

Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden
Band: 54 (1912-1913)

Artikel: Neue Analysen bündnerischer Mineralquellen
Autor: Nussberger, G. / His, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594858>

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: 28.12.2025

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

Neue Analysen bündnerischer Mineralquellen.

Von Prof. G. Nußberger und Dr. H. His.

Im Nachfolgenden soll über die Zusammensetzung verhältnisse einiger Mineralquellen, welche im Laufe der letzten Jahre im kantonalen chemischen Laboratorium untersucht worden sind, berichtet werden. Bei der Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse sind diejenigen Methoden befolgt, welche der neuesten Wiedergabe von 600 Analysen deutscher Mineralquellen, herausgegeben unter Mitwirkung des Gesundheitsamtes von einer Anzahl deutscher Chemiker und Balneologen, zu Grunde liegen.¹⁾ Die neue Darstellung weicht von derjenigen, in welcher die Analysen von Mineralquellen in den letzten Jahrgängen dieser Berichte erschienen sind, etwas ab und so mögen hier einige Bemerkungen darüber vorausgeschickt werden.²⁾

Mineralquellen sind Salzlösungen. Durch die chemische Analyse kann nicht die Menge der einzelnen Salze, sondern nur die Menge der Salzbestandteile d. h. der Ionen (also des Metallions einerseits und des Säurerestions anderseits) ermittelt werden. Sind in einem Wasser 5 Metallionen und 3 Säurerestionen gefunden, so besteht die Möglichkeit, daß 15 Salze in Lösung sind; welche davon in Wirklichkeit in Frage kommen, darüber läßt uns die Analyse im Unklaren. Man ist also in bezug auf die Bindung der in einem Wasser nachgewiesenen Metalle und Säurereste zu Salzen nur auf Vermutungen angewiesen. Freilich sind darüber von verschiedener Seite Leitsätze aufgestellt worden, allein diese stimmten untereinander nicht überein. Sie wurden daher auch nicht allgemein befolgt, so daß schließlich die Art

¹⁾ Deutsches Bäderbuch, Verlag von J. J. Weber, Leipzig, 1907.

²⁾ Siehe darüber auch diese Berichte 1899.

der Bindung vielfach der Willkür des Analytikers überlassen blieb. Die bedauerlichen Folgen davon waren einerseits, daß der Charakter eines Mineralwassers je nach der Bindung sich verschieden gestaltete und anderseits, daß zwei Mineralquellen auf Grund der berechneten Salztabellen gar nicht miteinander direkt vergleichbar waren, ein Zustand, der bei der therapeutischen Beurteilung der Quellen durch die Ärzte Unklarheit und Verwirrung verursachen mußte.

Als erster empfand *Than* diese unhaltbaren Zustände. Er schlug schon im Jahre 1856¹⁾), in der Absicht klare Verhältnisse zu schaffen, vor, von der Angabe der Analysenresultate in Form von Salzen aus wissenschaftlichen und praktischen Gründen ganz abzusehen und einfach die wirklich festgestellten Einzelbestandteile der Salze, die Metalle und Säurereste, anzugeben. Diese sehr beherzigenswerte Anregung wurde indessen nicht gehört.

Gegen Ende des vorigen Jahrhundert haben eingehende Untersuchungen über den Zustand von wässerigen Lösungen, über ihr Verhalten gegenüber dem elektrischen Strom, über ihre osmotischen Wirkungen, über ihren Gefrierpunkt und ihren Siedepunkt das überraschende Ergebnis gezeitigt, daß den wässerigen Lösungen von Salzen, Säuren, und Basen ganz andere Eigenschaften zukommen als allen andern Lösungen. Dieses abweichende Verhalten führte zu der heute allgemein gebilligten Anschauung, daß die Salze bei ihrer Lösung in Wasser im Gegensatz zu anderen Stoffen eine tiefgreifende Veränderung durchmachen, daß ihre Moleküle sich z. T. in die elektrisch geladenen Salzbestandteilen, in die *Ionen* spalten, welche dann in der Lösung eine gesonderte Existenz führen. In verdünnten Lösungen sind darnach überhaupt keine Salze vorhanden und es liegt kein Grund dafür vor, bei den Mineralwasseranalysen an der Kombination der Salzbestandteile zu Salzen festzuhalten, dies um so weniger, als nur die direkte Angabe der ersteren (der Salzbestandteile) ein klares und eindeutiges Bild der chemischen Zusammensetzung des Wassers gibt.

¹⁾ Über die Zusammenstellung der Mineralwasser-Analysen Sitzungsberichte der Wiener Akademie B. LI, 1865.

Wir haben seit 1899 bei allen Analysen der von uns untersuchten Mineralquellen die Darstellung in Ionen gewählt, sehen uns aber auf Grund von seither gemachten Beobachtungen und Untersuchungen (Zeitschrift für physikalische Chemie 1900, Bd. 35 und 1904, Bd. 48 und 49), zu folgenden Abänderungen veranlaßt:

1. Bei den kohlensauren Salzen sind zwei Ionen möglich, das Karbonation $\text{CO}^{''}_3$ und das Hydrokarbonation HCO'_3 . Die Frage, ob das eine oder das andere zu wählen ist, muß auf Grund der Reaktion des Mineralwassers entschieden werden. Alle nachfolgenden Säuerlinge reagieren in frischem Zustande gegenüber Phenolphthalein nicht alkalisch, gegenüber Methylorange nicht sauer. Die Rotfärbung von Phenolphthalein erfolgt dagegen nach dem Entfernen der Kohlensäure. Demnach muß angenommen werden, daß im frischen Wasser wesentlich nur HCO'_3 -Ionen anwesend sind. Bisher haben wir ohne Berücksichtigung dieses Umstandes das Karbonation angeführt.

