

## Kritischer Commentar zu zwei Kapiteln aus Arago's Werke über die Gewitter und Schlussfolgerungen.

Eine meteorologische Studie von Dr. *Alois Nowak* in Prag. \*)

In dem Nachlasse des verdienstvollen wissenschaftlichen Forschers *Arago* hat sich eine Arbeit gefunden, deren Werth für die Meteorologie bis jetzt noch lange nicht genügend anerkannt zu sein scheint, eine Abhandlung nämlich „über das Gewitter.“ \*\*) Nach meinem Dafürhalten verdienen namentlich das XXVII. und das XXXII. Kapitel der genannten Arbeit von jedem denkenden Meteorologen studirt und berücksichtigt zu werden.

Schon die Ueberschrift des XXVII. Kapitels ist nicht wenig geeignet, unsere Wissbegierde zu wecken. Sie lautet: „Wenn in der Atmosphäre Gewitter sind, treten gleichzeitig grosse Störungen ein im Innern der Erde, an der Oberfläche und in der Tiefe der Gewässer.“ — Ungleich anspruchsloser klingt die Ueberschrift des XXXII. Kapitels: „Geographie der Gewitter.“ Nichtsdestoweniger enthält auch dieses eine Menge höchst beachtenswerther Thatsachen.

Indem ich nun den Versuch wagen will, diese beiden Kapitel kritisch zu besprechen, glaube ich im vorhinein auf Entschuldigung rechnen zu dürfen, wenn ich hin und wieder zu den von *Arago* angeführten Daten noch andere, damit verwandte, von *Arago* aber nicht erwähnte, wohl auch erst in der allerjüngsten Zeit bekannt gewordene hinzufüge, wobei ich mich natürlich bemühen werde, nur Glaubwürdiges und von sicheren Autoritäten Verbürgtes zu bringen.

### I.

In dem ersteren der beiden bezeichneten Kapitel heisst es: „*Davini* schrieb an *Vallisneri*, wie er beobachtet habe, dass das Wasser einer Quelle in der Nähe von Modena, welches bei heiterem Himmel stets klar war, trüber wurde, sobald der Himmel sich mit

\*) Vorgetragen in der am 24. Juni 1861 abgehaltenen Sitzung der mathem.-naturhistorischen Section der kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Vergl. auch die Sitzungsberichte u. s. w. Prag 1861, Januar bis Juni Seite 90–97. Weitenweber

\*\*) *Franz Arago's* sämtliche Werke. Deutsche Original-Ausgabe von Dr. *W. G. Hankel*. IV. Band. Leipzig. Verlag von Otto Wigand, 1854. — Wissenschaftliche Aufsätze über das Gewitter. (Nachgelassene Schrift)

Wolken bedeckte. Es ist mir nicht bekannt, ob diese Beobachtung sich seitdem bestätigt hat; jedenfalls zog sie *Vallisneri* in keiner Weise in Zweifel; vielmehr fügte er als Resultat seiner eigenen Beobachtungen hinzu, dass die gleichfalls im Herzogthume Modena gelegenen Schlammvulkane von Zibio, Querzola, Cassola u. s. w., ferner die Solfataren ein Gewitter noch vor seinem Ausbruche, ja selbst noch vor seiner Bildung durch eine Art Aufwallung, durch donnerähnliches Getöse, bisweilen auch durch wahre Donnerschläge anzeigen. *Toaldo*, heisst es weiter, führt zwei ähnliche von ihm selbst wahrgenommene Beispiele an, die ich nicht übergehen zu dürfen glaube. — Auf den Hügeln des Vicentinischen, in geringer Entfernung von der Pfarrkirche, in Molvena, gibt es einen Brunnen, welchen die Bewohner Bifoccio nennen, weil er in der That zwei Quellen einschliesst. Wenn ein Gewitter sich vorbereitet, so fliesst er, sogar nach langer Dürre, selbst zu Zeiten, wo er völlig trocken ist, plötzlich über und füllt einen breiten Graben mit sehr trübem Wasser an, das sich in die benachbarten Thäler ergiesst — Ich will noch ein Factum anführen, dessen Analogie mit den beiden vorhergehenden Niemand verkennen wird, und das zu denselben Folgerungen führt. Man hatte in einiger Entfernung von Perpignan (Departement der Ostpyrenäen) einen artesischen Brunnen gebohrt, aus dem anfänglich eine grosse Menge Wasser hervorsprudelte. Diese Wassermenge nahm schnell ab, was die Umwohner der Ansammlung von Stoffen in dem untern Theile des Loches, ich möchte beinahe sagen, der Bildung eines Pfropfes aus Erde zuschrieben. Eines Tages, als der Himmel sehr dicht mit Gewitterwolken bedeckt war, hörte man ein dumpfes unterirdisches Aufwallen, dem bald eine Explosion folgte, worauf der artesische Brunnen dieselbe Menge Wasser wieder lieferte, wie zuvor. Ungefähr  $\frac{2}{3}$  Meilen von der Quelle Bifoccio gibt es nach *Toaldo's* Bericht, in der Nähe der Pfarrkirche von Villaraspa in dem Hofe des Josef Pigati aus Vicenza einen tiefen Brunnen, welcher beim Annahen eines Gewitters so stark aufwallt, und ein so starkes Geräusch hervorbringt, dass die Nachbarn darüber in Schrecken gerathen. Ich wage die Behauptung, fährt hier *Arago* in sehr zu beherzigender Weise fort, dass man oft in die Ferne, auf die andere Halbkugel unserer Erde sich begibt, um Dinge aufzusuchen, welche tausendmal weniger Interesse für das Studium darbieten, als die beiden zuvor erwähnten Thatsachen.“ — — —

Die eben angeführte Aeusserung *Arago's* dürfte es nun ebenfalls rechtfertigen, wenn ich mir gleich jetzt einige jener Ergänzungen und

Reflexionen einzuschalten erlaube, zu denen mir die beiden in Rede stehenden Kapitel des genannten Werkes Veranlassung bieten.

