©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Der tellurische Kreislauf des Wassers.

Von

PROF. VINC. KLETZINSKY.

Vortrag, gehalten am 21. December 1871.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Das Wasser, von dessen tellurischem Kreislauf und dessen mannigfachen unablässigen Wanderungen auf unserer Erde ich heute die Ehre habe zu sprechen, ist eine chemische Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas und zwar im Verhältniss von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas auf 1 Raumtheil Sauerstoffgas. Es tritt nun zuerst die Frage an uns heran: ist das Wasser, wenn es eine derartige chemische Verbindung ist, vom Anbeginn auf der Erde gewesen oder hat es eine Entstehungsgeschichte? Darüber lassen sich natürlich nur Vermuthungen äussern, aber wir haben doch einige Gründe, zu vermuthen, dass überhaupt die chemische Verbindung viel jünger ist als der astronomische Begriff der Erde.

Es ist wahrscheinlich, dass die Erde eine geraume Zeit hindurch ein äusserst dünner, glühender Ball von Dünsten, von Dämpfen und Gasen war; ein wahres chemisches Chaos der Elementardämpfe, blos den physikalischen Gesetzen gehorchend. Erst allmälig, als dieser ungeheure Gluthball durch fortwährende Wärmeausstrahlung langsam kühler wurde, erst dann kamen sich die früher in weite Ferne von einander repulsirten Atome und Molecüle der Gase soweit näher, dass gleichsam

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der Funke der chemischen Verbindung überschlagen konnte, denn die chemische Verbindung ist ja nur bei dem unmittelbaren Nebeneinandersein der Stoffe denkbar. Die Wärme aber ist die Grundursache aller Repulsion, aller Ausdehnung, aller Abstossung, alles Auseinanderhaltens der Molecüle und deshalb mussten gewisse Verluste an Wärme vorausgehen, um die Gase in eine solche Nähe zu bringen, innerhalb welcher die chemische Verwandtschaft thätig sein konnte. Es muss eine Zeit der colossalsten, heutzutage geradezu unvorstellbaren Gewitter gewesen sein, eine Zeit grässlicher Explosionen. Bei denen des Knallgases musste sich Wasser bilden und eine Fülle anderer chemischer Verbindungen; dieses Wasser, welches bei einer gewissen Näherung von Wasserstoff- und Sauerstoffmolecülen entstand, war als Gas zugegen, und zwar mit einer gewissen Verdichtung, so dass drei Volumina Gas, zwei Volumina Wasserstoff und ein Volumen Sauerstoff sich auf zwei Volumina Wassergas zusammengezogen und concentrirt hatten. Immer aber musste das Wasser noch die Gasgestalt beibehalten, denn ein tropfbares Wasser war damals auf der Erde noch lange nicht möglich. Es ist ein Umstand, der uns ganz eigenthümlich berührt, wenn man bedenkt, dass die kühnsten Voraussetzungen, die die Wissenschaft heute über das ungefähre Alter des Menschengeschlechtes auf der Erde aufstellt, nicht viel über das zwanzigste Jahrtausend hinausgehen, während mit einer positiven Sicherheit heute schon ausgesprochen werden kann, dass die Minimalzahl der Jahre, die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erforderlich waren, um die Masse der Erde nur so weit zu erkühlen, dass ein Meer möglich war, 200.000 Jahre einbegreift. 200.000 Jahre sind erforderlich, um die geschmolzene Schlacke der chemischen Gewitter aus der Rothglühhitze und Weissglühhitze soweit langsam erkühlen zu machen, dass endlich Wasser als tropfbare Flüssigkeit bestehen konnte. Ich sage, dies ist eben nur die minimal gefasste Zeit. In dieser unermesslichen Zeit von Aeonen hatte sich der anorganische Tellurismus auf der Erde breit gemacht, er hat aus dem Chaos der Elementardämpfe das geschaffen, was man flüssigen Erdkern, feste Erdrinde, Meer und Luft nennt. Die heutige Atmosphäre ist aus der allgemeinen Dunstmasse, die einst Erde hiess, entstanden, und so kam es, dass endlich auf das noch zischende, rauchende, glühende Gestein aus dem dicken Schwaden, den man damals Luft nennen musste, das Meer niederthaute. Dass dieses chemische, gewaltige Urmeer als furchtbares Lösungsmittel, unterstützt durch die hohe Temperatur zugleich, an der Erdrinde gefressen und sie aufgelöst haben muss, ist selbstverständlich; wissen wir doch, dass die Hauptmasse unserer Gesteine nur ein Product des fortwährenden Nagens, Auflösens, chemischen Zermalmens ist, welches die Kraft des Urmeeres auf die kaum verharschte Erdrinde, auf die kaum erstarrte Schlacke ausgeübt hat. Als endlich auch die Temperatur des Meeres immer kühler wurde, als sich die heutige Luft geschieden hatte vom Wasser, als weiter durch mannigfache, innere, chemische Kräfte der feu-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

rig-flüssigen Erde Hebungen, wahrscheinlich Actionen der gespannten Dämpfe eintraten, welche den Continent über das Wasser als Kegel emporhoben, welche die Riesenstöcke der Gebirgszüge festsetzten, da können wir nun beginnen mit dem eigentlichen Kreislauf des Wassers. Jetzt haben wir es als Flüssigkeit gegeben, gleichsam eingefüllt in die ungeheure Schale des Meeresbodens; jenes Meeresbodens, der an manchen Stellen Tiefen hat, dass man die höchsten Gebirge der Welt, den Dvahalagiri auf den Himalaya, oder Chimborazo hineinsetzen und dennoch tiefgehende Schiffe (Dreimaster) darüberführen könnte.

