

## 5. Studien über Schwedische Fluss- und Quellwässer.

Von

O. Hofman-Bang.

---

### Einleitung.

Das Streben, das sich mit der Entwicklung der geologischen Wissenschaft immer mehr geltend macht, quantitative Ausdrücke für die geologischen Prozesse zu bekommen, hat wohl auf wenigen Gebieten eine so grosse Aussicht wenigstens annähernd richtige Resultate zu erreichen wie betreffs der durch fliessendes Wasser bewirkten Denudation. Wenn man teils Messungen von den Schlammengen, welche die Flüsse wegführen, anstellt, teils Analysen von dem Wasser der Flüsse ausführt, kann man unter Berücksichtigung der Wassermengen quantitative Ausdrücke für die denudierenden Wirkungen der Flüsse erhalten. Solche Berechnungen findet man in ziemlich grosser Anzahl in der ausländischen Litteratur, während für schwedische Flüsse noch nicht derartige Untersuchungen vorliegen.

Die schwedischen Flüsse sind indessen in dieser Hinsicht von einem besonderen Interesse, weil sie hauptsächlich Grundgebirgsterrain durchfliessen. Dadurch werden sie einen guten Ausdruck für die durch die Atmosphärien bewirkte Dekomposition der Silikatgesteine geben können.

Die meisten ausländischen Flüsse dagegen, die untersucht sind, entwässern im allgemeinen kalkreiche, sedimentäre Formationen und enthalten daher relativ grosse Mengen ausgelaugter Salze, weshalb sie nicht geeignet sind, über die quantitative Bedeutung der Verwitterung der Silikatgesteine Auskunft zu geben.

Die Analysen von einigen schwedischen Flusswässern, die in dem Folgenden mitgeteilt werden, haben zunächst bezweckt, teils zu erforschen wie grosse Quantitäten aufgelöster Stoffe durch die Flüsse weggeführt werden, teils zu beleuchten, in welchem Grade die geologische Beschaffenheit des Entwässerungsgebietes eines Flusses an dem Gehalt und der Beschaffenheit der in dem Flusswasser aufgelösten Stoffe zum Vorschein kommt.

Mit Rücksicht darauf habe ich die Flüsse gewählt, die ich zum Gegenstand meiner Untersuchung gemacht habe.

Die »Fyriså«, in ihrem ganzen Lauf unterhalb der marinen Grenze<sup>1</sup> belegen, bietet ein Beispiel von einem Flusse, innerhalb dessen Entwässerungsgebietes kalkreiche quartäre Ablagerungen eine grosse Verbreitung haben.

Die Indalselv drainiert teils das jämtländische Silurgebiet und die darin vorkommenden kalkreichen Erdschichten, teils krystallinische Silikatgesteine und aus diesen gebildete Moränablagerungen.

Die Byske-elf ist ein rein *archaischer* Fluss, wenn ich mit diesem Namen derartige Flüsse, die nur Urgebirge oder aus diesem gebildete Moränen berühren, bezeichnen darf.

Die Ljusne-elf ist auch ein archaischer Fluss, mit der Einschränkung dass ihr Quellengebiet von algonkischem Charakter ist, was jedoch für die hier vorliegende Untersuchung ohne grösseren Belang ist, da die algonkischen Gesteine auch hauptsächlich Silikat- und Quarzgesteine sind.

Die Klarfelf kann auch als ein wesentlich archaischer Fluss in der oben angegebenen Bedeutung bezeichnet werden, obgleich teils ihr Quellengebiet von algonkischem Charakter ist, teils marine Ablagerungen in dem Flusstal auch oberhalb der Stelle, wo die Proben entnommen sind, vorkommen. Da indessen diese marinen Bildungen im Verhältnis zum ganzen Flussgebiete eine sehr geringe Ausdehnung haben und ausserdem sehr sandig sind, so dass eventuell ursprünglich vorhandene marine Salze schon längst ausgelaugt sein dürften, kann das Vorhandensein dieser marinen Sedimente keinen bemerkenswerten Einfluss auf den Salzgehalt des Flusses ausüben.

Ausser meinen eigenen Analysen teile ich auch die Analysen von sonstigen schwedischen Flüssen mit, die ich in der Litteratur gefunden habe.

Eine eingehende Untersuchung von schwedischen Quellwässern dürfte auch von Interesse sein, teils weil Quellwässer zum wesentlichen Teil die Flüsse speisen, teils um den Zusammenhang zwischen dem Quellwasser und der Beschaffenheit des Bodens zu erforschen.

Das Material, das zu meiner Verfügung gestanden hat, ist jedoch allzu klein gewesen und hat vor allem den Mangel gehabt, dass die Analysen in der Regel von keiner geologischen Beschreibung des zu den resp. Quellen gehörigen Terrains begleitet sind. Ich füge indessen ein Verzeichnis über die Analysen der Quellwässer hinzu, die es mir gelungen ist aus der z. T. schwer zugänglichen Litteratur zusammenzubringen, will aber besonders hervorheben, dass ich nicht beanspruche, dass es alles umfasst, was auf diesem Gebiete gethan ist.

Ich benutze hier die Gelegenheit dem Präfekten des Geologischen Instituts zu Uppsala Herrn Professor A. G. HÖGBOM meinen ehrerbietigen Dank für das Wohlwollen auszusprechen, womit er meine Arbeit begleitet hat, und für die vielen wertvollen Ratschläge und Aufklärungen, wodurch er sie gefördert hat.

<sup>1</sup> Am Ende der Eiszeit waren grosse Teile von Skandinavien unter dem Meeresspiegel gesenkt. Die höchste Grenzlinie, welche das ehemalige Eismeer erreichte, wird die marine Grenze genannt.

Tiefen Dank schulde ich auch der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion der philosophischen Fakultät zu Uppsala, die mir im Jahre 1902 das Bjurzonsche Reisestipendium zuerteilt hat, wodurch es mir möglich gewesen ist, die vorliegende Untersuchung auszuführen.

