

# Die chemische Untersuchung der Mineralquellen von Val sinestra bei Sent (Unter-Engadin)

Autor(en): **Nussbaumer, Gustav**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **43 (1899-1900)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594956>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die chemische Untersuchung

der

## Mineralquellen von Val sinestra

bei Sent (Unter-Engadin).

Von DR. GUSTAV NUSSBERGER.

### Einleitung.

Die Mineralquellen, über deren chemische Zusammensetzung im folgenden berichtet wird, liegen in der Val sinestra, demjenigen unterengadinischen Seitenthale des Inns, das unweit der bekannten Heilquellengegend Schuls-Tarasp zwischen den Ortschaften Sent und Remüs ausmündet. Auf der rechten Seite dieses Thales treten etwas südlich von der Vereinigung der Val Ruinas mit der Val sinestra circa 1470 m ü. M. auf verhältnissmässig kleinem Gebiete eine Menge stärkerer und schwächerer Mineralquellen, welche vom Volksmunde als „las auas fortas“ (Sauerquellen) bezeichnet werden, zu Tage. Sie entspringen dunkelfarbigem kalkhaltigem Thonschiefer (Allgäuschiefer) und waren, wenn auch nachgewiesenermassen schon früh von Bewohnern des Unterengadins benutzt, doch infolge ihrer Lage in dem einsamen und vom Fremdenverkehr früher kaum berührten Thale einem weitem Publikum vor dem Jahre 1860 kaum bekannt. Als dann der Kurort Schuls-Tarasp zu grösserer Bedeutung gelangte, da wandte sich auch das Interesse mehr als vorher den Quellen in der Val sinestra zu und im Jahre 1875

wurden nach der damaligen Auffassung die zwei stärksten derselben, die Ulrichs- und Conradinsquelle im Quellentuff gefasst und durch Prof. Dr. Husemann in Chur einer qualitativen und quantitativen Analyse unterworfen. Trotz des ausserordentlich günstigen Ergebnisses dieser Analyse unterblieb verschiedener schwer zu überwindender Schwierigkeiten wegen eine Ausbeutung der Mineralquellen, bis sich endlich in den letzten Jahren eine Gesellschaft die verdienstliche Aufgabe stellte, den Quellen von Val sinestra zu dem ihnen gehörenden Platz unter den Heilquellen zu verhelfen. Im Jahre 1898 wurde die Gegend der „auas fortas“ bei Sent im Auftrage der Gesellschaft durch den Quellentechniker Scherrer von Neunkirch einer Untersuchung unterworfen und in den darauf folgenden Jahren gelang es Herrn Scherrer, die vielen vorhandenen Quellen auf 4 einzelne im Mineralgehalt wesentlich von einander abweichende Quellenstränge zurückzuführen und drei derselben im Felsen sicher zu fassen und hernach in ein Gebäude zu leiten. Fassung und Leitung sind aus reinem Zinn hergestellt und entsprechen auch im Uebrigen den weitgehendsten Anforderungen. Im Jahre 1899 erhielt ich den Auftrag, drei der Quellen, deren Fassung zu der Zeit vollständig fertig erstellt war, zu untersuchen und begab mich am 30. November desselben Jahres nach Val sinestra, um dort die an Ort und Stelle nötigen analytischen Arbeiten auszuführen.



## A. Allgemeiner Theil.

In diesem Abschnitt sind die Methoden, welche bei den im 2. Theil angeführten Bestimmungen befolgt wurden, so weit es mir nötig erschien, kurz skizziert.

### 1) Bestimmung der Gesamt-Kohlensäure.

Diese geschah an Ort und Stelle nach dem Prinzip *Petterson* (Berliner Berichte 1890, 1402) auf gasvolumetrischem Wege. Aus einer bestimmten Menge von Mineralwasser wurden die freie und zum Theil auch die halbgebundene Kohlensäure bei vermindertem Drucke extrahirt, die gebundene und halbgebundene mit Salzsäure vollständig befreit und schliesslich mit Wasserstoff, der aus Aluminiumdraht und Salzsäure entwickelt wurde, verdrängt. Die so erhaltenen Gase wurden über Quecksilber aufgefangen, gemessen und, nach der Behandlung mit Kalilauge im Orsatapparat, nochmals gemessen. Die Differenz war *Kohlensäure*. Als Apparat diente die Modifikation von Treadwell (siehe Treadwell: „Die chemische Untersuchung der Heilquellen in Passugg“).

### 2) Reaction auf Schwefelwasserstoff.

Diese wurde mit Nitroprussidnatrium und ferner mit p - Amidodimethylanilinsulfat in salzsaurer Lösung und Eisenchloridlösung ausgeführt, jedoch in den Quellen 1, 3 und 4 ohne positiven Erfolg. Zur Zeit der Probeentnahme führten also diese Quellen keinen *Schwefelwasserstoff* mit sich.

### 3) Bestimmung der Kieselsäure, des Eisens, des Aluminiums, des Calciums und des Magnesiums.

Die später bezeichnete Menge Wasser wurde mit Salzsäure schwach angesäuert und sodann in einer Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft; auf den bei



140° C. getrockneten Rückstand wirkte längere Zeit konzentrierte Salzsäure ein; dann wurde er mit heissem Wasser aufgenommen und die ausgeschiedene *Kieselsäure* durch Filtration getrennt und bestimmt. Das Filtrat wurde mit Bromwasser oxydiert und mit Ammoniak in geringem Ueberschuss gefällt. Der Niederschlag, welcher Eisen, Aluminium und Phosphorsäure enthielt, wurde in Salzsäure gelöst und nach zweimaliger Fällung gegläht und gewogen und hernach nochmals in Salzsäure gelöst. Diese Lösung wurde eingedampft und das Eisen vermittelst Schwefelsäure in Sulfat verwandelt, von Salzsäure vollständig befreit und, nach der Reduktion mit Zink, vermittelst Kaliumpermanganat-Lösung titriert. Der Gehalt der letzteren war mit electrolytisch abgeschiedenem Eisen bestimmt worden. (Siehe Lunge, chemisch-technische Untersuchungsmethoden, pag. 100). Das *Aluminiumoxyd* ergab sich aus der Differenz zwischen dem Ammon-Niederschlag einerseits und dem bestimmten Gehalt des Wassers an Eisenoxyd und Phosphorsäure andererseits. (Siehe weiter unten.)

Im Filtrat der Ammoniakfällungen wurde das *Calcium* durch doppelte Fällung mit Ammoniumoxalat als Calciumoxalat abgeschieden und dieses durch Glühen in Calciumoxyd übergeführt und als solches gewogen.

Das Filtrat der Calciumfällung wurde eingedampft, durch Glühen von den Ammonsalzen befreit. Im so erhaltenen Rückstande, der mit Salzsäure gelöst war, wurde das *Magnesium* als Magnesiumammoniumphosphat gefällt, abfiltriert und durch Glühen in Magnesiumpyrophosphat verwandelt und als solches gewogen.

#### 4) Bestimmung des Mangans und der Phosphorsäure.

Eine bestimmte Menge Wasser wurde auf dem Wasserbade stark eingeeengt, durch Filtration in einen löslichen und einen unlöslichen Theil getrennt und letzterer zur Bestimmung von Mangan und Phosphorsäure verwendet. Nachdem die Kieselsäure, wie oben bemerkt, abgeschieden war, wurde die Lösung mit Ammoniak neutralisirt und mit

Schwefelammon gefällt. Der Niederschlag wurde alsdann in Salzsäure gelöst und mit Salpetersäure wiederholt zur Trockne eingedampft und hernach in wenig Salzsäure gelöst und die Lösung mit Ammoniumacetat behandelt. Der so erhaltene Niederschlag diente zur Bestimmung der *Phosphorsäure* nach der Molybdänmethode. Im Filtrat wurde das *Mangan* als Schwefelmangan gefällt und als solches im Rose'schen Tigel geglüht und gewogen.