2. Statt dem Phosphation $\text{PO}^{''''}_4$ ist das Hydrophosphation $\text{HPO}^{''''}_4$ gewählt worden.

3. Bisher haben wir Borate und Silikate auch als dissociert angenommen. Durch Experimentaluntersuchungen von *Grünhut* ist nachgewiesen, daß in Gegenwart von freier Kohlensäure die Borsäure als freie Säure existiert. Dasselbe muß von der Kieselsäure angenommen werden. Dementsprechend sind diese beiden Stoffe nun als freie, undissocierte Säuren angegeben.

Dergestalt sind nun bei den folgenden Analysen in der I. Vertikalreihe die Gewichtszahlen für die Ionen und für die nicht dissocierten Stoffe, auf die Einheit von 1 kg Mineralwasser bezogen, angeführt. In der zweiten Spalte sind die Millimole, d. h. die Mengen der Stoffe multipliziert mit 1000 und dividiert durch das Molekulargewicht angegeben. In der dritten Spalte endlich folgen die Milligrammaequivalente, welche die Konzentration der Ionen in der Einheit des durch 1000 geteilten Verbindungsgewichtes angibt. In der 2. und 3. Vertikalreihe tritt am prägnantesten der Charakter des Mineralwassers und seine Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe hervor und der Fachmann wird namentlich aus diesen Zahlen wichtige Aufschlüsse erhalten.

Die der Ionenzusammenstellung jeweilen folgende Salztabelle ist einzig und allein hinzugefügt worden, weil sie der bisherigen Auffassung entspricht und in der Übergangszeit zur neuen manchem willkommen sein wird. Sie ist nach den im deutschen Bäderbuch fixierten Gesichtspunkten berechnet und ist mit früheren Salztabellen derselben Quellen nicht direkt vergleichbar.

Die Originalwägungszahlen der Analysen können hier wegen des Raumes, den sie in Anspruch nehmen, nicht wiedergegeben werden. Dagegen sind sie in den betreffenden Untersuchungsberichten nebst einer kurzen Angabe über die analytischen Operationen enthalten.

Die Mineralquelle von Andeer.

(Subthermale, eisenhaltige, sulfatische Bitterquelle.)

Die Mineralquelle von Andeer entspringt in der Nähe des Dorfes Pigneu und zwar aus Bündnerschiefer, in welchen Zellen-dolomit und Gips eingelagert sind. Ihre Mineralbestandteile nimmt die Quelle ohne allen Zweifel aus diesem Gestein durch einfache Lösung auf. In bezug auf die Geschichte der Quelle sei auf die reichhaltige Literatur, namentlich auf die Broschüre von Dr. *Nagel* verwiesen. Aus derselben ergibt sich, daß die Quelle im Jahre 1882 durch *Abeljanz* einer chem. Untersuchung unterworfen worden ist. Zur hier folgenden Analyse wurde das Wasser am 14. April 1909 der Quelle entnommen. Die Fassung besteht in einem Quellschacht, von dessen Überlauf die Proben stammen. Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse vom Jahre 1909 mit denjenigen von 1882, so ergibt sich, daß die chemische Zusammensetzung sich sozusagen nicht geändert hat. Im Weitern zeigt sich, daß als wichtigste Kationen die Calcium-, Magnesium-, Natrium- und Ferro-Jonen, als Anionen die Sulfat- und Hydrokarbonat-Jonen in Betracht fallen.

Analyse der Mineralquelle von Andeer.

Spezifisches Gewicht: 1,00276 bei 15° C bezogen auf Wasser von 15° C.

Temperatur: 18,3.

In 1 kg Mineralwasser sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K ⁺)	0,00689	0,176	0,176
Natrium-Ion (Na ⁺)	0,01267	0,549	0,549
Ammonium-Ion (NH ₄ ⁺)	0,00003	0,002	0,002
Calcium-Ion (Ca ⁺⁺)	0,5747	14,331	28,662
Strontium-Ion (Sr ⁺⁺)	0,01185	0,135	0,271
Magnesium-Ion (Mg ⁺⁺)	0,0587	2,4105	4,821
Ferro-Ion (Fe ⁺⁺)	0,00249	0,044	0,089
Aluminium-Ion (Al ⁺⁺⁺)	0,00006	0,002	0,007
			34,577
Anionen			
Chlor-Ion (Cl ⁻)	0,0044	0,124	0,124
Sulfat-Ion (SO ₄ ²⁻)	1,4990	15,604	31,209
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ⁻)	0,1979	3,244	3,244
	2,36869	36,6215	34,577
Borsäure (meta) HBO ₂	0,00105	0,0238	
Kieselsäure (meta) H ₂ SiO ₃	0,0133	0,169	
	2,38304	36,8143	
freies Kohlendioxyd	0,010	0,228	
	2,393	37,0423	