## I.

## Flusswasser.

## 1) Analytischer Teil.

## A. Methoden der Analysen.

Bei einer Untersuchung der vorliegenden Art scheint es mir, dass das grösste Gewicht auf die Bestimmung der anorganischen Bestandteile gelegt werden muss. Infolgedessen habe ich die organischen Stoffe in den resp. Wässern nicht genauer untersucht. Ihre Menge kann approximativ als ebenso gross wie der Gewichtsverlust beim Glühen des Verdunstungsrückstandes angesehen werden, eine Methode, die jedoch nicht gute Werte giebt, weil dabei nicht nur organische Stoffe weggenommen werden, sondern auch ein Teil der anorganischen Stoffe verdunsten kann. Ich habe auch einige Massanalysen zu einem besonderen, unten näher angegebenen Zwecke gemacht.

Ammoniak und Salpetersäure sind auf kolorimetrischem Wege bestimmt worden; jenes mit NESSLER'schem Reagens<sup>1</sup>, diese mit Brucinlösung nach EKMANS Methode<sup>2</sup>.

Bei der Bestimmung von Kohlensäure habe ich, mit Ausnahme der ersten Analyse an dem Klarelswasser, die von MAUZELIUS und WESTERBERG angegebene Methode<sup>3</sup> für die Bestimmung von Kohlensäure in Erden benutzt.

Im übrigen habe ich die von FRESSENIUS<sup>1</sup> und KUBEL & TIEMANN<sup>4</sup> angegebenen Methoden angewendet. Dabei habe ich mir angelegen sein lassen:

- 1) bei der Bestimmung von Chlor schwächere Silbernitratlösung als  $\frac{1}{10}$  n. anzuwenden;
- 2) bei der Bestimmung von  $\text{SO}_3$  die gewichtsanalytische Methode zu benutzen;
- 3) das Filtrat der Schwefelsäurebestimmung für die Bestimmung von  $\text{K}_2\text{O}$  und  $\text{Na}_2\text{O}$  anzuwenden;
- 4) bei der Bestimmung von Eisen zuerst durch Oxydation mit starker Salpetersäure die vorhandenen organischen Säuren zu zerstören,

<sup>1</sup> FRESSENIUS, R., Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse. Bd II.

<sup>2</sup> Öfversigt af K. Sv. Vet. Akad. Förh. Bd 39.

<sup>3</sup> Försök öfver bestämning af kolsyrad kalk och kolsyrad magnesia i jord. — Ultuna Landbruksinstituts redogörelse för år 1894. S. 64.

<sup>4</sup> KUBEL, W., Anleitung z. Unters. von Wasser. 2 Aufl. bearb. von F. Tiemann.

welche sonst bei Ausfällung des Eisens mit Ammoniak hindernd einwirken würden;

5) Kalk gewichtsanalytisch durch Ausfällung mit Ammoniumoxalat zu bestimmen. (MOHR'S Methode<sup>1</sup> habe ich versuchsweise angewendet, habe aber gefunden, dass sie ein wenig zu hohe Werte giebt).

Die Tonerde ist nicht einzeln bestimmt worden, sondern ist mit dem Eisenoxyd zusammengenommen, dies aus dem Grunde, weil in den schwedischen Flüssen die Tonerde entweder gar nicht oder nur in sehr kleinen Mengen vorkommt.

Die Salze sind als wasserfrei und neutral berechnet worden.

Sämtliche Werte sind in Gramm angegeben und auf 10 Liter Wasser berechnet.

Bei Berechnung der von mir ausgeführten Analysen habe ich folgende Atomgewichte angewendet: H = 1, Ba = 136.39, P = 30.79, Ca = 39.76, K = 38.82, Si = 28.18, Cl = 35.18, C = 11.92, Mg = 24.10, Na = 22.88, Pt = 193.41, S = 31.83, O = 15.88.

Endlich muss ich hervorheben, dass kleinere Fehler leicht entstehen können, wenn es Analysen von so salzarmen Gewässern, wie die schwedischen Flüssen im allgemeinen zu sein scheinen, gilt, und zwar um so mehr da die meisten Analysen mit einem ziemlich beschränkten Material haben bewerkstelligt werden müssen.

## B. Analysen.

Die Byske-elf. Die Probe wurde den 13 Juli 1902 an der Eisenbahnbrücke bei dem Bahnhof Myrheden in Wästerbotten entnommen. Die Lokalität liegt etwa 235 m ü. d. M. und also ziemlich genau im Niveau mit der marinen Grenze. Ein an dem Platze vorhandener Wassermesser zeigte, dass bei der betreffenden Gelegenheit eine Mitteltiefe von 1.8 Meter vorhanden war, welche nach Angabe von in der Gegend wohnhaften Personen etwa dem Mittelwasserstand entspricht.

Das Wasser war klar und schwach gelb an Farbe.

Cl. Das Mittel von drei Bestimmungen war 0.0096 gr auf 10 Liter (0.32 cm<sup>3</sup> Silberlösung wurde durchschnittlich für 100 cm<sup>3</sup> Wasser verbraucht; 1 cm<sup>3</sup> Silberlösung entsprach 0.000302 gr Cl).

SO<sub>3</sub>. 1000 cm<sup>3</sup> ergaben 0.002 gr BaSO<sub>4</sub>, 0.0068 gr SO<sub>3</sub> auf 10 Liter entsprechend.

CO<sub>2</sub>. 200 cm<sup>3</sup> ergaben 0.0031 gr freie und halbgebundene (saure Karbonate) und 0.0015 gr in neutralen Karbonaten gebundene Kohlensäure, 0.155 resp. 0.75 gr CO<sub>2</sub> entsprechend auf 10 Liter.

SiO<sub>2</sub>. 3 Liter enthielten 0.0046 gr SiO<sub>2</sub>, also auf 10 Liter 0.0153 gr.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 3 Liter ergaben 0.0012 gr. 10 Liter enthielten also 0.004 gr Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

<sup>1</sup> KUBEL-TIEMANN, l. c., S. 36.

