Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 25 (1934)

Heft: 6

Artikel: Ueber die Darstellung der Analysenwerte bei Mineralwässern

Autor: Nussberger, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983281

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: 14.07.2025

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

Ueber die Darstellung der Analysenwerte bei Mineralwässern.[1]

Von Dr. G. NUSSBERGER, Sent.

Als Mineralwasser kann heute wohl nur ein natürliches Wasser bestimmter Herkunft gelten, wenn es vom angegebenen Ursprungsort stammt, keine willkürliche Veränderungen erfahren hat, und wenn es sich nach Art oder Menge der darin enthaltenen Mineralstoffe oder Gase oder nach seiner Temperatur vom gewöhnlichen Trinkwasser unterscheidet. Wenn auch im einzelnen noch gewisse Streitfragen bestehen, kann man doch sagen, dass im grossen und ganzen darüber Klarheit besteht, wie unsere schweizerischen Mineralquellen entstehen. Ihr Wasseranteil stammt wohl wie bei allen andern Quellen aus den atmosphärischen Niederschlägen. Ob sich diese nach dem Eindringen in den Boden in Mineral- oder gewöhnliches Trinkwasser verwandeln, hängt von der chemischen Beschaffenheit und der Ausdehnung der durchflossenen Gesteinsschichten ab. Wenn beispielsweise in der reinen kohlendioxydarmen Luft des Hochgebirges Niederschlagswasser direkt im Felsgebiet einsickert, nachher rasch erheblicher Tiefe zugeführt und aus dieser durch den Schichtenverlauf wieder an die Erdoberfläche gezwungen wird, wenn es zudem nur mit Kalken, Tonen oder kristallinen Gesteinen in Berührung kommt, dann können zwar Thermen (sogenannte Akratothermen) oder in gewissen kristallinen Gebieten auch radioaktive Wasser entstehen, nicht aber stark mineralisierte. Die weitaus überwiegende Zahl der Mineralquellen der Schweiz entsteht in den Gebieten der marinen Sedimente, die ihrem Alter nach dem Tertiär bis zur Trias angehören und sich durch grosse Reichhaltigkeit an löslichen Mineralstoffen auszeichnen. Hier wirkt das Wasser zunächst einfach durch seine Auflösungsfähigkeit. Gelangt es in Regionen, in denen Kohlendioxyd lagert, oder hat es Gelegenheit, sonstwie aggressive Stoffe aufzunehmen, dann gehen der Auflösung chemische Prozesse voraus und es bilden sich ausserordentlich stark und mannigfaltig mineralisierte Wässer, wie sie in gewissen Gegenden von Graubünden entspringen.

Mag nun ein Mineralwasser so oder so entstanden sein, was seine Eigenart, und wohl auch seine Wirkung ausmacht, sind, abgesehen von der Temperatur, seine Mineralstoffe und Gase. Wir werden uns im nachfolgenden nur mit den erstern beschäftigen. Sie gehören ihrer Beschaffenheit, ihrem Wesen nach fast ausschliesslich zu den Salzen, und so ist also das Mineralwasser eine Salzlösung, in der Regel eine sehr verdünnte, ausserordentlich komplizierte, wässerige Lösung einer grossen Anzahl verschiedenartiger Salze. Jedes Salz zerfällt bei seiner Lösung in Wasser in elektrisch geladene Molekülbestandteile, die Ionen. Je nachdem wird dieser Vorgang auch als partiell verlaufender angesehen, in welchem Falle dann in

[1]) Die vorliegende Arbeit ist auch in den Annalen der Schweiz. Gesellschaft für Balneologie und Klimatologie erschienen.

konzentrierten Salzlösungen neben Ionen auch das Vorhandensein von Salzmolekülen angenommen wird. Was für Salze das in so komplizierten Lösungen wie die Mineralwasser sind, sein könnten, kann niemand sagen. Bei dieser Sachlage ist einzig die Angabe der Analysenzahlen in Form von Ionen als wissenschaftlicher Ausdruck des Lösungsinhaltes gegeben.

