

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 54 (1871)

Artikel: Beitrag zur Chemie der natürlichen Wasser

Autor: Goppelsroeder, Friedr.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-89959>

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: 16.04.2026

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

Beitrag
zur
Chemie der natürlichen Wasser,
von
Prof. Dr. Friedr. Goppelsröder.

(Der am 22. August in der chemisch-physikalischen
Sektion gehaltene Vortrag im Auszug.)

1866 habe ich in der physikalisch-chemischen Sektion unserer Versammlung in Neuchâtel die Resultate meiner Untersuchungen des Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwassers Basels und meine Ansichten über die für die Hygiene wichtigen Punkte in der Trinkwasserfrage überhaupt mitgetheilt. (Siehe auch Verhandlungen der Baslerischen naturforschenden Gesellschaft 1867.) In meinem diessjährigen Vortrage konnte ich eine Lücke in meiner Arbeit ausfüllen, indem es mir gelungen ist, eine praktische Methode zur genauen quantitativen Bestimmung der Salpetersäure in den Wassern in Anwendung zu bringen. Die bis dahin in Vorschlag gebrachten Bestimmungsmethoden haben nicht gleich grossen praktischen Werth, denn bei einer Statistik des ökonomisch und industriell verwendeten, sowie auch des atmosphärischen Wassers, handelt es sich um zahlreiche Bestimmungen, für welche die-

jenige Methode ausgesucht werden muss, welche mit grosser Genauigkeit auch möglichst grosse Einfachheit und schnelle Ausführbarkeit vereinigt. Es ist mir nun gelungen, einer von Herrn Professor Marx in Stuttgart (siehe IV. Heft des 7. Jahrganges der Fresenius'schen Zeitschrift für analytische Chemie, Seite 412) angegebenen Methode durch eine einfache Abänderung in der Reihenfolge der miteinander zu mischenden Stoffe auch die erstere Eigenschaft beizubringen. Schon am 27. Oktober 1869 habe ich darüber unserer Basler Gesellschaft Mittheilung gemacht. (Siehe Verhandlungen derselben 1871, V. Theil, III. Heft, sowie 1870 Sitzungsberichte der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften, Fresenius'sche Zeitschrift und Erdmann's Journal.) Ich komme hier nicht auf die Methode zurück. Auch Herr A. Scheurer-Kestner in Thann ist bei Prüfung meiner Methode im Auftrage des *Comité de Chimie* zu Resultaten gelangt, welche mit den meinigen übereinstimmen. (Siehe Bulletin de la *Société industrielle de Mulhouse*, Juni 1870.) Während ich nun bei meinem Vortrage in Frauenfeld die periodischen Wasseruntersuchungen tabellarisch geordnet vorführte, erwähne ich hier bloss die Hauptresultate.

Minimalgehalt und Maximalgehalt an Salpetersäure eines Liters der verschiedenen Wasserquellen Basels stellten sich bei periodischen Untersuchungen während 1870 und 1871, in Grammen ausgedrückt, so heraus:

Beim Grundwasser Klein-Basels 0,0015 bis 0,041 Gramme,
" " Gross-Basels 0,013 " 0,400 "
" Quellwasser, das von aussen in die Stadt geleitet ist,
0,001 bis 0,044 Gramme.

Nirgends fehlen die Nitrate, ja selbst in ausgezeichneten Quellwassern erhalten wir zum Theile starke Reaktionen. Die Nitrite sind oft gar nicht, oft in minimier, oft aber in grösserer Menge vorhanden, je nach der Herkunft des Wassers. Bei meinen bisherigen Untersuchungen fand ich, dass