**CaO.** 3 Liter ergaben 0.0098 gr CaO, 0.0327 gr auf 10 Liter entsprechend.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0018 gr  $Mg_2P_2O_7$ , also auf 10 Liter 0.0022 gr MgO.

**K<sub>2</sub>O** und **Na<sub>2</sub>O.** 1 Liter ergab 0.0087 gr Alkalichloride; daraus erhielt ich 0.0114 gr  $K_2PtCl_6$ , 0.0035 gr KCl entsprechend. Auf 10 Liter enthält man also: 0.035 gr KCl, 0.022 gr  $K_2O$  entsprechend, und 0.052 gr NaCl, 0.027 gr  $Na_2O$  entsprechend.

[Eine kontrollierende Bestimmung ergab 0.0219 gr  $K_2O$  und 0.0259 gr  $Na_2O$ ].

**NH<sub>3</sub>**, **N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, **N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** und **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** waren nicht vorhanden.

Der Verdunstungsrückstand von 600 cm<sup>3</sup> wog nach dem Trocknen bei 175—180° 0.0160 gr und nach vorsichtigem Glühen 0.0082 gr.

Davon erhält man:

Feuerfeste Bestandteile	0.1366	gr	auf	10	Liter.
Glühverlust	. . . . 0.130	»	»	10	»
Feste Bestandteile	. . . . 0.2666	gr	auf	10	Liter.

Tabelle über die gefundenen Werte.

Cl	0.0096
SO <sub>3</sub>	0.0068
CO <sub>2</sub>	0.075 (gebunden)
SiO <sub>2</sub>	0.0153
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0040
CaO	0.0327
MgO	0.0022
K <sub>2</sub> O	0.022
Na <sub>2</sub> O	0.027
	<hr/>
	0.1946
— O	0.0021
	<hr/>
	0.1925

Die Klarelf. A. **Winterwasser.** Die Probe wurde am 10 April 1902 bei Edebäck, etwa 8 Meilen oberhalb der Mündung im Wenersee und 135 m ü. d. M. belegen, entnommen. Das Eis war bei der erwähnten Gelegenheit noch nicht aufgebrochen, und, da das Schneeschmelzen kaum angefangen hatte, war die Wassermenge nicht nur gering, sondern wahrscheinlich auch nahe ihrem Minimum.

Die Probe wurde aus einer Tiefe von 1.1 Meter genommen. Das Wasser war klar und schwach gelblich an Farbe.

**Cl.** 3 Proben, jede von 100 cm<sup>3</sup>, verbrauchten 0.42, resp. 0.38 und 0.38 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n. Silbernitratlösung; davon erhält man einen Chlorgehalt von durchschnittlich 0.014 gr auf 10 Liter.

**SO<sub>3</sub>.** 1000 cm<sup>3</sup> gaben nach Konzentration 0.0039 gr BaSO<sub>4</sub>, 0.0134 gr SO<sub>3</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**CO<sub>2</sub>.** Freie und halbgebundene Kohlensäure wurde zu 0.043 gr auf 10 Liter bestimmt.

Als ich diese Analyse ermittelte, kannte ich noch nicht MAUZE-LIUS' und WESTERBERGS Methode zur Bestimmung der Kohlensäure; den angegebenen Wert habe ich nach PETTENKOFERS<sup>1</sup> Methode gefunden, und dürfte er vielleicht ein wenig unsicher sein.

**SiO<sub>2</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0108 gr SiO<sub>2</sub>, also auf 10 Liter 0.036 gr.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0019 gr, also auf 10 Liter 0.0063 gr Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**CaO.** 3 Liter ergaben 0.0173 gr, 0.0576 gr CaO auf 10 Liter entsprechend.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0020 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 0.0024 gr MgO auf 10 Liter entsprechend.

**K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O.** Aus 1 Liter erhielt ich 0.0131 gr Alkalichloride, 0,0695 gr Na<sub>2</sub>O auf 10 Liter entsprechend. Durch ein Versehen wurde der Kaligehalt nicht bestimmt, weshalb die gefundene Menge Alkalichloride aus Na<sub>2</sub>O berechnet ist.

**NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** kamen nicht vor.

Der Verdunstungsrückstand von einem Liter wog 0.0347 gr und nach Glühen 0.0257 gr.

Davon erhält man:

Feuerfeste Bestandteile	0.257 gr.
Glühverlust . . . .	0.090 gr.
Feste Bestandteile . .	0.347 gr.

Tabelle über die gefundenen Werte

Cl	0.014
SO <sub>3</sub>	0.0134
CO <sub>2</sub>	0.0795 (berechnet)
SiO <sub>2</sub>	0.036
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0063
CaO	0.0576
MgO	0.0024
Na <sub>2</sub> O (+ K <sub>2</sub> O)	0.0695
	<hr/>
	0.2787
— O	0.0031
	<hr/>
	0.2756

**B. Herbstwasser.** Die Probe wurde den 23 Oktober 1902 an derselben Stelle wie die vorhergehende und aus einer Tiefe von 1 Meter entnommen. Der Wasserstand des Flusses war ein wenig über Mittelhöhe. Das Wasser war an Farbe ein wenig gelber als das Winterwasser und nicht ganz so klar.

<sup>1</sup> KUBEL & TIEMANN, l. c., S. 118.

**CO<sub>2</sub>.** 200 cm<sup>3</sup> ergaben 0.0006 gr freie und halbgebundene und 0.0015 gr gebundene Kohlensäure, also auf 10 Liter 0.03 resp. 0.075 gr.

**Cl.** In 100 cm<sup>3</sup> wurde das Chlor durch 0.20 cm<sup>3</sup> Silbernitratlösung (Mittel von drei Bestimmungen) ausgefällt. 1 cm<sup>3</sup> Silberlösung entsprach 0.0002976 gr Cl. Daraus erhält man für 10 Liter einen Chlorgehalt von 0.0059 gr.