Die Ionen führen im Wasser eine freie Existenz. Sie allein gehen im Mineralwasser chemische Reaktionen ein und sie sind wohl auch die physiologisch wirksamen Bestandteile. Ein kurzer Blick auf den Gang der chemischen Analyse eines Mineralwassers überzeugt uns übrigens davon, dass der Chemiker die qualitative Zusammensetzung eines Mineralwassers ausschliesslich nur gestützt auf den Ausfall von Ionenreaktionen finden kann. Um die quantitative Zusammensetzung zu erfahren, zwingt er ein Ion nach dem andern in eine Verbindung, die im Wasser unlöslich ist, d. h. er fällt sie aus dem Wasser aus, trennt den so erhaltenen Niederschlag durch Filtration von der Lösung und bringt ihn nach geeigneter Behandlung zur Wägung. Aus dem Gewicht des Niederschlages ergibt sich dann die Menge des betreffenden Ions durch stöchiometrische Berechnung.

In den schweizerischen Mineralwässern sind bisher folgende Ionen nachgewiesen worden:

a) Kationen. $Li^{\cdot}$, $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Rb^{\cdot}$, $Cs^{\cdot}$, $NH^{\cdot}_4$, $Mg^{\cdot\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Sr^{\cdot\cdot}$, $Ba^{\cdot\cdot}$, $Mn^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot}$, $Al^{\cdot\cdot\cdot}$, $Tl^{\cdot\cdot\cdot}$, in Mineralwässern mit saurer Reaktion auch $H^{\cdot}$.

b) Anionen. Cl', Br', I', F', NO_3', HS', SO'_4', HSO'_4, S_2O_3'', HPO''_4, HCO'_3, $HAsO'_4'$.

Analytische Bestimmungen von Salzmengen in Mineralwässern sind unmöglich.

Mit Recht wird man jetzt die Frage stellen, wie man denn je dazu kommen konnte, Mineralwasseranalysen zu veröffentlichen, die Auskunft gaben über Art und Menge der Salze. Das hängt mit der Entwicklung der Anschauungen über Salzlösungen zusammen. Bis zum Jahre 1887 galten die Mineralwässer als Lösungen, in denen tatsächlich Salze als solche vorhanden sind. Dem Chemiker erwuchs daraus die Aufgabe, die einzelnen Salze und die Mengen, in denen sie vertreten sind, anzugeben, eine Aufgabe, für die bei den meisten Mineralwässern der Schweiz weder früher noch heute eine auf bestimmte Tatsachen gestützte eindeutige Lösung möglich war. Bei genauer Kenntnis des mutmasslichen Einzugsgebietes einer Quelle lassen sich schon gewisse Wahrscheinlichkeiten über das, was in Lösung gegangen ist, aufstellen. Auch aus der verschiedenen Löslichkeit von Salzen, die nach dem Ausfall der chemischen Untersuchung in einem bestimmten Wasser in Frage kommen könnten, dann auch wieder nach der Stärke der nachgewiesenen basischen und sauren Bestandteile der Salze sind seiner Zeit Anleitungen zur Berechnung der Salze gegeben worden. Es muss aber hier ausdrücklich gesagt werden, dass eine nach der einen oder andern Methode aufgestellte Salztabelle zu keiner Zeit auf allgemeine Anerkennung Anspruch machen konnte. Es kann ihr selbstverständlich auch nicht die Bedeutung

beigelegt werden, dass die betreffenden Salze wirklich im untersuchten Wasser vorhanden seien. Je nach der Berechnungsart kamen verschiedene Salze heraus. Ein bestimmtes Prinzip, nach welchem in allen Fällen vorzugehen wäre, gab es nie, und so kam mit der Zeit Willkür auf. Zu was für Verwirrung das führen musste, ist bekannt und schon oft an Hand von sprechenden Beispielen dargelegt worden.

Gewissenhafte Forscher nahmen zu allen Zeiten Stellung gegen solche Darstellungen der Analysenzahlen.

Schon im Jahre 1837 wies in seinem Werke, betitelt «Einleitung zur Mineralquellenlehre» der Aachener Badearzt *B. M. Lersch* darauf hin, dass bei der üblichen willkürlichen Berechnung der Salze ein direkter Vergleich und eine rationelle Klassifikation der Mineralwässer nicht möglich sei. Dr. *Friederich Raspe* aus Dresden machte in einer im Jahre 1885 erschienenen umfangreichen Arbeit den Vorschlag, man solle sich bei der Berechnung der Salze wenigstens auf ein bestimmtes Prinzip, nämlich auf das von *Bunsen* empfohlene auf der verschiedenen Löslichkeit beruhende einigen. Um dem Vorschlag zum Durchbruch zu verhelfen, hat er 2900 Mineralwasseranalysen aus allen Ländern, darunter auch 119 aus der Schweiz, nach diesem Prinzip umgerechnet. Seine Absicht war dabei freilich, den Fabrikanten künstlicher Mineralwässer eine Anweisung zu geben, um die Naturprodukte nachzumachen und so blieb das Buch in wissenschaftlichen Kreisen unbeachtet. Am eindrucksvollsten hat der Ungare *Karl v. Than* sich im Jahre 1885 für Mineralwässerberichte, ausdrücklich in Metallen und Säureresten, verwendet.

