

Über die mutmassliche Ursache der Eiszeit

VON

Paul und Fritz Sarasin.

(Vortrag gehalten vor der Naturforschenden Gesellschaft in Basel
am 20. November 1901 von **F. Sarasin.**)

Die Hypothese, welche ich Ihnen vorzutragen mir erlaube, ist das Ergebniss mehrfacher Gespräche von uns beiden über die Ursache der Eiszeit; sie wird wahrscheinlich einigem Kopfschütteln begegnen. Wenn wir sie dennoch Ihnen hiemit vorlegen, so geschieht es, weil wir der Überzeugung sind, dass auf dem anzudeutenden Wege eine Lösung des Problems möglich ist. Dabei wissen wir sehr wohl, dass, um ein letztes Wort zu sprechen, noch sehr viele geologische und meteorologische Arbeit gethan werden muss; wir wünschen somit unsere Ansicht als eine *Arbeitshypothese* betrachtet zu wissen.

Auf die Lösung der Frage nach den *Ursachen der Glacialperiode* ist schon ein gewaltiger Aufwand geistiger Arbeit verwandt worden. Seit *De Luc's* Zeiten, sagt *Penck*¹⁾, p. 434, sind selten Jahre vergangen, ohne neue Hypothesen über die Ursachen der Eiszeiten zu fördern. Dennoch äussert sich *Neumayr*²⁾, p. 649, folgendermaassen: „Fassen wir alles zusammen, so können wir sagen, dass während der diluvialen Eiszeit aller

¹⁾ *Penck, A.*, die Vergletscherung der deutschen Alpen, Leipzig, 1882.

²⁾ *Neumayr, M.*, Erdgeschichte, Bd. 2, Leipzig, 1887.

Wahrscheinlichkeit nach über die ganze Erde eine Erniedrigung der Temperatur stattfand, dass wir aber weder über deren Ursache, noch auch über die Dauer der Erscheinung, in Jahren ausgedrückt, irgend etwas wissen oder auch nur eine Hypothese mit dem Scheine einer stichhaltigen Begründung aufzustellen vermögen; wir sind nur imstande zu sagen, dass es sich nicht um lokale Ursachen handeln kann. Wir müssen aber auch beifügen, dass wohl auf lange Zeit hinaus jeder Versuch einer Erklärung als durchaus fruchtlos erscheinen muss, weil wir die entscheidenden Thatsachen noch viel zu wenig kennen, um ein richtiges Urtheil zu fällen.“

Zusammenstellungen der verschiedenen Hypothesen zur Erklärung der Eiszeit, mit Angabe ihrer Autoren, finden sich an mehreren Orten, so bei *Penck* l. c., *Neumayr* l. c., *Wallace*¹⁾ u. a.; wir können uns daher darauf beschränken, sie rasch in's Gedächtnis zurückzurufen. Im allgemeinen lassen sich diese Hypothesen in drei Kategorien teilen: 1) in solche, welche die Ursache der Eiszeit in Verhältnissen der Erde selbst suchen, 2) in solche, welche sie in Beziehungen der Erde zur Sonne oder anderen Himmelskörpern, also in kosmische Erscheinungen verlegen und endlich 3) in solche, welche eine kombinierte Wirkung tellurischer und kosmischer Verhältnisse annehmen.

Die Hypothesen der ersten Kategorie, der Telluriker also, zerfallen wieder in zwei Unterabteilungen, je nachdem lokale Ursachen oder solche, die den ganzen Erdkörper betreffen, angenommen werden. Zu den lokalen, zur Erklärung herbeigezogenen Ursachen gehören die Annahmen 1) einer grösseren Höhe der Alpen, 2) des Ausbleibens des Föhnes, 3) der Ablenkung des Golf-

¹⁾ *Wallace, A. R., Island Life, 2 ed., London, 1895.*

stroms nach dem stillen Ocean, 4) einer Untertauchung von Nordeuropa und hiedurch gesteigerter Feuchtigkeit, 5) der Existenz einer Arctis zwischen Norwegen und Spitzbergen und 6) einer Mehrung der Niederschläge durch maritime Umgebung der Alpen. Alle diese aus inneren Gründen schon unhaltbaren Lokaltheorien sind aber aufgegeben worden, als man erkannte, dass die Eiszeit eine allgemeine, die ganze Erde betreffende gewesen ist oder, wie dies *Penck* (l. c, p. 439) sehr klar ausdrückt, dass das ganze quartäre Glacialphänomen lediglich als eine Steigerung des heutigen erscheint.