### 5) Bestimmung des Lithiums.

Dazu diente ein nach vorigem Abschnitt durch Einengen des Mineralwassers erhaltener löslicher Theil. Derselbe wurde stark eingeengt und dann mit Alkohol extrahirt; das Extract wurde durch Destillation vom Alkohol befreit. Mit dem so erhaltenen Rückstand wurde dieselbe Operation zweimal wiederholt und der zuletzt erhaltene mit Wasser gelöst, die Lösung mit Salzsäure angesäuert, mit Bariumchlorid zur Beseitigung der Schwefelsäure gefällt, auf ein kleines Volumen gebracht, mit Alkohol extrahirt und nach dem Verjagen des letztern auf bekannte Weise das Magnesium, hernach das überschüssige Barium und schliesslich die Ammonsalze entfernt. Der geglühte Rückstand wurde mit Aether-Alkohol extrahirt und die Operation nach dem Eindunsten und Glühen des Rückstandes wiederholt. Endlich wurde das zurückbleibende *Lithiumchlorid* mit Schwefelsäure in *Sulfat* verwandelt und als solches gewogen.

### 6) Bestimmung der Borsäure.

Das Mineralwasser wurde bis zum Zugeben von Bariumchlorid nach 5) behandelt mit der Modifikation, dass der Alkohol jeweilen aus der alkalisch gemachten Lösung abdestillirt werde. Der letzte Rückstand wurde von organischen Substanzen befreit und darin nach der Methode von Gooch\*) die *Borsäure* bestimmt.

---

\*) Zeitschrift für anal. Chemie 26.

### 7) Bestimmung von Kalium und Natrium.

Dieselbe geschah nach dem allgemein üblichen Verfahren. (Siehe 2. Theil.)

### 8) Bestimmung von Ammonium.

Eine bestimmte Menge Wasser wurde mit ammoniakfreier Sodalösung versetzt und aus einer Wanklyn'schen Retorte bei starker Wasserkühlung destilliert. Vom Destillat wurden je 50 cm<sup>3</sup> in Glascylindern in ammoniakfreier Atmosphäre aufgefangen und deren *Ammoniak*gehalt der Reihe nach durch „Nesslerisiren“ bestimmt und addirt.

### 9) Bestimmung des Jods und Broms.

Ein nach 4) erhaltener, löslicher Theil des stark eingeeengten Mineralwassers wurde konzentriert und nach 6) behandelt. Die organischen Substanzen des zuletzt erhaltenen Rückstandes wurden durch Glühen zerstört und das *Jod* in letzterem durch Nitrose abgeschieden, mit Chloroform gelöst und mit Thiosulfat bestimmt. Die von dem Ausschütteln mit Chloroform zurückgebliebene Lösung wurde alkalisch gemacht, eingedampft, hernach schwach geglüht. Der Rückstand diente in schwach schwefelsaurer Lösung zur Bestimmung des Gehaltes an *Brom* durch Titration mit Chlorwasser.

### 10) Bestimmung des Chlors.

Dieselbe geschah durch Fällung des Chlors mittelst Silbernitrat auf bekannte Weise.

### 11) Bestimmung des Arsens.

Eine bestimmte Menge Wasser wurde eingeeengt und mit arsenfreier Salzsäure angesäuert. Nachher wurde 5 Stunden lang Schwefelwasserstoff durchgeleitet und letzterer mit Kohlensäure verdrängt. Der so erhaltene Schwefelwasserstoff-Niederschlag wurde durch Filtration getrennt, in Schwefelammon gelöst. Die Lösung wurde zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Salpetersäure oxydirt und letztere durch Schwefelsäure verdrängt. Die

schwach schwefelsaure, wässrige Lösung wurde in den Marsh'schen Apparat gebracht und dann das Gewicht des entstandenen *Arsenspiegel* ermittelt.

### 12) Bestimmung der Schwefelsäure.

Dieselbe geschah in der üblichen Weise durch Fällung als Bariumsulfat.

### 13) Nachweis von Barium und Strontium.

Eine bestimmte Menge Mineralwasser wurde durch Eindampfen in einen im Wasser unlöslichen und löslichen Theil getrennt. Der erstere wurde mit verdünnter Salzsäure in möglichst geringem Ueberschuss gelöst und mit etwas verdünnter Schwefelsäure versetzt und das ungelöst Bleibende mit Soda aufgeschlossen, und der im Wasser unlösliche Theil der Schmelze in Salpetersäure gelöst. Diese Lösung wurde zur Trockne verdampft und mit absolutem Alkohol extrahiert. Nach dem Verjagen des Alkohols zeigte sich ein sehr geringer Rückstand, der das Strontium und Barium-Spectrum aufwies.

### 14) Bestimmung der gebundenen, halbgebundenen und freien Kohlensäure.

Dieselbe geschah durch Berechnung siehe 2. Theil.



## B. Spezieller Theil.

### Quelle Nr. 1, Thomas.

#### *1. Bestimmung der Temperatur.*

Die Temperatur der Thomasquelle betrug am 1. Dez. 1899 8,5° C. bei einer Lufttemperatur von 4,7° C.

2. *Bestimmung der Alkalinität.*

100 cm <sup>3</sup> verbrauchen	26,2 cm <sup>3</sup> $\frac{n}{10}$ HCl
Somit 100 g „	<b>26,1</b> „ $\frac{n}{10}$ „

3. *Bestimmung der Gesamt-Kohlensäure.*

a. 70,160 g Wasser geben	131,6713 cm <sup>3</sup> Kohlensäure (CO <sub>2</sub> )
	bei 0° 760 mm.
b. 70,160 „ „ „	<u>134,3199 „ „ „</u>
	265,9912 cm <sup>3</sup>
Mittel	132,9956 „ „ „
Diese entsprechen	<b>37,2592</b> g CO <sub>2</sub> ‰.

4. *Nachweis von Schwefelwasserstoff.*

Es war kein Schwefelwasserstoff nachweisbar.

5. *Bestimmung des spezifischen Gewichtes.*

Bei 15° C besitzt das Thomaswasser ein spezifisches Gewicht von **1,00256** g.

6. *Bestimmung des Kaliums.*

a. 1000 cm <sup>3</sup> = 1002,56 g W. geben	0,7165 g KCl + NaCl + LiCl
b. 1002,56 „ „ „	<u>0,7159 „ „ „</u>
	1,4324 g
Mittel	0,7162 „ „ „
	entsprechend 7,1467 „ KCl + LiCl + NaCl
	‰.
a. 1000 cm <sup>3</sup> = 1002,56 g Wasser gaben	0,1126 g K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
b. 1002,56 „ „ „	<u>0,1134 „ „ „</u>
	0,2260 g
Mittel	0,1130 „ „ „
	entsprechend 0,01821 g Kalium
	„ 0,03470 „ KCl
	„ <b>0,1816</b> „ K ‰
	0,3461 g KCl „

7. *Bestimmung des Lithiums.*

6288,7 g Wasser geben	0,0220 g Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	entsprechend 0,0028 „ Li
	„ <b>0,0044</b> „ Li ‰
	0,0266 „ LiCl „

8. *Bestimmung des Natriums.*

In 10 000 g Wasser sind enthalten:

nach 6:	Summe von KCl + LiCl + NaCl	=	7,1467 g	<sup>0</sup> / <sub>1000</sub>
„ 6:	KCl	=	0,3461	„ „
„ 7:	LiCl	=	0,0266	„ „

Somit NaCl = 6,7740 g „

Diese entsprechen Na **2,6691** g <sup>0</sup>/<sub>1000</sub>.

9. *Bestimmung des Ammoniums.*

In 10 000 g Wasser sind enthalten 0,0201 g NH<sub>4</sub>.

10. *Bestimmung des Calciums.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1002,56 g Wasser	geben	0,4774 g CaO
b.	1002,56 „	„	„	„	0,4798 „ „
					<u>0,9572 g</u>
			Mittel		0,4786 „ „
			entsprechend		0,3419 „ Ca
			„		<b>3,4103</b> „ Ca <sup>0</sup> / <sub>1000</sub>

11. *Bestimmung des Magnesiums.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1002,56 g Wasser	geben	0,2380 g Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
b.	1002,56 „	„	„	„	0,2418 „ „ „
					<u>0,4798 g</u>
			Mittel		0,2399 „ „ „
			entsprechend		0,0524 „ Mg
			„		<b>0,5227</b> „ Mg <sup>0</sup> / <sub>1000</sub>

12. *Bestimmung des Eisens.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1002,56 g W.	geben	0,0152 g Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
b.	1002,56 „	„	„	„	0,0150 „ „ „
					<u>0,0302 g</u>
			Mittel		0,0151 „
			entsprechend		0,1506 „ <sup>0</sup> / <sub>1000</sub> .

