

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	19 (1928)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. XII. Mitteilung, Zur Geochemie des Jods III. Der atmophile Charakter des Jods
<b>Autor:</b>	Fellenberg, Th. von / Werder, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-984263">https://doi.org/10.5169/seals-984263</a>

### 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:** 27.01.2026

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

die chemische Fixierung (Salzbildung) durch die Zellmembran, das Proto-plasma, den Kern oder nur den einen dieser morphologischen Bestandteile in Betracht kommt. Die nachhaltigste Wirkung wird ja wohl erzielt, wenn eine Veränderung der Kernsubstanz eintritt. Bei dieser Art Ab-tötung denken wir natürlich nicht an jene groben Desinfektionsmittel, welche die Zellhaut einfach zerstören, oder an jene noch gröberen, wie etwa konzentrierte Schwefelsäure, welche überhaupt die ganze Zelle zum Verschwinden bringen.

Die praktischen Resultate unserer Versuche bestätigen, dass die basischen Triphenylmethanfarbstoffe Fuchsin, Methylviolett B und Malachitgrün auch auf Hefezellen abtötend wirken können. Diese Eigenschaft scheint auch in geringerem Grade dem basischen Monoazofarbstoff Chrysoidin zuzukommen. Nur Hemmung, aber nicht Abtötung, wurde mit den sauren Pyroninfarbstoffen, Eosin, Spritlösliches Eosin und Phloxin P erzielt.

Aus den theoretischen Erörterungen geht hervor, dass die antisep-tisch wirkenden Farbstoffe auch eine schädliche Wirkung auf den tie-rischen Organismus haben könnten. Es würde sich wohl empfehlen, auch diese Frage nachzuprüfen, trotzdem man in der Literatur verstreute An-gaben über die Unschädlichkeit einzelner dieser Farbstoffe finden kann.

## Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur.

### XII. Mitteilung.

## Zur Geochemie des Jods III. Der atmophile Charakter des Jods.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes,  
Vorstand: Dr. J. Werder.)

In früheren Publikationen<sup>1)</sup> ist nachgewiesen worden, dass das Ele-ment Jod siderophile, chalkophile und lithophile Eigenschaften besitzt, dass es sich bei der Phasenteilung des feuerflüssigen Erdballs in den metallischen Kern, die Sulfidschicht und die Silikathülle verteilt hat. *V. M. Goldschmidt*<sup>2)</sup> nimmt an, dass es wahrscheinlich auch zu den atmophilen Elementen zu rechnen sei, dass es sich bei der Phasenteilung vielleicht grösstenteils in der Dampfhülle angesammelt habe und dann mit dem Wasserdampf in der ältesten Hydrosphäre kondensiert wurde. Diese Annahme erhielt eine starke Stütze durch die Beobachtung von

<sup>1)</sup> Th. von Fellenberg und Gulbrand Lunde, Diese Mitt., 17, 250, 1926; 18, 161, 1927; Th. von Fellenberg, Diese Mitt., 18, 149, 1927.

<sup>2)</sup> Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente II, Vid. Selsk, I, Oslo, 1924, Nr. 4.

*Th. von Fellenberg* und *Gulbrand Lunde* (l. c.), dass sich das Jod im Hochofenflugstaub sehr stark anreichert, dass es somit aus der flüssigen Schlacke teilweise verdampft.

Es bot sich nun Gelegenheit, die atmophile Tendenz des Jods direkt nachzuprüfen. *Ad. Hartmann*<sup>3)</sup> hat kürzlich die Entstehungsweise der Bündner Säuerlinge in einwandfreier Weise aufgeklärt und ist dabei zu Resultaten gekommen, welche für unsere spezielle Frage von Bedeutung sind.