Das Mineralwasser entspricht somit in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Chlorkalium (KCl)	0,0091
Schwefelsaures Kalium (K ₂ SO ₄)	0,00465
” Natrium (Na ₂ SO ₄)	0,0391
Chlorammonium (NH ₄ Cl)	0,00009
Schwefelsaures Calcium (CaSO ₄)	1,9514
” Magnesium (MgSO ₄)	0,1166
Doppelkohlensaures Magnesium [Mg(HCO ₃) ₂]	0,2109
” Strontium [Sr(HCO ₃) ₂]	0,02835
” Eisenoxydul [Fe(HCO ₃) ₂]	0,0079
Schwefelsaures Aluminium [Al ₂ (SO ₄) ₃]	0,00038
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,00105
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0133
	2,3828
freies Kohlendioxyd	0,01

Die Mineralquelle bei Rhäzüns.

(Subthermal, alkalisch-erdiger Jod-Eisen-Säuerling.)

Diese Quelle liegt linksseitig vom Rhein etwas unterhalb der Bahnstation Rothenbrunnen. Im Jahre 1893 ist sie durch Grabungen blosgelegt und von uns einer qualitativen und quantitativen Analyse unterworfen worden. In der Folge blieb die Quelle unbenutzt bis in den Jahren 1907 und 1908 eine solide Quellfassung erstellt wurde. Die letztere besteht in einem etwa 9 m tiefen Cementschacht von 1 m Durchmesser, in welchem das Mineralwasser gestaut ist. Gegen das benachbarte Rheinwasser ist die Quelle nach Möglichkeit geschützt. Aus dem Quell-Schacht wurde am 11. Mai 1909 das Wasser zur chemischen Untersuchung entnommen.

• Analyse der Mineralquelle bei Rhäzüns.

Spezifisches Gewicht: 1,002272 bei 15° C, bezogen auf Wasser von 15°.

Temperatur: 17,8°.

In 1 kg des Mineralwassers sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K·)	0,02654	0,678	0,678
Natrium-Ion (Na·)	0,1955	8,481	8,481
Lithium-Ion (Li·)	0,00008	0,011	0,011
Ammonium-Ion (NH ₄ ·)	0,00072	0,039	0,039
Calcium-Ion (Ca··)	0,2489	6,2235	12,447
Magnesium-Ion (Mg··)	0,04865	1,997	3,994
Ferro-Ion (Fe··)	0,00800	0,143	0,286
Mangano-Ion (Mn··)	0,00092	0,021	0,041
Aluminium-Ion (Al···)	0,0002	0,008	0,026
			26,003

Anionen

Chlor-Ion (Cl')	0,02344	0,661	0,661
Brom-Ion (Br')	0,000036	0,0004	0,0004
Jod-Ion (J')	0,000101	0,00079	0,00079
Sulfat-Ion (SO ₄ ··)	0,1549	1,6125	3,225
Hydrocarbonat-Ion (HCO ₃ ··)	1,3492	22,1158	21,1158
Übertrag	2,05714	41,99199	26,003

	Hertrag	2,05719	41,99199
Borsäure (meta) (H_2BO_2)	0,0036	0,0818	
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0,0637	0,8125	
	2,12449	42,8862	
freies Kohlendioxyd (CO_2)	1,08	24,545	
	3,20449	67,431	

Das Mineralwasser entspricht in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

Die Mineralquelle von Bad Rothenbrunnen.

(Subthermale, alkalisch-erdige Jodeisenquelle.)

Diese schon seit langer Zeit nach ihrer Wirkung hochgeschätzte Mineralquelle entspringt in unmittelbarer Nähe des Kurhauses Rothenbrunnen, direkt aus dem thonig-sandigen Bündnerschiefer. Sie ist erstmalig von Dr. A. v. *Planta-Reichenau* im Jahre 1867 einer qualitativen und quantitativen Analyse unterworfen und im Jahre 1892 in bezug auf ihren Gehalt an einzelnen Hauptbestandteilen nachgeprüft worden. Im Jahre 1911 hat sodann der Verwaltungsrat der Badegesellschaft Rothenbrunnen beschlossen, eine erneute quantitative Analyse vor-

nehmen zu lassen, deren Ergebnisse hier folgen. Das zur Untersuchung nötige Wasser wurde der Quelle und zwar am Auslauf am 27. Februar 1911 entnommen. Aus den Untersuchungsergebnissen ist zu schließen, daß die Mineralquelle von Rothenbrunnen sich in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich geändert hat. Neu nachgewiesen und bestimmt wurden Ammonium, Mangan und Borsäure. Der Gehalt an Aluminium und an Phosphorsäure wurde diesmal niedriger gefunden als anlässlich der früheren Analysen.

Analyse der Mineralquelle von Bad Rothenbrunnen.

Spezifisches Gewicht: 1,00115 bei 15° C, bezogen auf Wasser von 15°.

Temperatur: 16,5° C.