„Wasser verdunstet unter allen Umständen", Wasser, tropfbares, verdampft bei allen Temperaturen, ja selbst wenn es starr geworden ist, selbst als Eis verdampft es. Man hat mit der grössten Genauigkeit die bezüglichen Versuche angestellt. Denken Sie sich eine Waage, die sich in einem Raume befindet, der von lauter Frostmischung umgeben ist, so dass man mit Bestimmtheit sagen kann, über 10^0 Kälte geht die Temperatur nicht hinauf, so wird die Temperatur im ganzen Raume, in welchem sich die Waage befindet, gewiss unter Null bleiben. Setzt man nun auf diese Waage ein Stück blankgeschliffenes, regelmässiges Eis, setzt man ferner die Waage genau in's Gleichgewicht und überlässt man diese in's Gleichgewicht gesetzte Eismasse sich selbst 1, 2 Tage in einem Raume, der voraussichtlich mit positiver Gewissheit nicht wärmer wird als 10^0 Kälte, was man ja mittelst eines genauen Differential-Thermometers erfahren kann, was gewahren Sie nun? Sie gewahren bei

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

einer hohen Empfindlichkeit der Waage schon nach 6 Stunden einen leisen Ausschlag, nach 12 Stunden wird er bedeutender, nach 24 ist er zweifellos, nach 36 auswägbar; kurzum: das Eis, das doch unter diesen Umständen gewiss nicht schmelzen kann, erleidet einen Verlust an Gewicht. Wohin kann das Wasser kommen? Wohin anders, als in Form von Dampf in die Luft. Das Eis verdampft also, ohne zu schmelzen. Das Gesetz, dass das Wasser bei jeder Temperatur, selbst noch gefroren, verdampft, ist jedoch kein allgemein giltiges für alle andern Flüssigkeiten, sondern gilt nur für das Wasser.

Diese Thatsache ist uns ein Beweis, dass die Luft fortwährend Wasserdampf enthalten muss, ja selbst die kalte Luft des Winters, die feuchte warme des Sommers, natürlich in viel reicherem Maasse.

In Bezug auf den Wassergehalt der Luft bitte ich aber nicht die gewöhnliche Laienansicht zu theilen, dass eine feuchte Luft nothwendig eine nebelige sein muss. Es gibt Nebel im Winter, bei welchen die Luft viel weniger Wasser hat, als eine vollkommen reine, wolkenfreie, heitere Luft des Sommers; denn der Wasserdampf ist durchsichtiger als die Luft selbst, er erhöht die Durchsichtigkeit und Lichtbrechung der Luft und gerade in den Tropenklimaten, in welchen die Luft selbstverständlich weit reicher an Wasser ist als in den nördlichen Klimaten, ist die Luft am tiefsten an Farbe und am klarsten in allen ihren Erscheinungen, weil eben der Wasserdampf äusserst durchsichtig und lichtbrechend ist. Wenn es aber auch wahr ist, dass die Eisberge Norwe-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gens, Spitzbergens gerade so Wasserdampf ausdunsten wie die warmen Aequatorialgegenden, dass das Gesetz durch die ganze Masse des Wassers gilt, so begreifen Sie, dass es doch graduell sehr verschieden ist, dass die Hauptmasse der Dunstbildung auf die warmen Bezirke fallen wird und es gibt nicht leicht eine ergiebigere Quelle der Dampfbildung als jene heissen Aequatorialkessel der stillen See oder des grossen Oceans. Die senkrecht niederschiessende Gluth der feurigen Sonne erhitzt dieses Wasser des Meeres in einer Weise, dass das Chlormagnesium sich in Salzsäure und Magnesiahydrat spaltet. Dass dieses Wasser riesig ausdampfen muss und fortwährend ein warmer Wasserdampfstrom vom Ocean am Aequator seiner Leichtigkeit wegen in die Höhe steigen muss, ist selbstverständlich. Wohin kommt aber dieser Wasserdampfstrom, der vom Meere aufsteigt? Beim Aufsteigen vom Aequator kommt der Strom in immer dünnere Luftschichten, wird immer schwerer und sinkt daher wieder in immer tiefere Regionen herab.