*Titrimetrische Bestimmung des Eisens.*

3,9 cm<sup>3</sup> verbraucht; 1 cm<sup>3</sup> = 0,00265 g Fe.

1002,56 g Wasser — 0,010335 g Fe

dies entspricht **0,1031** g Fe <sup>0</sup>/<sub>1000</sub>

„ **0,1473** „ Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> <sup>0</sup>/<sub>1000</sub>.

*13. Bestimmung des Mangans.*

- a. 6288,7 g Wasser geben 0,00339 g MnS  
 dies entspricht 0,0054 g MnS ‰.
- b. 7521,95 g Wasser geben 0,0040 g MnS  
 dies entspricht 0,0055 „ „ „  
 0,0109 g  
 Mittel 0,00545 g „ „  
 entsprechend **0,0034** „ Mn „

*14. Bestimmung des Aluminiums.*

- Nach 12. enthalten 10 000 g Wasser 0,1506 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 10 000 „ „ 0,1473 „ „ „  
 bleibt 0,0033 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
 diese entsprechen **0,0017** „ Al  
 NB. Siehe auch Nr. 20.

*15. Nachgewiesen in Spuren Ba und Sr.**16. Bestimmung des Jods.*

- Titer der Thiosulfatlösung 0,001213 g J  
 verbraucht wurden 0,75 cm<sup>3</sup>  
 10020,0 g Wasser enthalten somit 0,0009097 g J  
 10000 „ „ „ „ 0,00091 „ „  
 dies entspricht 0,0017 g Ag J

*17. Bestimmung des Broms.*

- 10020,0 g Wasser 0,0135 g Br  
 entsprechend **0,0135** „ „ ‰  
 0,0317 „ Ag Br ‰.

*18. Bestimmung des Chlors.*

- a. 100 cm<sup>3</sup> W. = 100,256 g geben 0,0817 g AgCl + AgBr + AgJ  
 b. 100,256 „ „ 0,0788 „ „ „ „  
 0,1605 g  
 Mittel 0,08045 g „ „ „  
 dies entspricht **8,0244** „ „ ‰  
 AgCl + AgBr + AgJ = 8,0244 g  
 nach 16: AgJ = 0,0017 „  
 „ 17: AgBr = 0,0317 „  
 Somit AgCl = 7,9910 g ‰  
 entspricht = **1,9755** „ Cl „

19. *Bestimmung der Schwefelsäure.*

a.	500 cm <sup>3</sup>	=	501,28 g Wasser	geben	0,1282 g Ba SO <sub>4</sub>
b.	501,28 „	„	„	„	<u>0,1289 „</u> „ „
					0,2571 g
			Mittel		0,12855 g Ba SO <sub>4</sub>
			dies entspricht	2,5644 „	„ „ „ ‰
			„	<b>1,0573</b> „	SO <sub>4</sub> „

20. *Bestimmung der Phosphorsäure.*

Diese wurde in 10020,0 g Wasser nur in Spuren nachgewiesen.

21. *Bestimmung der Borsäure.*

7521,95 g Wasser	geben	0,3454 g B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	entspricht	0,4243 „ B O <sub>2</sub>
	„	<b>0,5641</b> „ „ „ ‰

22. *Bestimmung der Arsensäure.*

2000 cm <sup>3</sup>	=	2005,12 g Wasser	0,0013 g As
		entspricht	0,0065 „ „ ‰
		„	<b>0,0120</b> „ AsO <sub>4</sub> „

23. *Salpetersäure* ist nicht nachweisbar.

24. *Bestimmung der Kieselsäure.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1002,56 g Wasser	geben	0,0066 g Si O <sub>2</sub>
b.	1002,56 „	„	„	„	<u>0,0076 „</u> „ „
					0,0142 g
			Mittel		0,0071 „ „ „
			dies entspricht	0,0709 „	„ „ „ ‰
			„	<b>0,0898</b> „	Si O <sub>3</sub> „

25. *Berechnung der gebundenen Kohlensäure.*

a. Kationen.

Na	=	$\frac{2,6691}{23,05}$	=	0,11579
K	=	$\frac{0,1816}{39,15}$	=	0,00464
Li	=	$\frac{0,0044}{7,03}$	=	0,00062
NH <sub>4</sub>	=	$\frac{0,0201}{18,08}$	=	0,00111
Ca	=	$\frac{3,4103 \cdot 2}{40}$	=	0,17051
Mg	=	$\frac{0,5227 \cdot 2}{24,36}$	=	0,04291
Fe	=	$\frac{0,1031 \cdot 2}{56}$	=	0,00368
Mn	=	$\frac{0,0034 \cdot 2}{55}$	=	0,00012
Al	=	$\frac{0,0017 \cdot 3}{27,1}$	=	0,00018
		Summe der Kationen		<b>0,33956</b>



## b. Anionen.

Cl	=	$\frac{1,9755 \cdot 1}{35,45}$	=	0,05572
Br	=	$\frac{0,0135 \cdot 1}{79,96}$	=	0,00017
J	=	$\frac{0,00091 \cdot 1}{126,85}$	=	0,000007
SO <sub>4</sub>	=	$\frac{1,0573 \cdot 2}{96,06}$	=	0,02201
BO <sub>2</sub>	=	$\frac{0,5641 \cdot 1}{43,0}$	=	0,01312
AsO <sub>4</sub>	=	$\frac{0,0120 \cdot 3}{139}$	=	0,00026
SiO <sub>3</sub>	=	$\frac{0,0898 \cdot 2}{76,4}$	=	0,00235

Summe der Anionen **0,093637**

Summe der Kationen = 0,33956

„ „ Anionen = 0,093637

I.-wertige CO<sub>3</sub>-Jonen = 0,24592

II. „ „ = 0,12296

entsprechend **7,3776** g CO<sub>3</sub> ‰

„ **5,4102** „ CO<sub>2</sub> „

*26. Berechnung der freien und halbgebundenen Kohlensäure.*

Nach 3. ist vorhanden: CO<sub>2</sub> im Ganzen 37,2592 g ‰

„ 25. „ „ „ gebundene 5,4102 „ „

Somit freie und halbgebundene CO<sub>2</sub> 31,8490 g „

Bei 0° C 760 mm = **16109,7** cm<sup>3</sup> ‰

*27. Berechnung der freien Kohlensäure.*

Freie und halbgebundene Kohlensäure 31,8490 g

halbgebunden 5,4102 „

somit freie 26,4388 g ‰

Bei 0° C 760 mm = **13337,3** cm<sup>3</sup> ‰

*28. Berechnung der Alkalinität.*

10000 g Wasser verbrauchten zur Neutralisation ihrer

Karbonate (7,3776 g CO<sub>3</sub>) 2459,2  $\frac{n}{10}$  HCl

Silikate (0,0898 g SiO<sub>3</sub>) 23,5 „ „

Borate (0,5641 g BO<sub>2</sub>) 131,2 „ „

Zusammen 2613,9  $\frac{n}{10}$  HCl

100 g Wasser verbrauchen somit 26,13 cm<sup>3</sup> „ „

Direkte Bestimmung 26,1 „ „ „

29. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Natrium . . . . .	2,6691 g ‰
Kalium . . . . .	0,1816 " "
Lithium . . . . .	0,0044 " "
Ammonium . . . . .	0,0201 " "
Strontium . . . . .	Spuren
Baryum . . . . .	Spuren
Calcium . . . . .	3,4103 " "
Magnesium . . . . .	0,5227 " "
Eisen . . . . .	0,1031 " "
Mangan . . . . .	0,0034 " "
Aluminium . . . . .	0,0017 " "
Chlor . . . . .	1,9755 " "
Brom . . . . .	0,0135 " "
Jod . . . . .	0,0009 " "
Schwefelsäure . . . . .	1,0573 " "
Phosphorsäure . . . . .	Spuren
Borsäure . . . . .	0,5641 " "
Arsensäure . . . . .	0,0120 " "
Kieselsäure . . . . .	0,0898 " "
Kohlensäure . . . . .	7,3776 " "
	Summe 18,0071 g ‰.

Freie und halbgebundene

	Kohlensäure	16109,7 cm <sup>3</sup> bei 0° C 760 mm
freie	"	13337,3 " " " " " "
Alkalinität	"	26,1 " $\frac{n}{10}$ HCl
spezifisches Gewicht	1,00256	" " "

Temperatur 8,5° C bei einer Lufttemperatur  
von 4,7° C.