**SO<sub>3</sub>.** 1000 cm<sup>3</sup> ergaben 0.0049 gr BaSO<sub>4</sub>, 0.0168 gr SO<sub>3</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.** Ungefähr 0.001 gr auf 10 Liter.

**SiO<sub>2</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0152 gr SiO<sub>2</sub>, 0.0507 gr auf 10 Liter entsprechend.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** Von 3 Liter erhielt ich 0.0059 gr, also für 10 Liter 0.0197 gr Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**CaO.** 3 Liter ergaben 0.013 CaO. 10 Liter enthielten also 0.0433 gr.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0018 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 0.0022 gr MgO auf 10 Liter entsprechend.

**K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O.** Von einem Liter erhielt ich 0.0076 gr Alkali-chloride; daraus erhielt ich 0.0062 gr K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>, 0.0019 gr KCl entsprechend. Für 10 Liter erhält man also:

0.019 gr KCl, 0.012 gr K<sub>2</sub>O entsprechend.

0.057 gr NaCl, 0.030 gr Na<sub>2</sub>O »

**NH<sub>3</sub>.** Spuren.

**N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** kamen nicht vor.

Der Verdunstungsrückstand von 600 cm<sup>3</sup> Wasser wog 0.0171 gr und nach Glühen 0.0124 gr.

Daraus erhält man für 10 Liter:

Feuerfeste Bestandteile 0.2066 gr.

Glühverlust . . . . . 0.0784 gr.

Feste Bestandteile . . 0.2850 gr.

Tabelle über die gefundene Werte:

Cl	0.0059
SO <sub>3</sub>	0.0168
CO <sub>2</sub>	0.075
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.001
SiO <sub>2</sub>	0.0507
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0197
CaO	0.0433
MgO	0.0022
K <sub>2</sub> O	0.012
Na <sub>2</sub> O	0.030
NH <sub>3</sub>	Spuren
	<hr/>
	0.2566
— O	0.0013
	<hr/>
	0.2553

Um die Zusammensetzung des Wassers der Klarelf während des Sommers zu erforschen, sandte ich Anfang August 1903 eine Flasche nach Edebäck ab mit der Bitte eine Probe zu erhalten. Eben zu dieser Zeit fing indessen eine anhaltende Regenperiode an, weshalb die Wasserprobe, den 20. Aug. entnommen, als charakteristisches Sommerwasser nicht angesehen werden kann. Von 600 cm<sup>3</sup> erhielt ich einen Verdunstungsrückstand, der 0.0176 gr wog, und nach Glühen 0,0111 gr, für 10 Liter entsprechend:

Feuerfeste Bestandteile	0.185	gr.
Glühverlust . . . .	0.1083	»
Feste Bestandteile . .	0.2933	»

Die Ljusnan. Die Probe wurde den 28. Juni 1902 in der Nähe von Ljusdal 130 m ü. d. M. entnommen, einem Orte, der etwa 100 Meter unterhalb der marinen Grenze belegen ist<sup>1</sup>. Weil nach dem Schneeschmelzen wenig Regen gefallen war, war der Wasserstand niedrig. Das Wasser war ein wenig gelb an Farbe und ziemlich klar.

**CO<sub>2</sub>.** 200 cm<sup>3</sup> ergaben 0.0021 gr freie und halbgebundene, 0.0016 gr gebundene Kohlensäure, 0.105 resp. 0.08 gr auf 10 Liter entsprechend.

**Cl.** 100 cm<sup>3</sup> verlangten zum Ausfällen des Chlors durchschnittlich 0.38 cm<sup>3</sup> Silbernitratlösung, wovon ein cm<sup>3</sup> 0.000302 gr Cl entsprach. Daraus erhält man 0.0114 gr Cl für 10 Liter.

**SO<sub>3</sub>.** 1 Liter ergab 0.0028 gr BaSO<sub>4</sub>, 0.0096 gr SO<sub>4</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.** Spuren.

**SiO<sub>2</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0104 gr SiO<sub>2</sub>, 0.0346 gr auf 10 Liter entsprechend.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0012 gr, 0.004 gr Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**CaO.** 3 Liter ergaben 0.0184 gr, also auf 10 Liter 0.0613 gr CaO.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0008 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 0.001 gr MgO auf 10 Liter entsprechend.

**K<sub>2</sub>O** und **Na<sub>2</sub>O.** Von 1 Liter erhielt ich 0.0086 gr Alkalichloride, woraus mit PtCl<sub>4</sub> 0.0092 gr K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> ausgefällt wurden, 0.0028 gr KCl entsprechend. Für 10 Liter erhält man also:

0.028 gr KCl,	0.0178 gr K <sub>2</sub> O	entsprechend.
0.058 gr NaCl,	0.0308 gr Na <sub>2</sub> O	»

**NH<sub>3</sub>.** Spuren.

**N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** und **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** kamen nicht vor.

Der Verdunstungsrückstand von 1 Liter wog 0.0330 gr und nach Glühen 0.0251 gr.

<sup>1</sup> Dieser Umstand dürfte indessen keinen Einfluss auf den Salzgehalt des Flusses üben, da die hier vorkommenden marinen Ablagerungen ein in Verhältnis zum ganzen Flussgebiete verschwindend kleinen Areal einnehmen und ausserdem in einem sehr ausgesüßten Meeresarm gebildet worden sind.