Nun erschien im Jahre 1887 die bekannte Theorie von *Arrhenius* über den Zustand von wässerigen Lösungen. Sie ist seither wohl für Lösungen starker Elektrolyte modifiziert worden. In ihren Hauptzügen ist sie heute allgemein anerkannt. Es kann nunmehr keine Frage mehr sein, wie Analysenberichte über Mineralwässer abzufassen sind, wenn sie wissenschaftlich anerkannt werden sollen. Es sind denn auch schon in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts in der Schweiz durch den um die Erforschung der chemischen Beschaffenheit der Mineralwässer sehr verdienten Professor der analytischen Chemie an der eidgenössischen Hochschule *F. P. Treadwell* einzelne Analysen in Ionenform veröffentlicht worden. Im Jahre 1907 ist, bearbeitet von einer grossen Zahl von Aerzten, Professoren der Medizin, der Pharmakologie, Professoren der reinen und angewandten Chemie, der Physik, der Geologie, Heilquelleninteressenten etc. und unter Mitwirkung des deutschen Gesundheitsamtes, das Deutsche Bäderbuch erschienen, ein amtliches Verzeichnis der Mineralquellen Deutschlands mit ihren Analysen in der Darstellungsform der Ionen. Auf ähnlichen Grundsätzen aufgebaut, wiederum sämtliche Analysen mit Ionenangabe, ist das offizielle Handbuch der Mineralquellen Oesterreichs, herausgegeben im Jahre 1928 vom Bundesministerium für soziale Verwaltung. Im Jahre 1921 ist die «International Society of Medical Hydrology» gegründet worden, die sich zur Aufgabe gestellt hat, eine Vereinigung der in den verschiedenen Ländern auf dem Ge-

biete der Mineralwässer wissenschaftlich Arbeitenden anzubahnen. Eine Kommission der Gesellschaft hat nun zunächst Schritte unternommen, um die Veröffentlichungen der analytischen Daten, die sich auf Mineralwasser beziehen, zu vereinheitlichen, um damit die grosse Verwirrung, die gegenwärtig darin herrscht, zu beseitigen. Sie hat mit amtlichen und andern verantwortlichen Stellen aller Länder Fühlung genommen, hat Vorschläge für analytische Berichte über Mineralwässer eingeholt und alles daraus berücksichtigt, was ihr wissenschaftlich oder durch die Erfahrung begründet und in allen Ländern annehmbar erschien. Die erste Frucht ihrer Arbeit ist die vor einem Jahre herausgegebene «International Standard Measurements Convention». Auch hierin ist für zukünftige Darstellungen von Analysendaten über Mineralwässer die Angabe in Ionen als unerlässlich hingestellt. Die bisher in der Mehrzahl der Prospekte von Mineralwasserkurorten der Schweiz angeführten Salztabellen haben nie ein wissenschaftlich einwandfreies und eindeutiges, objektiv richtiges Bild über den Lösungsinhalt eines Wassers geben können. Sie sollten heute nicht mehr publiziert werden, weil sie nur Veranlassung zu falschen Auffassungen geben und auch jedes eingehendere Studium in chemischer, geologischer und vor allem in medizinischer Richtung wenn nicht verhindern, so doch erschweren. Leider sind sie alter Tradition gemäss in der Schweiz bis heute weitergeführt worden, und darauf mag auch zum Teil zurückzuführen sein, dass bisher bei der Anwendung der Mineralquellen von ärztlicher Seite den chemischen Analysen wenig Wert beigemessen wurde.

Eine Charakterisierung der Mineralquellen in der Schweiz nach ihrer Mineralisation, eine sichere Klassifikation, ein Vergleich mehrerer unter einander in qualitativer oder quantitativer Richtung, das alles ist nur möglich, wenn die Analysenzahlen der Ionen ausgedrückt sind.