Was zuvörderst das bei dem Herannahen eines Gewitters eintretende Trüberwerden der von *Davini* beobachteten Quelle in der Nähe von Modena anbelangt, so ist dies durchaus kein einzeln stehendes Phänomen; vielmehr scheint die Anzahl solcher „wetterlauniger“ Quellen, wie man sie gemeinhin zu nennen pflegt, eine sehr grosse zu sein. Wenigstens ist es eine sehr alltägliche Erfahrung, dass dasselbe Trinkwasser, welches uns für gewöhnlich durch seine Frische und Reinheit hoch erquickt, zu mancher Zeit und zwar regelmässig schon vor dem Eintritte von starken Gewittern oder von sogenannter schlechter, regnerischer Witterung auffallend matt und weniger klar zu sein pflegt, als sonst, was offenbar auf einen ähnlichen Vorgang bei den betreffenden Brunnen, wenngleich in minder ausgeprägtem Grade, hindeuten dürfte, wie ihn *Davini* an jener Quelle bei Modena wahrgenommen.

Auch gewisser anderer Erfahrungen dürfte hier zu erwähnen sein, jener nämlich, welche bezüglich des Verhaltens vieler an Kohlensäure reicher Mineralquellen gemacht worden sind. So versichert Hofrath *Brandes*, \*) dass die Meinberger Quellen von kohlensaurem Gase, der dortigen Erfahrung zufolge bei Witterungsveränderungen, besonders vor Gewittern, jedesmal stärker seien, als sonst. „Hievon habe ich mich, sagt Derselbe, augenscheinlich zu überzeugen Gelegenheit gehabt, als ich mich im Sommer 1829 zu Meinberg befand, gerade während eines heftigen Gewitters, in welcher Zeit das Gas sehr schnell in die Höhe stieg, so dass der Stand über den eingeschlossenen tiefen Raum der Sitze empordrang und ausserhalb der Gallerie, welche dieselben umgibt, auf dem Boden des Brunnenhauses noch mehrere Fuss hoch stand, dass man auch hier sehr bald die eigenthümliche reizende Wirkung der Kohlensäure an den untern Extremitäten verspürte.“

Aehnliche Wahrnehmungen sind wiederholt auch von aufmerksamen Beobachtern der Quellen zu Pymont, zu Kissingen, zu Marienbad, zu Spaa und aus noch manchem anderen Kurorte gemeldet worden. \*\*)

Wie nun, wenn ich die Vermuthung wage, dass wohl alle diese Quellenerscheinungen aufs Innigste mit einander verwandt sein, ja dass sie vielleicht sämmtlich nur verschiedene Grade und Modificationen eines und desselben Grundverhältnisses darstellen mögen? Diese Vermuthung

---

\*) *Brandes*: Die Mineralquellen zu Meinberg. Lemgo 1832. S 302.

\*\*) Vergl. *Nowak*: Die Räthsel unserer Quellen u. s. w. Leipzig 1844 bei Otto Wigand. S. 194.

hoffe ich besonders durch nachfolgende kurze Auseinandersetzung haltbar machen zu können.

Eigenthümliche Umstände hatten es veranlasst, dass der Brunnenarzt zu Eger-Franzensbad, Herr Dr. *P. Cartellieri* durch ein volles Decennium sorgfältige Beobachtungen über die Schwankungen anstellte, welche bei den Mineralquellen von Franzensbad in Bezug auf deren Ergiebigkeit oder Ausflussmenge stattfinden.

Die Hauptresultate dieser Beobachtungen veröffentlichte Derselbe im Laufe des vorigen Jahres (1860) in einer kleinen Schrift unter dem Titel: „Die Franzensquelle in Eger — Franzensbad und der atmosphärische Luftdruck, wobei nur zu bedauern ist, dass sich Herr Dr. *Cartellieri*, ein entschiedener Anhänger der modernen Quellentheorie, verleiten liess, diese Resultate in einer Weise zu formuliren, welche, wie ich an einem andern Orte \*) bereits nachgewiesen habe, keineswegs gebilligt werden kann; nichts destoweniger bleiben dieselben höchst merkwürdig und wäre nur zu wünschen, dass recht bald auch an andern Thermen gleich verlässliche und belehrende Beobachtungen gemacht werden möchten.

Wie nun Dr. *Cartellieri* constatirt hat, so ist bei den Franzensbader Quellen der Abfluss jederzeit ein um so grösserer, reichlicherer, je tiefer der Stand des Barometers, und umgekehrt. Dabei ist weiter beobachtet worden, dass „die Veränderungen in der Abflussmenge jenen des Barometers meistens voraneilen,“ d. h. mit andern Worten, dass die Ergiebigkeit der Franzensbader Quellen schon dann eine grössere zu sein pflegt, wenn der Barometer erst zu sinken anfängt.