Daraus erhält man für 10 Liter:

Feuerfeste Bestandteile	0.251 gr.
Glühverlust . . . .	0.079 »
Feste Bestandteile . .	0.330 »

Tabelle über die gefundenen Werte:

Cl	0.0114
SO <sub>3</sub>	0.0096
CO <sub>2</sub>	0.08
SiO <sub>2</sub>	0.0346
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004
CaO	0.0613
MgO	0.001
K <sub>2</sub> O	0.0178
Na <sub>2</sub> O	0.0308
	<hr/>
	0.2505
— O	0.0025
	<hr/>
	0.2480

Die Indalselv. Die Probe wurde d. 30 Juni 1902 gleich unterhalb des Hammarfors 112 m ü. d. M. bei Ragunda im östlichen Jämtland entnommen, also unterhalb der marinen Grenze. Die marinen Sedimente, die oberhalb Ragunda vorkommen, haben jedoch im Verhältnis zum ganzen Flussgebiet eine sehr geringe Ausdehnung. Der Wasserstand war ein wenig mehr als mittelhoch<sup>1</sup>. Das Wasser war an Farbe schwach gelb und klar.

**Cl.** 100 cm<sup>3</sup> verlangten durchschnittlich (3 Bestimmungen) 0.43 cm<sup>3</sup> Silbernitratlösung von derselben Stärke wie bei der vorhergehenden Analyse. Daraus erhält man einen Chlorgehalt von 0.013 gr auf 10 Liter.

**SO<sub>3</sub>.** 1 Liter ergab 0.0060 gr BaSO<sub>4</sub>, woraus man für 10 Liter 0.0206 gr SO<sub>3</sub> erhält.

**CO<sub>2</sub>.** 200 cm<sup>3</sup> gaben 0.0016 gr freie und halbgebundene, 0.0022 gr gebundene Kohlensäure, 0.08 resp. 0.11 gr auf 10 Liter entsprechend.

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.** Spuren.

**SiO<sub>2</sub>.** Von 3 Liter erhielt ich 0.0059 gr, 0.0197 gr SiO<sub>2</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0047 gr, 0.0157 gr auf 10 Liter entsprechend.

**CaO.** 3 Liter ergaben 0.0259 gr; auf 10 Liter also 0.0863 gr CaO.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0018 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, auf 10 Liter also 0.0022 gr MgO.

**K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O.** 1 Liter ergab 0.013 gr Alkalichloride, woraus ich

<sup>1</sup> Vgl. FEGRÆUS, T.: Om de lösa jordaflagringsarna i några af Norrlands elfdalar. Stockholm 1890 (Dissertation.) Tab. I.

0.0104 gr  $K_2PtCl_6$ , 0.00319 gr KCl entsprechend, erhielt; für 10 Liter erhält man also:

0.0319 gr KCl, 0.0201 gr  $K_2O$  entsprechend  
0.0981 gr NaCl, 0.0521 gr  $Na_2O$  entsprechend.

$NH_3$ ,  $N_2O_3$  und  $N_2O_5$  kamen nicht vor.

Der Verdunstungsrückstand von 1 Liter wog 0.0357 gr und nach Glühen 0.0294 gr.

Daraus erhält man für 10 Liter berechnet:

Feuerfeste Bestandteile . . .	0.294 gr.
Glühverlust . . . . .	0.063 »
Feste Bestandteile . . . . .	0.357 »

Tabelle über die gefundenen Werte:

Cl	0.013
$SO_3$	0.0206
$CO_2$	0.11
$P_2O_5$	Spuren
$SiO_2$	0.0197
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0.0157
CaO	0.0863
MgO	0.0022
$K_2O$	0.0201
$Na_2O$	0.0521
	<hr/>
	0.3397
— O	0.0029
	<hr/>
	0.3368

Die Fyriså. A. **Frühlingswasser**. Die Probe wurde den 28 April 1902 bei hohem Wasserstande oberhalb der Stadt Upsala entnommen. Das Wasser, das aus einer Tiefe von 1 Meter heraufgeholt wurde, war trüb und von gelblicher Farbe. Die aufgeschlämmten Partikel setzten sich nicht völlig auf dem Boden der Flaschen ab und waren durch Filtrieren nicht ganz zu entfernen.

**Cl**. Das Mittel aus mehreren Bestimmungen war 0.0531 gr auf 10 Liter.

**$SO_3$** . 1 Liter ergab 0.1006 gr  $BaSO_4$ , 0.345 gr  $SO_3$  auf 10 Liter entsprechend.

**$CO_2$** . 200  $cm^3$  ergaben 0.0076 gr freie und halbgebundene, 0.0072 gr gebundene Kohlensäure. Für 10 Liter erhält man also 0.38 resp. 0.36 gr.

**$N_2O_5$** . Spuren.

**$SiO_2$** . 2 Liter ergaben 0.0202 gr, 0.1010 gr  $SiO_2$  auf 10 Liter entsprechend.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** 2 Liter ergaben 0.0090 gr, woraus man 0.045 gr Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> für 10 Liter erhält.

**CaO.** 2 Liter ergaben 0.1297 gr, 0.6485 gr auf 10 Liter CaO entsprechend.

**MgO.** 2 Liter ergaben 0.0263 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 0.0475 gr MgO auf 10 Liter entsprechend.

**K<sub>2</sub>O** und **Na<sub>2</sub>O.** Von 1 Liter erhielt ich 0.0201 gr Alkalichloride und 0.025 gr K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>. Daraus erhält man für 10 Liter:

0.076 gr KCl, 0.048 gr K<sub>2</sub>O entsprechend, und  
0.125 gr NaCl, 0.0663 gr Na<sub>2</sub>O entsprechend.

**NH<sub>3</sub>.** Spuren.

**N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** und **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** kamen nicht vor.

Der Verdunstungsrückstand von 300 cm<sup>3</sup> wog 0.067 gr und nach Glühen 0.0440 gr.

Daraus erhält man für 10 Liter berechnet,

Feuerfeste Bestandteile . . . .	1.466 gr.
Glühverlust . . . . .	0.767 »
Feste Bestandteile . . . . .	2.233 »

Eine zweite Bestimmung ergab 1.54 gr feuerfeste Bestandteile. Das Mittel ist also für 10 Liter 1.503 gr.