Zu den *tellurischen Erklärungen* der zweiten Unterabteilung, also zu denen, welche der Eiszeit als einer Allgemeinerscheinung Rechnung tragen, gehören die Hypothesen 1) einer Abnahme der inneren Erdwärme, 2) einer Veränderung des Kohlensäuregehaltes der Luft und hiedurch modificierter Wärmestrahlungsverhältnisse, 3) einer anderen Verteilung von Wasser und Land als heute und damit eines anderen Verlaufes der Meeresströmungen und 4) die einer Änderung der Lage der Erdaxe im Erdkörper, also einer Verschiebung der Pole. Allein es ist jetzt überzeugend nachgewiesen, dass die pleistocänen Vergletscherungen sich auf dem heutigen Boden entwickelt haben (*Penck*, p. 445), wodurch auch diese Erklärungsversuche (die beiden ersten entbehren überhaupt einer Begründung) dahinfallen. Bevor wir weiter gehen, sei bemerkt, dass unsere unten folgende Hypothese ebenfalls in diese Kategorie der allgemeinen tellurischen Erklärungsversuche fällt.

Übergehend zu den *kosmischen* Hypothesen sind zu erwähnen 1) die Annahme einer Änderung in der Sonnenwärme, 2) die eines abwechselnden Passierens der Erde durch wärmere und kältere Regionen des Weltraumes und 3) die einer Änderung in der Schiefe der Ekliptik,

also in der Stellung der Erdaxe zur Ebene der Erdbahn. Die beiden ersten Hypothesen sind von der Astronomie verworfen, die dritte nur in so kleinem Maassstabe bestätigt worden, dass sie als Ursache der Eiszeit wegfällt.

Weit grössere Bedeutung hat die Theorie einer kombinierten Wirkung der Präcession der Äquinoc tien und einer gesteigerten Excentricität der Erdbahn gewonnen. Die erstere Ursache bewirkt in Perioden von ca. 10,500 Jahren eine abwechselnde Verlängerung des Winters und Verkürzung des Sommers um einige Tage auf der einen Halbkugel im Verhältniss zur anderen, die letztere in sehr viel längeren Perioden eine solche um etwa 30 Tage. Beide Ursachen erzeugen also *abwechselnd* auf den beiden Halbkugeln günstige und ungünstige klimatische Verhältnisse, wobei aber diejenige Hemisphäre, welche in Perioden grosser Excentricität den längeren und kälteren Winter hat, sich zwar eines kürzeren, aber dafür viel heisseren Sommers als gegenwärtig erfreut. Abgesehen davon, dass diese Theorie eine mit den That sachen nicht übereinstimmende Abwechslung der Eiszeiten auf den beiden Hemisphären fordert, abgesehen ferner, dass trotz der *Wallace'schen* Kälteaccumulations-Hilfshypothese der heisse, fast tropische Sommer genügen dürfte, um die im Winter gefallenen Schneemassen zu entfernen und so die Entstehung einer Eiszeit zu verhindern, abgesehen endlich, dass die astronomischen Beweise für das Vorkommen so starker Excentricitäten nicht zwingende sind (*Neumayr* l. c., p. 648), liegt die Schwierigkeit dieser Theorie darin, dass die Geologie nichts weiss von regelmässig im Verlauf der Erdgeschichte wiederkehrenden Eiszeiten, wie sie doch diese Anschauung notwendig mit sich bringt. Von den Inter glacialzeiten, als Unterbrechungen einer einheitlichen Glacialperiode, ist hier nicht die Rede.

Darum hat sich hieraus eine dritte Kategorie der Erklärungsversuche entwickelt, welche kosmische und tellurische Elemente verbindet. Diese lautet dahin, dass die Excentricität für sich allein nicht genüge zur Erzeugung einer Eiszeit, sondern dass sie zusammentreffen müsse mit den richtigen geographischen Bedingungen, mit einer Verteilung von Wasser und Land, welche die Meeresströme in passender Weise beeinflusse und geeignet sei, grosse Mengen von Wasserdampf einem durch hohe Gebirge, welche als Kondensatoren wirken, ausgezeichneten Lande abzugeben. Hiemit rekuriert man also wieder auf die in der ersten Kategorie besprochenen Erklärungsversuche.

