Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1866)

Heft: 603-618

Artikel: Ueber die Einwirkung des chemischgebundenen Ozon's auf die Infusorien

Autor: Schär, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-318790

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Strontianerde. Das Mineral fand sich zusammengesetzt aus:

	Nr. 1.	Nr. 2.
Kohlensaurer Kalkerde	98,00 %	98,30 %
Kohlensaurer Strontianerde	0,50 „	0,60 „
Kieselsäure	0,60 „	0,30 „
Phosphorsaurem Eisenoxydul	0,74 „	0,80 „
	99,84 %	100,00 %

Dass die Kieselsäure und das phosphorsaure Eisenoxydul als dem Minerale fremd, und wahrscheinlich den gefärbten Ueberzug einzelner Krystalle bildend, in Abzug zu bringen seien, scheint mir selbstverständlich. Nach Abzug dieser Bestandtheile besteht der Kalkspath von Merligen aus:

Kohlensaurer Kalkerde	99,44 %
Kohlensaurer Strontianerde	0,56 „
	100,00 %

Der geringe Strontianerdegehalt unseres Kalkspathes kann keinen Grund abgeben, um demselben einen andern Namen als den seines Fundortes zu verleihen.

Ed. Schär, cand. pharm.

Ueber die Einwirkung des chemisch-gebundenen Ozon's auf die Infusorien.

Wenn der Gegenstand meines heutigen kurzen Vortrages mich dazu führt, von Ozon reden zu müssen, so

geschieht diess nicht ohne das volle Bewusstsein, dass dieser Name den Schein einer Spezialität an sich trägt und daher offenbar nicht Jedermann gleich nahe liegen kann; zu meiner Beruhigung liegt aber die beste Entschuldigung für eine derartige Einseitigkeit in einem Privilegium der neuern Naturwissenschaft, nämlich in ihrer Aehnlichkeit mit der Architektur, wo aus vielen Bausteinen, die zwar nach einem Plane, aber dennoch einzeln und gesondert bearbeitet werden, schliesslich sich das Ganze erhebt.

Ueber die physiologischen Wirkungen des Ozons liegen bis jetzt zwar verhältnissmässig zahlreiche, aber immerhin noch ungenügende Beobachtungen und Experimente vor, die sich zumeist nicht sowohl auf das gebundene, als auf das freie Ozon beziehen, d. h. auf Gemenge reinen Ozons mit athmosph. Luft in den verschiedensten procentischen Verhältnissen, denn chemisch reines Ozon ist zur Stunde noch nicht bekannt und es bleibt fraglich, ob eine solche Reindarstellung überhaupt in nicht zu ferner Zeit möglich werden wird.

Auffallend aber muss es immerhin erscheinen, dass 25jährige Forschungen über den thätigen Sauerstoff, Forschungen, die gerade in diesem Decennium nicht nur die eigenthümliche allotrope Natur des Ozons vollends festgestellt, sondern eine Reihe der überraschendsten, wichtigsten Facta zur Kenntniss gebracht haben, nur in gewissen engern naturwissenschaftlichen Kreisen gebührende Anerkennung fanden und höheres Interesse weckten, dass wir die Worte: Ozon, Antozon, Sauerstoffpolarisation als Errungenschaften von grosser theoretischer Bedeutung in ausgezeichneten philosophischen Werken wiederfinden, während wir sie von manchen Physikern und Chemikern nur selten aussprechen hören. Ja, ist