Es erklärt sich aus dieser Nothwendigkeit die Regularität gewisser normaler Winde, wie der Passate. So wie jeder Ofen sich den eigenen Luftzug schafft, muss auch die Ausdünstung der Meere gleichfalls ihre Ventilation und Circulation schaffen und Ausdruck derselben sind die Passatwinde. Wir haben das Wasser aus dem Meere verfolgt auf seiner anfangs unsichtbaren Wanderung in die Luft, was geschieht nun aber auf dem weiten Weg vom Aequator bis zu den Polen. Dieses Wasser, sobald es das Meer verlassen hat und in die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Luft getreten ist, erlangt den Namen Hydrometeor. Wasserdampf ist ein ganz durchsichtiges Gas wie Luft. Würde ich in eine feuchte, d. h. wasserdampfreiche, aber klare Luft einen eiskalten Körper bringen, so würde sich durch die Abkühlung die Fähigkeit der umgebenden Luftschichte, „Wasser als Dampf gelöst zu enthalten", vermindern und würde sich Wasser tropfbar abscheiden, der Körper würde bethaut werden. Jedermann weiss, dass, wenn man in ein warmes, klare Luft enthaltendes Zimmer eine eiskalte Wasserflasche bringt, so wird dieselbe aussen bethaut. Die Thaubildung, die an vielen Orten der Erde eintritt, ist nichts anderes als eine physikalische Präcipitation (Niederschlag) von tropfbarem Wasser aus dem Wasserdampf der Luft, bewirkt durch die Abkühlung. Es sind nicht unerhebliche Mengen von Wasser, die in gewissen regelmässigen Perioden auf diese Weise der Luft wieder entzogen werden und zur Erde zurückkehren. Welchen günstigen Einfluss die Thaubildung auf die Vegetation ausübt, wissen wir alle. Der Thau hat noch andere Bedeutung. Namentlich im Spätherbste, wo gerade die Thaubildung eine sehr vehemente ist, dringt er durch die Ackerscholle bis in den steinigen Untergrund des Culturlandes; ebenso dringt er in die blossliegenden Felsen der Gebirge, welche durch raschen Wechsel von Wärme und Kälte Sprünge an der Oberfläche empfangen haben. In diese Klüfte sickert heimtückisch im Spätherbste der Thau und friert darin beim ersten Frost; nun hat das Wasser die bewunderungswürdige Eigenschaft, sich beim

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Frieren auszudehnen und sehen Sie, gleich als wenn durch die geschäftigen Hände der Gnomen und Elfen Millionen Keile eingetrieben würden, so zersprengt der Frost das härteste Gestein, zerreibt es, macht es zu Mulm und arbeitet der weiteren chemischen Umwandlung vor, die Kohlensäure und Sauerstoff vollenden; und aus diesem Mulm, der da abbröckelt, aus diesem Capital fliessen unsere Zinsen des Ackerbaues. Diese ganz eigenthümliche Beschaffenheit des Wassers, bei 4^0 C. = $3\,^1/_2{}^0$ R. am dichtesten zu sein und sich nach auf- und abwärts auszudehnen, ist gleichfalls eine Anomalie, die das Wasser nicht mit anderen Flüssigkeiten theilt.

Diese sonderbare Ausnahme von den allgemeinen Naturgesetzen, die auf einer ganz eigenthümlichen Schichtung der Molecüle im Eise beruht und eben die rhomboedrische Krystallisation veranlasst, diese eigenthümliche Anomalie ist unendlich folgenschwer, namentlich für unser Europa, wo die Wiege des Fortschrittes und der Entwicklung stand. Wenn das Wasser diese Anomalie nicht hätte, kann man mit Bestimmtheit sagen, dass die heutige Civilisation auf der Erde nicht möglich wäre. Betrachten wir die gewaltigen Ströme, welche die wahre Lebensader der Länder sind, nicht blos des menschlichen Verkehrs wegen, den sie vermitteln, sondern des hydraulischen Verkehrs wegen, der die Speisung mit dem unentbehrlichsten aller Lebensbedürfnisse, dem Wasser, besorgt. Denkt man sich, die Temperatur der Luft sei schon unter 0^0 gesunken und das Wasser sei auch immer kälter und kälter geworden, so dass die oberste Schichte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schon 0^0 sei, so würde dieses Wasser zugleich immer schwerer werden, in Folge dessen untersinken; es geräth dadurch in Bewegung, friert wieder in Folge dessen und auf diese Weise wird sich das Grundeis bilden und in kurzer Zeit der ganze Strom eine starrende Eismasse sein und alles Wasser, das bei dem Ursprung seiner Quellen nachflösse, würde sich gletscherartig über die Eismasse hinwegschieben, dazu beitragen, sie zu vergrössern, aber sie nicht mehr schmelzen können. Wer das Verhalten der Gletscherwelt aus eigener Anschauung kennt, der weiss, wie ohnmächtig die heisseste Juli- und Augustsonne an diesem Gletschereis frisst und nagt. Würden sich die gewaltigen Ströme Europa's während eines einzigen Winters durch Bildung von ausgiebigem Grundeis in Gletschersträngе verwandeln, so gäbe es keinen Sommer mehr, der diese Eismassen aufthauen könnte; mit der Bewässerung der Gegenden wäre es aus; diese gewaltigen Gletschersträngе würden allmälig eine solche Abkühlung der Nachbarschaft bedingen, dass der Wein, später das Getreide aufhören würde, zu reifen und da eine natürliche Folge der Fruchtbarkeit und Wohnlichkeit eines Ortes die Civilisation und Cultur ist, so würde auch die abnehmen und so hängt und fällt dies alles mit der sonderbaren Anomalie des Wassers zusammen. Dass das Wasser beim Frieren sich mit unwiderstehlicher Gewalt ausdehnt und dass alle diese Molecularvorgänge, so unscheinbar sie sind, ebenso mit entscheidender Heftigkeit erfolgen, das hat Struve sehr schön gezeigt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Er hat auf dem Eise der Newa in Bombenmörsern laues Wasser einfüllen, mit Blei vollkommen dicht verschliessen und über Nacht auf dem Eise dieses Flusses stehen lassen. Der Versuch ist deshalb lehrreich und darum erlaube ich mir auf ihn zurückzukommen, weil er uns eine andere Thatsache vor Augen führt. Am anderen Morgen nämlich begab sich die Commission wieder auf diesen Platz und siehe, das Wasser war noch nicht gefroren, denn sonst wäre der Mörser zersprungen, trotzdem es in dieser Nacht eine Temperatur von 25° Kälte gehabt hatte. Wie kam es, dass das Wasser, das mit nur etwa 15—16° Wärme eingefüllt wurde und gewiss völlig in diesem Metallgefäss erkühlt war, doch nicht gefroren war. Der Grund liegt in der Krystallisation. Diese ist eben nur denkbar bei Bewegung der Molecüle, welche eine andere Gruppirung annehmen müssen, nach gewissen, nicht mehr regellosen, sondern bestimmten Axen und Richtungen. Ohne Anstoss ist eine Bewegung der Molecüle nicht möglich, denn auch sie sind als Körper dem allgemeinen physikalischen Gesetze der Trägheit unterworfen.