Sobald wir aber über diese Erfahrungen weiter nachdenken, so können wir nicht zweifeln, dass bei den Franzensbader Quellen, und wahrscheinlich bei sehr vielen andern, auch dann fast immer ein reichlicheres Fliessen, eine grössere Ergiebigkeit eintreten werde, wenn sich in jener Gegend ein Gewitter vorbereitet, denn es ist eine längst ausgemachte Sache, dass die Mehrzahl der Gewitter sich durch ein Fallen des Barometers ankündigt, und es ist durchaus nicht wahrscheinlich, dass die Gegend von Franzensbad eine Ausnahme von dieser Regel bilde.

Wenn aber auf solche Weise die Franzensbader Mineralquellen, wie wir schliessen müssen, meistens schon vor dem Ausbruche von Gewittern auffallend ergiebiger fliessen, als sonst, und wenn wir voraussetzen dürfen, dass sich dasselbe auch bei andern Mineralquellen, wenn nicht

\*) *Lotos*, Zeitschrift für Naturwissenschaften. Prag 1860, S. 143 ff.

gar bei vielen gewöhnlichen Quellen und Brunnen finden werde, dann spricht dies wohl entschieden für die vorhin aufgestellte Vermuthung, dass ebensowohl das bei manchen Quellen stattfindende Trüberwerden, sowie die reichlichere Kohlensäureentwicklung bei Mineralquellen vor Gewittern durch nichts anderes bedingt werde, als durch ein vor dem Ausbruche von Gewittern eintretendes, ungewöhnlich reichliches Fliessen derselben.

Wenn es übrigens noch weiterer Beweise für die Richtigkeit dieser Ansicht bedürfen möchte, so bieten sich uns solche in den von *Arago* mitgetheilten Thatsachen gewissermassen von selbst dar.

Vorzüglich stimmt das Verhalten des Brunnens *Bifoccio* damit genau überein. \*) Ja, diese kurze Notiz scheint mir so überaus inhaltreich, dass ich nicht umhin kann, noch etwas länger dabei zu verweilen. Nicht nur wird ausdrücklich gesagt, dass der reichlichere Erguss dieser Quelle sich schon einstellt, wenn das Gewitter sich erst vorbereitet, sondern es wird sogar versichert, dass diese Erscheinung auch dann dem werdenden Gewitter vorangehe, wenn vorher lange Dürre geherrscht hat und der Brunnen vor diesem Gewitter „völlig trocken“ gewesen. Weiter wird angeführt, dass die mit dem Zustandekommen des Gewitters zusammenhängende und dasselbe verkündende ungewöhnliche Ergiebigkeit des Brunnens, dessen „Ueberfliessen“ plötzlich geschehe, dass das dann gelieferte Wasser ein „sehr trübes“ und endlich, dass dessen Menge eine ungemein bedeutende sei, indem es einen „breiten Graben“ anfüllt und sich von da in „die benachbarten Thäler“ ergiesst.

Eine solche bei dem Brunnen *Bifoccio* in ausserordentlicher Weise ausgesprochene ungemeine Zunahme der Abflussmenge des Quellwassers vor dem Eintritte eines Gewitters wird sich nun freilich nur selten bei anderen Quellen und Brunnen wiederfinden lassen; aber Dr. *Cartellieri's* vorerwähnte Beobachtungen berechtigen wenigstens zu der Hoffnung, dass die Differenz des Quellenergusses auch bei vielen anderen, namentlich bei Mineralquellen eine ziemlich augenfällige sein werde, denn er sagt ausdrücklich, dass die Franzensquelle bei hohem Barometerstande gewöhnlich sieben bis acht Mass (zu 40 Unzen), bei niedrigem Barometerstande aber, also bei solchem, wie er vor Gewittern gefunden zu werden pflegt, vielmehr, beim niedrigsten, der von ihm beobachtet wurde, sogar mehr als doppelt so viel, nämlich siebzehn bis achtzehn Mass Wasser in der Minute liefern, mit anderen Worten, dass die Franzensquelle, die für gewöhnlich in der Stunde beiläufig 18000 Unzen Wasser spendet, dessen

\*) Siehe oben.

vor Gewittern während einer Stunde auch wohl 36000 bis 45000 Unzen zu ergiessen pflege. Ja es gibt hin und wieder sogar Quellen, die eben nur das Product einer solchen abnormen Steigerung der Ergiebigkeit gewisser anderer constanter Quellen sind, so dass sie nur dann erscheinen, wenn diese letzteren das ihnen unterirdisch zuströmende Wasser nicht schnell und ausgiebig genug zu entleeren vermögen. Auf solche Ueberschussquellen, die in der Provinz Languedoc den eigenthümlichen Namen Estavelles erhalten haben, hat zuerst *Fournet* aufmerksam gemacht. \*)

Was speciell das Trübwerden vieler Quellen in Folge solcher, ein Gewitter verkündenden, ansehnlichen Vermehrung der Ergiebigkeit anbelangt, so begreift sich von selbst, dass dies in um so auffallenderem Grade zu bemerken sein werde, je mehr lehmige Bestandtheile sich in den Kanälen vorfinden, welche das zur Quellenmündung strebende Wasser zu passiren hat und dass es eben darum wieder bei solchen Quellen kaum wahrnehmbar sein, ja ganz fehlen werde, in deren Kanälen derlei lehmige, fortschwemmbar Massen entweder in sehr geringer Menge oder auch wohl gar nicht vorhanden sind.