Im nachfolgenden werden die verschiedenen bei Mineralwässern gegenwärtig üblichen Ionenkonzentrationsangaben kurz besprochen, und es werden Beispiele von Zusammenstellungen solcher angeführt.

Die Angabe der Analysenwerte der Ionen kann erfolgen:

1. einfach in Gewichtszahlen;
2. als Millimole;
3. als Milligrammäquivalente;
4. als mg-Aeq. in Prozenten der Ionensummen.

1. Jede Analysendarstellung wird in erster Linie den Gehalt an jedem einzelnen Mineralbestandteil in Gewichtseinheiten ausgedrückt enthalten müssen. Ueblich war bisher bei Mineralwässern, weil für die Mehrzahl der analytischen Bestimmungen die Ausgangsmenge durch Wägung ermittelt werden muss, die Angabe in Gramm, bezogen auf ein Kilogramm Wasser.

2. *Millimole.* Die Mineralwässer sind der Hauptsache nach verdünnte Salzlösungen und enthalten demnach fast ausschliesslich Ionen. Einzig die in fast allen Mineralwässern der Schweiz nachgewiesenen, äusserst schwachen Säuren, die Kieselsäure und die Borsäure, sowie allfällig vorhandene

Gase (Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff etc.) müssen, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend, in Molekülform angenommen werden. Das Molekulargewicht in Gramm ausgedrückt heisst Mol. Die Ionen sind nun freilich keine Moleküle, sondern elektrisch geladene Molekülteile. Immerhin sind sie im Wasser für sich und frei beweglich und verhalten sich also in gewisser Richtung wie Moleküle, und so ist es üblich, auch bei ihnen vom Molekulargewicht zu sprechen. Dividiert man das Milligramm-Gewicht eines Ions durch dessen Molekulargewicht, bezw. bei Elementen durch das Atomgewicht, so erhält man eine Zahl, die Auskunft gibt über die Anzahl der im Wasser vorhandenen Millimole des betreffenden Ions, das heisst über dessen *molekulare Konzentration*. Es gibt gewisse messbare physikalische Eigenschaften der Mineralwässer, die, gleiche Temperatur vorausgesetzt, einzig und allein der Anzahl der im Kilogramm vorhandenen kleinen Teilchen, also der Millimolsumme proportional und in keiner Weise durch die Art der Substanzen beeinflusst sind. Zu ihnen gehören das elektrische Leitvermögen, die Gefrierpunktserniedrigung und, was uns hier namentlich interessiert, der *osmotische Druck*. Durch letztern wird der Verlauf der osmotischen Vorgänge, die das Mineralwasser in unserm Körper hervorruft, bestimmt und dementsprechend ist dessen Kenntnis für den Arzt von besonderem Wert. Die physiologische Kochsalzlösung mit einer Ionensumme von 9 g/kg weist eine Millimolsumme (vollständige Dissoziation vorausgesetzt) von 306 auf. Ihr osmotischer Druck beträgt 7,7 Atmosphären und ist also gleich gross wie derjenige des menschlichen Blutes. Die überwiegende Zahl der Mineralwässer in der Schweiz hat einen geringern osmotischen Druck und ist also *hypotonisch*. Die Millimolsumme eines Mineralwassers gibt darüber genauern Aufschluss.

3. Die Angabe der *Konzentration der Ionen als Milligramm-Aequivalente* ist von ganz besonderer Bedeutung und entspricht einem wirklichen Bedürfnis des fachmännischen Lesers.

Wir haben erwähnt, dass die Ionen in Lösungen frei existieren und sich in gewisser Richtung wie Moleküle verhalten. Sie sind aber keine Moleküle, sondern Molekülbestandteile, und verhalten sich als solche wie Atome, d. h. sie gehen gegebenenfalls Verbindungen ein. Dabei kommt jedem Ion eine ihm charakteristische Gewichtszahl zu, das sogenannte *Aequivalentgewicht*, in welchem es mit ungleichnamig geladenen Ionen in Verbindung treten, bezw. in Verbindungen gleichnamig geladene ersetzen kann. Durch das Aequivalentgewicht ist also gewissermassen die Wirkung des Ions in quantitativer Hinsicht bestimmt. Dividiert man das in mg ausgedrückte Gewicht eines jeden in einem Mineralwasser vorhandenen Ions durch dessen Aequivalentgewicht, dann erhält man Zahlen, die ausdrücken wie vielmal das Aequivalentgewicht eines jeden Ions im Kilogramm Mineralwasser enthalten ist. Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass damit für den Wissenschaftler ein sehr wichtiger Standpunkt zur Beurteilung der Konzentrationsverhältnisse eines Mineralwassers geschaffen ist, weil ihm eben