Es ist also nöthig, das Trägheitsmoment der Wassermolecüle zu überwinden und dazu reicht der kleinste Anstoss hin und nun erfolgt das stürmische Durcheinanderprallen der Molecüle. Dies hat Struve ausgeführt, indem er von ferne auf den Mörser Steinchen werfen liess und sobald die Steinchen den Mörser trafen, so dass das Wasser in eine Erschütterungswelle gerathen konnte, hörte man einen dumpfen Knall und mit vehementer Ge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

walt platzte der Mörser durch den Druck des Eises. Das Wasser war längst so weit abgekühlt, dass es frieren konnte, war jedoch wegen der absoluten Ruhe nicht im Stande, sein Trägheitsmoment zu überwinden.

Lange nicht alles Wasser kehrt aus der Luft in Form von Thau auf die Erde zurück, es entsteht ein ganz eigenthümliches Meer in der Atmosphäre, d. h. eine schwebende Wassermasse, welche sich in der Luft längere Zeit behauptet und diese Erscheinung nennt man die „Wolken". Was ist eine Wolke, wie entsteht eine solche? Eine Wolke ist ganz allgemein ausgedrückt ein Gewimmel von Bläschen, jedes einzelne hat eine Rinde, eine Zellhaut von tropfbarer Flüssigkeit mit einem Inhalt von Luft, und Millionen solcher Bläschen heissen Wolken. Wenn man darin geht, nennt man's Nebel. Dass ein solches Wasser tage-, wochenlang in der Luft existiren kann, ist unter Umständen klar, denn die eingeschlossene Luft braucht nur etwas wärmer gewesen zu sein als die umgebende; das Bläschen hat keinen Auftrieb und keinen Falltrieb, es gleicht sich aus mit der umgebenden Luft. Das gibt der Wolke die Stetigkeit, die Fähigkeit, zu beharren. Solche Wolken bildet jedes Gas, das eine eigenthümliche chemische Verwandtschaft zum Wasser hat. Z. B. Chlorwasserstoffgas, Fluorwasserstoffgas. Früher zählte man auch eine eigenthümliche Allotropie des Sauerstoffes hinzu, nämlich Antozon. Es ist jedoch unter den Gelehrten noch nicht entschieden, ob man von der Existenz dieses letzten Körpers absehen soll oder nicht. Es lässt sich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nicht läugnen, dass den Sauerstoff der Luft bei seiner positiv-elektrischen Spannung eine wunderbare Molecularverwandtschaft zum Wasserdampf befällt und wo er ihn trifft, sucht er ihn zu Nebel zu verdichten.

Denken Sie sich, wir hätten einen grossen Glaskasten vor uns, welcher mit hinreichend erwärmter, äusserst feuchter, aber völlig durchsichtiger Luft gefüllt sei, mit einer Luft, die den Lungenkranken so wohlthuend ist; lassen wir in diesen Glaskasten trockenes Sauerstoffgas hinein, so viel wir wollen, so wird, wenn die Temperatur nicht sehr stark abnimmt, gar nichts geschehen. (Ist der zutretende Sauerstoff eiskalt und nimmt die Temperatur stark ab, so wird sich ein Thau bilden.) Nun geben wir Sauerstoff hinein, dem wir eine positiv-elektrische Spannung mitgetheilt haben, so wird sogleich eine Trübung entstehen, ein Nebel, eine Wolke. Dieser Sauerstoff also äussert seine moleculare Verwandtschaft, präcipitirt aus Wasserdampf um sich selbst eine Rinde, er zellt sich ein, bildet ein hohles Nebelbläschen. Diese Bläschen unterscheiden sich in kleine und grosse, die Nebel in dichte und dünne. Je kleiner die Bläschen, je dünner sie gelagert, desto weisser die Wolke; je grösser die Bläschen und je dichter beisammen, desto schwärzer die Wolke.