Was aber den von *Arago* erwähnten artesischen Brunnen in der Nähe von Perpignan betrifft, so sind ähnliche Fälle auch schon anderwärts beobachtet worden, wie z. B. folgende vom Salineninspector Herrn *R. Ludwig* (zu Nauheim in Kurhessen) verbürgte Notiz \*\*) beweist: Man hatte zu Nauheim von 1839 bis 1843 unausgesetzt gebohrt, „aber obgleich man bereits  $554\frac{1}{2}$  Fuss tief und 56 Fuss unter den Meeresspiegel 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 sollte indess nicht ausbleiben. Als in der Nacht vom 21. auf den 22. December 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 Erderschütterungen 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,

\*) Siehe Zeitschrift „Lotos“ 1860. S. 233—239.

\*\*) *Rossmässler* a. a. O. S. 327. Vergl. auch *v. Alberti* a. a. O. S. 25.

perlenden Schaume gebildet, überfluthete die ganze Umgebung und rann dampfend der nahen *Usa* zu.“

Solche Thatsachen sind übrigens bei Berücksichtigung alles schon Gesagten, sehr geeignet, uns jenes „starke Geräusch“ verstehen zu machen, welches z. B. der von *Toaldo* geschilderte Brunnen zu *Villaraspa* beim Annehmen eines Gewitters hervorbringt und welches auch bei manchen andern „wetterlaunigen“ Quellen, namentlich bei dem sogenannten Polterbrunnen in Paderborn, bei dem Tambour in der Auvergne u. a. m. das Herannahen von Gewittern oder sogenanntem schlechten Wetter zu verkündigen pflegt. Es ist eben ein plötzliches Herandrängen einer ungewöhnlich reichlichen Wasser- und Gasmenge durch Kanäle, die sich stellenweise und in nicht sehr beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche bauchförmig erweitern und stellenweise wieder beträchtlich verengen, bei welcher Verschiedenheit der Raumverhältnisse eben das rasch in ungewöhnlicher Menge hervordringende Wasser und Gas unausbleiblich ein entsprechendes Geräusch hervorbringen muss. — Ja wir können nicht zweifeln, dass auch jene von *Vallisneri* gemeldeten Erscheinungen der im Herzogthume Modena gelegenen Schlammvulkane und Solfataren sich zuletzt auf solche Weise ziemlich richtig erklären lassen; doch muss bezüglich der Schlammvulkane überhaupt — eine äusserst fleissige Zusammenstellung dieser in allen Welttheilen anzutreffenden interessanten Zwitter von Quellen und Vulkanen hat *v. Alberti* \*) geliefert — bemerkt werden, dass ihre Ausbrüche noch viel häufiger, wie mit blossen Witterungsveränderungen, mit dem Auftreten von Erdbeben und vulkanischen Eruptionen zusammenhängen, was uns auf die weitere Vermuthung bringen muss, dass zuletzt die meisten oder wohl gar alle Erdbeben und vulkanischen Eruptionen in einer eigenthümlichen Verwandtschaft, in einem absonderlichen, nicht durch die blosse Erschütterung der Gesteinschichten erklärbaren Zusammenhange mit unsern Quellen stehen dürften. Noch wäre es indessen viel zu frühe, hier eine solche Vermuthung weiter verfolgen zu wollen, und so brechen wir denn davon einstweilen ab, um uns wieder zu *Arago's* lehrreichem Berichte über gewisse Erscheinungen bei Gewittern zurückzugeben.

„Aus dem Journal von *Brugnatelli* — fährt *Arago* fort — erfahren wir, dass den 16. Juli 1824, in Folge eines Gewitters, das Wasser des Sees *Massaciuccoli*, im *Lucchesischen*, weiss wurde, als hätte man eine grosse Menge Seife darin aufgelöst. Dieser Zustand dauerte am 20. noch fort. Am andern Morgen fand man eine Menge Fische, grosse

\*) A. a. O. S. I. Band, S. 146—172.