Man kann somit sagen, dass bis jetzt keine der zahlreichen Theorien sich eine allgemeine Anerkennung zu verschaffen imstande gewesen ist. Eine Erklärung der Eiszeit hat vor allem im Auge zu behalten erstlich, dass die Eiszeit ein allgemeines, die ganze Erde betreffendes Phänomen darstellt, zweitens, dass sie sich auf dem Boden der heutigen Verhältnisse, d. h. bei einer Verteilung von Wasser und Land und einem Verlauf der Meeresströmungen, annähernd wie die gegenwärtigen, entwickelt hat und drittens, dass die klimatischen Unterschiede zwischen den einzelnen Teilen unseres Planeten damals ungefähr dieselben waren wie jetzt.

Als wesentliche Faktoren zur Erzeugung einer Glacialperiode werden wohl heute allgemein ein Sinken der Temperatur und eine Vermehrung der Niederschläge angenommen. Diese Temperaturerniedrigung braucht, wie man jetzt weiss, keineswegs eine sehr bedeutende gewesen zu sein. Aus der Lage der ewigen Schneelinie in der Eiszeit (*Penck*) ist berechnet worden, dass eine Abnahme der Wärme um ca. 6° C. im Vergleich zu

jetzt den *alleräussersten* Grad der Kälte darstellt, den wir für die Eiszeit auf ihrem Höhepunkte annehmen können (*Neumayr* l. c., p. 621), während in den wärmeren Interglacialzeiten der Betrag ein viel geringerer gewesen sein muss. Andere Autoren sind geneigt, eine Abnahme der Mitteltemperatur um 3—4° bei gleichzeitig gesteigerten Feuchtigkeitsverhältnissen für durchaus genügend zu halten (*Günther*¹⁾, p. 393; *Wagner*²⁾, p. 559).

Die Fragestellung ist also nunmehr die folgende: Gibt es eine Ursache, welche befähigt ist, die Sonnenwärme auf dem ganzen Planeten um etwa 4° C. auf lange Zeit hinaus abzuschwächen und zugleich eine Steigerung der Feuchtigkeitsverhältnisse hervorzurufen? Eine solche glauben wir in der That gefunden zu haben und zwar in *vulkanischen Höhenstaubwolken*.

Um dies zu belegen, wenden wir uns zu den allbekannten Erscheinungen, welche die Eruption des Krakatau im Sommer 1883, namentlich die gewaltige Schlusskatastrophe am 26. und 27. August begleitet haben. Die Masse der ausgeworfenen Stoffe wurde von *Verbeek* auf mindestens 18 Kubikkilometer berechnet (³⁾, p. 140). Die Hauptmasse fiel natürlich im Umkreis des Vulkanes nieder; ein Bruchteil aber, aus allerfeinsten Staubteilchen, namentlich kleinsten zerriebenen Bimssteinpartikeln bestehend, wurde, vermischt mit gewaltigen Massen von Gasen und von Wasserdampf in enorme Höhen von 30—40 Kilometer und mehr über die Erdoberfläche hinaufgetrieben und blieb dort schwebend. Diese Masse wurde von *Verbeek* auf weniger als 1 Kubikkilometer

¹⁾ *Günther, S.*, Lehrbuch der physikalischen Geographie, Stuttgart, 1891.

²⁾ *Wagner, H.*, Lehrbuch der Geographie, 6. Aufl., Hannover u. Leipzig, 1900.

³⁾ *Verbeek, R. D. M.*, Krakatau, Batavia, 1886.

geschätzt, von *E. Douglas Archibald* aber auf Grund sorgfältiger Erwägungen als 4 Kubikkilometer (¹), p. 440), später sogar als vier oder fünfmal vier, also 16—20 Kubikkilometer betragend (p. 448) angenommen.

Diese emporgeworfenen Massen wurden von Luftströmungen erfasst und zunächst mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 140 Kilometer in der Stunde von Ost nach West zwei- bis dreimal um die äquatorialen Teile der Erde herumgetrieben. Dabei zerteilten sie sich mehr und mehr; langsam herabsinkend, gerieten sie dann in andere Luftströme und breiteten sich allmählig über die gemässigten Zonen aus, während die Tropen nach und nach relativ freier wurden (*Förster* ²), p. 151), auf diese Weise den ganzen Erdball in grosser Höhe mit einem feinen Schleier umgebend. Die Struktur dieses Nebelschleiers war eine *rauchähnliche* (*Kiessling* ³), p. 124, *Rollo Russell*, ¹) p. 196).