In 1 kg des Mineralwassers sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K·)	0,00716	0,183	0,183
Natrium-Ion (Na·)	0,0668	2,899	2,899
Ammonium-Ion (NH ₄ ·)	0,00005	0,003	0,003
Calcium-Ion (Ca··)	0,1697	4,231	8,462
Magnesium-Ion (Mg··)	0,0423	1,7385	3,477
Ferro-Ion (Fe··)	0,00435	0,0775	0,155
Mangano-Ion (Mn··)	0,00027	0,005	0,010
Aluminium-Ion (Al···)	0,0005	0,020	0,060
			15,249
Anionen			
Chlor-Ion (Cl')	0,00885	0,249	0,249
Jod-Ion (J')	0,00006	0,0005	0,0005
Sulfat-Ion (SO ₄ ··)	0,0843	0,8775	1,755
Hydrophosphat-Ion (HPO ₄ ··)	0,00011	0,0011	0,0022
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ')	0,8079	13,2423	13,2423
	1,19235	23,5274	15,249
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,00145	0,0330	
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0386	0,4924	
	1,2324	24,0528	
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	0,26	5,909	
	1,4924	29,9618	

Das Mineralwasser entspricht in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Chlorkalium (KCl)	0,0136
Chlornatrium (NaCl)	0,0038
Jodnatrium (NaJ)	0,00007
Schwefelsaures Natrium (Na ₂ SO ₄)	0,12095
Doppelkohlensaures Natrium (NaHCO ₃)	0,0952
Chlorammonium (NH ₄ Cl)	0,00014
Doppelkohlensaures Calcium [Ca(HCO ₃) ₂]	0,6861
" Magnesium [Mg(HCO ₃) ₂]	0,2541
" Eisenoxydul [Fe(HCO ₃) ₂]	0,01384
" Manganoxydul [Mn(HCO ₃) ₂]	0,00086
Schwefelsaures Aluminium [Al ₂ (SO ₄) ₃]	0,00013
Phosphorsaures " [Al ₂ (HPO ₄) ₃]	0,00303
Borsäure (meta) [HBO ₂]	0,00145
Kieselsäure (meta) [H ₂ SiO ₃]	0,0386
	<hr/>
	1,2319
freies Kohlendioxyd	0,26
	<hr/>
	1,49

Die Mineralquelle im Magnacum-Tunnel bei Ardez.

(Eisenhaltige, sulfatische Bitterquelle.)

Die Mineralquelle, auf welche sich die hier folgenden Untersuchungsergebnisse beziehen, wurde beim Bau des *Magnacum-Tunnels*, etwa 500 m vom Portal auf der Ardezer Seite im Jahre 1911 blosgelegt. Das Gestein, aus dem die Quelle direkt heraustritt, ist Quarzit-Schiefer. In der Nähe sind Gipsschichten angeschnitten worden. Das zur Analyse notwendige Wasser wurde am 29. Dezember 1911 erhoben. Aus den nachfolgenden Analysenresultaten ist ersichtlich, daß die Hauptbestandteile der Quelle die Ionen: Calcium, Natrium, Magnesium, Eisen, Sulfat und Hydrokarbonat sind.

Analyse der Mineralquelle im Magnaenum-Tunnel bei Ardez.

Spezifisches Gewicht: 1,002355 bei 15° C bezogen auf Wasser von 15° C.

Temperatur: 9,9°.

In 1 kg des Mineralwassers sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K ⁺)	0,02094	0,535	0,535
Natrium-Ion (Na ⁺)	0,2298	9,971	9,971
Lithium-Ion (Li ⁺)	0,00035	0,049	0,049
Ammonium-Ion (NH ₄ ⁺)	0,00018	0,010	0,010
Calcium-Ion (Ca ⁺⁺)	0,37695	9,400	18,800
Strontium-Ion (Sr ⁺⁺)	0,00665	0,076	0,152
Magnesium-Ion (Mg ⁺⁺)	0,0785	3,224	6,448
Ferro-Ion (Fe ⁺⁺)	0,00394	0,071	0,141
Mangano-Ion (Mn ⁺⁺)	0,00007	0,0015	0,003
Aluminium-Ion (Al ⁺⁺⁺)	0,0018	0,067	0,200
			36,309

Anionen

Chlor-Ion (Cl ⁻)	0,0039	0,111	0,111
Sulfat-Ion (SO ₄ ²⁻)	1,6288	16,956	33,911
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ⁻)	0,1395	2,287	2,287
	2,49138	42,7585	36,309
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,0027	0,061	
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0129	0,164	
	2,50698	42,9835	
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	0,029	0,659	
	2,536	43,6425	

Das Mineralwasser entspricht in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Chlorkalium (KCl)	0,00376
Schwefelsaures Kalium (K_2SO_4)	0,03828
" Natrium (Na_2SO_4)	0,7086
Chlorlithium (LiCl)	0,00211
Chlorammonium (NH_4Cl)	0,00053
Schwefelsaures Calcium ($CaSO_4$)	1,2798
" Strontium ($SrSO_4$)	0,0159
" Magnesium ($MgSO_4$)	0,2691
Doppelkohlensaures Magnesium [$Mg(HCO_3)_2$]	0,1448
" Eisenoxydul ($Fe(HCO_3)_2$)	0,0125
" Manganoxydul [$Mn(HCO_3)_2$]	0,00015
Schwefelsaures Alumininm [$Al_2(SO_4)_3$]	0,0113
Borsäure (meta) [HBO_2]	0,0027
Kieselsäure (meta) [H_2SiO_3]	0,0129
	<hr/> 2,50243
freies Kohlendioxyd	0,029
	<hr/> 2,531

Mineralquelle von Fideris-Bad.