30. Zusammenstellung der wahrscheinlich  
gelösten Salze.

In 10000 g Wasser:

(Die Karbonate als neutrale Salze gerechnet)

Lithiumchlorid . . . . .	0,0266
Natriumchlorid . . . . .	3,2233
Natriumbromid . . . . .	0,0174
Natriumjodid . . . . .	0,0010
Natriumborat . . . . .	0,8658
Natriumarsenat . . . . .	0,0179
Natriumphosphat . . . . .	Spuren
Natriumsilicat . . . . .	0,1439
Natriumsulfat . . . . .	1,2349
Kaliumsulfat . . . . .	0,4044
Natriumkarbonat . . . . .	1,4568
Ammoniumkarbonat . . . . .	0,0535
Calciumkarbonat . . . . .	8,5257
Magnesiumkarbonat . . . . .	1,8101
Ferrokarbonat . . . . .	0,2135
Manganokarbonat . . . . .	0,0071
Thonerde . . . . .	0,0033

Summe 18,0052 g

Die Karbonate als wasserfreie Bikarbonate gerechnet:

In 10000 g Wasser:

Doppeltkohlensaures Natron . . . . .	2,0609
Ammoniumoxyd . . . . .	0,0780
Kalk . . . . .	12,2770
Magnesia . . . . .	2,7542
Eisenoxydul . . . . .	0,2944
Manganoxydul . . . . .	0,0098

### Quelle Nr. 3, Johannes.

#### *1. Bestimmung der Temperatur.*

Die Temperatur der Johannes-Quelle betrug am 1. Dezember 1899 8,0° C bei einer Lufttemperatur von 4,7° C.

### 2. Bestimmung der Alkalinität.

100 cm<sup>3</sup> Wasser verbrauchen 32,2 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  HCl  
 Somit verbrauchen 100 g Wasser 32,1 " " "

### 3. Bestimmung der Gesamt-Kohlensäure.

70,16 g Wasser geben 139,8 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> bei 0° 760 mm  
 Diese entsprechen 39,19 g CO<sub>2</sub> ‰.

### 4. Nachweis von Schwefelwasserstoff.

Derselbe fiel negativ aus.

### 5. Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Bei 15° C besitzt das Wasser ein spezifisches Gewicht von 1,00322.

### 6. Bestimmung des Kaliums.

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1003,22 g W.	geben	1,3651 g	KCl + NaCl + LiCl
b.	1003,22	" "	" "	"	1,3589	" " " "
			Summe		2,7240 g	" " "
			Mittel		1,3620	" " "
			entsprechend		13,5763	" " " ‰
a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1003,22 g Wasser	geben	0,1960 g	K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
b.	1003,22	" "	" "	"	0,2000	" " "
			Summe		0,3960 g	
			Mittel		0,1980	" " "
			entsprechend		0,0319 g KCl,	0,3180 g K ‰
			"		0,0608 " "	0,6060 " KCl "

### 7. Bestimmung des Lithiums.

5003,50 g Wasser ergeben 0,0849 g Li<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>  
 entsprechend 0,0109 " Li  
 " 0,0217 " " ‰  
 " 0,1311 " LiCl "

### 8. Berechnung des Natriums.

In 10000 g Wasser sind enthalten:  
 nach 6: Summe von KCl + LiCl + NaCl = 13,5763 g  
 " 6: KCl = 0,6060 "  
 " 7: LiCl = 0,1311 "  
 Somit NaCl = 12,8392 g ‰  
 Diese entsprechen Na 5,0588 g ‰.

9. *Bestimmung des Ammoniums.*

In 10000 g Wasser sind enthalten 0,0305 g  $\text{NH}_4$ .

10. *Bestimmung des Calciums.*

a.	1000 $\text{cm}^3$	=	1003,22 g Wasser	geben	0,5004 g $\text{CaO}$
b.	1003,22	"	"	"	0,4978 " " "
					<u>0,9982 g</u> "
			Mittel		0,4991 " "
			entsprechend		0,3565 " $\text{Ca}$
			"		<b>3,5535</b> " " $\text{‰}$

11. *Bestimmung des Magnesiums.*

a.	1000 $\text{cm}^3$	=	1003,22 g Wasser	geben	0,3020 g $\text{Mg}_2 \text{P}_2 \text{O}_7$
	1003,22 g	"	"	"	0,3006 " " "
					<u>0,6026 g</u>
			Mittel		0,3013 " " "
			entsprechend		0,0659 " $\text{Mg}$
			"		<b>0,6569</b> " " $\text{‰}$

12. *Bestimmung des Eisens.*

a.	1000 $\text{cm}^3$	=	1003,22 g W.	geben	0,0155 g $\text{Fe}_2 \text{O}_3 + \text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{P}_2 \text{O}_5$
b.	1003,22	"	"	"	0,0157 " " "
			Summe		0,0312 g
			Mittel		0,0156 " " "
			entsprechend		<b>0,1555</b> g $\text{‰}$

*Titrimetrische Bestimmung des Eisens.*

a.	1000 $\text{cm}^3$	=	1003,22 g Wasser	0,01060 g $\text{Fe}$	(4 $\text{cm}^3$ verbr.)
b.	1003,22	"	"	0,01086 " "	(4,1 " " )
				<u>0,02146 g <math>\text{Fe}</math></u>	
			Mittel	0,01073 " "	
			dies entspricht	<b>0,1069</b> " "	$\text{‰}$
			"	0,1527 " $\text{Fe}_2 \text{O}_3$	"

13. *Bestimmung des Mangans.*

	10003,5 g Wasser	geben	0,00328 g $\text{Mn S}$
		entsprechen	0,00328 " " $\text{‰}$
		"	<b>0,0021</b> " $\text{Mn}$ "



20. *Bestimmung der Phosphorsäure.*

Im nach oben behandelten Rückstande von 9999,4 g Wasser fielen nur Spuren von Phosphorsäure aus.

21. *Bestimmung der Borsäure.*

7837,82 g Wasser geben 0,4368 g B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 entsprechen 0,5573 „ „ „ ‰  
 „ 0,6847 „ BO<sub>2</sub> „

22. *Bestimmung der Arsensäure.*

2000 cm<sup>3</sup> = 2006,44 g Wasser geben 0,0021 g As  
 entsprechend 0,0105 „ „ „ ‰  
 „ 0,0195 „ AsO<sub>4</sub> „

23. *Salpetersäure ist nicht nachweisbar.*

24. *Bestimmung der Kieselsäure.*

1000 cm<sup>3</sup> = 1003,22 g Wasser geben 0,0062 g Si O<sub>2</sub>  
 1003,22 „ „ „ 0,0056 „ „  
 0,0118 g  
 Mittel 0,0059 „ „  
 entsprechen 0,0075 „ Si O<sub>3</sub>  
 „ 0,0747 „ „ ‰

25. *Berechnung der gebundenen Kohlensäure.*

a. Kationen.

Na	==	$\frac{5,0588}{23,05}$		==	0,21947
K	==		$\frac{0,3180}{39,15}$	==	0,00812
Li	==	$\frac{0,0217}{7,03}$		==	0,00308
NH <sub>4</sub>	==		$\frac{0,0305}{18,08}$	==	0,00168
Ca	==	$\frac{3,5535 \cdot 2}{40}$		==	0,17767
Mg	==		$\frac{0,6569 \cdot 2}{24,36}$	==	0,05393
Fe	==	$\frac{0,1069 \cdot 2}{56}$		==	0,00382
Mn	==		$\frac{0,0021 \cdot 2}{55}$	==	0,00007
Al	==	$\frac{0,0015 \cdot 3}{27,1}$		==	0,00016
					<hr/>
		Summe der Kationen			0,46800

## b. Anionen.

Cl	=	$\frac{3,8860}{35,45}$	=	0,10962
Br	=	$\frac{0,0231 \cdot 1}{79,96}$	=	0,00029
J	=	$\frac{0,00145}{126,85}$	=	0,00001
SO <sub>4</sub>	=	$\frac{1,7562 \cdot 2}{96,06}$	=	0,03656
BO <sub>2</sub>	=	$\frac{0,6847}{43,0}$	=	0,01592
AsO <sub>4</sub>	=	$\frac{0,0195 \cdot 3}{139}$	=	0,00042
SiO <sub>3</sub>	=	$\frac{0,0747 \cdot 2}{76,4}$	=	0,00195

Summe der Anionen **0,16477**

Summe der Kationen = 0,46800

„ „ Anionen = 0,16477

I.-wertige CO<sub>3</sub>-Jonen = 0,30323

II. „ „ = 0,151615

Somit **9,09690** g CO<sub>3</sub> ‰

„ **6,6711** „ CO<sub>2</sub> „

26. *Berechnung der freien und halbgebundenen Kohlensäure.*

Nach 3 ist vorhanden: CO<sub>2</sub> im Ganzen 39,1900 g ‰

„ 25 „ „ gebundene 6,6711 „ „

Somit freie und halbgebundene CO<sub>2</sub> 32,5189 g „

Bei 0° C 760 mm = **16538,0** cm<sup>3</sup> ‰.