Die optischen Begleiterscheinungen dieses vulkanischen Höhennebels waren die glänzenden Dämmerungserscheinungen, die blauen und grünen Färbungen der Sonne und des Mondes und der braunrote, sogenannte Bishop'sche Ring um die Sonne. In den äquatorialen Gegenden war dieser Schleier oft dick genug, die Sonne ganz zu verdecken, wenn sie nur wenige Grade über dem Horizonte stand, und er blieb selbst um Mittag sichtbar, so dass die Sonne oft mit ungeschütztem Auge beobachtet werden konnte (*Douglas Archibald*, l. c.

¹) *The Eruption of Krakatoa, and subsequent Phenomena*, Report of the Krakatoa Committee of the Royal Soc., Ed. by G. J. Symons, London, 1888.

²) *Förster*, die schliesslichen Ergebnisse der Forschung betreffend die Krakatoa-Phänomene, Verhdlgn. d. Ges. f. Erdkunde z. Berlin, 16, 1889.

³) *Kiessling, J.*, Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen etc., Hamburg u. Leipzig, 1883.

p. 229); ausserhalb der Tropen war er dünner und gewöhnlich nur bei Sonnenauf- und untergang sichtbar. Die Dauer der Erscheinungen betrug bei uns reichlich $2\frac{1}{2}$ Jahre, indem erst im Sommer 1886 die optischen Phänomene gänzlich verschwanden; so lange also blieben Teile der Eruptionsmassen des Sommers 1883 in hohen Schichten der Atmosphäre suspendiert.

Während die genannten optischen Erscheinungen das Hauptinteresse der wissenschaftlichen Welt auf sich gezogen haben, sind für unsere Betrachtung zwei andere Faktoren wichtiger, nämlich die Einflüsse des vulkanischen Höhennebels auf *Temperatur* und *Feuchtigkeit*. Was den ersteren angeht, so sagt *Förster* (l. c., p. 152.) dass jene Erfüllung der etwa zwischen 10 und 40 km. Höhe gelegenen Luftschichten mit feinsten Teilchen nicht bloss feine Lichtstrahlungen aus dem Himmelsraum erheblich gestört, sondern sogar die Licht- und Wärmestrahlungen der Sonne selber merklich geschwächt habe. *Kiessling* (l. c., p. 112) veröffentlicht einen Bericht aus Ostindien, in welchem darauf aufmerksam gemacht wird, dass etwas in den höheren Schichten der Atmosphäre zu existieren scheine, wodurch die Leuchtkraft und Wärmestrahlung der Sonne in gewissem Grade verringert werden (*Heyde*.) Messungen einer Temperaturabnahme zur Zeit des Höhennebels sind uns keine bekannt geworden; doch sind wir auch in der einschlägigen Litteratur nicht genügend zu Hause. Übrigens ist es kaum wahrscheinlich, dass es gelingen kann, mit Sicherheit für eine so kurze Periode ein feststehendes Resultat zu gewinnen, in Anbetracht der vielen Faktoren, welche hiebei berücksichtigt werden müssen.

Eine Einwirkung des Höhennebels auf die Feuchtigkeit ist mehrfach konstatiert worden. Nach *Kiessling*

(l. c., p. 122) hatten die suspendierten Stoffe Einfluss auf Wolken- und Nebelbildung; eine Steigerung der Gewitterbildung wurde in Mauritius festgestellt. Weiter wird konstatiert (p. 124), dass die Zeit der Dämmerungserscheinungen auch eine solche sehr hoher relativer Feuchtigkeit gewesen ist. Dabei wird man wohl anzunehmen haben, dass die kleinsten Staubteilchen als Kerne für die Kondensation des Wasserdampfes dienten. Auch *Förster* (l. c., p. 150) ist der Ansicht, dass eine reichere Erfüllung der höheren Atmosphärenschichten mit kleinsten, festen und flüssigen Massenteilchen die Wetterzustände in den unteren Schichten beeinflussen müsse.

Die Erscheinungen, welche die Eruption des Krakatau begleitet haben, sind schon vielfach, wenn auch in weit geringerem Grade, als Folgen früherer vulkanischer Ausbrüche beobachtet worden, woraus eben dieser Zusammenhang sich als durchaus unwiderleglich ergeben hat. Die besondere Intensität der Krakatau-Phänomene wird, und jedenfalls mit Recht, darauf zurückgeführt, dass das Meer Zutritt zu der geschmolzenen Lava bekam, wodurch die Explosionen gewaltig gesteigert wurden und eine ungeheure Zerstörung des Materiales erfolgte.