Tabelle über die gefundenen Werte:

Cl	0.0531
SO <sub>3</sub>	0.3450
CO <sub>2</sub>	0.36
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Spuren
SiO <sub>2</sub>	0.1010
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.045
CaO	0.6485
MgO	0.0475
K <sub>2</sub> O	0.048
Na <sub>2</sub> O	0.0663
NH <sub>3</sub>	Spuren
	<hr/>
	1.7144
— O	0.0118
	<hr/>
	1.7026

B. **Herbstwasser.** Die Probe wurde den 20 Okt. 1902 oberhalb der Stadt Upsala aus einer Tiefe von 1 Meter genommen. Nach dem regnerischen Sommer und Herbst war die Wassermenge des Flusses sehr gross. Das Wasser war trübe und an Farbe schmutziggelb.

**Cl.** In 100 cm<sup>3</sup> wurde das Chlor durch 1.9 cm<sup>3</sup> Silbernitratlösung (Mittel von 3 Bestimmungen) ausgefällt. 1 cm<sup>3</sup> von der Silberlösung entsprach 0.0002976 gr Cl. Daraus erhält man 0.0565 gr Cl für 10 Liter.

**SO<sub>3</sub>.** 1 Liter ergab 0.1642 gr BaSO<sub>4</sub>, 0.5631 gr SO<sub>3</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**CO<sub>2</sub>.** 200 cm<sup>3</sup> ergaben 0.0006 freie und halbgebundene, 0.0036 gr gebundene Kohlensäure, 0.03 resp. 0.18 gr auf 10 Liter entsprechend.

**N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.** Etwa 0.002 gr auf 10 Liter.

**SiO<sub>2</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0320 gr, 0.107 gr SiO<sub>2</sub> auf 10 Liter entsprechend.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** 3 Liter ergaben 0.0097 gr. Für 10 Liter erhält man also 0.0323 gr.

**CaO.** 3 Liter enthielten 0.2033 gr, 0.6776 gr CaO auf 10 Liter entsprechend.

**MgO.** 3 Liter ergaben 0.0503 gr Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 0.0607 gr MgO auf 10 Liter entsprechend.

**K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O.** Aus 1 Liter erhielt man 0.0204 gr Alkalichloride und 0.0190 gr K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>, 0.0058 gr entsprechend. Daraus erhält man für 10 Liter:

0.058 gr KCl, 0.036 gr K<sub>2</sub>O entsprechend und  
0.146 » NaCl, 0.0775 gr Na<sub>2</sub>O »

**NH<sub>3</sub>.** Etwa 0.001 gr auf 10 Liter.

Der Verdunstungsrückstand von 500 cm<sup>3</sup> wog 0.1108 gr und nach Glühen 0.0818 gr. Daraus erhält man für 10 Liter:

Feuerfeste Bestandteile . . . . . 1.636 gr.  
Glühverlust . . . . . 0.580 »  
Feste Bestandteile . . . . . 2.216 »

Tabelle über die gefundenen Werte:

Cl	0.0565
SO <sub>3</sub>	0.5631
CO <sub>2</sub>	0.18
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.002
SiO <sub>2</sub>	0.107
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0323
CaO	0.6776
MgO	0.0607
K <sub>2</sub> O	0.036
Na <sub>2</sub> O	0.0775
NH <sub>3</sub>	0.001
	<hr/>
	1.7937
— O	0.0126
	<hr/>
	1.7811

Tab. 1. *Zusammenstellung der Analysensresultate.*

	Die	Die	Die	Die	Die	Die	Die
	Byskeelf	Klarelf	Klarelf	Ljusnan	Indalself	Fyris	Fyris
	$\frac{18}{7}$	$\frac{10}{4}$	$\frac{23}{10}$	$\frac{28}{6}$	$\frac{30}{6}$	$\frac{28}{4}$	$\frac{20}{10}$
Cl. . . . .	0.0096	0.014	0.0059	0.0114	0.013	0.0531	0.0565
SO <sub>3</sub> . . . . .	0.0068	0.0134	0.0168	0.0096	0.0206	0.3450	0.5631
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.075	0.0795	0.075	0.08	0.11	0.36	0.18
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	0.001	Spuren	—	Spuren	0.002
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.0153	0.036	0.0507	0.0346	0.0197	0.1010	0.107
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.0040	0.0063	0.0197	0.004	0.0157	0.045	0.0323
CaO . . . . .	0.0327	0.0576	0.0433	0.0613	0.0863	0.6485	0.6776
MgO . . . . .	0.0022	0.0024	0.0022	0.001	0.0022	0.0475	0.0607
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.022	0.0695 <sup>1</sup>	0.012	0.0178	0.0201	0.048	0.036
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.027		0.030	0.0308	0.0521	0.0663	0.0775
NH <sub>3</sub> . . . . .	—	—	Spuren	Spuren	—	Spuren	0.001
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	Spuren	—	—
Summe <sup>2</sup> unorg. Bestandteile . . . . .	0.1925	0.2756	0.2553	0.2480	0.3368	1.7026	1.7811
Glühverlust . . . . .	0.130	0.090	0.0784	0.079	0.063	0.767	0.580
Feste Bestandteile	0.2666	0.347	0.2850	0.330	0.357	2.233	2.216
Freie und halbgeb. CO <sub>2</sub> . . . . .	0.155	0.043	0.03	0.105	0.08	0.38	0.03

Tab. 2. *Die prozentige Zusammensetzung der gefundenen Salzmengen.*

	Die	Die	Die	Die	Die	Die	Die
	Byskeelf	Klarelf	Klarelf	Ljusnan	Indalself	Fyris	Fyris
	$\frac{13}{7}$	$\frac{10}{4}$	$\frac{23}{10}$	$\frac{28}{6}$	$\frac{30}{6}$	$\frac{28}{4}$	$\frac{20}{10}$
Cl. . . . .	4.93	5.02	2.30	4.55	3.83	3.10	3.15
SO <sub>3</sub> . . . . .	3.49	4.81	6.55	3.83	6.06	20.12	31.39
CO <sub>2</sub> . . . . .	38.54	28.52	29.23	31.94	32.38	21.00	10.04
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	0.40	—	—	—	0.11
SiO <sub>2</sub> . . . . .	7.86	12.92	19.76	13.81	5.80	5.89	5.96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2.06	2.26	7.68	1.60	4.62	2.63	1.80
CaO . . . . .	16.80	20.67	16.88	24.47	25.41	37.83	37.78
MgO . . . . .	1.13	0.86	0.85	0.40	0.65	2.77	3.38
K <sub>2</sub> O . . . . .	11.31	—	4.67	7.11	5.91	2.80	2.01
Na <sub>2</sub> O . . . . .	13.88	24.94 <sup>3</sup>	12.29	15.34	3.86	4.32	4.32
NH <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	0.06
Summe . . . . .	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