27. *Berechnung der freien Kohlensäure.*

Freie und halbgebundene CO<sub>2</sub> 32,5189 g ‰

halbgebundene „ 6,6711 „ „

Somit freie 25,8478 g „

Bei 0° C 760 mm = **13145,4** cm<sup>3</sup> ‰.

28. *Berechnung der Alkalinität.*

10000 g Wasser verbrauchten zur Neutralisation ihrer

Karbonate mit 9,0969 g CO<sub>3</sub> 3032,3 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  HCl

Silikate „ 0,0747 „ SiO<sub>3</sub> 19,5 „ „ „

Borate „ 0,6847 „ BO<sub>2</sub> 159,2 „ „ „

3211,0 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  HCl

Somit verbrauchen 100 g **32,1** „ „ „

Direkte Bestimmung nach Nr. 2 32,1 cm<sup>3</sup>.



29. Zusammenstellung der Ergebnisse.

In 10000 g Wasser:

Natrium . . . . .	5,0588 g
Kalium . . . . .	0,3180 „
Lithium . . . . .	0,0217 „
Ammonium . . . . .	0,0305 „
Strontium . . . . .	Spuren
Baryum . . . . .	Spuren
Calcium . . . . .	3,5535 „
Magnesium . . . . .	0,6569 „
Eisen . . . . .	0,1069 „
Mangan . . . . .	0,0021 „
Aluminium . . . . .	0,0015 „
Chlor . . . . .	3,8860 „
Brom . . . . .	0,0231 „
Jod . . . . .	0,0015 „
Schwefelsäure . . . . .	1,7562 „
Borsäure . . . . .	0,6847 „
Arsensäure . . . . .	0,0195 „
Kieselsäure . . . . .	0,0747 „
Kohlensäure . . . . .	9,0969 „
Summe	<u>25,2925 g</u>

Direkt bestimmte Summe 25,2700.

Freie und halbgebundene Kohlensäure 16538,0 cm<sup>3</sup>

Freie Kohlensäure bei 0° C 760 mm 13145,4 „

Alkalinität 32,1 „

Spezifisches Gewicht 1,00322

Temperatur 8° C.

30. Zusammenstellung der Salze.

In 10000 g Wasser:

Lithiumchlorid . . . . .	0,1311
Natriumchlorid . . . . .	6,2322
Natriumbromid . . . . .	0,0297
Natriumjodid . . . . .	0,0017
Natriumborat . . . . .	1,0509
Natriumarsenat . . . . .	0,0292
Natriumsilikat . . . . .	0,1196
Uebertrag	<u>7,5944</u>

	Hertrag	7,5944
Natriumsulfat . . . . .		2,0217
Kaliumsulfat . . . . .		0,7081
Natriumkarbonat . . . . .		3,4983
Ammoniumkarbonat . . . . .		0,0811
Calciumkarbonat . . . . .		8,8837
Magnesiumkarbonat . . . . .		2,2748
Ferrokarbonat . . . . .		0,2214
Manganokarbonat . . . . .		0,0044
Thonerde . . . . .		0,0028
	Summe	25,2907

Die Karbonate als wasserfreie Bikarbonate gerechnet:

In 10000 g Wasser:

Doppeltkohlensaures Natron	4,9490
„ Ammon	0,1182
„ Kalk	12,7925
„ Magnesia	3,4612
„ Eisenoxydul	0,3053
„ Manganoxydul	0,0061

### Quelle Nr. 4, Ulrich.

#### 1. Bestimmung der Temperatur.

Bei einer Lufttemperatur von  $4,7^{\circ}$  C am 1. Dezember 1899 besass die Quelle eine Temperatur von  $8,3^{\circ}$  C.

#### 2. Bestimmung der Alkalinität.

10 cm<sup>3</sup> Wasser verbrauchen 4,93 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  HCl  
 Somit 100 g „ 49,1 „  $\frac{n}{10}$  „

#### 3. Bestimmung der Gesamt-Kohlensäure.

a. 73,87 g Wasser geben 160,5 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> bei  $0^{\circ}$  C 760 mm  
 entspricht 21727,3 „ = 42,95 g CO<sub>2</sub> ‰

- b. 73,87 g Wasser geben 162,65 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> bei 0° C  
entspricht 22018,8 „ ‰ = 43,53 g ‰
- c. 73,87 g Wasser geben 162,05 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> bei 0° C 760 mm  
entspricht 21937,2 „ = 43,43 g CO<sub>2</sub> ‰
- Summe 129,91  
Mittel 43,30 g CO<sub>2</sub> ‰.

#### 4. *Nachweis von Schwefelwasserstoff.*

Am 1. Dezember 1899 war kein Schwefelwasserstoff vorhanden.

#### 5. *Bestimmung des spezifischen Gewichtes.*

Bei 15° C besitzt das Wasser ein spezifisches Gewicht von 1,00483 g.

#### 6. *Bestimmung des Kaliums.*

- a. 1000 cm<sup>3</sup> = 1004,83 g W. geben 2,4782 g KCl + NaCl + LiCl  
b. 1004,83 „ „ „ 2,4896 „ „ „  
4,9678 g  
Mittel 2,4839 „ „ „

entsprechend 24,7196 g KCl + LiCl + NaCl ‰.

- a. 1000 cm<sup>3</sup> = 1004,83 g Wasser geben 0,3955 g K<sub>2</sub> PtCl<sub>6</sub>  
b. 1004,83 „ „ „ 0,3989 „ „ „  
0,7944 g  
Mittel 0,3972 „ „ „

entsprechen 0,06402 g K und 0,6371 g K ‰

„ 0,1219 „ KCl „ 1,2131 „ KCl „

#### 7. *Bestimmung des Lithiums.*

- 4920,7 g Wasser geben 0,1507 g Li<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>  
entsprechend 0,01924 g Li  
„ 0,0391 g Li ‰  
0,2362 „ LiCl „

#### 8. *Bestimmung des Natriums.*

In 10 000 g Wasser sind enthalten (siehe Nr. 6 u. 7):

- KCl + LiCl + NaCl = 24,7196 g  
KCl = 1,2131 „  
LiCl = 0,2362 „  
Somit NaCl = 23,2703 g

Diese entsprechen 9,1689 „ Na ‰.

9. *Bestimmung des Ammoniums.*

10 000 g Wasser enthalten 0,0401 g NH<sub>4</sub>.