die chemische Masseinheit zu Grunde gelegt ist. Aus den Milligramm-Aequivalentzahlen sieht man sofort, in welchem Wirkungsverhältnis die Ionen unter sich und zur Gesamtionenmenge stehen, welche Ionen vorherrschen und dem Mineralwasser den Hauptcharakter verleihen. Die Wertbestimmung der Mineralwässer, ihr Vergleich, die Klassifikation, all das ist in wissenschaftlich einwandfreier Weise möglich, weil eben die Ausdrucksweise für die Ionenmengen einfach, klar und eindeutig ist. Die Darstellung wird noch übersichtlicher, wenn man nach einem Vorschlag von Prof. *J. Knett*-Wien sowohl für die Kationen als auch für die Anionen die mg-Aeq. in Prozenten der Gesamtionenmenge berechnet.

An einem Beispiel soll gezeigt werden, in welcher Weise sich aus der im vorstehenden begründeten Darstellungsweise der Analysendaten das Wesen des Mineralwassers ableiten lässt:

Analyse der Ulricusquelle in Passugg.

Analytiker: F. P. Treadwell, Zürich, 1896.

Die folgende Analyse ist aus den Originalzahlen[2]) umgerechnet.

Spezifisches Gewicht: 1,00693 bei 14° C. Temperatur: 8,25° C.

In 1 kg Mineralwasser sind enthalten:

Kationen		Gramm	Milli-Mol.	Milligramm-aequivalente	Aeq. = %
Kalium-Ion	$K^{\cdot}$	0,04615	1,179	1,179	1,0
Natrium-Ion	$Na^{\cdot}$	2,042	88,55	88,55	80,4
Lithium-Ion	$Li^{\cdot}$	0,002835	0,4032	0,4032	0,3
Ammonium-Ion	$NH_4^{\cdot}$	0,004976	0,2753	0,2753	0,3
Calcium-Ion	$Ca^{\cdot\cdot}$	0,2063	5,159	10,317	9,1
Strontium-Ion	$Sr^{\cdot\cdot}$	0,01066	0,1218	0,2436	0,2
Magnesium-Ion	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,10896	4,469	8,938	8,1
Ferro-Ion	$Fe^{\cdot\cdot}$	0,01162	0,2074	0,4148	0,4
Mangano-Ion	$Mn^{\cdot\cdot}$	0,000359	0,0065	0,013	
Aluminium-Ion	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	0,000103	0,0038	0,0114	
				110,3453	
Anionen					
Chlor-Ion	Cl'	0,4955	13,98	13,98	12,7
Brom-Ion	Br'	0,00392	0,04898	0,049	
Jod-Ion	J'	0,000945	0,0075	0,0075	
Sulfat-Ion	SO_4''	0,1437	1,496	2,992	2,7
Hydrophosphat-Ion	HPO_4''	0,000043	0,0004	0,0008	
Hydrokarbonat-Ion	HCO_3'	5,692	93,3157	93,3157	84,6
Hydroarsenat-Ion	$HAsO_4''$	0,000022	0,00016	0,0003	
		8,7701	209,2235	110,3453	
Kieselsäure (meta)	H_2SiO_3	0,0269	0,343		
Borsäure (meta)	HBO_2	0,0082	0,186		
		8,80	209,753		
Freies Kohlendioxyd		2,27	51,6		
		11,07	261,35		

Daneben Spuren von Barium.

[2]) *F. P. Treadwell.* Die chemische Untersuchung der Heilquellen von Passugg. 1898.

Alkalinität: 93,35. Radioaktivität in M. E. 0,84.

Absorbierte Gase: Kohlendioxyd 99,90, Stickstoff 0,10.

Die Ionen sind mit ihren Symbolen bezw. mit ihren Formeln angegeben, damit niemand darüber im Zweifel sein kann, wie sie berechnet sind.