es nicht befremdend, dass in den neuesten Lehrbüchern einer Wissenschaft, die, obwohl noch jung, doch mit einem gewissen Stolze ihre Leuchte mit dem Wahlspruche: «Empirie und Induction» hoch empor hält, dem thätigen Sauerstoff nur wenige Seiten in Form eines Anhanges zum gewöhnlichen Sauerstoff gewidmet werden, weil, wie es heisst, die Thatsachen noch keine befriedigende Deutung zulassen. Ist diese dem wichtigsten Elemente gegenüber befolgte Methode die richtige, so darf wohl gefragt werden, welche Berechtigung denn z. B. in der Experimentalphysik den ausführlichen Vorträgen über die Wärme bleibt, deren innerstes Wesen wohl ebensosehr einer mathematisch-sichern Erklärung harrt? Wir glauben, dass die Thatsachen in einer Disciplin bestehen, auch wenn das letzte Wort noch nicht gesprochen, und gerne sehen wir in der Bescheidenheit mancher chemischer Werke in Betreff des Ozons die stillschweigende Ahnung, dass die Lehre vom thätigen Sauerstoff bald zur wichtigen Doctrin werden und ein eigener Zweig, die Oxygeniologie, ihre eigenen Schriften mit den Resultaten weiterer Beobachtungen füllen wird, Beobachtungen, die bis in die neueste Zeit oft noch bunt und sonderbar genug klingen mögen, allein sicherlich nicht ohne tiefgreifende Bedeutung für die «reine Chemie» bleiben werden.

Der erwähnte Umstand, die Unmöglichkeit nämlich, mit reinem Ozon zu operiren, mag es denn auch erklärlich erscheinen lassen, dass nur Wenige sich zu genauern und erschöpfenden Arbeiten über die physiologischen Wirkungen des Ozons ermuthigt fühlten und in Folge dessen die vorliegenden Versuche vielleicht mehr preliminärer und allgemeiner Art sind. Nichtsdestoweniger sind aus diesem Gebiete bereits viele interessante Daten bekannt geworden und es haben unter anderm schon

vor Jahren vielfache Versuche an Menschen die eigenthümliche Eigenschaft des gasförmigen Ozons konstatirt, eingeathmet heftige Katarrhe zu bewirken und überhaupt die Schleimhäute dem Chlor, Brom und Jod analog, obwohl weniger energisch, zu beeinflussen. Ueberdiess haben Beobachtungen mit Thieren ergeben, dass das Ozon schon in relativ geringen Mengen auf kleinere Organismen giftige Wirkungen ausübt und eine Luft mit weniger als 1 % desselben rasch kleinere Thiere zu tödten vermag.

Wenn nun auch selbstverständlich die Experimente mit dem jetzt darstellbaren thätigen Sauerstoff nur relative Geltung haben können, so ist daran zu erinnern, dass Schönbein vor einiger Zeit (Basler. Verhandlungen d. naturf. Gesellschaft, 3. Theil, p. 305) eine Darstellungsmethode veröffentlicht hat, die das Ozon, wenn nicht absolut rein, doch in sofern rein liefert, als man es lediglich mit atmosph. Ozon vermischt erhält; mit solchem Material liessen sich unzweifelhaft eine Anzahl von Versuchen anstellen, die uns genauer, als es theilweise bis jetzt geschehen, über die Wirkungen verdünnten Ozons belehren würden und durch Deduction auch zu einigen richtigen Schlüssen über das unvermischte reine Ozon führen könnten.

Es erscheint desshalb im höchsten Grade wünschenswerth, das Studium des thätigen Sauerstoffs vom physiologischen Gesichtspunkte aus fortzusetzen, und zwar um so mehr, als dem Ozon nach dem jetzigen Stand der Dinge wohl mit Recht eine Bedeutung und Mitwirkung in den Vorgängen der Respiration und des Blutumlaufes vindicirt werden muss, besonders seitdem die neueren Untersuchungen des Basler Chemikers die so ausserordentliche, bemerkenswerthe Eigenschaft der Blutkörperchen nachgewiesen haben, den gewöhnlichen Sauer-