(Alkalisch-erdiger Eisensäuerling.)

Die erste quantitative Analyse der Mineralquelle von Fideris-Bad ist im Jahre 1811 durch *Capeller* ausgeführt worden. Von den Jahren 1864 und 1870 stammen sodann zwei Analysen, ausgeführt durch Prof. *Bolley*. Im Jahre 1879 unterwarfen Dr. *A. v. Planta*-Reichenau und Dr. *Weber*-Zürich das Fideriser Wasser einer erneuten Untersuchung. Die hier folgenden Ergebnisse der quantitativen chemischen Analyse beziehen sich Proben des Fideriser Mineralwassers, welche am 2. August 1912 an Ort und Stelle erhoben worden sind.

Die vorliegende Analyse hat ergeben, daß als wirksame Bestandteile in hoher Konzentration zu nennen sind das Calcium-, das Natrium- und das Hydrokarbonat-Ion nebst dem im Wasser gelösten Kohlendioxyd. In zweiter Linie müssen die Kalium-, Magnesium- und Sulfat-Ionen erwähnt werden und

sodann das Lithium- und das Ferro-Ion, denen schon in starker Verdünnung deutliche Wirkungen zukommen. Der Charakter der Quelle ist der eines alkalisch-erdigen Eisensäuerlings.

Die Vergleichung der jetzigen Untersuchungsergebnisse mit früheren zeigt, abgesehen von unwesentlichen Differenzen, annähernde Übereinstimmung. Wir haben bei der Fideriser Mineralquelle auch untersucht, welchen Änderungen die Gesamtmineralisation der Quelle während eines Jahres unterliegt. Zu diesem Zwecke wurden Proben des Wassers in Abständen von drei bis vier Wochen erhoben. Die Untersuchung derselben erstreckt sich auf die Ermittlung der Summe der festen Bestandteile (bei 150° getrocknet), der Alkalinität und in einigen Fällen des Sulfations. Die Resultate lauten:

Datum der Probeentnahme :	Summe der festen Bestandteile bei 150° getrocknet gr in 10000 cm ³	Alkalinität cm ³ n/10 HCl für 100 cm ³ Wasser	Schwefelsäure gr SO ₄ in 10000 gr Wasser
25. Januar	14,095	26,4	
23. Februar	13,71	25,5	0,3280 gr
15. März	14,15	26,5	0,3143 "
9. April	13,97	26,2	0,3286 "
23. April	15,21	28,0	0,3169 "
13. Mai ¹⁾	15,58	28,75	0,3179 "
3. Juni	15,70	28,75	0,3558 "
26. Juni	15,43	29,0	
17. Juli	15,036	28,2	
2. August	15,700	29,8	0,3835 "
28. August	15,13	27,75	
30. September	14,47	26,75	
21. Oktober	14,62	27,0	
11. November	13,72	25,5	
3. Dezember	14,57	27,0	

¹⁾ Beginn der Hochwasserperiode am 8. Mai.

Analyse der Mineralquelle von Fideris-Bad.

Spezifisches Gewicht: 1,00226 bei 15° C bezogen auf Wasser von 15° C.

Temperatur: 7,7°.

In 1 kg des Mineralwassers sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K·)	0,0192	0,491	0,491
Natrium-Ion (Na·)	0,30196	13,1	13,1
Lithium-Ion (Li·)	0,00026	0,037	0,037
Ammonium-Ion (NH ₄ ·)	0,00275	0,152	0,152
Calcium-Ion (Ca··)	0,2916	7,27	14,541
Strontium-Ion (Sr··)	0,0041	0,0465	0,093
Magnesium-Ion (Mg··)	0,02866	1,177	2,353
Ferro-Ion (Fe··)	0,00468	0,083	0,166
Mangan-Ion (Mn··)	0,00016	0,0025	0,005
Aluminium-Ion (Al··)	0,00073	0,027	0,081
			31,019

Anionen

Chlor-Ion (Cl')	0,00404	0,114	0,114
Sulfat-Ion (SO ₄ ··)	0,03835	0,399	0,798
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ')	1,8365	30,107	30,107
	2,53299	53,0060	31,019
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,00107	0,0243	
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,00906	0,115	
	2,54312	53,1453	
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	1,61	36,59	
	4,15312	89,7353	

daneben Spuren von Phosphorsäure.