reine Quellwasser höchstens eine schwache Reaktion auf Nitrite geben, meist nur eine spurenweise oder gar keine. Immer beweist ein Gehalt an Nitraten und Nitriten, welcher grösser als der in von Fäulniss- und Verwesungsheerden unabhängigen Quellen ist, dass eine Verunreinigung durch lokale Einflüsse stattgefunden hat, sei es nun durch Abtritte oder Dohlen, Cisternen oder Ställe, durch Gewerbe oder sonstige Ursachen. Immer erregt die Anwesenheit einer über Spuren hinausgehenden Menge Nitrits allermindestens den Verdacht in mir, dass das Wasser in erheblichem Maasse durch organische Stoffe verunreinigt ist, und wenn nicht immer, so wird doch meistens diese Vermuthung bestätigt. Die Anwesenheit von Nitrit ist für mich das Zeichen der chemischen Thätigkeit, resp. der Beweglichkeit der Atome der im Wasser enthaltenen organischen Stoffe. Die Nitrite sind stets als Zwischenstufe eines, sei es pro-, sei es regressiven chemischen Umwandlungsprozesses zu betrachten. Ein Wasser, welches grössere Mengen Nitrit enthält, sollte als Trinkwasser verworfen werden, ebenso solches, welches eine mehr als normale Menge von Nitraten enthält. Ueber die Grenze kann man nun freilich verschiedener Ansicht sein. Bei den Trinkwassern Basels betrachte ich die in den von auswärts in die Stadt geleiteten Quellwassern enthaltene Salpetersäuremenge als die normale.

Periodische Untersuchungen über den Stand und Gehalt des Grundwassers sind bekanntlich von grossem Interesse; dieselben müssen aber in Kürze ausgeführt werden können, da es sich hier um die Untersuchung möglichst vieler Wasserproben in möglichst kurzer Zeit handelt. Um über die Verunreinigung eines Wassers durch Dohlen, Cisternen, Abtrittgruben u. s. w. mit wenigen Mitteln und in kurzer Zeit Aufschluss zu erlangen, empfehle ich folgende 6 Operationen:

- 1) Die Bestimmung der Menge der festen Bestandtheile, wobei sowohl die Menge des bei 100° C. getrockneten

Rückstandes eines Liters Wasser als auch der Verlust beim Glühen desselben anzugeben ist. Sowohl die Farbe des Rückstandes des Wassers als auch die Erscheinungen beim Glühen sind zu beobachten.

- 2) Die Nitrit- und die vereinigte Nitrit- und Nitratreaktion nach Schönbein.
- 3) Die Titration mit Kalipermanganatlösung, mit und ohne Schwefelsäurezusatz.
- 4) Die Reaktion mit Silber- oder Goldlösung.
- 5) Die Reaktion auf Schwefelwasserstoff und Ammoniak (frei und gebunden).
- 6) Die Titration der Salpetersäure mit Indigolösung.

Dadurch erlangen wir einerseits Aufschluss über das Maass der Verunreinigung, anderseits über den Grad der Veränderlichkeit der organischen Stoffe, womit wohl deren physiologischer Charakter auf's engste verknüpft ist. Wenn einerseits die Ermittlung der Quantität der Verunreinigungen eine gewisse Bedeutung hat, so ist anderseits die Ermittlung der Qualität derselben von grosser Wichtigkeit. Es ist jedoch bis heute nur möglich, über den Grad der chemischen Wirksamkeit der verunreinigenden organischen Stoffe Aufschluss zu erlangen, wozu Nr. 3, 2 und 4 vortreffliche Mittel bieten. Die Bestimmung der Menge der festen Bestandtheile und des Glühverlustes, sowie die Bestimmung der Menge der Salpetersäure hat ebenfalls einen entschieden praktischen Werth, um über das Maass der Verunreinigung sich ein Urtheil zu bilden. Näheres über obige 6 Bestimmungsmethoden und Reaktionen findet sich in meinen oben erwähnten Arbeiten.

Bei Untersuchung anerkannt reiner Quellwasser verschiedener Gegenden fand ich als Gehalte an Salpetersäure ($N^2 O^5$) pro Liter: 0,0002 bis 0,013 Gramme. Bezüglich näherer Angaben verweise ich auf meine demnächst in Frenenius' Zeitschrift und Erdmanns Journal erscheinende Arbeit.