Wir können somit als feststehende Thatsache annehmen, dass die Thätigkeit eines *einzelnen* Feuerherdes in der Sundastrasse den ganzen Erdball mit einem Rauchschleier umhüllt hat, welcher fast drei Jahre brauchte, um wieder aus der Atmosphäre ausgeschieden zu werden und eine ganze Reihe intensiver Störungen der optischen und meteorologischen Erscheinungen im Gefolge hatte.

Wenden wir uns nun zu den Verhältnissen am Ende der Pliocän- und in der Pleistocän- (Quartär-)

Periode, in welch' letztere die Eiszeit fällt, so finden wir, dass diese Periode charakterisiert ist durch die Bildung zahlreicher, mächtiger Einbrüche am Rande der bestehenden Kontinente, von Kesselbrüchen also, deren Verbreitung so allgemein bekannt ist, dass wir nicht im einzelnen darauf hinzuweisen brauchen. Ihre Bildung war zweifellos von einer ungeheuer gesteigerten und sehr lange Zeit andauernden vulkanischen Thätigkeit begleitet, und man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass, so imposant auch heute noch in manchen Gebieten der Vulkanismus uns entgegentritt, er doch nur noch ein schwacher Abglanz von dem sein kann, was er war, als jene zahlreichen Kesselbrüche sich bildeten und die uns heute so gigantisch entgegentretenden Vulkankegel, mit denen die Erde von Pol zu Pol übersäet ist, erst sich aufbauten.

Für unsere Betrachtung wichtig ist dabei auch der Umstand, dass zweifellos ein sehr grosser Teil der mit der Bildung von Kesselbrüchen Hand in Hand gehenden Eruptionen unter Zutritt des Meeres stattfand; denn wir haben gesehen, dass dieser Erscheinung wesentlich die aussergewöhnliche Heftigkeit der Krakatauausbrüche und ihrer Begleitphänomene zuzuschreiben ist, während die Eruptionen von Vulkanen, welche vom Meere entfernt sind, von viel weniger intensiven Folgen begleitet zu sein pflegen.

Wir haben somit von den bekannten Erscheinungen des Krakatau ausgehend, anzunehmen, dass vom Ende der Pliocänzeit an durch die Glacialperiode die ganze Erde von einem Mantel ungeheurer Massen von Eruptionsstoffen, vermischt mit Wasserdampf und Gasen, umhüllt gewesen ist. Um dies zu erreichen, ist es nicht einmal notwendig, sich vorzustellen, dass die einzelnen pleistocänen Eruptionen von viel grösserer Intensität ge-

wesen seien als die des Krakatau. Wir brauchen blos ein Zusammenwirken einer grössern Zahl solcher Feuerherde und eine beständige Ablösung der erlöschenden durch neue, um den infolge seiner Schwere sich stets rasch lichtenden Rauch und Aschenmantel in genügender Dichtigkeit zu erhalten. Hiedurch musste sowohl ein Sinken der Temperatur durch Absorption der Sonnenwärme, als auch zugleich eine bedeutende Steigerung der Feuchtigkeit und der Niederschläge auf der ganzen Erde erfolgt sein. Damit sind aber die Faktoren zur Erzeugung einer Eiszeit gegeben, welche genau den geforderten Verhältnissen entspricht, nämlich einer Entwicklung derselben bei den heutigen geographischen Bedingungen und einem klimatischen Unterschied der einzelnen Zonen unseres Planeten von einander, wie es in der Gegenwart noch der Fall ist.

Bekanntlich ist die Glacialperiode durch eine Anzahl wärmerer Interglacialzeiten unterbrochen worden, während welcher ein Rückzug der Gletscher und eine Erhöhung der Temperatur statt hatten. Diese Interglacialzeiten entsprechen unserer Ansicht nach Ruheperioden in der vulkanischen Thätigkeit, wodurch der Rauch- und Aschenmantel zum Verschwinden gebracht wurde, was ein Steigen der Temperatur und eine Abnahme der Feuchtigkeit zur Folge hatte.