<sup>1</sup> Als Na<sub>2</sub>O berechnet.<sup>2</sup> Nach Abzug der Sauerstoffmengen, die den respektiven Chlormengen äquivalent sind.<sup>3</sup> Mit Einschluss von K<sub>2</sub>O.

Tab. 3. Die Salze, als Karbonate berechnet. 10 Liter enthalten:

	Die Klarelf <sup>10</sup> / <sub>4</sub>		Die Klarelf <sup>23</sup> / <sub>10</sub>		Die Byskeelf		Die Ljusnan		Die Indalself	
Glührückstand	0.257		0.2066		0.1366		0.251		0.294	
Die gefundene Salzmenge . .	0.2756		0.2553		0.1925		0.2477		0.3288	
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0.1028		0.0773		0.0583		0.1094		0.1540	
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	0.0050		0.0046		0.0046		0.0021		0.0046	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	0.1188		0.0513		0.0462		0.0527		0.0891	
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	—		0.0176		0.0323		0.0261		0.0295	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0063		0.0197		0.0040		0.004		0.0157	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.036		0.0507		0.0153		0.0346		0.0197	
Cl . . . . .	0.014		0.0059		0.0096		0.0114		0.013	
SO <sub>3</sub> . . . . .	0.0134	0.2963	0.0168	0.2439	0.0068	0.1771	0.0096	0.2499	0.0206	0.3462
Abgeht CO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> entspre- chend . . . . .	0.0074		0.0092		0.0037		0.0052		0.0113	
Abgeht CO <sub>2</sub> , Cl entspre- chend . . . . .	0.0087	0.0161	0.0037	0.0129	0.0059	0.0096	0.0071	0.0123	0.0081	0.0194
Summe	0.2802		0.2310		0.1675		0.2376		0.3268	

Betreffend die Fyriså dürfte eine Berechnung der Salze nach der vorhergehenden Tabelle nicht genügend sein, weil die Karbonate in der Fyriså nicht dieselbe dominierende Rolle spielen wie in den übrigen Flüssen.

Ich habe deshalb die Analysen nach der von Kubel & Tiemann (l. c., S. 161) angegebenen Methode zusammengestellt mit folgendem Resultat:

	Die Fyris <sup>28</sup> / <sub>4</sub>	Die Fyris <sup>20</sup> / <sub>10</sub>
NaCl . . . . .	0.0876	0.0932
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	0.0453	0.0643
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	0.0888	0.0666
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	0.1419	0.1814
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	0.3134	0.6386
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0.8186	0.4093
CaO <sup>1</sup> . . . . .	0.0608	0.1853
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.1010	0.107
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.045	0.0323
Ammoniumsalze . . . . .		0.0031
	1.7024	1.7780

<sup>1</sup> Der Überschuss von Basen, welcher entsteht, ist teils an Kieselsäure teils an organische Säuren gebunden. Dieser Überschuss ist vielleicht eher als Alkalien denn als Kalk anzusehen.

Ich teile hiernach die Analysen der übrigen schwedischen Flüsse mit, die ich in der Litteratur gefunden, wobei ich hervorheben will, dass, wo dies notwendig war, die Resultate von mir in der Weise verändert worden sind, dass sie an 10000 cm<sup>3</sup> berechnet sind.

ALMÉN hat in Sv. Läkaresällskap. Nya Handlingar Ser. II, Teil 3 seine Untersuchungen über einige schwedische Flusswässer publiziert. Eine Zusammenstellung derselben ergibt Folgendes.

In 10000 Teilen Wasser	Fester Rückstand	Glühverlust	NaCl	Grad von Härte
Die Dalelf, bei Elfkarleby <sup>12</sup> / <sub>1</sub> 1868 . . . . .	0.516	0.176	0.07	0.15
Der Falufluss, <sup>4</sup> / <sub>1</sub> 1868 . . . . .	0.422	0.096	0.058	0.09
Die Fyriså bei Upsala (Mittel) . . . . .	1.584	0.37	0.15	0.45
Die Gefleå <sup>12</sup> / <sub>1</sub> 1868 . . . . .	1.62	0.16	0.088	0.38
Die Grycksboå unweit von Falun <sup>4</sup> / <sub>1</sub> 1868 . . .	0.428	0.096	0.067	0.11
Der Göta Fluss oberhalb Göteborg Jan. 1868 . .	0.492	0.176	0.219	0.07
Das Wasserleitungswasser von Jönköping <sup>28</sup> / <sub>3</sub> 1868	0.618	0.198	0.114	0.07
Die Klarelf bei Karlstd <sup>5</sup> / <sub>3</sub> 1868 . . . . .	0.366	0.13	0.094	0.05
Der Strom von Motala oberhalb Norrköping <sup>11</sup> / <sub>6</sub> 1868 . . . . .	0.58	0.13	0.14	0.11
Der Norrstrom vor dem erbprinzlichen Palais, Stockholm <sup>27</sup> / <sub>12</sub> 1867 . . . . .	2.468	0.376	0.76	0.15
Die Torne-elf, Haparanda, Juni 1867 . . . . .	2.19	0.26	1.871	0.05
Die Ume-elf, Umeå, Juni 1867 . . . . .	1.19	0.25	0.783	0.08
Die Ångermanelf oberhalb Sollefteå <sup>13</sup> / <sub>6</sub> 1867 .	0.334	0.104	0.117	0.05

Aus den Jahresberichten über die Tätigkeit auf den chemischen Stationen habe ich folgende Angaben entnommen (Tabellen a und b).