Es wäre ganz irrig, zu glauben, dass die Temperatur auf die Wolke grossen Einfluss habe. Eine Temperaturdifferenz von 10^0 geht ganz spurlos an ihr vorüber; wie könnten wir sonst im Winter einen Nebel haben. Dies ist sehr begreiflich. Luft und Wasser sind schlechte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wärmeleiter; die wirkliche Temperatur der Umgebung kann daher auf diese Masse nur sehr träge einwirken und daher müssen Sie nicht glauben, dass es regnet, wenn man vielleicht in eine Wolkenschichte einen kühlen Luftstrom hineinlässt. Nur wenn ein Lufthauch mit negativelektrischer Spannung in diese Wolke fährt, so haben wir im Augenblick die Erscheinung des Regens. Negative und positive Elektricität gleichen sich aus. Jetzt haben wir auf einmal gewöhnlichen Sauerstoff, welcher nicht die Fähigkeit besitzt, aus Wasser Nebelbläschen zu bilden. Diese Milliarden von Nebelbläschen knicken nun plötzlich zusammen, werden Tropfen von Wasser, „Regen". Je nach der Plötzlichkeit des Vorganges, und nach der Dichte der Nebelbläschen entsteht Wolkenbruch, feines Nebelreissen und Landregen. Was endlich nicht als Regen, durch dieses Wechselspiel von positiver und negativer Spannung der Atmosphäre, was nicht als Thau zur Erde zurückkehrt, das muss als Schneemasse niederschneien. Schnee ist nichts anderes als gefrorener Wasserdampf. Wir können regnen und schneien, wenn wir die nöthigen Vorbereitungen machen. Das Thaubilden ist das leichteste von allen. Folgenden Scherz macht sich jährlich der Gouverneur von Sibirien. Wenn er einen Ball für die Elite der Verbannten gibt, lässt er zu Ende desselben plötzlich alle Fenster des Ballsaales, in welchem sehr heisse, aber klare Luft eingeschlossen war, öffnen; die etwa 30° kalte Luft dringt plötzlich bei einer ganzen Reihe von Fenstern herein; durch die schrecklich schnelle Abkühlung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

friert der Wasserdampf und es fallen grosse, lustige Flocken in dem Saale zu Boden.

Wir können, wie gesagt, regnen, thauen, schneien, aber nicht hageln. Auch Hagel tritt unter elektrischer Entladung ein, aber es ist dabei ein bedeutender Temperatursprung nöthig. Daher hagelt es bei uns nur im Sommer. Trotzdem wir einzelne Bedingungen der Hagelbildung kennen, sind wir nicht im Stande, den Versuch im Kleinen auszuführen. Diese eigenthümliche Bildung der grossen schaaligen Hagelkörner, die im Innern einen matten Kern haben, ist uns ein Räthsel.

In allen den nun besprochenen Formen kehrt das Wasser nach einem periodischen, längeren Aufenthalt in der Atmosphäre wieder zur Erde zurück. Während sich das Luftmeer in dieser Weise entleert, schafft die Aequatorialsonne neuen Vorrath und dies ist ein ewiger Kreislauf. Verfolgen wir das Wasser auf der Erde weiter! Das Wasser sickert nun durch das Culturland, durch die Ackerscholle, durch den Humus, der sich selbst in unwirthlichen Wäldern genug findet; durch diesen Verwitterungs-Mulm geht das Wasser und namentlich Gewitterwasser lässt da manches zurück, was es der Luft entzogen, so das salpetersaure Ammoniak, welches prachtvoll die Entwicklung alles Organischen anregt, und ein Reiz für den Humus ist. Während das Wasser beim Durchsickern dieses salpetersaure Ammoniak zurücklässt, nimmt es unfreiwillig dafür Moderstoffe auf, in dem Maasse, je oxydirter dieselben zugegen sind und je länger das Wasser mit denselben in Berührung ist. Des-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

halb sind auch Hochgebirgswässer reiner als Tiefquellen, weil eben diese das ganze Culturland auswaschen.