und kleine, todt am Ufer! — Liegt hierin,“ fragt *Arago* mit Recht, „nicht in doppelter Weise die Anzeige irgend eines unterirdischen Ausflusses, welcher während des Gewitters am 19. den schlammigen Grund des Sees durchbrach? — Die Geschichtschreiber und Meteorologen,“ sagt er sodann weiter, „sprechen von örtlichen Überschwemmungen, deren Wirkungen bei weitem grösser zu sein scheinen, als man nach der mässigen Quantität von Regen, welche aus den Wolken auf einen bestimmten District fällt, erwarten könnte. Man hat in solchen Fällen meistens ungeheure Wassermassen durch bis dahin unbekannte Oeffnungen aus dem Innern der Erde während kürzerer oder längerer Zeit hervorbrechen sehen und gibt ein heftiges Gewitter als den Vorläufer und wahrscheinlich auch die erste Ursache eines solchen Vorganges an. So waren z. B. genau die Umstände bei der Ueberschwemmung, welche im Juni 1686 die beiden Dörfer Ketlevell und Starbotton in der Grafschaft York fast gänzlich zerstörte. Während eines Gewitters entstand in den benachbarten Bergen ein ungeheurer Spalt, und nach der Aussage von Augenzeugen trug die aus ihm ungestüm hervorbrechende Wassermasse mindestens ebensoviel als der Regen zu jenen beklagenswerthen Unfällen bei. — Ich könnte eine grosse Anzahl von Fällen, welche den vorstehenden gleichen, erörtern; da sie aber alle etwas Unsicheres und Zweideutiges an sich tragen, so will ich mich auf einen einzigen neueren Vorfall beschränken, für welchen die gewichtige Autorität *Beccaria's* Bürgschaft leistet. Im October 1755 richtete eine plötzliche Überschwemmung in den meisten Theilen Piemont's entsetzliche Verwüstungen an. Der Po trat aus seinen Ufern. Fürchterliche Donner (*orrendi tuoni*, sagt der italienische Gelehrte), waren die Vorläufer des Unglücks. Allgemein hielt man die ungeheure Menge unterirdischen Wassers, das während eines Gewitters ganz plötzlich aus dem Schoosse der Gebirge durch neu entstandene Oeffnungen hervorbrach, für die Haupturtache.“ — —

„Am Mont' d'Or in der Auvergne gibt es ein sehr altes Gebäude, in seiner Mitte mit einem steinigen Becken, das aus einem einzigen Blöcke gehauen ist und den Namen Cäsars-Becken führt. Es ist drei Fuss weit und vier Fuss tief. In seinem Boden befinden sich zwei Löcher, durch welche zwei aus der Erde kommende Wassersäulen unter Aufwallen hervorsprudeln d. h. unter Erzeugung eines Geräusches, einer Art von Aufstossen, dessen Heftigkeit nach den oft wiederholten Beobachtungen des Dr. *Bertrand* zur Zeit von Gewittern sich beträchtlich steigert. Auch die Bewohner des Thales hatten in

dem Geräusche der in dem Cäsars-Becken hervorsprudelnden Quelle ein Anzeichen eines Gewitters gefunden. Nach ihrer Anzeige trägt dieses Zeichen niemals.“

Was nun die grossartigen, durch plötzliches Hervorbrechen unterirdischer Wassermassen verursachten Ueberschwemmungen vieler Gegenden Piemonts im October des Jahres 1755 betrifft, so muss ich daran erinnern, dass kurze Zeit nachher, am 1. November desselben Jahres nämlich, das furchtbare Erdbeben stattfand, das Lissabon zerstörte, und erlaube mir nur noch eine Notiz anzuschliessen, welche die Allg. Augsb. Ztg. im Jahre 1852\*) bezüglich jener mit Gewittern verbunden gewesenen, überschwemmenden Regenzeiten brachte, von denen damals am und nach dem 18. September vorzüglich die Schweiz heimgesucht worden war. Vor dem Regenguss zeigte sich an mehreren Orten ein heisser, ersticken-der Luftzug. — „Eine auffallende Erscheinung, die man während der letzten Wassernoth an mehreren Orten beobachtet hat, ist folgende: In Winterthur z. B. beobachtete man in allen Kellern eine ungeheure, nach Schwefelwasserstoffgas riechende Atmosphäre, in welcher die Lichter auslöschten, wenn man sie nicht ganz an die Erde brachte; das Athemholen war bedeutend erschwert. Bei einem Ziehbrunnen war die Gasentwicklung so stark, dass ein die Oeffnung deckendes Bret in die Höhe gehoben wurde und noch in einer schwankenden Bewegung blieb, als man dasselbe beschwerte. Die gleiche Erscheinung der Gasentwicklung in den Kellern zeigte sich auch in Lenzburg, und zwar lange bevor, als Wasser eindrang; hier war auch auffallend, dass der Stadtbach, der gewöhnlich kaum Wasser genug hat, um den in denselben geleerten Unrath fortzuschwemmen, so gewaltig anschwell, dass er in die Häuser drang. Noch eine andere Erscheinung zeigte sich in Gränichen, Canton Aargau, wo das Wasser aus einem Sodbrunnen ziemlich hoch aus der Oeffnung desselben hervorquoll.“ — „Stellt man,“ sagt der Correspondent, „alle diese Erscheinungen zusammen, und nimmt man noch dazu die vielen Erdschlüpfte, so wird man unwillkürlich zu dem Gedanken gedrängt, es seien die ungeheuren Wassermassen und die von denselben angerichteten Zerstörungen nicht allein dem allerdings heftigen und dauernden Regen, sondern auch noch unterirdischen Einflüssen und Bewegungen zuzuschreiben. Aus Baselland,“ fährt er fort, „berichtet man, dass der Berg „Farnsburg,“ vermuthlich in Folge der Wassergrosse (?), wohl auf eine Viertelstunde lang einen Riss bekommen habe, so dass leicht ein Berg-

\*) Allgemeine Zeitung N. 275 und 273.

sturz erfolgen könne. Auch bei Diepten hat sich die Erde gespalten; die Strasse sei auf einen Schuh breit von einander gerissen. Man spricht von einem Erdbeben, das am 18. während des heftigsten Regenwetters verspürt worden sei.“ —