Endlich wagen wir, noch die Frage anzuregen, ob etwa im Löss noch Spuren gefallenen vulkanischen Materiales, vielleicht feinste Glasteilchen, nachzuweisen wären.

Es könnte gegen unsere Hypothese, welche die Entstehung der Eiszeit mit einer Periode gesteigerter vulkanischer Thätigkeit in ursächlichen Zusammenhang bringt, der Einwand erhoben werden, dass im Verlaufe fast der ganzen Tertiärzeit an vielen Stellen unseres

Planeten grosse Massen von Eruptivgesteinen zu Tage getreten seien, ohne dass in deren Folge eine Eiszeit konstatiert worden wäre. Allein hiegegen ist zu erinnern, dass die tertiären Ergüsse, welche hauptsächlich die Neogenzeit charakterisieren, sehr wahrscheinlich zum guten Teil Deckenergüsse, ähnlich dem Trapp in Vorderindien, gewesen sind, aus Spalten quellende, flüssige Massen ohne bedeutende explosive Begleiterscheinungen, so wie wir es im kleinen heute noch auf Hawai sehen. Erst mit der Bildung der Kesselbrüche und dem hiedurch gegebenen Einströmen des Meeres zu den vulkanischen Herden erfolgte die Auftürmung der zahllosen pleistocänen Vulkane, und diese erst lieferten den Höhenstaubschleier, welcher die Eiszeit in unmittelbarer Folge hatte. Immerhin ist wahrscheinlich, dass, wenn die von manchen Forschern im Verlaufe der Tertiärzeit angenommenen Klimaschwankungen thatsächlich statt gehabt haben, diese ebenfalls von vulkanischen Erscheinungen hervorgerufen worden sind.

Die Schwierigkeit einer Annahme periodisch notwendig wiederkehrender Eiszeiten, für welche die Geologie keine Belege hat finden können, wird durch unsere Hypothese gehoben; dieselbe erhält aber noch durch ein, wie es scheint, gesichertes, wenigstens von vielen Geologen als richtig angenommenes Ergebniss der Erdgeschichte eine positive Stütze. Die Kreide-, Jura- und Triasformation zeigen nur ausnahmsweise und auf verhältnismässig kleine Gebiete beschränkt Durchbrüche vulkanischer Massen (*Credner*¹⁾, pag. 707). Ganz anders war dies am Ende der palaeozoischen Periode. Die Permformation, ähnlich wie schon die zweite Hälfte der carbonischen (*Kayser*²⁾,

¹⁾ *Credner, H.*, Elemente der Geologie, Leipzig, 1891.

²⁾ *Kayser, E.*, Lehrbuch der Geologie, 2. Teil, Stuttgart, 1891.

p. 145 ff.) war eine Zeit heftiger und ausgedehnter Bodenbewegungen, mit welchen grossartige Eruptionen Hand in Hand gingen; namentlich gilt dies für die Epoche des Rotliegenden, und da kann es wahrhaftig kaum ein Zufall sein, dass gerade in diese Periode die einzige, neben der quartären mit einiger Sicherheit konstatierte Eiszeit fällt. Dieselbe ist, wie die quartäre, charakterisiert durch Konglomeratbildungen, durch Massen ungeschichteter Blöcke und Geschiebe verschiedenster Grösse und Beschaffenheit, endlich durch Politur und Schrammung der Felsen, so dass an ihrem Wesen kaum gezweifelt werden kann. Die ursprüngliche Annahme, diese permische Eiszeit sei auf die südliche Halbkugel beschränkt gewesen, ist durch den Nachweis entsprechender Ablagerungen in Nordeuropa als widerlegt zu betrachten.

Wir erhalten also das merkwürdige Ergebniss, welches wir hiemit den Geologen und Meteorologen zur Prüfung anheimgeben, dass Zeiten ungewöhnlicher Steigerung in der Thätigkeit des unterirdischen Feuers nicht etwa eine Erwärmung des Erdkörpers, sondern im Gegenteil wegen der massenhaften Auswurfstoffe eine Kälteperiode zur Folge haben; *Feuerzeiten der Erde werden demnach von Eiszeiten causal begleitet.*

Anhang.