Aber auch dafür hat die Natur gesorgt, indem das Wasser auf ocherige Thonschichten stösst, auf Mergelschichten, die stark eisenschüssig sind; hier kann sich das Wasser all' seiner modernden Stoffe in diesen tieferen Schichten wieder entledigen. Behält das Wasser seinen hohen Gehalt an Humaten bei, so erscheint es, in grossen Massen gesehen, gelb. Enthält es wenig Humate, ist es grün und enthält es fast gar keine, ist es bläulich. Farblos ist weder Luft noch Wasser. Einige Alpenseen haben entschieden rein blaues Wasser; diese Seen sind leider nur zu rein, ihr Wasser enthält nicht einmal mehr die nöthige Luft, daher auch die Fische darin nicht fortkommen können. Wien erfreut sich relativ eines sehr reinen Stromes; das Donauwasser ist, selbst in grossen Massen gesehen, bläulichgrün und nicht gelb- oder dunkelgrün wie der Rhein, nicht gelb wie die Themse, Seine und Rhone. Man muss jedoch bei der Farbenprüfung das Wasser als solches beurtheilen, ohne von Grundreflexen sich beirren zu lassen. Die Reinheit des Donauwassers erklärt sich aus dem hohen Gefälle und aus dem Wasserreichthum des Stromes.

Was geschieht nun mit dem Wasser, das im Gestein zu versickern beginnt? Dieses Wasser sammelt sich in einem dritten Meere, im unterirdischen und dieses heisst: der Grundwassersee. Derselbe liegt auf einer sehr irregulären Sohle, d. h. bald nahe unter der Erde, bald unerreichbar tief und dies in Bezug auf geographische

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Entfernung in sehr benachbarten Gegenden, an manchen Stellen 3′ tief, an anderen Orten 80° tief. Auch ist der Boden der Grundwasserseen viel unregelmässiger als der des wirklichen Meeres. Diese Sohle ist ein plastischer, kalkarmer Thon, den man in der gewöhnlichen Praxis Lehm, Tegel nennt; dieser Körper hält das Wasser zurück. Diese Lehmschichte ist eine unübersteigliche Schranke, ist die Quellenscheide der Gegend. Mit je 100′ Tiefe steigt die Temperatur um 1°. Wenn also diese Sohle sehr tief gelegen ist, so wird dieser Theil des Grundwassers sehr warm, wenn nun ganz nach den hydraulischen Gesetzen der Communicationsröhren der Physik alle die Kraft, die das Wasser beim Niedersinken gewonnen hat, die nicht verloren gehen kann, sich spannt, staut, und durch einen feinen Spalt das Wasser wieder hervordrängt, so entsteht ein Quellenfaden, eine Quelle. Nimmt sie einen möglichst geraden Lauf und kommt sie aus tiefem Grundwasser, so wird sie eine warme (heisse) sein. Dies ist jedoch nicht absolut nöthig, denn ist der Verlauf der Quelle ein geschlängelter, so wird sie mehr abgekühlt. Auf dem Wege bis zur Grundwassersohle kann das Wasser wieder eine Menge Stoffe lösen, je nach der Schichte, die es durchfällt; sinkt es in den reinen Luftklüften im Granit des Urgebirges bis zur reinen Thonsohle, so wird es fast ohne fremde Bestandtheile sein.

Wenn man vom salpetersauren Ammoniak, von der Masse von Russ und Staub und anderer Verunreinigung absieht, so sollte man glauben, dass Regenwasser das reinste sei. Ein frei aufgefangenes Regenwasser nach