Wenn man alle diese merkwürdigen Thatsachen wiederholt unbefangenen überdenkt, so kommt man unwiderstehlich zu zwei sich von selbst aufdrängenden bedeutsamen Folgerungen, und zwar erstens, dass derlei Erscheinungen überall, wo sie vorkamen oder noch vorkommen, auf das Vorhandensein unterirdischer, mehr weniger beträchtlicher Wassermassen als auf die *conditio, sine qua non*, hinweisen, so wie ferner, dass es Vorgänge gebe, durch welche derlei unter der Erde geborgene Wassermassen mehr als sonst durch alle bereits vorhandenen oder selbst durch neu entstandene Spalten der Berge und des Erdreiches überhaupt nach aussen gedrängt werden. Es fragt sich nun, in welchem ursächlichen Zusammenhange diese unterirdischen Wassermassen sammt den durch das mächtige Nach-aussen-Streben derselben vor und während Gewittern bedingten Erscheinungen zu eben diesen Gewittern selbst wohl stehen mögen? — *Arago* seinerseits hat uns hierüber keine nähere, wenigstens keine befriedigende Erklärung gegeben. Nur bei jener Stelle, wo er nach *Beccaria* der October-Ueberschwemmung Piemonts i. J. 1855 erwähnt, und von den während eines Gewitters neu entstandenen Oeffnungen der Gebirge spricht, fügt er hinzu: „Diese örtlichen Sprünge der festen Erdrinde würden nichts Ausserordentliches haben, wenn bewiesen wäre, dass während der Gewitter das Wasser sich mit den Wolken zu vereinigen strebt und dass dieses Streben sich durch bemerkbare Aufwallungen kund gibt. „Nun, meint er dann beruhigt, „diess folgt klar aus den am Bord des Paketbootes, der New-York, im April 1827 gemachten Beobachtungen. Während das Gewitter über dem Schiffe tobte, war das Meer in einem fortwährenden Aufwallen, das durch sein Aussehen den Glauben an das Vorhandensein mehrerer unterseeischer Vulkane hätte veranlassen können. Man bemerkte besonders drei Wassersäulen, die sich in die Luft erhoben, dann schäumend zurückstürzten und von Neuem emporstiegen, um wieder zurückzufallen.“ — — Damit also hat der sonst so strenge Denker, der so scharf urtheilende *Arago*, diese ganze Classe wichtiger Erscheinungen abgefertigt.

Und doch, wie viele Zweifel lassen sich gegen diese Erklärung nicht vorbringen? Wie geht es zu — darf man fragen — dass bei so vielen tausend andern Gewittern, die von intelligenten Seefahrern auf dem Meere vor- und nachdem erlebt und beobachtet wurden, solche eigenthümliche Erscheinungen, wie sie vom Bord des Paketbootes New-York im April

1827 wahrgenommen wurden, nicht vorgekommen sind? Setzt diess nicht ganz entschieden bestimmte rein örtliche Verhältnisse jener Seeegend, in welcher sich das Paketboot damals gerade befand, voraus? Müsste nicht ferner, wenn *Arago's* Ansicht richtig wäre, auf jedem Landsee, auf jedem unserer Teiche, über welchem gerade ein Gewitter steht, Aehnliches vorkommen? Oder, wenn diess vielleicht darum nicht stattfindet, weil das Wasser unserer Teiche und Landseen im Allgemeinen von anderer chemischer Beschaffenheit ist, als das Seewasser, was für Beweiskraft hat dann jener vereinzelt Fall auf der hohen See für die vielen früher erwähnten, durchaus auf dem festen Lande beobachteten Erscheinungen? — Genug, es kann uns *Arago's* flüchtig hingeworfene, eine Reihe der merkwürdigsten Phänomene gar so leicht erledigende Erklärung nimmermehr zufrieden stellen und es bleibt uns wohl nichts anderes übrig, als uns, wo möglich, nach einer andern, richtigeren Erklärung umzusehen.

Um jedoch hiezu die genügenden Prämissen zu besitzen, muss ich vorerst noch an jene Thatsachen erinnern, durch welche man in neuerer Zeit zu der Gewissheit gelangt ist, dass die dem Erdinnern eigene Wärme schon in geringer Tiefe unter der Oberfläche beginne und dass die Wärmezunahme für jede tiefere Partie von 91—99 Fuss einen Grad C. betrage, \*) so dass also schon in der mässigen Tiefe von beiläufig 10.000 Fuss eine den Siedepunkt des Wassers bereits übertreffende Hitze walten mag. Der Constatirung dieses Sachverhaltes hat *Altmeister v. Humboldt* in seinem Kosmos \*\*) folgende für meinen Zweck doppelt wichtige Notiz beigefügt: „Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen, glaube ich, zwei Beobachtungen, die ich in den Gebirgen von Peru und Mexico gemacht habe: In Bergwerken, welche höher liegen als der Gipfel des Pic von Teneriffa; höher als alle, in die man wohl bis dahin je ein Thermometer getragen hatte. Mehr als zwölftausend Fuss über dem Meeresspiegel habe ich die unterirdische Luft 14° wärmer als die äussere gefunden. Das peruanische Städtchen Micupampa liegt nämlich in der südlichen Breite von 6° 43' und in der Höhe von 1857 Toisen, am Fuss des wegen seines Silberreichthums berühmten Cerro de Gualgayoc. Der Gipfel dieses fast isolirten, sich castellartig und malerisch erhebenden Berges ist 240 Toisen höher als das Strassenpflaster des Städtchens Micupampa. Die äussere Luft war fern vom Stollen-Mundloch der Mina del Purgatorio 5° 7'; aber in dem Inneren der Grubenbaue, ungefähr

\*) *v. Humboldt's* Kosmos. IV. Bd. S. 37.