Hiezu sind nun noch einige *Anmerkungen* zu machen. Die erste verdanken wir Herrn Prof. *Alb. Riggenbach*, welchem dieser Vortrag in der vorliegenden Form zur Prüfung der meteorologischen Daten vorgelesen worden ist. Dabei machte er auf eine Arbeit von *Parisino Pettinelli* aufmerksam, welche in den *Annal. del Istituto Tecnico di Bari*, 1898, erschienen ist. Die Arbeit selbst war uns hier nicht zugänglich, so dass wir uns mit einem Referate in den „Fortschritten der Physik im Jahre 1900“ begnügen mussten. *Pettinelli* studierte den Wärmeaustausch zwischen der Erde und dem Weltraum und kam zum Ergebnis, dass der eigentliche Wärme absorbierende Faktor in der Atmosphäre nicht die Kohlensäure, sondern der Staub sei; die Ursache der Eiszeit sei demnach in der Gegenwart einer grossen Menge von Staub zu suchen. Zum Belege erwähnt er, dass zur Zeit des letzten Ätna-Ausbruches in einem ziemlich beträchtlichen Umkreis um den Vulkan die Sonnenstrahlung um einen Drittel und noch mehr verringert gewesen sei. Wie man sieht, ist *Pettinellis* Arbeit eine ausserordentlich wichtige Stütze für unsere Anschauung des Zusammenhangs der Eiszeit mit den Eruptionsprodukten der pleistocänen Vulkane, wenn auch, wie es nach dem Referate scheint, der genannte Autor mehr an lokale Wirkungen in der unmittelbaren Umgebung von Vulkanen und nicht an die Bildung eines Höhenstaubschleiers, wie er sich zur Zeit der Krakatau-Eruptionen einstellte, gedacht hat.

Weiter machte uns Herr Prof. *Riggenbach* aufmerksam auf die Verschlechterung des Klimas von London, nämlich auf die vermehrte Nebelbildung infolge des Rauches der zahlreichen Kamine, eine gleichfalls hier zu erwähnende Erscheinung.

Eine fernere hier anzuführende Ansicht fanden wir vor wenigen Tagen in einem Aufsatz von *E. G. Harboe* in Kopenhagen, betitelt „Vereisung und Vulkanismus“, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1898, vertreten. *Harboe* geht von dem Gedanken aus, dass die wesentliche Ursache der Eiszeit in abnormer Feuchtigkeit zu suchen sei und denkt sich als direkte Lieferanten derselben die Wasserdampfentwicklungen der tertiären Vulkane. Diese ausgestossenen Wasserdampfmassen seien in hohen Luftschichten von den Winden nach den Stellen barometrischer Maxima geführt worden und dort niedergefallen, starke Abkühlung verursachend. Weiter nimmt er an, die Ausbreitung des Eises über grosse Landstrecken, also die eigentliche Eiszeit, sei erst nach Aufhören der vulkanischen Thätigkeit eingetreten, weil erst mit der steigenden Temperatur das auftauende Eis einen genügenden Grad von Plastizität zur Ausbreitung gewonnen habe. Es ist gegen *Harboe* schon von anderer Seite, nämlich von *M. Semper*, in derselben Zeitschrift 1899, der entscheidende Einwand gemacht worden, dass die vulkanischen Regengüsse, d. h. die Niederschläge der ausgestossenen Dampfmassen, stets nur in der unmittelbaren Nähe der Vulkane sich geltend machen, und dass das, was weiter verbreitet werde, wesentlich Staub und Rauch sei. Immerhin durfte die Arbeit hier nicht übergangen werden, als ein Versuch, den Vulkanismus und die Eiszeit mit einander in Verbindung zu bringen.

Endlich möchten wir, etwas zweifelnd zwar, auf eine Sonnenabbildung aus palaeolithischer Zeit aufmerk-

sam machen, welche in einer Höhle bei Mas d'Azil, Frankreich, gefunden und von *E. Piette* (*L'Anthropologie*, 1896, p. 402, Fig. 37) reproduziert worden ist. Hier sieht man die Sonne deutlich von einem Ring umgeben, und es liegt die Möglichkeit vor, dass wir darin die älteste Abbildung des Bishop'schen Ringes, welcher zur Zeit des Krakatau so deutlich in die Erscheinung trat, erblicken dürfen. Wenn dies richtig, so wäre der Mensch in Frankreich noch Zeuge des vulkanischen Höhenstaubschleiers gewesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [13_1902](#)

Autor(en)/Author(s): Sarasin Fritz (Friedrich Karl), Sarasin Paul
Benedict

Artikel/Article: [Über die mutmassliche Ursache der Eiszeit 603-618](#)