10. *Bestimmung des Calciums.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1004,83 g Wasser	geben	0,7384 g CaO
b.	1004,83 "	"	"	"	0,7346 " "
					<u>1,4730 g</u>
			Mittel		0,7365 " "
			entsprechend		0,52607 g Ca
			"		<b>5,2354 g Ca</b> ‰

11. *Bestimmung des Magnesiums.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1004,83 g Wasser	geben	0,3968 g Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
b.	1004,83 "	"	"	"	0,3976 " " "
					<u>0,7944 g</u>
			Mittel		0,3972 " " "
			entsprechend		0,08689 g Mg
			"		<b>0,8647 g Mg</b> ‰

12. *Bestimmung des Eisens.*

a.	1000 cm <sup>3</sup>	=	1004,83 g W.	geben	0,0146 g Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
b.	1004,83 "	"	"	"	0,0144 " " " "
					<u>0,0290 g</u>
			Mittel		0,0145 "
			entsprechend		<b>0,1443</b> ‰

In diesem Niederschlag wurde das Eisen titrimetrisch bestimmt:

a.	1004,83 g Wasser	geben	0,00983 g Fe
b.	1004,83 " "	"	0,00991 " "
			<u>0,01974 g "</u>
		Mittel	0,00987 " "
		entsprechend	0,09822 " " ‰
		"	0,1403 " Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "

13. *Bestimmung des Mangans.*

a.	4920,7 g W.	geben	0,00329 g MnS	=	0,00669 g MnS ‰
b.	10072,9 " "	"	0,0067 " "	=	0,00675 " " "
					<u>0,01344 g</u>
			Mittel		0,00672 " "
			entsprechend		<b>0,00425</b> ‰ Mn "

14. *Bestimmung des Aluminiums.*

Nach 12 enthält das W. 0,1443 g  $\frac{0}{1000}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$   
 „ 12 „ „ „ 0,1403 „ „ „ „  
 „ 20 „ „ „ 0,00084 g „  $\text{P}_2\text{O}_5$   
 Somit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,00316 g „  
 entsprechen Al 0,00168 „ „

15. *In Spuren nachgewiesen Ba, Sr.*

16. *Bestimmung des Jods.*

Titer der Natriumthiosulfatlösung 1  $\text{cm}^3$  0,001213 g J  
 angewandt 10072,9 g W. u. verbraucht 2,3  $\text{cm}^3$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung  
 entsprechen 0,00279 g J  
 „ 0,00268 „ „  $\frac{0}{1000}$   
 „ 0,0049 „ AgJ „

17. *Bestimmung des Broms.*

10072,9 g Wasser geben 0,0378 g Br  
 entsprechend 0,0375 „ „  $\frac{0}{1000}$   
 „ 0,0881 „ AgBr „

18. *Bestimmung des Chlors.*

a. 100  $\text{cm}^3 = 100,483$  g W. geben 0,2927 g AgCl, AgJ + AgBr  
 b. 100,483 „ „ „ 0,2896 „ „ „ „  
 0,5823 g  
 Mittel 0,2912 „ „ „ „  
 entsprechend 28,9800 „ „ „ „  $\frac{0}{1000}$   
 nach 16: ab AgJ 0,0049 g  
 „ 17: „ AgBr 0,0881 „  
 Somit AgCl 28,8870 g  $\frac{0}{1000}$   
 entsprechend 7,14087 „ Cl „

19. *Bestimmung der Schwefelsäure.*

a. 500  $\text{cm}^3 = 502,415$  g Wasser geben 0,3716 g  $\text{BaSO}_4$   
 b. 502,415 „ „ „ 0,3692 „ „ „ „  
 0,7408 g  
 Mittel 0,3704 „ „ „ „  
 entsprechen 7,3724 „ „ „  $\frac{0}{1000}$   
 „ 3,0334 „  $\text{SO}_4$  „

20. *Bestimmung der Phosphorsäure.*

10072 g Wasser geben 0,0222 g Phosphormolybdänsäure  
entsprechen 0,00084 g  $P_2O_5$   
„ 0,00111 „  $PO_4$  ‰

21. *Bestimmung der Borsäure.*

1502,8 g Wasser geben 0,1221 g  $B_2O_3$   
entspricht 0,8125 „ „ „ ‰  
„ 0,9968 „  $BO_2$  „

22. *Bestimmung der Arsensäure.*

2043,2 g W. geben 0,0057 g As, entspricht 0,0279 g As ‰  
1020,5 „ „ „ 0,0028 „ „ „ 0,0274 „ „ „  
0,0553 g  
Mittel 0,02765 g „  
entspricht 0,0512 g  $AsO_4$  „

23. *Nachweis von Salpetersäure.*

In einem Liter Wasser ist keine Salpetersäure nachweisbar.

24. *Bestimmung der Kieselsäure.*

a. 1000  $cm^3$  = 1004,83 g Wasser geben 0,0108 g  $SiO_2$   
b. 1004,83 „ „ „ 0,0098 „ „ „  
0,0206 g  
Mittel 0,0103 „ „ „  
entspricht 0,0130 „  $SiO_3$   
„ 0,1293 „ „ „ ‰

25. *Berechnung der gebundenen Kohlensäure.*

Kationen.			Anionen.		
Na	= $\frac{9,1689}{23,05}$	= 0,39778	Cl	= $\frac{7,1409}{35,45}$	= 0,20143
K	= $\frac{0,6371}{39,15}$	= 0,01627	Br	= $\frac{0,0375}{79,96}$	= 0,00047
Li	= $\frac{0,0391}{7,03}$	= 0,00556	J	= $\frac{0,00268}{126,85}$	= 0,00002
$NH_4$	= $\frac{0,0401}{18,08}$	= 0,00222	$SO_4$	= $\frac{3,0334 \cdot 2}{96,06}$	= 0,06315
Ca	= $\frac{5,2354 \cdot 2}{40}$	= 0,26176	$PO_4$	= $\frac{0,0011 \cdot 3}{95,03}$	= 0,00003
Mg	= $\frac{0,8647 \cdot 2}{24,36}$	= 0,07098	$BO_2$	= $\frac{0,9968 \cdot 1}{43,0}$	= 0,02318
Fe	= $\frac{0,0982 \cdot 2}{56}$	= 0,00350	$AsO_4$	= $\frac{0,0512 \cdot 3}{139}$	= 0,00110
Mn	= $\frac{0,0042 \cdot 2}{55}$	= 0,00016	$SiO_3$	= $\frac{0,1293 \cdot 2}{76,4}$	= 0,00338
Al	= $\frac{0,0017 \cdot 3}{27,1}$	= 0,00018			
	Summe	0,75841		Summe	0,29276

Summe der Kationen	0,75841
„ „ Anionen	0,29276
I.-wertige CO <sub>3</sub> -Jonen	0,46565
II. „ „	0,232825
entsprechen g CO <sub>3</sub> ‰	13,96950
„ „ CO <sub>2</sub> geb. ‰	10,2443

*Berechnung der freien und halbgebundenen Kohlensäure.*

Nach 3 ist vorhanden: CO<sub>2</sub> im ganzen 43,30 g  
 „ 25 „ „ „ gebunden 10,2443 g  
 Somit freie und halbgebundene CO<sub>2</sub> 33,0557 g ‰  
 Bei 0° C 760 mm = 16718,4 cm<sup>3</sup> „ g

*27. Berechnung der freien Kohlensäure.*

Freie und halbgebundene CO<sub>2</sub> 33,0557 g ‰  
 „ „ 10,2443 „ „  
 somit freie Kohlensäure 22,8114 g „  
 Bei 0° C 760 mm = 11537,2 cm<sup>3</sup> ‰.

*28. Berechnung der Alkalinität.*

10000 g Wasser verbrauchen zur Neutralisation:

1) der Karbonate (13,9695 g CO <sub>3</sub> )	4656,5 cm <sup>3</sup> $\frac{11}{10}$ HCl
2) „ Silikate (0,1293 g SiO <sub>3</sub> )	33,9 „ „ „
3) „ Borate (0,9968 g BO <sub>2</sub> )	231,8 „ „ „
	<u>4922,2</u> „ „ „

Somit verbrauchen 100 g 49,22 „ „ „

*29. Zusammenstellung der analytischen Ergebnisse.*

In 10000 g Wasser sind enthalten:

Natrium . . . . .	9,1689 g
Kalium . . . . .	0,6371 „
Lithium . . . . .	0,0391 „
Ammonium . . . . .	0,0401 „
Strontium . . . . .	Spuren
Baryum . . . . .	Spuren
Calcium . . . . .	<u>5,2354 „</u>
Uebertrag	15,1206 g

	Hertrag	15,1206 g
Magnesium . . . . .		0,8647 „
Eisen . . . . .		0,0982 „
Mangan . . . . .		0,0042 „
Aluminium . . . . .		0,0017 „
Chlor . . . . .		7,1409 „
Brom . . . . .		0,0375 „
Jod . . . . .		0,0027 „
Schwefelsäure (SO <sub>4</sub> ) . . . . .		3,0334 „
Phosphorsäure (PO <sub>4</sub> ) . . . . .		0,0011 „
Borsäure (BO <sub>2</sub> ) . . . . .		0,9968 „
Arsensäure (AsO <sub>4</sub> ) . . . . .		0,0512 „
Kieselsäure (SiO <sub>3</sub> ) . . . . .		0,1293 „
Kohlensäure (geb.) (CO <sub>3</sub> ) . . . . .		13,9695 „
	Summe	41,4518 g

Freie und halbgebundene Kohlensäure 16718,4 cm<sup>3</sup>

freie Kohlensäure 11537,2 „

Alkalinität 49,2 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{10}$  HCl von 100 g Wasser

Spezifisches Gewicht 1,00483 g

Temperatur 8,3° C.