stoff in allotrope Zustände zu verwandeln, seitdem überhaupt mannigfache und wiederholte Beobachtungen es wahrscheinlich gemacht haben, dass der aufgenommene Sauerstoff, wenn auch nicht aller, so doch theilweise als Ozon im Blute cursirt. Leider führen aber gewöhnlich chemisch-physiologische Experimente nur unter den günstigsten Bedingungen zu gültigen, beweiskräftigen Resultaten, denn, wenn auch, wie Schönbein am Schlusse einer seiner neuern Abhandlungen bemerkt, die Ergebnisse der Versuche, die wir mit organ. Stoffen in unsern Laboratorien anstellen, bisweilen auf die chemischen Vorgänge im lebenden Organismus einiges Licht werfen, so will es indessen doch scheinen, dass bis jetzt nur in wenigen Fällen von Chemismus des Laboratoriums auf denjenigen der lebendigen Natur geschlossen werden konnte und der relativ geringe Erfolg mühevoller Arbeiten dieser Art uns stets wieder darauf hinweist, weniger gewaltsame Mittel und Wege der Forschung aufzufinden, die mehr als bisher zum Verständniss der so feinen chemischen Vorgänge in Thier- und Pflanzenwelt führen können.

Es schien mir, als ich im letztverflossenen Sommer mich mit den Hauptformen der Infusorien durch eigene Anschauung vertrauter zu machen suchte, nicht uninteressant, einige Beobachtungen über die Wirkung des Ozons auf diese kleinsten, zartesten Lebensformen mit meinem Studium zu verknüpfen, was ich um so eher unternehmen durfte, als Herr Prof. Perty die Güte hatte, mich mit den Rathschlägen langjähriger Erfahrung zu unterstützen. Es wurden zu diesen Versuchen Aufgüsse verwendet, die besonders reich an Vibrioniden und einigen Gattungen von Ciliaten waren, wie Paramecium Aurelia und P. Colpoda, dann Glaucoma scintillans u. a.; speziell berücksichtigt blieben dabei nur diese Ciliaten, deren mässig

schnelle Bewegung und bedeutendere Grösse eine ruhigere Beobachtung zulässt. Was nun die Resultate selbst betrifft, so muss vorausgeschickt werden, dass ich mit chemisch-gebundenem Ozon und nicht mit dem freien Gase operirte, denn letzteres wird von Wasser auch bei längerem Schütteln nur in minimen Quantitäten absorbirt und schien desshalb zur Einwirkung auf Infusorien keineswegs geeignet. Wir kennen jedoch Ozonführende und in HO lösliche Körper, die, weil in ihnen der thätige O zum Theil äusserst locker gebunden ist, alle chemischen und daher wohl auch physiologischen Reaktionen des freien Ozons zeigen, zugleich aber den Vortheil leichterer Handhabung und constanter Zusammensetzung gewähren. Es ist bekannt, dass nach dem Vorgange des Ozonentdeckers alle Ozon haltenden Verbindungen in eine eigene Klasse gereiht und Ozonide genannt werden, eine Klasse, zu der die grössere Anzahl der sogenannten Oxydationsmittel gehören. Charakteristische Ozonide sind insbesondere die Uebermangansäure, die Chromsäure, Untersalpetersäure, Salpetersäure, unterchlorige Säure; diese Verbindungen sind es auch, auf die sich meine Notiz bezieht.

Es tödten nämlich diese sämmtlichen Verbindungen die Infusorien, auch wenn sie in frischester Bewegung begriffen sind, ausserordentlich rasch, sogar in sehr verdünnten Lösungen, und zwar scheint nach den bis dato angestellten Versuchen, die mehr denn einmal wiederholt wurden, die Tödtung auf einer, so zu sagen, blitzschnellen Oxydation der organischen Materie des Infusoriums und daheriger Lähmung der Bewegungsfunktionen zu beruhen.