Bei Bach-, Fluss- und Seewasser ergaben sich folgende Gehalte an $N^2 O^5$ in Grammen pro Liter Wasser:

Titisee, Schwarzwald, 10. Aug. 1871, 0,0008 Gramme,
Schluchsee, Schwarzwald, 10. Aug. 1871, 0,001 Gramme,
Seebodenwasser bei Lenzkirch, 8. Aug. 1871, 0,001 Gramme,
Wiesewasser bei Basel, 30. Juli 1871, 0,0005 Gramme,
„ bei Maulburg, 28. Juli 1871, 0,0007 Gramme,
Erdgolz, oberhalb Liestal, 0,003 Gramme,
Aarwasser, bei Olten, 0,001 Gramme,
Birswasser, zwischen Mönchenstein und Dornach, 30. Juli,
0,002 Gramme,
„ bei Birsfelden, am selben Datum, 0,002 Gramme,
„ bei St. Jakob, dito, 0,0009 Gramme,
Birsig, bei Binningen, dito, 0,005 Gramme,
Rheinwasser an verschiedenen Punkten bei Basel, auch am
30. Juli, 0,0003 bis 0,0009 Gramme,
Vierwaldstättersee bei Beckenried, am 12. Oktober 1870,
0,002 Gramme.

Ich bin in meinem Vortrage hernach übergegangen zur Besprechung der Chemie der atmosphärischen Niederschläge und besonders deren Gehaltes an Salpetersäure, will jedoch hier auch nur die Hauptresultate meiner Untersuchungen mittheilen, indem ich auf die bezüglichen Publikationen in unseren Basler Verhandlungen, sowie in Fresenius' Zeitschrift und Erdmanns Journal von diesem Jahre verweise. Bei seinem Kreislaufe, nicht nur durch die porösen Erdschichten, wo es mit flüssigen und festen Stoffen und auch mit der an Fäulniss- und Verwesungsgasen oft so reichen unterirdischen Luft zusammenkommt, sondern auch bei seiner Wanderung durch die atmosphärische Luft, ja schon während des Verdampfungsprozesses an der Erdoberfläche und während seiner Erzeugung beim Verbrennungs- und Verwesungsprozesse, also schon in jenem Zeitpunkte seines Kreislaufes, wo es die feste Erde verlässt, um seine Wanderung durch das Luft-

meer anzutreten, nimmt das Wasser gewisse andere Stoffe, wenn auch nur in geringer Menge, in sich auf und wird zum Träger einiger chemischen Verbindungen, welche zum Theile zu wichtigen direkten Nährstoffen der Pflanzen-, indirekt der Thierwelt gehören. Und ist dann das Wasser in Dampf- oder Dunstbläschenform, so nimmt es weiter noch eine Reihe von in die Luft gelangten Produkten der Fäulnis und Verwesung auf, auch die beim Durchschlagen des mächtigen elektrischen Funkens, des Blitzes, durch die Luft gebildete Stickstoff-Sauerstoff-Verbindung, um schliesslich bei seinem Falle als Regen, Schnee etc. noch mehr die Luft von ihren Verunreinigungen zu befreien. Die atmosphärischen Niederschläge bieten desshalb auch dem Chemiker Interesse und das Studium ihrer Chemie führt uns zur Erkenntnis jener Stoffe, deren Entstehung nicht als unwesentlich, den Kreislauf des Wassers zufällig begleitend aufzufassen ist. Mit dem Kreislaufe des Wassers, mit dem Verdampfungsprozesse des Wassers, mit den meteorologischen Vorgängen in der Luft, sind chemische Vorgänge verknüpft, welche für den Haushalt der Natur eine besondere Wichtigkeit haben.