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

längerem Regen wird in der That fast destillirtes sein; aber glauben Sie ja nicht, dass dieses nahezu reine Wasser auch ein gutes Trinkwasser sei. Die Erfahrung hat gelehrt, dass all' solches Cisternen-Wasser, reichlich und allein genossen, die Gesundheit nicht zu erhalten vermag; wir müssen im Wasser gewisse Stoffe gelöst haben; nur ein Wasser, welches Kohlensäure, Sauerstoff und Salze, Carbonate enthält, ist für die Dauer gesund und entspricht den genauen, kritischen Anforderungen eines berechtigten Gaumens. Ein destillirtes Wasser schmeckt sogar fade. Der Nerv fühlt beim Genuss dieses Wassers eine gewisse Leere als Gefühl der Fadigkeit. Allerdings soll das Trinkwasser nicht mehr als 1 Theil festen Rückstand in 1000 Theilen Wasser haben; also 10 Theile ist das Maximum des festen Rückstandes und das Minimum 3 Th. in 10.000 Thln. Wasser. Wässer mit 4—6 Thln. festen Rückstand in 10.000 Thln. oder in 100 Eimern ungefähr mit 5 Pfund Rückstand sind die angenehmsten und gesundesten. Ein Wasser mit sehr kleinem Gehalt an Eisen, wirkt äusserst günstig auf unsere Verdauung, als auch desinficirend auf manche Eindringlinge, die wir nicht von uns fernhalten können. Nimmt der Eisengehalt zu, so ist er ein Medicament für Blutarme, Bleichsüchtige, nach heftigen Verwundungen. Gehen Wässer über Kiese, werden sie also vitriolig, so sind sie selbstverständlich ganz unbrauchbar zum Genuss. Diese Quellen, ob rein oder unrein, rieseln weiter; bei diesem Rieseln können sie einerseits sich reinigen, anderseits sich verunreinigen; durch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die blosse Reibung des Bodens geben sie fortwährend Kohlensäure aus und dieser Umstand lässt Salze heraus fallen; so kommt es, dass manche Quellen, die bei ihrem Ursprung harte Wässer gewesen, nach langem Lauf immer weicher werden; sie müssen den Ueberschuss an Kalk abgeben, dieser ist als Quellensinter herausgefallen. Wenn Sie Gas im Wasser absorbirt haben und dieses Wasser schütteln, so sucht das Gas zu entweichen, es erlangt seine Spannkraft und sucht weiterzugehen. Denken Sie sich, das Wasser sei ungemein reich an Kohlensäure, habe beim Durchfliessen der Humusschichte kohlensauren Kalk aufgenommen, habe sich ferner reich mit Gyps beladen, welcher ebenfalls sehr fatal im Wasser ist, in geringer Menge aber in jedem Wasser vorkommt, also ein nothwendiges Uebel ist, so entsteht jene Sorte harter Gebirgswässer in gewissen Thalschluchten, wo Kropf und Kretinismus einheimisch sind. Das harte Wasser macht besonders die Kinder äusserst hartleibig; denken Sie sich nun, dass diese Personen noch viel bergauf gehen, so wirken diese Umstände enorm auf die Schilddrüse; ist nun auch die Kost eine unglücklich gewählte, die vielleicht aus Haidemehl besteht, so wirken wieder diese Potenzen zusammen, so dass der Stuhlabgang mit furchtbarer Gewalt erfolgen muss. Jedermann kann an sich die Beobachtung machen, welchen kräftigen Blutdruck die Bauchpresse ausübt bei hartleibigen Personen, wie oft ereilt in diesem Moment der Schlag sein Opfer; daher ist jede Hartleibigkeit ein Uebel und jedermann sorge, dass er weichen Leibes bleibe. Bei Kindern, die sich fast noch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auf allen Vieren bewegen, wirken diese Umstände am schlimmsten. Bei diesen sind alle Gebilde sehr weich und durch dieses Drücken der Bauchpresse, das sich häufig im Tage wiederholt ohne Erfolg, wird die Schilddrüse immer mehr hypertrophisch. So kann der endemische Kropf mitunter im Gypsgehalt des Wassers seinen kausalen Grund finden. (Dieser Kropf ist eine weitere Quelle der Lungenemphyseme.) Die Ader, welche den Lebenssaft in's Heiligthum des Schädels führt, die aus der Aorta das Blut dem Gehirne zuführt, wird gepresst durch den Kropf und kann dem Gehirne nur mehr die Hälfte Blut zuführen: mangelnde Ausbildung des kindlichen Gehirns, in Folge dessen Kretinismus: alles in letzter Instanz vom Gypse des harten Wassers. — Nun mich kümmert das Weitere heute nicht mehr und ich wende mich zurück zu meinem wandernden Wasser. Es ist eine Quelle geworden; mehrere Quellen strömen zu einem Bach zusammen, mehrere Bäche zu einem Flusse, mehrere Flüsse zu einem Strome, welcher sich wieder in's Meer ergiesst.

Bei dieser Rückkehr des Wassers in's Meer bringt es demselben eine ganze Masse Stoffe, theils mechanisch durch die Gewalt seines Reibens und Rollens, theils auch chemisch gelöst, insbesondere reichliche Kalkzuflüsse mit, aus denen später Korallenriffe entstehen. Würde man dieselben untersuchen können auf ihren Ursprung, so würde man den Kalk unserer Gebirge darin erkennen, denselben, welchen das Wasser dort auswäscht und mitnimmt. Diesen Kalk bildet der Polyp des Meeres wieder zum Atollenstock, macht eine Insel und Con-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

tinente daraus und so betheiligt sich das Wasser auch in dieser Richtung als Verschlepper alles Organischen und Anorganischen. Eine Masse von Formationen, die man mit dem Namen „angeschwemmtes Land“ bezeichnet, sind blos Producte des Wassers auf seinem Wege zwischen dem Luftmeer und dem Ozean. Das Wasser macht noch eine Ablenkung von seiner eigentlichen Wanderung und zwar ist es in ganz erheblicher Masse im organischen Reiche enthalten. Die Pflanzen sowohl als auch die Thiere sind gebunden an einen gewissen Gehalt von Wasser; austrocknen heisst auch sterben, wenigstens vorübergehend; wir haben einige Pflanzen- und Thierzellen, die die Fähigkeit besitzen, ganz auszutrocknen und beim Wiederbefeuchten wieder aufzuleben. Das Blut, dieser kostbare Saft, in dem die ganze Ernährung des Körpers schlummert, ist ein sehr wasserreicher Körper; das Gehirn, jene geheimnissvolle Nervenmasse, die Werkstätte der Empfindung und des Willens, ist reich an Wasser und sehen Sie, dieser Wassergehalt ist dem Gehirne so nothwendig, dass bereits der Wahnsinn eingetreten ist, wenn der Wassergehalt im Gehirne um 3% abgenommen hat; wenn einmal der Stoffwechsel dahin seine Kralle ausstreckt (nach dem Wasser des Gehirnes), dann geht es mit der ganzen Maschine rasch zu Ende, dann sinkt der Vorhang und das Leben hat ein Ende. Dieses organische Meer dürfen Sie nicht unterschätzen; wir haben schon einmal in diesem Saale die Bedeutung des Wassers für den Organismus besprochen und ich hatte damals die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ehre, mich selbst Ihnen als Beispiel vorzuführen, weil ich solche greifbare Beispiele mit Recht viel geeigneter halte, indem sie viel anschaulicher sind als Berechnungen mit $^0/_{00}$. In mir geht ein Eimer Wasser spazieren; bestimmen Sie mein Gewicht; 100 Pfund desselben sind pures Wasser und beim gehörigen Austrocknen meines Körpers bleiben etwa 60 Pfunde Trockenstoff zurück; dasselbe oder ähnliches ist auch bei den Pflanzengeschöpfen der Fall.