Wenn nun die Leichtigkeit, mit der ein Ozonid sein gebundenes Ozon abgibt, wirklich mit der Fähigkeit, diese kleinsten lebenden Formen zu vernichten, im Zusammen-

hange steht, so musste gerade von der Uebermangansäure die entschiedenste Wirkung zu erwarten sein, und in der That zeigte diese Verbindung auch die grösste Energie in der Tödtung der Iufusorien. Wurde zu einem Tropfen voll lebhaft cursirender Infusorien ein Tropfen sehr verdünnter Lösung von übermangansaurem Kali gebracht, so erblickte man sämmtliche Organismen in demselben Augenblicke todt und erstarrt; ja, wenn zu einem andern Tropfen ein kleines Fragment eines Krystalls des erwähnten Salzes gebracht wurde, so dass Krystall und Tröpfchen sich kaum berührten und von dem ersteren aus kleine Ströme rother Lösung langsam in die übrige Flüssigkeit diffundirten, sah ich nicht nur diejenigen Thierchen sterben, die in solche rothe Parthien geriethen, sondern auch alle solche, welche nur in die unmittelbar angrenzenden, noch farblos erscheinenden Zonen des Tropfens schwammen, wie vom Schlage getroffen, ihre Bewegung für immer aufgeben. Wenn nun etwa hier eingewendet werden mag, dass der Tropfen nur in Folge der dünnen Flüssigkeitsschicht farblos erschien, so ist diess innerhalb gewisser Grenzen zuzugeben, andrerseits aber daran zu erinnern, dass übermangansaures Kali in Folge seiner eminenten Färbekraft mehrere hunderttausend Theile HO noch deutlich rosaroth färbt.

An die Beobachtung dieser schnellen Tödtung schliesst sich die andere an, dass nämlich sämmtliche todte Individuen wenige Sekunden nach der Einwirkung des Permanganats deutlich braun gefärbt erscheinen, was nur auf einer schnellen Ablagerung von Manganoxyd beruhen kann, das sich durch Zersetzung der Uebermangansäure ausscheidet; denn so oft der die Infusorien enthaltende Tropfen zu der Menge des einwirkenden Ozonids in

gewissen Verhältnissen stand, erschien die anfangs rothe Flüssigkeit nach wenigen Augenblicken farblos, die Infusorien aber braun, eine Erscheinung, die namentlich dann eintrat, wenn der ursprüngliche Tropfen die Infusionsthierchen dicht gedrängt enthielt. Allerdings tritt die braune Färbung, wenn auch schnell, doch successiv und erst nach dem Tode ein, so dass angenommen werden muss, dass der vernichtende Einfluss der Uebermangansäure zwar ein chemischer sei, d. h. ein Oxydationsvorgang, der aber so geringe Mengen jener Säure auf einmal in Anspruch nimmt, dass in den ersten Stadien die chemische Zersetzung noch nicht sichtbar wird.

Dieselben Wirkungen, wie Mn^2O^7, wenn auch etwas weniger energisch, zeigt die Chromsäure. Eine hellgelbe, also sehr verdünnte Lösung tödtete bei meinen Versuchen die Infusorien noch sehr schnell, in mehreren Fällen eben so rasch wie Mn^2O^7; bei grosser Verdünnung gingen dem Tode stets eigenthümliche Verzerrungen und Einfaltungen des Infusorienkörpers voraus, dann Langsamerwerden der Bewegung und Erstarrung. Erstere Erscheinung, die Verzerrung und Faltung, dürfte wohl ohne Zwang von den styptischen Eigenschaften der CrO^3 herzuleiten sein, welche diese Eigenthümlichkeit mit den übrigen Chromverbindungen überhaupt theilt. Es muss übrigens wohl dahingestellt bleiben, ob hier diese Säure als Ozonid, also durch Oxydation, auf die Infusorien wirkt, oder aber ihre Wirkung der besonders in neuerer Zeit bekannt gewordenen Eigenschaft verdankt, auch in verdünnter Form die Eiweissstoffe schnell und sicher zp coaguliren.