Die Mineralquellen von Tarasp-Schuls und dem benachbarten Val Sinestra sind mit Kohlensäure gesättigt und lassen beständig einen mehr oder weniger starken Ueberschuss dieses Gases in die Atmosphäre entweichen. An einzelnen Stellen tritt kein Wasser aus dem Boden, wohl aber Gas, welches zu über 99% aus  $\text{CO}_2$  besteht und daneben etwas  $\text{H}_2\text{S}$  enthält. *Hartmann* ist nun zum Schluss gekommen, dass dieses Gas vulkanischen Ursprungs ist. Es entstammt vordiluvialen Vulkanen, welche möglicherweise im Adamellogebiet, also etwa 50—80 km vom Austrittsort entfernt liegen. Das Gas steigt zwischen den Schichten des Bündnerschiefers auf, mischt sich in geringer Tiefe unter dem Boden mit vadosem (von der Erdoberfläche stammendem) Wasser, wodurch dieses stark lösende Eigenschaften gewinnt und zusammen mit dem Ueberschuss des Gases als alkalischer Säuerling zutage tritt.

Auf den vulkanischen Ursprung deutet nicht nur der Reichtum an Kohlensäure, welcher auf chemischem Wege nicht zu erklären wäre, sondern auch der Gehalt der Mineralwässer an andern vulkanischen Bestandteilen, wie As, Cl,  $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

In der Gegend von Tarasp-Schuls ist durch Erosion in den ostalpinen Decken, welche Graubünden grossenteils bedecken, ein Fenster freigelegt, wodurch der darunterliegende Bündnerschiefer zutage tritt. Durch Schub der Dolomiten von Süden ist im Bündnerschiefer eine Falte entstanden, deren Antiklinale sich von Westen nach Osten über das besagte Gebiet hinzieht und im östlichen Teil vom Inn angeschnitten ist. Auf dieser Antiklinale und nur auf ihr steigen die vulkanischen Gase auf und bilden da, wo sie auf Wasseradern treffen, wie im Grundwasser des Inn und einiger Quertäler, Mineralquellen. An andern Stellen treten Mofetten, Gasquellen, zutage, wieder an andern Stellen, wo die Schichten durch Erosion quer durchschnitten sind, tritt Gas an ganzen Felswänden auf und bildet durch seinen chemischen Angriff auf das Gestein prächtige, schneeweisse Ausblühungen, die hauptsächlich aus Sulfaten und Carbonaten des Calciums, Magnesiums und Aluminiums bestehen.

<sup>3)</sup> *Ad. Hartmann*, Die Entstehung der Mineralquellen Tarasp-Schuls und der andern Bündner Säuerlinge, Sonderabdruck aus der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, LXXII (1927).

Es ergab sich nun zur Lösung der Frage nach dem atmophilen Charakter des Jods die Aufgabe, das Gas der Mofetten auf Jod zu untersuchen. In den genannten Mineralwässern ist Jod vorhanden. Von vorneherein lässt sich aber nicht sagen, ob es vom Gestein stammt oder von dem vulkanischen Gas. Das einzig sichere Untersuchungsobjekt ist das Gas der Mofetten selbst. Die Gase, welche aus den Mineralquellen entweichen, müssen ihren eventuellen Jodgehalt wegen der alkalischen bzw. bicarbonatalkalischen Reaktion der Wässer mindestens grossenteils an diese abgegeben haben. Um auch dies zu prüfen, wurde auch Quellgas untersucht. Ferner wurden auch Ausblühungen auf Jod geprüft.

Die Jodabsorption aus den Gasen erfolgte in dem früher beschriebenen Apparat zur Jodbestimmung in Luft<sup>4)</sup>, wobei die Gase durch ein 12 Liter fassendes Gefäss getrieben werden, welches 1 l mit 0,5%iger  $K_2CO_3$ -Lösung getränktes Filter aus Baumwollgase enthält. Die untersuchte Mofette, oberhalb der Wyquelle bei Schuls-Tarasp gelegen, lieferte einen reichlichen Gasstrom. Durch Aufschaufeln von Kies und Erde wurde über dem Gasaustritt ein kleiner Gastümpel von ca.  $0,5 \times 1$  m aufgestaut und daraus das Gas in der früher beschriebenen Weise herausgepumpt. Man pumpte während  $\frac{1}{2}$  Stunde  $2,5\text{ m}^3$  Gas durch den Apparat. Es liess sich dabei nicht die geringste Niveausenkung im Gastümpel wahrnehmen.