### 30. Zusammenstellung der wahrscheinlich gelösten Salze.

In 10000 g Wasser:

Die Karbonate als neutrale Salze gerechnet:

Lithiumchlorid . . . . .	0,2362 g
Natriumchlorid . . . . .	11,4489 „
Natriumbromid . . . . .	0,0486 „
Natriumjodid . . . . .	0,0032 „
Natriumborat . . . . .	1,5300 „
Natriumarseniat . . . . .	0,0766 „
Natriumphosphat . . . . .	0,0020 „
Natriumsilicat . . . . .	0,2073 „
Natriumsulfat . . . . .	3,3320 „
Kaliumsulfat . . . . .	1,4190 „
Natriumkarbonat . . . . .	6,7538 „

Uebertrag 25,0576 g



	Hertrag	25,0576 g
Ammoniumkarbonat	. . .	0,1066 „
Calciumkarbonat	. . .	13,0885 „
Magnesiumkarbonat	. . .	2,9945 „
Ferrokarbonat	. . .	0,2034 „
Mangankarbonat	. . .	0,0088 „
Thonerde	. . .	0,0032 „
	Summe	41,4626 g

*31. Die Karbonate als wasserfreie Bikarbonate gerechnet.*

In 10000 g Wasser:

Doppeltkohlensaures Natron		9,5546 g
„	Ammoniumoxyd	0,1554 „
„	Kalk	18,8474 „
„	Magnesia	4,5563 „
„	Eisenoxydul	0,2805 „
„	Manganoxydul	0,0122 „

## Zusammenstellung

der

Untersuchungs-Ergebnisse der 3 untersuchten Quellen

mit

denjenigen der früher vorhandenen 2 Quellen.

In 10000 g Wasser sind enthalten:

	Ulrichsqu. Husemann 1876	Conradinsqu. Husemann 1876	Thomasqu. Nussberger 1900	Johannesqu. Nussberger 1900	Ulrichsqu. Nussberger 1900
Natrium	2,6244	4,4851	2,6691	5,0588	9,1689
Kalium	0,1856	0,2951	0,1816	0,3180	0,6371
Lithium	0,0066	0,0110	0,0044	0,0217	0,0391
Ammonium	0,0265	0,0297	0,0201	0,0305	0,0401
Strontium	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Baryum	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Calcium	4,0518	4,1824	3,4103	3,5535	5,2354
Magnesium	0,5893	0,6719	0,5227	0,6569	0,8647
Eisen	0,1083	0,1127	0,1031	0,1069	0,0982
Mangan	0,0017	0,0019	0,0034	0,0021	0,0042
Aluminium	0,0011	0,0011	0,0017	0,0015	0,0017
Chlor	2,2329	3,7010	1,9755	3,8860	7,1409
Brom	0,0158	0,0203	0,0135	0,0231	0,0375
Jod	0,0010	0,0013	0,0009	0,0015	0,0027
Schwefelsäure	1,1368	1,7541	1,0573	1,7562	3,0334
Phosphorsäure	0,0032	0,0031	Spuren	Spuren	0,0011
Borsäure	0,5119	0,7134	0,5641	0,6847	0,9968
Arsensäure	0,0128	0,0149	0,0120	0,0195	0,0512
Kieselsäure	0,1342	0,1550	0,0898	0,0747	0,1293
Kohlensäure	8,2318	9,3588	7,3776	9,0969	13,9695
Summe	19,8757	25,5117	18,0071	25,2925	41,4518
Freie u. halb- gebund. CO <sub>2</sub>	12630,5cm <sup>3</sup>	13741,7cm <sup>3</sup>	16109,7cm <sup>3</sup>	16538,0cm <sup>3</sup>	16718,4cm <sup>3</sup>
Freie CO <sub>2</sub>	9568,1 „	10259,7 „	13337,3 „	13145,4 „	11537,2 „
Spez. Gewicht	1,00230	1,00319	1,00256	1,00322	1,00483
Temperatur	9,0° C	9,1° C	8,5° C	8,0° C	8,3° C

Ueberblicken wir vorstehende Tabelle, so erkennen wir zunächst den gleichartigen chemischen Charakter aller drei Quellen. Bemerkenswert ist in erster Linie ihr erheblicher Gehalt an Arsensäure und Borsäure, den sie im Uebrigen mit einer Mannigfaltigkeit in ihrer Mineralisation verbinden, die sowohl von schweizerischen als ausländischen Mineralquellen von hervorragender therapeutischer Bedeutung nur selten erreicht und nicht übertroffen wird. Ihr allgemeiner chemischer Charakter ist im Uebrigen der von eisenhaltigen, alkalisch-muriatischen Mineralwässern mit grosser Menge gelöster Kohlensäure.

In der Stärke der Mineralisation der einzelnen Quellen liegt eine Steigerung vor, die für den Kurgebrauch der Quellen von allergrösster Bedeutung sein wird. So übertrifft die Johannesquelle die Thomasquelle hinsichtlich des Gehaltes an den wichtigern Bestandteilen durchschnittlich um das zweifache, die Ulrichsquelle die Thomasquelle um das drei- bis vierfache.

Hervorzuheben ist endlich noch die ausserordentliche, durch Versuche in unserm Laboratorium bestätigte Haltbarkeit dieser Mineralwasser in Flaschen.

Aus der Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der Mineralquellen am Val sinestra mit denjenigen der zahlreichen übrigen Mineralquellen Graubündens ergibt sich in erster Linie, dass die Heilquellen von Val sinestra die einzigen Quellen mit erheblichem Arsensäuregehalt in Bünden sind und hinsichtlich des Borsäuregehalts nur von der Tarasper Luziusquelle übertroffen werden. Was die übrigen Mineralbestandteile anbelangt, so sind es nur wenige, die so reiche Auswahl darin mit sich führen, als wie die Val sinestra-Quellen. Darunter sind zu nennen die Paracelsusquelle von St. Moritz, die Theophilquelle von Passugg, die Bonifaciusquelle von Tarasp-Schuls, die Ulrichsquelle von Passugg.

Aus der nachher folgenden Tabelle ist ersichtlich, dass die Thomasquelle in ihrem Gehalt der Paracelsusquelle in St. Moritz am nächsten steht. Die letztere übertrifft die

Thomasquelle nur hinsichtlich des Schwefelsäuregehaltes, während hinwiederum die Thomasquelle weit mehr Chlor, Brom, Jod, Borsäure und Arsensäure aufweist.

Die Johannesquelle hat, wenn man vom Arsen- und Borsäuregehalt absieht, eine chemische Zusammensetzung, die derjenigen der Theophilquelle von Passugg und der Bonifaciusquelle von Tarasp-Schuls ähnlich ist. Ein wesentlicher Unterschied tritt nur auf hinsichtlich des Gehaltes an Chlor und Eisen, der bei der Johannesquelle höher ist als bei den genannten. Die Bonifaciusquelle ihrerseits zeichnet sich durch grössere Mengen Calcium und Magnesium und gebundener Kohlensäure, also durch grössere Alkalinität aus.

Die Ulrichsquelle steht in ihrer Zusammensetzung unter den Bündner Heilquellen einzig da. Sie hat einige Aehnlichkeit mit der Ulricusquelle von Passugg. Der Natrium- und Kohlensäuregehalt der letztern ist freilich viel höher, das Ulricuswasser ist also bedeutend alkalischer, dafür übertrifft die Ulrichsquelle das Passugger Medizinalwasser an Chlor-, Schwefelsäure-, Borsäure- und Arsensäure-Gehalt.

# Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

der

## Drei Val sinistra-Quellen

mit

denjenigen ähnlich zusammengesetzter bündnerischer Mineralwasser.