Das untersuchte Mineralwasser entspricht in seiner Zusammensetzung einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Schwefelsaures Kalium (K_2SO_4)	0,0428
" Natrium (Na_2SO_4)	0,0162
Doppelkohlensaures Natrium ($NaHCO_3$)	1,0820
" Lithium ($LiHCO_3$)	0,0025
Chlorammonium (NH_4Cl)	0,0061
Schwefelsaures Ammonium [$(NH_4)_2SO_4$]	0,0027
Doppelkohlensaures Calcium [$Ca(HCO_3)_2$]	1,1787
" Strontium [$Sr(HCO_3)_2$]	0,0098
" Magnesium [$Mg(HCO_3)_2$]	0,1722
" Eisenoxydul [$Fe(HCO_3)_2$]	0,0149
" Manganoxydul [$Mn(HCO_3)_2$]	0,0005
Schwefelsaures Aluminium [$Al_2(SO_4)_3$]	0,0027
Kieselsäure (meta) [H_2SiO_3]	0,0009
Borsäure (meta) [HBO_2]	0,0001
	<hr/>
	2,5321
freies Kohlendioxyd (CO_2)	<hr/> 1,61
	<hr/> 4,14

Die Maurizius- und die Paracelsus-Quelle in St. Moritz.

(Erdige Eisensäuerlinge.)

Veranlassung zu den vorliegenden zwei Analysen gab die in den Jahren 1906/08 erfolgte *Neufassung* der alten oder der *Mauriziusquelle*. Im Laufe der vorangegangenen Jahre waren nämlich einzelne Adern dieser wertvollen Mineralquelle durch Ablagerungen von Schlamm und Eisenoker verstopft worden, so daß die Quelle infolge dessen auf Abwege geriet und der verwendbare Teil derselben mehr und mehr zurück ging. Das Bestreben der Neufassung war demgemäß in erster Linie einerseits auf die Erhöhung des Quellertrages und anderseits auf die Verminderung der Gelegenheiten zur Abscheidung des Eisens aus dem Mineralwasser gerichtet. Die Mauriziusquelle entspringt bekanntlich am Fusse des Piz Rosatsch, aber nicht direkt aus dem anstehenden Gestein; sie kommt vielmehr aus granitischen und syenit-dioritischen Gesteinen und Sanden.

Ihre Fassung bereitete daher schon in vergangenen Zeiten erhebliche Schwierigkeiten und mußte immer und immer wieder erneuert werden, weil die dazu erstellten Einrichtungen dem wilden, seinen Lauf vielfach ändernden Inn nicht zu widerstehen vermochten; mehrmals ist das überaus kostbare Heilmittel des Oberengadins verloren gegangen, in der Folge aber glücklicher Weise immer wieder gefunden worden. Anlässlich der neuesten Quellfassung, welche unter Leitung von Prof. Dr. Albert *Heim* durch Ingenieur *Guggenbühl* von Zürich vorgenommen wurde, ist man der Quelle in gewissenhafter Weise möglichst tief nachgegangen, um sie dann durch zweckmäßige Vorkehrungen von dem immer stark zudrängenden Wildwasser nach Möglichkeit zu schützen. Bei Anlaß der dazu nötigen Tiefgrabungen sind nun außerordentlich interessante und wichtige Entdeckungen gemacht worden, auf welche hinzuweisen hier nicht unterlassen werden darf: Man stieß dabei auf eine primitive Quellfassung, welche bei Gelegenheit von früheren im Jahre 1853 vorgenommenen Grabungen schon beobachtet war. Diesmal legte man dieselbe bloß und fand auf deren Grunde mehrere *Bronzen* in auffallender Lage. Genaue Untersuchungen, welche von dem namhaften Praehistoriker Dr. J. *Heierli*¹⁾ an der Fassung und den Bronzefunden vorgenommen wurden, ergaben unzweifelhaft, daß für die Mauriziusquelle schon in der *frühen Bronzezeit* eine regelrechte Quellfassung bestand, und daß die Bronzegegenstände als Zeugen dafür aufzufassen sind, daß der Quelle schon vor drei Jahrtausenden wegen ihrer Heilwirkung Opfer und Weihegaben dargebracht worden sind!

Durch die in den Jahren 1906 und 1907 ausgeführten Sicherungsarbeiten ist nun die Mauriziusquelle in einem Schachte von 7 m Tiefe und 14 m² Querschnitt, dessen Wandung mit Porzellanplättchen ausgekleidet ist, auf zirka 4,5 m gestaut. Aus dem Schachte wird das Mineralwasser durch eine zweckmäßig angebrachte Pumpvorrichtung gehoben.

Bevor die endgültigen Dispositionen über den Bau und den Betrieb der neuen Quellfassung getroffen worden sind, wurden im Frühjahr 1908 durch Prof. Heim, Ing. Guggenbühl

¹⁾ Siehe Anzeiger für schweiz. Altertumskunde, N. F. IX. Band.

und Dr. Nußberger Untersuchungen ausgeführt, um die Quantität der Quelle bei verschiedenen Wasserständen im Quellschacht und den Einfluß des Wasserzuflusses festzustellen. Ohne hier auf die interessanten einzelnen Daten näher einzutreten, soll nur darauf verwiesen werden, daß die erhaltenen Ergebnisse zum Schluß berechtigen, daß der Quellzufluß im allgemeinen gesetzmäßig mit Zunahme der Stauhöhe abnimmt und beim Abpumpen des Wassers wieder zunimmt, daß der Gehalt der Quelle zu Zeiten hoher Anstauung größer ist als bei tief abgepumpter Quelle und endlich, daß die günstigste Mineralisation bei einer Stauhöhe von 4,5 m besteht. Dementsprechend sind die für den Betrieb geltenden Anordnungen in der Weise getroffen worden, daß eine möglichst gleichartige Zusammensetzung der Heilquelle gesichert ist. Die Hauptergebnisse der Neufassung sind dahin zusammenzufassen, daß die Quelle gegenüber früher sicherer vor dem zudringenden Wildwasser geschützt und daß sie im Ertrag ganz erheblich gestiegen ist.