Für die näher eingehende Analyse der Luft hat die Analyse der atmosphärischen Niederschläge hohe Bedeutung. Die hauptsächlichsten im Regenwasser oder Schnee bis dahin aufgefundenen normalen Bestandtheile sind, abgesehen von höchst geringen Mengen oder Spuren noch nicht näher definirter organischer oder sogar organisirter Stoffe: Wasserstoffsperoxyd, salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak. Dann aber wäre noch zu reden von einer Masse von in Auflösung darin befindlichen oder bloss suspendirten Körpern, deren Anwesenheit entweder schon nachgewiesen wurde oder wenigstens geahnt werden kann, deren Art und Menge abhängig ist von vielerlei Umständen und Verhältnissen, welche auf die Verunreinigung der Atmosphäre einen Einfluss haben können. Ich rede allerdings hier nur von der Chemie der-

jenigen atmosphärischen Niederschläge, welche aus einer Luft fallen, die nicht als eine von lokaler Beschaffenheit, sondern als entstanden durch Durcheinandermischung eines Theiles des Luftmeeres aufzufassen ist. Was speziell die Herkunft der Salpetersäure in den atmosphärischen Niederschlägen anbetrifft, so ist dieselbe das Produkt der vollendeten Oxydation des Stickstoffs; sie ist entstanden entweder aus dem Fäulnisprodukte Ammoniak, oder aus dem Stickstoffe organischer Substanzen oder auch aus dem atmosphärischen freien Stickstoffe durch Einwirkung des durch mancherlei Einflüsse, namentlich durch die atmosphärische Elektrizität gebildeten Ozons. Neben der Bildung des Ozons geht diejenige des Antozons einher, neben den Oxydationen durch Ozon, neben der Bildung von salpetriger Säure und Salpetersäure, geschieht auch die Oxydation durch Antozon, die Bildung des Wasserstoffsperoxyds, welches jedoch noch labiler wie die Salpetersäure ist, wenigstens unter gewissen Umständen, wenn zum Beispiele die Salpetersäure nicht frei, sondern als Nitrat vorhanden ist. Wir treffen desshalb Nitrat in jedem atmosphärischen Niederschlage in weit erheblicherer Menge als Wasserstoffsperoxyd an. Die von mir erhaltenen Resultate der Bestimmung der Salpetersäuremenge im Regenwasser und Schnee seit Oktober 1870 bis Ende September 1871 sind folgende:

Monat. 1870/71.	Gesamt- menge der atmosphärischen Niederschläge, aufgefangen im Om- brometer des botan. Gartens zu Basel.	Minimum		Maximum	
		<i>des Gehaltes einer Million Theile atmosphärischer Nieder- schläge an:</i>			
		Salpetersäure.	Ammonnitrat.	Salpetersäure.	Ammonnitrat.
Oktober 1870 . .	101,2 mm	Spur.	Spur.	13,6 Theile.	20,1 Theile.
November „ . .	123,9 „	0,5 Theile.	0,7 Theile.	1,2 „	1,8 „
Dezember „ . .	91,2 „	0,4 „	0,6 „	5,3 „	7,8 „
Januar 1871 . .	37,4 „	3,1 „	4,6 „	5,3 „	7,8 „
Februar „ . .	38,5 „	2,2 „	3,2 „	4,4 „	6,5 „
März „ . .	27,5 „	2,6 „	3,8 „	12,3 „	18,2 „
April „ . .	107,4 „	2,2 „	3,2 „	4,6 „	6,8 „
Mai „ . .	41,3 „	2,2 „	3,2 „	10 „	14,8 „
Juni „ . .	114,5 „	2,3 „	3,2 „	6,2 „	9,1 „
Juli „ . .	141,4 „	0,4 „	0,6 „	1,1 „	1,6 „
August „ . .	26,9 „	0,08 „	0,11 „	0,98 „	1,4 „
September „ . .	41,6 „	0,61 „	0,9 „	1 „	1,5 „

Es ergab sich als Minimalgehalt einer Million Theile atmosphärischen Wassers eine Spur von Salpetersäure, resp. Ammonnitrat, als Maximalgehalt 13,6 Theile Salpetersäure, resp. 20,1 Theile Ammonnitrat, worin 7,03 Theile Stickstoff enthalten sind. Frühere Beobachter, nämlich Barral, Bobierre, Boussingault, Bineau und Knop fanden in einer Million Theile atmosphärischer Niederschläge 0,1 bis 16 Theile Salpetersäure.