In 10000 g Wasser:

	Mineralquellen von Val sinistra			St. Moritz		Passugg	Tarasp-Sch.	Bernhardin	Passugg
	Thomasqu. 1900	Johannesqu. 1900	Ulrichsqu. 1900	Paracelsus- quelle	Funtauna surpunt	Theophil- quelle	Bonifacius- quelle	—	Uricus- quelle
Natrium	2,6691	5,0588	9,1689	2,1654	0,8059	5,1480	4,7566	0,16046	20,4200
Kalium	0,1816	0,3180	0,6371	0,0716	0,0156	2,2670	0,3383	0,06856	0,4615
Lithium	0,0044	0,0217	0,0391	0,0015	0,0430	0,0007	0,0023	0,00017	0,0284
Ammonium	0,0201	0,0305	0,0401	0,0060	0,0061	0,0190	0,0536	—	0,0498
Strontium	Sp.	Sp.	Sp.	0,0004	0,0003	0,0292	0,0034	0,07863	0,1066
Baryum	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—	Sp.
Calcium	3,4103	3,5535	5,2354	3,5126	2,7963	3,3477	8,1357	7,15390	2,0634

Magnesium	0,5227	0,6569	0,8647	0,3873	0,4073	0,6418	1,0223	0,74736	1,0896
Eisen	0,1031	0,1069	0,0982	0,1408	0,1769	0,0134	0,0855	0,10512	0,1162
Mangan	0,0034	0,0021	0,0042	0,0193	0,0128	0,0074	0,0068	0,01214	0,0036
Aluminium	0,0017	0,0015	0,0017	0,0002	0,0033	0,0041	0,0009	0,01314	0,0010
Chlor	1,9755	3,8860	7,1409	0,2799	0,1199	1,1206	0,2370	0,04482	4,9550
Brom	0,0135	0,0231	0,0375	0,0012	0,0010	0,0072	Sp.	—	0,0392
Jod	0,0009	0,0015	0,0027	0,00003	Sp.	0,0026	0,0025	0,00007	0,0094
Schwefelsäure	1,0573	1,7562	3,0334	1,9451	2,3417	1,0802	1,9725	11,9768	1,4372
Phosphorsäure	Sp.	Sp.	0,0011	0,0017	0,0009	0,0011	0,0019	0,00265	0,0004
Borsäure	0,5641	0,6844	0,9968	0,0286	0,01	0,0197	—	0,00052	0,0807
Arsensäure	0,0120	0,0195	0,0512	Sp.	—	Sp.	—	0,00013	0,0002
Kieselsäure	0,0898	0,0747	0,0293	0,7479	0,7859	0,2516	0,1855	0,33524	0,2631
Kohlensäure	7,3776	9,0969	13,9695	7,6365	—	11,7549	19,8869	5,30230	27,7330
feste Bestand- teile	18,0071	25,2925	41,4518	17,3062	12,1850	23,7161	36,6727	26,00201	58,8583
freie u. halbbe- Kohlensäure	16109,7 cm <sup>3</sup>	16538,0 cm <sup>3</sup>	16718,4 cm <sup>3</sup>	20857,6 cm <sup>3</sup>	18350,2 cm <sup>3</sup>	20965,0 cm <sup>3</sup>	17333,47 cm <sup>3</sup>	9954,4 cm <sup>3</sup>	22060,0 cm <sup>3</sup>
freie Kohlen- säure	13337,3 cm <sup>3</sup>	13145,0 cm <sup>3</sup>	11527,2 cm <sup>3</sup>	17170,6 cm <sup>3</sup>	16003,8 cm <sup>3</sup>	16580,0 cm <sup>3</sup>	9935,79 cm <sup>3</sup>	7981,9 cm <sup>3</sup>	11716,2 cm <sup>3</sup>
Temperatur	8,5° C	8° C	8,3° C	5,4° C	7° C	5° C	8,8° C	8,25° C	8,25° C

In der folgenden Tabelle ist die Ulrichsquelle einigen arsenhaltigen Mineralwassern ähnlicher Zusammensetzung von Weltruf gegenüber gestellt und zwar der schwach alkalischen Eisen-Arsen-Quelle von Cudowa und stark alkalisch-muriatischen Arsen-Quelle La Bourboule und zwei stark alkalischen Mineralquellen von Vichy.

Durch Vergleichung ergibt sich:

dass die Ulrichsquelle von Val sinistra an Gehalt der wichtigern Bestandteile die Cudowa-Quelle um das 2-, 3- bez. 7-fache übertrifft und ihr nur betreffend Eisen- und Lithiumgehalt nachsteht;

dass die Ulrichs-Quelle hinter der stark alkalisch-muriatischen Quelle La Bourboule im Kochsalz- und Arsen-Gehalt (hinter den Quellen von Vichy im Natriumkarbonat-Gehalt) zurückbleibt, dafür beide übertrifft im Gehalt an Lithium, Eisen, Bor-, Schwefel- und Kohlensäure.

Soweit über die Bedeutung der Heilquellen von Val sinistra als Trinkwasser. Der Umstand, dass sie alle mit grosser Wassermenge (bis zu 120 Minutenliter) auftreten, begünstigt nun aber auch in hohem Masse ihre Verwendung zu Mineralbädern. Mit Recht wird neuerdings auf den Wert der halbgebundenen Kohlensäure in den zu Bädern dienenden Mineralquellen aufmerksam gemacht. Während beim Einströmen eines Heilwassers in die Badewanne die freie Kohlensäure zum grossen Teil entweicht, so wird die halbgebundene erst während des Badens nach und nach frei und kann dann direkt und nachhaltig auf den Körper des Badenden einwirken. Es steigt somit der Wert einer Badequelle mit ihrem Gehalt an sogenannter halbgebundener Kohlensäure. Die Ulrichsquelle weist nun von allen bündnerischen Badequellen nach der Bonifaciusquelle von Tarasp-Schuls die grösste Menge halbgebundener Kohlensäure auf, eine Erscheinung, die hier speziell hervorgehoben sein mag.

Es dürfte sich aus dem Gesagten ergeben, dass die Mineralquellen aus Val sinistra sich den stärksten und bekanntesten Heilwassern würdig an die Seite stellen.

# Vergleichende Zusammenstellung

der

Ulrichsquelle mit ähnlichen arsenhaltigen, alkalischen und  
alkalisch-muriatischen Eisenquellen.

	Val sinistra	Cudowa	La Bourboule	Vichy	Vichy
	Ulrichsqu. Nussberger 1900	Eugenqu. Jeserich	Defort et Bouis 1878	Grand grille H. Bouquet 1855	Haute rive H. Bouquet 1855
Natrium	9,1689	4,388	17,8935	18,4710	17,6345
Kalium	0,6371	0,579	0,8504	1,5110	0,8000
Lithium	0,0391	0,141	Spuren	—	—
Ammonium	0,0401	—	—	—	—
Strontium	Spuren	—	—	0,0170	0,0170
Baryum	Spuren	—	—	—	—
Calcium	5,2354	1,450	0,5279	1,2070	1,2050
Magnesium	0,8647	0,251	0,0814	0,5860	0,9520
Eisen	0,0982	0,210	0,0147	0,0156	0,0595
Mangan	0,0042	0,019	Spuren	—	Spuren
Aluminium	0,0017	0,083	Spuren	—	—
Chlor	7,1409	0,801	18,5170	3,2400	3,2400
Brom	0,0375	—	—	—	—
Jod	0,0027	—	—	—	—
Schwefelsäure	3,0534	2,040	1,4100	1,9680	1,9680
Phosphorsäure	0,0011	0,031	—	0,9370	0,2675
Borsäure	0,9968	—	—	Spuren	Spuren
Arsensäure	0,0512	0,017	0,1306	0,0156	0,0156
Kieselsäure	0,1293	0,689	1,5178	0,8850	0,8870
Kohlensäure	13,9695	7,820	8,4367	23,9210	25,5471
Salpetersäure	—	—	—	—	—
Org.Substanzen	—	2,160	Spuren	—	Spuren
Summe	41,4518	20,679	49,3800	52,7742	52,5932
Freie u. halb- gebund. CO <sub>2</sub>	16718,4cm <sup>3</sup>		5800,2 cm <sup>3</sup>	13551,0cm <sup>3</sup>	20518,2cm <sup>3</sup>
Freie CO <sub>2</sub>	11537,2 „		2670,7 „	463,0 „	11042,0 „
Spez. Gewicht	1,00483			?	?
Temperatur	8,3° C		50° C	41,8° C	13° C
Alkalinität	49,1 cm <sup>3</sup>			82,09	