\*\*) Ebendaselbst S. 41.

in 2057 Toisen (12342 Fuss) Höhe über dem Meere sah ich das Thermometer überall die Temperatur  $19^{\circ}8'$  anzeigen: Differenz  $14^{\circ}1'$ . Das Kalkgestein war vollkommen trocken, und sehr wenige Bergleute arbeiteten dort. In der Mina de Guadalupe, die in derselben Höhe liegt, fand ich die innere Lufttemperatur  $14^{\circ}4'$ : also Differenz gegen die äussere Luft  $8^{\circ}7'$ . Die Wasser, welche hier aus der sehr nassen Grube hervorströmten, hatten  $11^{\circ}3'$ . Die mittlere jährliche Lufttemperatur von Micuipampa ist wahrscheinlich nicht über  $7\frac{1}{2}^{\circ}$ . In Mexico, in den reichen Silberbergwerken von Guanaxuato, fand ich in der Mina de Valenciana die äussere Lufttemperatur in der Nähe des Tiro Nuevo (7122 Fuss über dem Meere)  $21^{\circ}2'$ ; und die Grubenluft im tiefsten, in den Planes de San Bernardo (1530 Fuss unter der Oeffnung des Schachtes Tiro Nuevo) volle  $27^{\circ}$ : ungefähr die Mitteltemperatur des Littorals am mexicanischen Meeresbusen. In einer Strecke, welche 138 Fuss höher als die Sohle der Planes de San Bernardo liegt, zeigt sich, aus dem Quer-Gestein ausbrechend, eine Quelle mit der Wärme von  $29^{\circ}3'$ . Die von mir bestimmte nördliche Breite der Bergstadt Guanaxuato ist  $21^{\circ}0'$ , bei einer Mitteltemperatur, welche ungefähr zwischen  $15^{\circ}8'$  und  $16^{\circ}2'$  fällt. Es würde, so schliesst v. Humboldt seine eben mitgetheilte Notiz, es würde ungeeignet sein, hier über die Ursachen vielleicht ganz localer Erhöhung der unterirdischen Temperatur in Gebirgshöhen von sechs- bis zwölftausend Fuss schwer zu begründende Vermuthungen aufzustellen.“ —

Und nun glaube ich denn an dem Punkte angelangt zu sein, von welchem aus es vielleicht gelingen dürfte, für alle die früher erwähnten hochinteressanten Erscheinungen eine befriedigende Erklärung zu finden.

Nur Eines ist noch erforderlich. Wir müssen nämlich die Frage über den Ursprung der Quellen, welche man leider zum grossen Nachtheil der Wissenschaft für eine bereits vollständig und gründlich gelöste anzusehen pflegt, vorläufig eben noch als eine Frage betrachten, eine Frage, deren Beantwortung erst gesucht werden soll. Dass diese Forderung eine gerechtfertigte sei, dafür lassen sich, ich möchte beinahe sagen, Dutzende von Beweisen beibringen. Doch zur Sache.

Ich habe in meinem vor vier Wochen gehaltenen Vortrage\*) mehrere Thatsachen beleuchtet, welche sich nur dadurch leicht verstehen lassen, wenn man annimmt, dass aus den Spalten der Erdrinde, zumal in höhern Gebirgsgegenden theils fortwährend, theils nur zeitweilig mehr weniger warme Wasserdämpfe nach aussen streben, sich auf ihrem Wege durch das nach aussen immer kälter werdende Gestein wenigstens

\*) S. Prager Sitzungsberichte vom 27. Mai 1860, S. 60—70.

theilweise condensiren und hiedurch tropfbar flüssiges Wasser liefern, theilweise aber in die Atmosphäre gelangen, wo sie je nach dem Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade, den sie in derselben antreffen, hier unbemerkt von der umgebenden Luft aufgenommen werden, dort aber in Folge eintretender Condensation Nebel und Wolken bilden.

Die beiden zuletzt citirten Beobachtungen *v. Humboldt's* scheinen mir nun jedenfalls eine nicht geringfügige Bestätigung dieser Ansicht zu enthalten, verdienen aber noch weitere Beachtung. Zuerst einige Worte über den Cerro de Gualgayoc. Dieser Berg liegt in Peru, also in einem Lande, von welchem ein sehr grosser Theil, die sogenannten Valles umfassend, notorisch oft jahrelang jedes Regens entbehrt und er erhebt sich, wie *v. Humboldt* ausdrücklich sagt, „fast isolirt“, „castellartig“ zu der beträchtlichen Höhe von mehr als 12500 Fuss über den Meeresspiegel. Und siehe da, aus einer seiner Gruben, nur beiläufig 40 Toisen unter dem Gipfel des Berges, sah *v. Humboldt* Wasser hervorfliessen, ja Wasser in solcher Menge, dass *v. Humboldt* sich sogar des Ausdruckes „hervorströmen“ bedienen durfte. Woher nun dieses mächtige Grubenwasser in solcher Höhe und unter solchen örtlichen Verhältnissen? Wer kann da wohl, ohne den Vorwurf, durchaus auf einer vorgefassten Meinung bestehen zu wollen, noch von Einsickerung meteorischen Wassers, von der Einsaugung des Thaues, Nebels u. dgl. sprechen? Es ist eben ein Wasser, das aus dem Innern des Berges beharrlich nach aussen dringt, ohne früher von aussen in den Berg selbst hineingekommen zu sein.

