das Volger'sche Buch noch mehrere aufzählt, werden hinreichen, um in den unterirdischen Wasserzügen eine wenn auch nur langsam wirkende, aber dennoch Gewaltiges schaffende geologische Macht und zwar eine im ersten Theile ihres Wirkens negative, damit will ich sagen zerstörende, zu erkennen.

Es wird uns nun auch nicht sehr überraschen, wenn derselbe strenge, nur erweisliche Gründe anerkennende Forscher die Erdbeben nicht dem Feuer, sondern dem Wasser zuschreibt. Im 3. Hefte des Jahrganges 1856 der Petermann'schen geographischen Mittheilungen veröffentlichte Volger seine „Untersuchungen über das letztjährige Erdbeben in Central-Europa“, durch welches uns allen der kleine Ort Visp im Kanton Wallis so bekannt geworden ist. Mit vieler Sorgfalt hat Volger für das genannte Gebiet aus den geschichtlichen Urkunden über 1500 einzelne, d. h. „durch wirkliche Zwischenräume

nicht wahrnehmbar gestörter Ruhe von einander getrennte und somit als ganz selbstständig sich darstellende“ Erdbeben und über 150 Bergstürze verzeichnet und danach eine Karte entworfen, auf welcher die Stoßgebiete der Erdbeben durch braune Färbung angegeben sind. Diese braunen Stoßgebiete haben beinahe ohne Ausnahme eine gestreckte Gestalt und folgen dem Laufe von Flüssen, welche auf der Karte mitten durch die braunen Flecken hindurchgehen. Auf einer zweiten Karte, welche das Stoßgebiet des Erdbebens von Visp nach dem allmählichen Schwächerwerden der Wirkungen in der Ferne in fünf Schattirungen darstellt, liegt die schwarze Schattirung, wo die Verheerungen am stärksten waren, über dem Flüschen Visp bis zu dessen Einmündung in der Rhone und erstreckt sich westlich noch eine Strecke weit rechtwinklich über diesem Flusse.

Doch wir kehren zu dem Ausgangspunkte, der uns zu Volger's Buche führte, zu der Frage nach der Herkunft der Wärme der Thermen, zurück.

Daß Druck und Bewegung, namentlich wenn sich beide verbinden, Wärme erzeugen, ist bekannt genug, wir dürfen nur an die glühenden Aren der Dampfwagen und das Heißwerden der metallenen Werkzeuge beim Sägen, Bohren, Feilen u. denken. Der ungeheure Druck, den die durch Unterwaschung vielleicht in dauernder, wenn auch sehr langsamer Senkungsbeziehung begriffenen Felschichten auf einander ausüben, kann nicht anders, als Wärme erzeugen. Für die Wärmeerzeugung des Stoffumsatzes wird uns jeder Chemiker viele Beispiele nennen. Alle kennen wir die starke Erwärmung mit Schwefelsäure zusammengedrückten Wassers von den Döbereiner'schen Feuerzeugen. Von dem nahen Zusammenhange zwischen Feuer und Wasser bei den vulkanischen Erscheinungen geben die Schlammvulkane Zeugniß.

Wenn man also nicht vergißt, daß durch die unausgesetzte Auswaschung der Schichtenfugen, selbst in den größten Tiefen der Erdrinde, Veranlassung zu einem wenn auch noch so langsamen Weichen, Gleiten und Rutschen der übereinander gelagerten Massen gegeben ist, daß dieses Gleiten eine Reibung und zwar unter dem ungeheuren Drucke der oberen auf die unteren Schichten hervorbringen muß — so müssen wir zugeben, daß hierin eine Wärmequelle gegeben ist, aus welcher man vielleicht mit Volger einige Wärme- und Feuer-Erscheinungen herleiten darf, welche jetzt unbedenklich einem Centralfeuer zugeschrieben werden. Volger erinnert, daß bei dem bekannten Bergstürze von

Goldau, den wir (S. 131) als durch Wasser vermittelt kennen lernten, die den Abhang herabgleitenden Nagelfluh-Bänke mit ungeheurem Donner aufstiegen, große Blöcke davon durch die Spannung des plötzlich in Dampf verwandelten Wassers in die Luft geschleudert wurden, während schwarze Staubwolken, in welche der Schlamm im Nu verwandelt war, emporwirbelten durchzuckt „von ganzen Feuerwellen“. Und doch war damals die ganze Masse wasserdurchtränkt und die furchtbare Rutschbahn durch anhaltenden Regen aufgequollener Mergelschlamm!