Für eine Statistik der atmosphärischen Wasser schlage ich folgende Operationen vor:

- 1) Nachweis des Wasserstoffsperoxyds nach Schönbein, mit Guajak tinktur und Eisenvitriol, welche Reaction sofort auszuführen ist oder mindestens innerhalb der ersten Stunden.
- 2) Nachweis der salpetrigen Säure nach Schönbein, mit Jodkalium-Stärkekleister in angesäuerter Flüssigkeit, welche Reaction sofort oder baldigst zu geschehen hat.
- 3) Nachweis des Ammoniaks, resp. der Ammonsalze, mit Sublimat- und Kali- oder Kalikarbonatlösung, welche Reaction möglichst bald auszuführen ist.
- 4) Titration der Salpetersäure mit Indigolösung.

Bei mehr als Spuren von Nitrit kann auch dessen Menge mit Hilfe von Permanganatlösung, deren Gehalt bekannt ist, bei Anwesenheit von Schwefelsäure, in bekannter Weise bestimmt werden. Etwaige organische Substanzen können nach den gewöhnlichen Verfahren nachgewiesen werden. — Den suspendirten organisirten Theilen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

An die Bedeutung der verschiedenen in den atmosphärischen Niederschlägen und in der Luft enthaltenen Stickstoffverbindungen für die Pflanzenwelt brauche ich nicht zu erinnern. Als mögliche Quellen des Stickstoffs haben wir zunächst Ammoniak, Nitrate und wohl auch Nitrite. Was

die Menge des durch atmosphärische Quellen gelieferten Stickstoffes anbetrifft, so kommen wir hier auf keine grossen Ziffern.

Von Wichtigkeit wäre es, wenn an möglichst vielen Orten Untersuchungen der atmosphärischen Niederschläge, auch des Eises und Schnees der verschiedensten Höhen, nach einheitlichem Plane ausgeführt würden, wobei nach verschiedenen Methoden geprüft werden sollte. Namentlich wichtig sind das Wasserstoffsperoxyd, das Ammoniak, die salpetrige Säure und die Salpetersäure, welche im Haushalte der Natur eine wichtige Rolle zu spielen scheinen, deren Anwesenheit wenigstens mit wichtigen Vorgängen verknüpft zu sein scheint. Zu erörtern ist, ob Ammoniak und Salpetersäure in den atmosphärischen Niederschlägen stets als Ammonnitrat und Ammonnitrit auftreten oder ob auch freies Ammoniak oder freie Salpetersäure vorhanden sein können. Die Untersuchungen müssen zu verschiedenen Jahreszeiten, in verschiedenen Perioden der Regen- und Schneefälle geschehen, auch Thau, Reif, Hagel sind zu untersuchen. Es bleibt noch festzustellen, welche quantitative Rolle bei der Stickstoffzufuhr zur Pflanze die langsame Verdampfung des Wassers spielt, ob diese Rolle eine grössere als die der atmosphärischen Niederschläge ist. Es drängt sich die Frage auf, ob vielleicht mit der Verdampfung des Wassers auf den Millionen von Blättern der Wälder eine grössere Reinheit der Luft in deren Nähe in Folge Bildung von Ozon, Wasserstoffsperoxyd und Ammonnitrit etc. zusammenhängt. Es fehlen noch quantitative Untersuchungen über die Verdampfung des Wassers in verschiedenen Medien, zuletzt auch in der Pflanzenzelle. Es fehlt noch die Anwendung des Titrationsverfahrens zur Bestimmung der Menge der Salpetersäure in den Pflanzensäften. Es fehlen chemische Untersuchungen der Gletscherwasser und des Gletschereises, sowie des Schnees der Schneefelder von verschiedenen Tiefen auf

die oben genannten Stoffe. Auch da ist die Verdampfung besonders in's Auge zu fassen. Wenn auch die Luft überall gleich gefunden worden ist, so möchten sich doch vielleicht Unterschiede im Gehalte an den erwähnten Körpern herausstellen.

Ich habe hier einige Fragen bloss angedeutet, später können vielleicht von mir und anderen positive Resultate mitgeteilt werden.