Ausserdem wurde zum qualitativen Nachweis des Jods das Gas dieser Mofette während zweier Nächte über einen mit 0,5%ige Pottaschelösung zur Hälfte gefüllten Teller geleitet. Vom Gastümpel aus wurde eine mit Erde abgedichtete Kartonröhre als Leitung benutzt. Zum Schutz gegen Verunreinigungen von aussen, vor allem gegen Tau, wurde der Teller mit einem grossen Pappdeckel bedeckt.

Das untersuchte Quellgas stammte von der Lucius- und der Emeritaquelle. Hier stand uns eine Metalleitung zur Verfügung, welche ein Pumpen erübrigte. Das Gas wurde direkt in das Absorptionsgefäß geleitet. Der Hahn wurde so weit geöffnet, dass pro Minute 2 Liter Gas ausströmten. Das Durchströmen dauerte 3 Stunden.

Die Jodbestimmungen in den Ausblühungen erfolgten in der Weise, dass das Material mit verdünnter Pottaschelösung übergossen, zum dicken Brei verkocht und mit Alkohol extrahiert wurde. In einem Fall bestimmte man auch das direkt durch warmen Alkohol extrahierbare Jod.

Die Resultate sind im Folgenden wiedergegeben:

#### *Mofette oberhalb Wyquelle.*

*Qualitativer Jodnachweis:* Gas über einen Teller mit Pottaschelösung geleitet.

<sup>4)</sup> Diese Mitt., 15, 253, 1924.

Nacht vom 16./17. Oktober 1927,  $13\frac{1}{2}$  Stunden, Absorbiertes Jod  $0,4 \gamma$ .  
 Nacht vom 17./18. Oktober 1927,  $12\frac{1}{2}$  Stunden, Absorbiertes Jod  $0,4 \gamma$ .

*Jodbestimmung*, 17. Oktober, 7 h  $40$ —8 h  $10$  Lufttemperatur ca.  $0^\circ$ ,  
 $2,5 \text{ m}^3$  Gas gepumpt.

Je  $\frac{1}{2}$  der Absorptionsflüssigkeit =  $1,25 \text{ m}^2$  ergab:

1. Hälfte  $5,0 \gamma$  J in  $1,25 \text{ cm}^3$
2. Hälfte  $5,0 \gamma$  J in  $1,25 \text{ cm}^3$ , somit  $4,0 \gamma$  J pro  $\text{m}^3$  Gas.

*Quellgase der Lucius- und Emeritaquelle.*

$21,6 \text{ m}^3$  Gas ergeben  $2,4 \gamma$  Jod, somit sind vorhanden  $0,1 \gamma$  J pro  $\text{m}^3$  Gas.

*Ausblühungen an Felswänden.*

1. Ca. 200 m östlich der Bonifaciusquelle, Innschlucht, linkes Ufer	<u><math>110 \gamma</math> J pro kg</u>
2. Unmittelbar westlich Kurhaus	<u><math>400 \gamma</math> J pro kg</u>
3. Val Vallatscha-Tobel	<u><math>340 \gamma</math> J pro kg</u>
Dasselbe Material, nur mit heißem Alkohol ausgezogen	<u><math>120 \gamma</math> J pro kg.</u>

Diese Resultate zeigen uns, dass die Mofettengase unzweifelhaft Jod enthalten. Obschon ihr Judgehalt gering ist, so übertrifft doch der Wert von  $4 \gamma$  pro  $\text{m}^3$  oder  $2 \gamma$  pro kg die höchsten Werte, welche ich in der atmosphärischen Luft gefunden habe. Unsere Frage nach dem atmophilen Charakter des Jods beantwortet sich in positivem Sinne. Wir müssen mit V. M. Goldschmidt annehmen, dass sich Jod schon in der ursprünglichen Dampfhülle der Erde und somit auch im Urmeer befinden habe. Die gewaltigen Jodmengen des Meeres stammen somit nicht nur von der Verwitterung der Gesteine her, sondern sind teilweise primären Ursprungs. Der Judgehalt der Atmosphäre wird nicht nur durch das im Kreislauf aus der Erde und den Gewässern aufsteigenden Jod ergänzt, sondern auch durch die vulkanischen Gase, welche vom feuerflüssigen Magma ausgestossen werden.