Wenn auch vielleicht darüber noch nicht zu entscheiden ist, ob es Volger gelungen sei, das Centralfeuer als Hypothese zur Erklärung der vulkanischen Erscheinungen ganz überflüssig zu machen, so scheint doch der Theil dieser wichtigen Frage, der uns jetzt zunächst allein beschäftigt — der Wärmeursprung der Thermen — ohne jene Hypothese vollständig und mit den Naturgesetzen in Einklang sich zu erledigen.

Dem Wärmegrade der heißen Quellen ist durch das bekannte Verhältniß des Siedepunktes zu dem Luftdrucke eines Ortes eine Grenze gesetzt, welches auf dem Meerespiegel und den ihm ungefähr gleich liegenden Orten des Festlandes den Siedepunkt auf $+ 80^{\circ}$ R. oder 100° C. oder 212° F. stellt. Eine noch über diesen Siedepunkt erwärmte Quelle kann daher diese Wärme an ihrem Austrittspunkte nicht beibehalten, sondern stellt sich unter mächtiger Dampfentwicklung schnell auf den gewöhnlichen Siedepunkt. Die über 80° R. hinausliegenden Hitzegrade konnte das Wasser nur unter hohem Drucke im Erdboden annehmen, mit dessen Wegfall im Augenblicke des Austritts auch der Wärmeüberschuß der Quelle wegfallen muß.

Daraus, daß man sehr heiße Quellen auf vulkanischen Gebieten angetroffen hat, wie z. B. die Geysire Islands, hat man auf einen nahen Zusammenhang derselben mit dem Vulkanismus — diesen in dem Sinne der Centralfeuer-Hypothese aufgefaßt — geschlossen; es sind jedoch viele sehr heiße und nach Humboldt gerade einige der heißesten Quellen wenigstens bei ihrem Austritte sehr weit von vulkanischem Boden entfernt, z. B. die Aguas Calientes de las Trincheras zwischen Porto-Cabello und Neuvalencia in Südamerika von 78° R. und die Aguas de Comangillas bei Guanajuato von 75° R. Nichtsdestoweniger sind vulkanische Gebiete meist besonders reich an heißen Quellen, und zwar nicht allein solche, auf welchen der Vulkanismus

noch in Thätigkeit ist, als auch bloß basaltische und trachytische Gebiete, auf denen seit der gegenwärtigen Erdperiode keine vulkanischen Erscheinungen mehr vorgekommen sind. Die böhmischen Thermen liegen in Gebieten der letzteren Art. Auf der andern Seite kommen auch ausgedehnte basaltische Berggruppen ohne heiße Quellen vor.

In der Regel bleibt der Wärmegrad der Thermen gleich, doch fand man einige nach längeren vulkanischen Ausbrüchen in ihrer Nachbarschaft wärmer geworden.

Auffallend ist, daß die heißen Quellen oft ziemlich rein sind und weniger mineralische Stoffe aufgelöst enthalten, als viele kalte. Es sind daher die „Thermen“ von den „Mineralquellen“ in heilkünstlerischer Hinsicht zu unterscheiden.

Es ist sonderbar und gegenüber der immer dringender werdenden Rücksicht für die Erhaltung unserer Wälder geradehin tadelnswerth, daß man die warmen Quellen, deren es so viele über 40° R. giebt, noch so äußerst wenig zur Heizung benutzt. Als Muster steht in dieser Hinsicht die kleine Stadt Chaudes-Aigues im französischen Departement Cantal, welche sieben Achtel von ihren 350 Häusern mit ihrer 64° R. warmen oder vielmehr heißen Quelle durch eine zweckmäßige Röhrenleitung vom November bis April ununterbrochen erwärmt, was nach Berthier's Berechnung den nachhaltigen Ertrag einer Waldfläche von ungefähr 2100 Berliner Morgen (540 Hektaren) gleichkommt.

Der große Geysir auf Island, ohne Zweifel die berühmteste und großartigste heiße Quelle der Erde, hat in neuerer Zeit durch den Amerikaner Pliny Miles eine pittoreske Beschreibung erfahren, die ich hier um so lieber wörtlich einschalte, als sie uns zu gleicher Zeit ein Bild von dem ganzen Charakter jener so höchst merkwürdigen Vertikalität giebt*).

„Montag den 26. Juli brachte ich an den Geysern zu. Sie dringen am Fuße eines etwa dreihundert Fuß hohen Hügels aus dem Boden. Die meisten heißen Quellen, welche ich in Island gesehen habe, befinden sich am Fuße von Hügeln. Die Geysir liegen auf beinahe ebenem Boden, der sich ein wenig

*) Eine Nordfahrt. Streifzüge in Island, von Pliny Miles. Leipzig bei C. B. Lortz 1855.