Durch die starken Eingriffe, welche bei der Neufassung auf die Quellverhältnisse ausgeübt werden mußten, erschien eine Änderung in der chemischen Zusammensetzung des Mauriziuswassers nicht ausgeschlossen. Nachdem daher die Quelle sich in ihrer Neufassung beruhigt und dasjenige Gleichgewicht gefunden hatte, das dem normalen Kugebrauch entspricht, wurde uns vom Gemeindevorstand St. Moritz im Jahre 1912 eine erneute quantitative chem. Analyse der Mauriziusquelle übertragen. Schon bei den Grabungen und nachher wieder bei den Beobachtungen des chemischen Verhaltens der Mauriziusquelle im Schacht trat ein enger genetischer Zusammenhang zwischen Maurizius- und Paracelsusquelle klar zu Tage. Die chemische Untersuchung wurde also auch auf die Paracelsusquelle ausgedehnt.

Den folgenden analytischen Resultaten muß noch Folgendes vorausgeschickt werden: Für die Analyse wurde das Wasser von dem einen von uns an Ort und Stelle am 28. September 1912 erhoben, wobei gleichzeitig die Temperatur, die Alkalinität und der Eisengehalt der Quellen ermittelt und die Gefäße für die Kohlensäurebestimmung mit dem dazu nötigen Wasser beschickt worden sind. Das Mineralwasser wurde der Steigleitung

direkt beim Quellschacht entnommen. Die Analysenresultate beziehen sich somit genau auf das Wasser, wie es zum Kurgebrauch kommt. Das Paracelsuswasser mußte, z. T. wenigstens, mit Glasgefäßen aus dem Schacht gehoben werden. Das Wasser der Mauriziusquelle war vollständig klar, im Glase stark perlend, ohne den leisesten Geruch nach Schwefelwasserstoff. Dasjenige der Paracelsusquelle wies eine ganz leichte Trübung, von ausgeschiedenem Eisenoxyd herrührend auf.

In der folgenden Zusammenstellung der Gewichtszahlen, namentlich aber in der daraus berechneten Milligrammaequivalent-Tabelle, kommen die beiden Quellen in ihrer chemischen Beschaffenheit deutlich zur Darstellung. Sie weichen nur wenig von einander ab. Einzig in Bezug auf den Gehalt an Natrium, Kohlensäure und Eisen bestehen insofern Unterschiede, als die Mauriziusquelle reicher an Natrium und Kohlensäure, die Paracelsusquelle dagegen reicher an Eisen ist. Im übrigen enthalten beide Wasser verhältnismäßig große Mengen von freiem Kohlendioxyd („freier Kohlensäure“), mehr als 1 gr gelöste feste Bestandteile, unter deren Anionen die Hydrokarbonat-Ionen, unter deren Kationen die Calcium- und Magnesium-Ionen vorherrschen. Sie sind also *reine erdige Eisensäuerlinge*. Was in ihnen an übrigen Jonen in Lösung besteht, ist in geringer Menge nachgewiesen. Eine besondere Wirkung wird ihnen kaum zugeschrieben werden können, mit Ausnahme von zweien, nämlich: *Mangan*, weil es in beiden Quellen sich im Vergleich mit ähnlichen in größerer Menge vorfindet und *Lithium*.

Vollständige quantitative Analysen der Maurizius- und der Paracelsusquelle sind ausgeführt worden im Jahre 1853 von *v. Planta-Reichenau* und *A. Kekulé*, im Jahre 1873 von *Husemann*, Chur, 1892 von *Boßhard-Winterthur*. Sie sind alle in früheren Jahrgängen dieses Jahresberichtes angeführt. Vergleicht man sie mit der jetzt vorliegenden, unter gleicher Berechnung, so läßt sich das Ergebnis dahin zusammenfassen, daß keine Änderung im Charakter und keine wesentliche Änderung in der chemischen Zusammensetzung durch die Neufassung bewirkt worden ist, wenn auch in einzelnen Bestandteilen eine Abnahme konstatiert werden muß. Auf Barium, Caesium und Arsen ist diesmal nicht geprüft worden, da nach allen bisherigen und

auch nach den jetzigen Untersuchungen zu schließen ist, daß diese Stoffe, wenn überhaupt vorhanden, nur in geringen Spuren im Wasser vertreten sind, deren Feststellung von keiner therapeutischen Bedeutung sein kann.

Analyse der Mauriziusquelle von St. Moritz.

Spezifisches Gewicht: 1,00170 bei 15° C bezogen auf Wasser von 15° C.

Temperatur: 6,0.