Das Wasser wird theils als solches genossen oder mit der Luft eingesogen oder wie bei den Pflanzen mit der Wurzel aufgenommen.

Das Wasser bedingt auch die Athmung der Wasserthiere; Fische, welche gedeihen, sich entwickeln sollen, sind unbedingt an reichliche Zufuhr von lufthältigem Wasser gebunden. Allerdings kann das Uebermass des Wassers den Organismen auch schaden, besonders bei Pflanzen, die sich nicht jener Willkür erfreuen, wie die Thiere, Schädlichkeiten von sich entfernt zu halten; die Pflanze kann zu Grunde gehen am Ueberschuss des Wassers; sie ist gleichsam ersäuft im Wasser. Alles Leben ist ein chemischer Process und alles Leben ist an eine gewisse Temperatur gebunden. Die blosse abkühlende Gewalt des Wassers muss die Pflanze tödten, da sie ihre Eigenwärme herabdrückt. Dies sehen wir bei der Gährung, welche nichts anderes ist, als ein Beisammensein einer Pilzzellencolonie. Wo organisches Leben ist, herrscht Wärme und das Wasser, welches eben dieselbe bindet, wirkt als ab-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

kühlender Factor; indem das Wasser verdampft, macht es eine grosse Menge von Wärme latent und kann dadurch allein schon Pflanzen tödten. Sie sehen daher, welchen ungeheuren Einfluss eine richtige Bewässerung auf die Cultur des Landes ausübt.

Wenn ich mir erlaube, das ganze Bild, das ich heute entrollt habe, noch einmal kurz vorzuführen, so finden Sie, dass die Existenz des Wassers auf der Erde eine jüngere ist gegenüber dem astronomischen Begriff der Erde, dass unter den furchtbarsten Gewittern, unter Knallgasexplosionen sich dieser Ball aus gasförmigen Elementen gebildet hat. Ich habe schon erwähnt, dass Aeonen vergehen mussten, bis alles soweit erkühlte, dass das Meer in tropfbarer Form niederthauen konnte. Aus diesem Meer steigt das Wasser wie aus einem Kessel auf, der geheizt wird durch die Aequatorialsonne. Es wird zu Wasserdampf und verwandelt sich in wolkenführende Schichten, in das eigentliche Meer der Atmosphäre. Durch den Ausgleich der elektrischen Spannung wird diese wunderbare Wolkenschichte von Nebelbläschen zu Wasser verwandelt und als Thau, Regen, Schnee oder Hagel zur Erde zurückgeführt. Schliesslich muss alles Wasser zur Erde zurück und sickert da, sich mannigfach reinigend oder verunreinigend, durch verschiedene Klüfte der Erdrinde nieder. Natürlich zum feurig-flüssigen Erdinnern kann das Wasser nicht gelangen, sondern bis zur Quellenscheide, bis auf die Grundwassersohle. Sehen Sie, welch' wunderbare Erfolge man zu erzielen im Stande wäre, wenn ein Atlasriese es

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

vermöchte, diese Thonsohle um einen Winkel von 50° zu wenden; nach 10 Jahren hätte man Frankreich, Schweiz, Deutschland gründlich verändert, weil die Thonsohle auch die Quellenscheide dieser Länder bildet. Auf dieser Thonsohle liegt der Grundwassersee; er ist bald wärmer, bald kühler, bald reiner, bald unreiner und schickt die Quellfäden nach aufwärts, die als Quellen entspringen; diese sammeln sich zu Bächen, welche wieder in ein Gerinne zum Fluss zusammenlaufen; aus den Flüssen entstehen Ströme, die endlich den ganzen Schatz des Wassers, soweit er nicht vorübergehend in den organischen Körpern verweilt, wieder zum Meere zurückführen, aus dem das Wasser hervorgegangen ist. Nun weiss ich nicht, ob zur Wassermasse, die ich heute die Ehre hatte, vorzuführen, nicht vielleicht auch jenes Wasser gekommen ist, zu dem Ihre Erwartungen geworden sind. Sei dem, wie ihm wolle, erlauben Sie, dass ich noch einmal, wie der alte Nereus, der feuchteste der Götter Griechenlands, aus diesem Wasserschwalle mein Haupt emporhebe, um Ihnen recht frohe Weihnachten, einen recht launigen Sylvesterabend und ein recht freudiges, heiteres Neujahr zuzurufen und dann für heuer unterzutauchen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Kletzinsky Vinzenz

Artikel/Article: Der tellurische Kreislauf des Wassers. 71-95