Die Ionensumme beträgt 8,77 g/kg. Es handelt sich um ein stark mineralisiertes Wasser. Aus der letzten Spalte ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass unter den Anionen zwei, das Hydrokarbonat-Ion (HCO_3') sehr stark, daneben aber auch das Chlor-Ion (Cl'), vorherrschen. Unter den Kationen steht an erster Stelle das Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$), ausserdem treten auch Calcium-($Ca^{\cdot\cdot}$) und Magnesium-($Mg^{\cdot\cdot}$)Ion hervor. Es liegt also ein stark alkalisches Wasser mit leichtem erdigem Einschlag und gleichzeitig ein muriatisches Wasser vor, nach früherer Bezeichnung kurz eine Natron-Kochsalz-Quelle.

Das Wasser ist sehr reichhaltig mineralisiert und enthält eine ungewöhnlich grosse Zahl besonders aktiver Ionen, wie Lithium, Strontium, Eisen, Brom und Jod, alle in wirksamer Menge. Ausserdem ist auf den relativ hohen Gehalt an Metaborsäure hinzuweisen. Das Wasser ist zu den Borsäure-Quellen zu rechnen. Die Ulricusquelle von Passugg ist zudem mit Kohlendioxyd übersättigt und qualifiziert sich demnach als Sauerwasser.

In physikalischer Hinsicht ist auf die Millimolsumme (261) hinzuweisen. Das Wasser ist also deutlich hypotonisch, sein osmotischer Druck ist indessen nur wenig kleiner als derjenige des menschlichen Blutes. Die Ulricusquelle ist kalt und ohne nennenswerter Radioaktivität.

Zum Schluss soll hier noch die Analyse der *Ulrichquelle von Val Sinestra* in derjenigen Darstellung angeführt sein, die ich als massgebend für die Neuberechnung der Analysen schweizerischer Mineralquellen ansehe, und die sich an die Vorschläge der Internationalen Gesellschaft für medizinische Hydrologie anlehnt, was durch die Buchstaben «I. S. M.» (International Standard Measurements) ausgedrückt ist.

In der ersten Spalte sind die im Mineralwasser nachgewiesenen Ionen, in Milligramm, aufgeführt. Damit wird die Analyse leichter leserlich und das Mitschleppen der vielen Nullen, wie es bei der Grammangabe nötig ist, vermieden. Die Bezugseinheit ist der Liter. Da ja das spezifische Gewicht der meisten Mineralwässer nicht viel von eins abweicht, gibt das nicht wesentlich andere Ionenwerte. Die Zahlen für die Milligrammäquivalente müssen nun auch statt auf ein Kilogramm auf den Liter bezogen werden. In diesem Falle nennt man sie 1/1000 Normalität (N/1000). Selbstverständlich gilt alles, was über die Angabe der Milligrammäquivalente im vorangehenden gesagt worden ist, auch für die Normalität.

Die Millimolbeträge sind nicht mehr für die einzelnen Ionen angeführt. Dagegen steht unter den physikalischen Eigenschaften die Millimolsumme, auf die es ja einzig ankommt.

Die Ulrichsquelle von Val Sinestra.

I. Mineralbestandteile und Gase.

A. Mineralbestandteile.		I. S. M. mg/l	N/1000	N/1000 %
Ammonium	NH_4	4,0	0,2	0,3
Lithium	$Li^{\cdot}$	3,9	0,57	0,7
Natrium	$Na^{\cdot}$	921,3	39,83	52,4
Kalium	$K^{\cdot}$	64,0	1,64	2,1
Calcium	$Ca^{\cdot\cdot}$	526,0	26,3	34,5
Strontium	$Sr^{\cdot\cdot}$	Spur, sp.		
Barium	$Ba^{\cdot\cdot}$	Spur, sp.		
Magnesium	$Mg^{\cdot\cdot}$	86,9	7,14	9,3
Mangan	$Mn^{\cdot\cdot}$	0,4	0,02	
Eisen	$Fe^{\cdot\cdot}$	9,8	0,35	0,5
Aluminium	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	0,2	0,02	
	Summe der Kationen	1616,5	76,07	
Chlorid	Cl'	717,8	20,13	26,6
Bromid	Br'	3,8	0,045	
Iodid	I'	0,3	0,002	
Sulfat	SO_4''	304,8	6,34	8,3
Hydrophosphat	HPO_4''	0,1	0,003	
Hydroarseniat	$HAsO_4''$	5,16	0,073	0,1
Hydrokarbonat	HCO_3'	2968,8	49,48	64,9
	Summe der Anionen	4000,86	76,07	
Borsäure	HBO_2	100,2		
Kieselsäure	H_2SiO_3	13,4		
	Total	5731,0	152,14	

B. Gase.

Freie Gase: Kohlendioxyd

Gelöste Gase: Kohlendioxyd 2174,3 mg/l = 1099,3 cm³/l

Analyse von *G. Nussberger*, Chur. 1899. Die vorstehende Analyse ist aus den Originalzahlen umgerechnet.