Woher aber, so müssen wir uns nochmals fragen, woher kommt, wie entsteht, wie bildet sich dieses Wasser? — *Humboldt* erzählt uns, dass die Grube, aus welcher es hervorströmt, von ihm „sehr nass“ gefunden worden sei, während er doch die andere ganz in derselben Höhe befindliche Grube „vollkommen trocken“ angetroffen hatte. Wodurch nun mochte wohl die Grube (Mina de Guadalupe) so „sehr nass“ geworden sein? Etwa von den aus dem Grubenwasser durch dessen Verdunstung sich entwickelnden Wasserdämpfen? Das ist nicht wahrscheinlich; denn das Grubenwasser hatte nur  $11^{\circ} 3'$  Wärme, während die Luft der Grube  $14^{\circ} 4'$ , also um volle 3 Grade mehr zeigte. Es ist hiemit viel wahrscheinlicher, dass die beträchtliche Nässe der Grube von andern Wasserdämpfen herrührte, von Wasserdämpfen einer höhern Temperatur, die durch die mancherlei Spalten des Gesteins hervorgedrungen und sich an den relativ kühleren Wänden des Gesteins greifbarem Wasser condensirt hatten. Und eben diese höher temperirten Wasserdämpfe, welche, wie man wegen der Beharrlichkeit der

hervorgebrachten Wirkung derselben annehmen muss, fortwährend im Innern des Berges sich entwickeln, mögen denn wohl auch das Grubenwasser selbst erzeugen, wobei wir uns nur vorzustellen haben, dass das Wasser, welches mit bloß 11° 3' Wärme aus der 14° 4' zeigenden Grube hervorströmt, sich zum grösseren Theile in einiger Höhe über jener Grube, also noch näher dem Gipfel des Berges und demnach in einem jedenfalls etwas kälteren Gesteine aus jenen Dämpfen bilde und von dort erst seinen Weg zu derjenigen Bergpartie nehme und finde, in welcher die erwähnte Grube sein „Hervorströmen“ aus dem Berge gestattet. Es liesse sich zwar allerdings auch der Fall denken, dass eine förmliche Wasserader aus der Tiefe des Berges bis beinahe zum Gipfel desselben emporsteige, und dass das Grubenwasser der Mina de Guadalupe nur das Ende dieser Wasserader sei; die Frage aber, um die es sich hier handelt, bliebe darum doch dieselbe. Woher diese aus der Tiefe emporsteigende Wasserader?

Wenden wir uns nun zu der zweiten Beobachtung *v. Humboldt's*. Wir erfahren da von einer Quelle, welche in der Höhe von 5730 Fuss aus dem Quergestein ausbricht, und zwar mit einer Wärme von 29° 3', während doch die Grubenluft in einer um 130 Fuss tieferen Bergpartie nur die Temperatur von 27° zeigte, also, wenn auch immer noch um beinahe 7° wärmer als die äussere Luft, so doch um 2°, 3 Grad kühler war, als die gedachte Quelle. Dieser Umstand scheint hier offenbar dafür zu sprechen, dass diese aus dem Quergestein des Berges hervorbrechende Quelle das Ausgangsende einer aus der Tiefe des Berges emporsteigenden heissen Wasserader sei; aber er spricht noch insbesondere dafür, dass die Quelle, weit entfernt, ihre ziemlich hohe Temperatur der Wärme des Gesteins, aus welchem sie hervorbricht, zu verdanken, vielmehr selbst die Ursache jener dem Scharfsinne *v. Humboldt's* so auffälligen höhern Temperatur der Grubenluft anzeige; denn nothwendig muss eine nur halbwegs ansehnliche, durch die Klüfte des Berginnern emporsteigende Wasserader von hoher Temperatur an die Wände des von ihr durchdrungenen Gesteines einen Theil ihrer Wärme abgeben und diese Erwärmung des Gesteines durch eine solche emporsteigende, beträchtlich warme Wasserader muss nothwendig im Laufe der Zeit allmählich immer weiter und weiter nach aussen um sich greifen, bis endlich zwischen dieser von innen durch die Wärme des aufsteigenden Wassers erzeugten Temperatur und der von der äussern Luft bedingten, wieder nach innen dringenden Abkühlung des Gesteins jener Zustand von Gleichgewicht eingetreten ist, der ein ferneres Zu- oder Abnehmen der innern Temperatur nicht mehr gestattet.

(Fortsetzung folgt.)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Nowak Alois F. P.

Artikel/Article: [Kritischer Commentar zu zwei Kapiteln aus Aragos Werke über die Gewitter und Schlussfolgerungen 171-184](#)