Vollkommen der Mn^2O^7 analog verhielten sich die Ozonide NO^4, NO^5 und ClO. Auch sie bewirkten selbst in verdünnten Lösungen äusserst schnell den Tod der

Infusorien, ohne dass jedoch Nebenerscheinungen beobachtet worden wären. Bei der grossen auffallenden Aehnlichkeit, welche die Salzerzeuger Cl, Br und J in ihren Reaktionen und Wirkungen mit den Ozonführenden Verbindungen zeigen, war von vornherein auch von diesen Körpern eine energische Wirkung auf die mikroskopischen Thierklassen zu erwarten; die mit höchst schwachen Lösungen derselben, resp. mit verdünntem Chlor-, Brom- und Jodwasser angestellten Versuche bestätigten diese Erwartung vollkommen, denn sie tödteten die Infusorien schneller und energischer als NO^4, NO^5 und ClO, so dass sie wohl in eine Linie mit Mn^2O^7 und CrO^3 zu stellen sind; hiebei sei bemerkt, dass die Einwirkung des Jodes auf die Infusorien schon seit geraumer Zeit bekannt ist und ich daher in dem betreffenden Versuche nur eine Bestätigung einer schon angenommenen Thatsache zu finden hatte.

Endlich führten mich einige das Ozon betreffende Gesichtspunkte dazu, mich auch über die Wirkungen des Wasserstoffsuperoxyds und des ozonisirten Terpentinöls zu belehren. Hierbei ergab sich, dass eine verdünnte Lösung des HO^2 sehr schnell tödtete, und überdiess wurde in mehreren Fällen, in denen wegen veränderter Concentration der Lösung nicht sofortige Tödtung eintrat, eine entschiedene Beschleunigung der Bewegungen beobachtet. Was das ozonisirte Terpentinöl betrifft, so wurden kleine Mengen davon einem Infusorientropfen zugesetzt; die geringen in Wasser sich lösenden und verbreitenden Mengen waren hinreichend, um eine relativ schnelle Tödtung der Protozoen herbeizuführen, während reines ozonfreies Oel das Absterben nur langsam und nach längerer Zeit verursachte. Aehnlich verhielt sich ozonisirtes Citronenöl. Es stimmen diese Beobachtungen über-

ein mit frühern, die kurz nach der Entdeckung der Ozonhaltigkeit gew. äther. Oele an Fröschen gemacht wurden, und wobei sich ergab, dass ozonisirtes Oel ebenso schnell vergiftete, als 12—15 Mal grössere Quantitäten des reinen, nicht mit thätigem O beladenen Oeles.

Was sich aus den angeführten Versuchen ergibt, ist die mehreren und wahrscheinlich allen löslichen ozonidischen Verbindungen gemeinsame Energie, mit der sie den Infusorien gegenüber als lähmende Gifte wirken; es musste jedoch dieses Resultat zu der Erwägung führen, dass diese kleinsten thierischen Formen wohl überhaupt gegen chemische Reize und sonstige wirksame Stoffe sehr empfindlich sein könnten und daher die erwähnten Wirkungen von vornherein in das Gebiet des Selbstverständlichen fallen dürften. Ich suchte daher durch weitere vergleichende Versuche über diese Verhältnisse einigermaassen in's Klare zu kommen und operirte nachträglich noch mit Narcoticis, verdünnten Säuren und Alkalien, überdiess mit einer Reihe von Salzen. Ich fand, dass die Narcotica, wie Opium und Belladonna zwar ebenfalls in verdünnten Lösungen entweder schnell oder mit vorausgehender Narkose, je nach Gehalt der Lösung, die Infusorien zu tödten vermögen; immerhin aber waren die angewendeten Verdünnungen geringer, als bei den ozonführenden Verbindungen; dasselbe war der Fall mit verdünnten Säuren ($\overline{A}$, HCl, PO^5 u. a.), die zwar unter Umständen dem Leben der Infusorien schnell ein Ziel setzen, allein bei einer Verdünnung mit 200—300 Theilen Wassers meist nur noch langsam wirken, während weit verdünntere Lösungen von Mn^2O^7, CrO^3, NO^4 u. J (durchschnittlich 1 : 1000 bis 1500) noch sehr wirksam sind. Analoge Erscheinungen zeigten die Alkalien und was die Salze betrifft, so verhielten sich insbesondere die neu-

tralen fast oder gänzlich indifferent, wie ja auch bekannter Maassen mehrere Ammoniaksalze die Bildung dieser Thierspecies sogar wesentlich begünstigen können.