Einen 40 mal geringeren Judgehalt, als das Mofettengas, hat das Quellgas ergeben. Der alkalische Säuerling muss ja durch seinen Bicarbonatgehalt in gleicher Weise wirken, wie unser Absorptionsapparat und das durchströmende Gas von seinem Jod befreien. Das Gas muss daher jodarm, das Mineralwasser selbst aber umso jodreicher sein. In der Luziusquelle waren denn auch  $1044 \gamma$ , in der Emeritaquelle  $826 \gamma$  Jod pro Liter vorhanden. Von dem aufgelösten Gestein kann dieses Jod nur zum geringen Teil stammen; denn der Bündnerschiefer gehört zu den jodärmsten Gesteinen. Eine Probe, in der Nähe des Kurhauses entnommen, enthielt nur  $200 \gamma$  pro kg.

Dürfen wir nun daraus den Schluss ziehen, dass das Jod dieser Mineralwässer vorwiegend aus den vulkanischen Gasen stammt?

Die einzelnen Bündnersäuerlinge unterscheiden sich sehr stark in ihrem Erguss und in ihrem Gasgehalt. Folgende Tabelle gibt diese Grössen nebst einigen analytischen Daten wieder. Ueber die entweichende Gasmenge liegen allerdings keine genauen Messungen vor, sondern nur Angaben, ob viel oder wenig Gas entweicht.

	Erguss in M. L. <sup>5)</sup>	Trocken- rückstand <sup>7)</sup> g i. kg.	Chlor mg <sup>6)</sup>	Brom mg <sup>6)</sup>	Jod γ <sup>7)</sup>	NH <sub>4</sub> mg <sup>6)</sup>	Gasmenge <sup>5)</sup>
<i>Schuls-Tarasp</i>							
Luzius . . . . .	7,1	12,74	2400	29	1044	12,93	viel
Emerita . . . . .	4,4	11,40	2009	24,9	826	12,88	viel
Bonifazius . . . . .	5—9,6	3,73	26	0,35	46	2,24	—
Sotsass . . . . .	30—80	1,38	0,6	—	1	—	—
Wy . . . . .	7—86	1,18	1,3	—	1	—	—
<i>Val Sinestra</i>							
Adolfs . . . . .	1—4,1	5,31	—	—	255	—	weniger
Ulrichs . . . . .	11—27	4,03	714	3,75	360	4,0	viel
Johannes . . . . .	3,8—8,1	2,98	388,6	2,3	163	3,05	weniger
Conradins . . . . .	5,3—11,5	2,37	375,6	2,6	168	6,88	weniger
Thomas . . . . .	66—131	1,84	197,5	1,35	56	2,0	weniger

Der Gehalt an Jod geht im ganzen parallel mit dem Gehalt an Chlor, Brom und Ammonium. Die Quellen mit schwachem Erguss sind reich an diesen Bestandteilen, diejenigen mit starkem Erguss sind arm daran. Die gasreichsten Quellen sind gleichzeitig die jodreichsten. Die Rechnung zeigt aber, dass das Jod nicht von dem durchstreichenden Gas allein herrühren kann. Die Luciusquelle hat einen Erguss von 7,1 Minutenlitern. Da jeder Liter Wasser 1044 γ Jod enthält, werden pro Minute 7400 γ Jod gefördert. Wir haben pro m<sup>3</sup> Mofettengas 4 γ Jod gefunden. Demnach müssten 1850 m<sup>3</sup> Gas austreten, um die berechnete Jodmenge an das Wasser abzugeben — eine ganz unmögliche Zahl.