In 1 kg des Mineralwassers sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K ⁺)	0,00472	0,121	0,121
Natrium-Ion (Na ⁺)	0,11917	5,172	5,172
Lithium-Ion (Li ⁺)	0,00038	0,054	0,054
Ammonium-Ion (NH ₄ ⁺)	0,000045	0,0025	0,0025
Calcium-Ion (Ca ⁺⁺)	0,2175	5,42	10,84
Strontium-Ion (Sr ⁺⁺)	0,0018	0,0205	0,041
Magnesium-Ion (Mg ⁺⁺)	0,0328	1,346	2,692
Ferro-Ion (Fe ⁺⁺)	0,00935	0,167	0,334
Mangano-Ion (Mn ⁺⁺)	0,00152	0,0276	0,0552
Aluminium-Ion (Al ⁺⁺⁺)	0,0006	0,022	0,066
			19,3777

Anionen

Chlor-Ion (Cl ⁻)	0,01588	0,448	0,448
Brom-Ion (Br ⁻)	0,000197	0,0024	0,0024
Sulfat-Ion (SO ₄ ²⁻)	0,1395	1,452	2,804
Hydrophosphat-Ion (HPO ₄ ²⁻)	0,00005	0,0005	0,001
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ⁻)	0,9836	16,1223	16,1223
	1,527	30,3778	19,3777
Kieselsäure (meta) (K ₂ SiO ₃)	0,03501	0,445	
Borsäure (meta) (HBO ₃)	0,00167	0,0379	
	1,5637	30,8607	
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	2,2	50,0	
	3,764	80,861	

daneben Spuren von Jod.

Das untersuchte Mineralwasser entspricht in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Chlornatrium (NaCl)	0,0191
Chlorkalium (KCl)	0,0089
Chlorammonium (NH ₄ Cl)	0,00013
Bromnatrium (NaBr)	0,00025
Schwefelsaures Natrium (Na ₂ SO ₄)	0,2019
Phosphorsaures Aluminium [Al ₂ (HPO ₄) ₃]	0,00006
Schwefelsaures Aluminium [Al ₂ (SO ₄) ₃]	0,00372
Doppelkohlensaures Natrium (NaHCO ₃)	0,1681
"	Lithium (LiHCO ₃)
"	Calcium [Ca(HCO ₃) ₂]
"	Strontium [Sr(HCO ₃) ₂]
"	Magnesium [Mg(HCO ₃) ₂]
"	Eisenoxydul [Fe(HCO ₃) ₂]
"	Manganoxydul [Mn(HCO ₃) ₂]
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,00167
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0350
	1,5576
freie Kohlensäure (CO ₂)	2,2
	3,76

Analyse der Paraeelsusquelle in St. Moritz.

Spezifisches Gewicht: 1,00180 bei 15° C bezogen auf Wasser von 15° C.

Temperatur: 5,75° C.

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Kalium-Ion (K ⁺)	0,0066	0,169	0,169
Natrium-Ion (Na ⁺)	0,07985	3,464	3,464
Lithium-Ion (Li ⁺)	0,00026	0,037	0,037
Ammonium-Ion (NH ₄ ⁺)	0,000002	0,0001	0,0001
Calcium-Ion (Ca ⁺⁺)	0,2784	6,942	13,884
Strontium-Ion (Sr ⁺⁺)	0,00236	0,027	0,054
Magnesium-Ion (Mg ⁺⁺)	0,03091	1,269	2,538
Ferro-Ion (Fe ⁺⁺)	0,01046	0,187	0,374
Mangano-Ion (Mn ⁺⁺)	0,00172	0,0313	0,0626
Aluminium-Ion (Al ⁺⁺)	0,00028	0,010	0,03
			20,6127

Anionen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-aequivalente
Chlor-Ion (Cl ⁻)	0,01007	0,284	0,284
Sulfat-Ion (SO ₄ ²⁻)	0,1675	1,744	3,488
Hydrophosphat-Ion (HPO ₄ ²⁻)	0,00002	0,0002	0,0004
Hydrokarbonat-Ion (HCO ₃ ⁻)	1,027	16,8403	16,8403
	1,6154	31,0049	20,6127
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,00190	0,0431	
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0626	0,798	
	1,680	31,846	
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	1,81	41,14	
	3,49	72,986	

daneben Spuren von Jod und Brom.

Das Paracelsus-Wasser entspricht in seiner Zusammensetzung ungefähr einer Lösung, welche in 1 kg enthält:

	Gramm
Chlornatrium (NaCl)	0,0067
Chlorkalium (KCl)	0,0126
Chlorammonium (NH ₄ Cl)	0,000006
Schwefelsaures Natrium (Na ₂ SO ₄)	0,2381
" Calcium (CaSO ₄)	0,0072
" Aluminium [Al ₂ (SO ₄) ₃]	0,0018
Phosphorsaures Aluminium [Al ₂ (HPO ₄) ₂]	0,00002
Doppelkohlensaures Lithium (LiHCO ₃)	0,00246
" Calcium [Ca(HCO ₃) ₂]	1,1170
" Strontium [Sr(HCO ₃) ₂]	0,00566
" Magnesium [Mg(HCO ₃) ₂]	0,1857
" Eisenoxydul [Fe(HCO ₃) ₂]	0,0333
" Manganoxydul [Mn(HCO ₃) ₂]	0,0055
Borsäure (meta) (HBO ₂)	0,0019
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,0626
	<hr/> 1,6805
freies Kohlendioxyd (CO ₂)	1,81
	<hr/> 3,49