Wenn es nun wirklich, wie mir scheint, eine Eigenthümlichkeit der ozonführenden Körper ist, diese kleinsten thierischen Gebilde auf chemischem Wege, d. h. durch schnelle Oxydation ihrer peripherischen Theile zu tödten, so dürfte diess vom Gesichtspunkte der Analogie aus, insofern nicht uninteressant sein, als die zarte Substanz der Infusorien aus einem plasmatischen, den sog. Proteinkörpern verwandten Stoff besteht, andererseits aber nach den Untersuchungen zweier Basler Gelehrten und ausserdem Herrn von Gorup's in Erlangen die Proteinstoffe, wie sie im Blute vorhanden sind, d. h. das Albumin, Fibrin und besonders die Substanz der Blutkörperchen das Ozon sehr begierig aufnehmen und von demselben oxydirt werden.

Dass nun die proteinartige, Nhaltige Substanz der Infusorien diese Eigenschaft mit den übrigen Proteinstoffen theilt, scheint durch die obigen Versuche eher bestätigt, als verneint zu werden und ist übrigens auch ohne dieselben wahrscheinlich, wenn man die Kleinheit der Organismen und folglich die ausserordentliche Vertheilung der Substanz bedenkt. Was die Wirkung des HO^2 und des ozonisirten Terpentinöls betrifft, so mag darauf hingewiesen werden, dass nach vielfachen Beobachtungen Schönbeins das Pflanzen- und Thierfibrin, ganz besonders aber die Blutkörperchen in hohem Grade die Eigenschaft besitzen, jene zweite, dem Ozon polar entgegengesetzte O-Modifikation, das Antozon, in Ozon zu verwandeln; sie zersetzen daher das HO^2 heftig und unter ihrem Einflusse werden das sogen. ozonisirte Terpentinöl, das ozonisirte Bittermandelöl, der ozonisirte Aether zu hefti-

gen Oxydationsmitteln, denn alle diese Substanzen enthalten nicht Ozon, sondern Antozon. Es tritt uns demnach die Frage nahe, ob die besprochenen Wirkungen des HO^2 und der ozonisirten ätherischen Oele nicht mit diesen Verhältnissen im Zusammenhang stehen, mit andern Worten, ob nicht auch die Substanz der Infusorien den O des HO^2 und den in äther. Oelen festgehaltenen O so verändern, dass diese Stoffe wie reine Ozonide wirken, eine Frage, die sich nur durch direkte Versuche entscheiden lässt. Einige Reaktionen, die ich mit infusorienreichen Flüssigkeiten erhielt, schienen es mir zu bejahen, doch liegt eine Complication darin, dass solche Flüssigkeiten neben kleinsten Thier- meist auch kleine Pflanzenformen und überdiess in Wasser lösliche pflanzliche Zersetzungsprodukte enthalten; nun ist aber die Anzahl organischer Stoffe, welche verändernd auf die verschiedenen Ozustände einzuwirken vermögen, schon keine geringe mehr und daher Vorsicht in der Beurtheilung solcher Erscheinungen nothwendig; ich gedenke noch einige weitere Versuche darüber anzustellen und auch die Wirkungen des Ozons auf die Schwärmsporen der Algen zu untersuchen, worüber ich bei späterer Gelegenheit etwas zu berichten hoffe. Für heute schliesse ich mit der Bemerkung, dass der Anlass zu diesen Beobachtungen nicht sowohl in dem Wunsche lag, auf irgendwelche unerwartete Verhältnisse zu stossen, als vielmehr lediglich in einer Vorliebe für das Studium des Sauerstoffs und endlich in dem Umstande, dass ich in verschiedenen Werken nur wenige Angaben über das Verhalten chemischer Agentien zu den Infusorien vorfand.