II. Physikalische Eigenschaften.

Temperatur	8,3° C
Spezifisches Gewicht	1,00483
Millimolsumme der Ionen	~~152,2~~ / 2 132 !
aller Bestandteile	184,1
Radioaktivität	0,6 M. E.
Elektrische Leitfähigkeit	0,0044079 rec. Ohm
Gefrierpunktserniedrigung	0,330°
Osmotischer Druck bei 0°	3,99 Atmosphären

Aussehen: klar, sprudelnd, sich beim Stehen trübend, zuweilen schwach nach Schwefelwasserstoff riechend.

III. Klassifikation.

Chemische: Zusammensetzung: **Natrium, Calcium, Magnesium, Hydrokarbonat, Chlorid, Sulfat** (Li, Fe, $HAsO_4$, Br, I, HBO_3).

Ionenkonzentration: N/1000 *Total* = **152,1.**

Na 39,8; Ca 26,3; Mg 7,1; HCO_3 49,5; Cl 20,1; SO_4 6,3; Li 0,6; Fe 0,35; $HAsO_4$ 0,07; Br 0,045; I 0,002; HBO_2 100,2 mg/1.

Reaktion: in frischem Zustande **neutral**, nach Entweichen von Kohlendioxyd **alkalisch.**

Gase: **Kohlendioxyd.**

Physikalische: kalt (8,3° C.), hypotonisch (Millimolsumme 184).

Der Gesamtmineralgehalt der Ulrichsquelle beträgt 5731 mg/1. Es handelt sich um ein stark mineralisiertes Wasser mit einer ganz seltenen Mannigfaltigkeit der gelösten Bestandteile und, was besonders hervorzuheben ist, einer ungewöhnlich grossen Zahl stark aktiver Ionen. Das Wasser ist ein alkalisches-erdiges, muriatisches, leicht salinisches, Lithium, Eisen, Brom, Iod, Arsen und *Borsäure enthaltendes* Sauerwasser.

Die physiologische Wirkung eines Mineralwassers hängt zweifellos in erster Linie von seinem Lösungsinhalt ab. Dabei kommt es zunächst auf seine Gesamtmineralisation, auf die totale Ionenkonzentration an und es spielen einerseits diejenigen Ionen eine ausschlaggebende Rolle, die in ihrer Menge vorherrschen, anderseits diejenigen, die zwar in geringer Konzentration vertreten sind, von denen aber bekannt ist, dass sie schon so eine nachweisbare Wirkung ausüben. Sobald der Gasinhalt nicht mit demjenigen eines gewöhnlichen Wassers übereinstimmt, ist auch er wirksam. Endlich sind auch die Reaktion, genau ausgedrückt die Wasserstoff-Ionenkonzentration und gewisse physikalische Zustände, wie Temperatur, Millimolsumme, Radioalkalität etc. ausschlaggebend.

Unter dem Titel «Klassifikation» ist alles übersichtlich zusammengefasst, was für das Mineralwasser charakteristisch ist. Unter der chemischen folgen zuerst die vorwaltenden Ionen, dann in Klammer die Symbole oder Formeln der im Wasser nachgewiesenen besonders aktiven Mineralbestandteile, endlich die Totalnormalität und die Normalität der im Wasser besonders hervortretenden und der besonders aktiven Ionen. Unter der physikalischen Klassifikation werden Temperatur, Millimolsumme, Radioaktivität etc. nur angeführt, insofern sie für die therapeutische Verwendung des Wassers von Bedeutung sind.

Sind einmal alle Mineralwässer der Schweiz in dieser Ausdrucksweise ihrer Analyse vorhanden, dann können sie als Naturprodukte in ihrem Charakter und in ihrem Wesen ganz wesentlich sicherer erfasst werden, als das bisher der Fall war. Auch für die therapeutische Wirkung ergeben sich daraus eine Anzahl wichtiger Schlüsse. In dieser Richtung werden aber nach wie vor gewisse Fragen einzig in der Erfahrung oder dem biologischen Versuch ihre Beantwortung finden müssen und der erfahrene Kurarzt wird das letzte Wort haben.