Nach Hartmann verhält es sich so, dass das Jod der heutigen Mineralquellen von Tarasp-Schuls — und dasselbe gilt auch für die übrigen spezifisch vulkanischen Bestandteile — zum grössten Teil aus einem Vorrat stammt, den Fumarolengase in früheren Zeiten angelegt haben.

Für eine noch heute stattfindende Jodzufuhr von unten spricht nicht nur der Judgehalt des Mofettengases, sondern auch der Umstand, dass der Judgehalt der gasreichsten Quellen wesentlich höher ist, als der Judgehalt der jodärmeren.

Die grossen Unterschiede im Judgehalt der einzelnen Quellen sind bedingt durch die Faktoren Mofettengas, frühere vulkanische Imprägnationen im Gestein, Quellwasserzufluss. Quellen, die klein sind, aber aus

<sup>5)</sup> Nach Hartmann.

<sup>6)</sup> Nach Treadwell und nach Nussberger.

<sup>7)</sup> Nach eigenen Untersuchungen.

stark imprägnierten Gebieten stammen und heute noch gasreich sind, haben viel Jod, solche mit viel Wasser aus wenig imprägnierten Gebieten sind jodarm.

Die Jodimprägnation durch vulkanische Gase deutet auf eine interessante Möglichkeit der Bildung von Jodansammlungen in der Erde hin.

Durch die vorstehende Untersuchung ist der atmophile Charakter des Jods erwiesen. Dieses Element hat sich somit bei der Phasentrennung des feuerflüssigen Erdballs in alle viel Phasen verteilt.

Nebenbei sei erwähnt, dass ich auch Brom und Bor in dem Mofettengas nachweisen konnte. Das Brom wurde anschliessend an die kolorimetrische Jodbestimmung durch seine Färbung festgestellt, als zum Zwecke der Titration Chlorwasser hinzugefügt wurde.

Der Salzrückstand, welcher nach der Alkoholextraktion des Jodids und Bromids verblieb, wurde nach *Agulhon*<sup>8)</sup> auf Borsäure untersucht. Er wurde mit konzentrierter Phosphorsäure angesäuert und in ein Kölbchen gebracht. Nach Zusatz von Methylalkohol wird der Methylester der Borsäure in sehr wenig NaOH überdestilliert. Das Destillat wird vom Alkohol befreit, mit HCl schwach angesäuert und unter bestimmt vorgeschriebenen Bedingungen mit Kurkumapapier zusammengebracht. Die durch Kapillarität aufsteigende Borsäure färbt die oberste Partie der Kurkumastreifen. Durch Vergleichung mit bestimmten Typen lässt sich der Gehalt abschätzen.

Blinde Versuche ergaben Borfreiheit der verwendeten Pottasche. In dem Mofettengas wurden ca. 0,9 mg, in dem Quellgas der Luzius- und Emertiaquelle 0,1 mg  $H_3BO_3$  gefunden. Die Zahlen machen keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit, da es mir einstweilen nicht gelang, bei den Typlösungen die zu erwarteten Abstufungen mit der nötigen Schärfe zu erhalten.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle Herrn *Lorenz*, Direktor der Kurhausverwaltung Tarasp-Schuls, meinen besten Dank auszusprechen für sein freundliches Entgegenkommen bei der Ausführung dieser Untersuchungen und für die Zusendung von Mineralwasserproben, ebenso Herrn *Pester*, Direktor des Kurhauses Val Sinestra, für die von dort stammenden Proben. Herrn Dr. *Ad. Hartmann* danke ich für seinen Rat und seine Mithilfe bei den Probefassungen und seine wertvollen und interessanten Aufklärungen über die geologischen Verhältnisse jener Gegend, die durch ihn in ein ganz neues Licht gerückt worden sind, ebenso auch für seine Ratschläge bei der Abfassung dieser Arbeit.

---

<sup>8)</sup> Das Verfahren verdanke ich einer persönlichen Mitteilung von Fr. *V. Aschehoug* Vevey.