Tabelle a.

In 10000 Teilen Wasser	Feste Bestandteile	Glühverlust	SiO <sub>2</sub>	Cl	NaCl	MgO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Die Analyse ausgeführt auf der chemischen Station von
Die Björsta-å, Kirchspiel von Gudmundrå . . . . .	1.404	0.536	—	—	—	—	—	—	Hernösand 1901
Die Bolsta-å . . . . .	0.556	0.25	—	—	—	—	—	—	» 1890
Die Helgeå, Sept. . . . .	0.86	0.39	—	—	—	—	—	—	Kristianstad 1893
Die Helgeå, Nov. . . . .	0.87	0.33	—	—	—	—	—	—	» 1893
Die Kolbäckså bei Mölntorp . . . . .	1.024	0.424	—	—	—	—	—	—	Wästerås 1899
Die Köpingså . . . . .	0.88	0.228	—	—	0.195	—	—	—	» 1890

In 10000 Teilen Wasser	Feste Bestandteile	Glühverlust	SiO <sub>2</sub>	Cl	NaCl	MgO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Die Analyse ausgeführt auf der chemischen Station von
Der Lunnebach, Bofors . . . . .	0.736	0.316	—	0.142	0.234	—	—	—	Örebro 1889
Die Nissan bei Johannesfors . . . . .	0.4	0.25	—	—	0.13	—	—	—	Halmstad 1895
Die Nissan bei Halmstad									
1) Tiefe von 1.2 meter	2.84	0.72	—	—	1.76	—	—	—	» 1899
2) » » 2.1 »	3.26	0.84	—	—	2.11	—	—	—	» »
3) » » 3 »	3.12	0.8	—	—	2.05	—	—	—	» »
Die Nora-å <sup>27</sup> / <sub>1</sub> . . . . .	0.49	0.232	—	0.142	0.234	—	—	—	Örebro 1882
Die Swartå, bei Örebro	0.65	0.28	—	0.078	0.129	—	—	—	» »
» » » »	0.796	0.37	—	0.106	0.175	—	0.168	—	» 1888
» » » »	1.05	0.68	—	0.078	0.129	—	0.128	—	» 1890
Die Tabergs-å . . . . .	0.632	0.282	0.04	0.047	—	0.027	0.09	0.02	Jönköping 1895
Die Ångermanelf bei Sollefteå . . . . .	0.507	—	—	—	0.195	—	—	—	Hernösand 1901
Die Ätran bei Falkenberg . . . . .	0.6	0.24	—	—	0.18	—	—	—	Halmstad 1896
» » » »	0.62	0.28	—	0.096	—	0.022	0.064	—	» 1898

Die Björsta-å und die Bollsta-å sind in Ångermanland, der Lunnebach und die Nora-å in Nerike, die Tabergs-å in Småland belegen.

Tabelle b.

In 10000 Teilen Wasser	Die Hossmoå, Kalmar 1895	Die Mieå, Kalmar 1895	Der Skälbyer Bach, Kalmar 1897	
			<sup>27</sup> / <sub>4</sub>	<sup>12</sup> / <sub>5</sub>
NaCl . . . . .	0.138	0.082	0.167	0.27
KCl . . . . .	0.025	—	—	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	—	0.066	0.376	0.188
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	—	0.028	0.122	0.077
MgO . . . . .	—	—	0.09	0.078
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	0.032	0.06	—	—
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	—	—	—	0.254
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	0.069	0.089	—	—
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	0.043	—	1.662	1.709
FeCO <sub>3</sub> . . . . .	0.012	—	—	—
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.041	0.034	—	—
Organ. Stoffe . . . . .	0.15	0.161	0.544	0.601
Schlamm . . . . .	—	—	0.157	0.163
Summe	0.51	0.52	3.478	3.53

Die Hossmo-å ist südlich von Kalmar belegen; die Probe wurde bei Binga ganz nahe der Mündung des Flusses in die Meerenge von Kalmar entnommen. Die Mie-å bildet den Abfluss des Sees Mien im südlichen Småland. Der Skälbyer Bach ist ein kleines Gewässer, das sich in den südwestlich von Kalmar belegenden Stensöbusen ergießt.

Herr G. NANNES, Assistent an der chemischen Station von Skara, hat gütigst folgende von ihm ausgeführten Analysen von dem Flusswasser von Mölndal, — die Probe wurde dem Hafen von Ceres in Gothenburg entnommen — zu meiner Verfügung gestellt. Die Analysen sind von grossem Interesse, weil sie mit Material, das zu allen Zeiten des Jahres genommen worden ist, ausgeführt sind, und also den Wechsel der Zusammensetzung des Flusswassers genau angeben.

Die Tabelle wird hier mit der Änderung mitgeteilt, dass die Zahlen für Gr auf 10 Liter berechnet sind.

*Analysen des Mölndaler Flusswassers.*

Probe, alle zwei Tage in dem Hafen von Ceres genommen	Die Analyse ist ausgeführt worden am	Verdunstungsrückstand	Verbrauch von Sauerstoff <sup>1</sup>	Kieselsäure SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eisenoxyd und Thonerde	Kalk CaO	Talk MgO	Schwefelsäure SO <sub>3</sub>	Salpetrige Säure N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
7 Febr.—23 April 1894 . . . . .	<sup>27</sup> / <sub>4</sub> 1894	1.200	0.0458	0.105	0.032	0.081	0.05	0.1695	0.0342	
Mai 1894 . . . . .	<sup>15</sup> / <sub>6</sub> 1894	0.880	0.0295	0.065	0.100	0.050	0.039	0.1490	0.0285	
Juni 1894 . . . . .	<sup>14</sup> / <sub>9</sub> 1894	0.860	0.0257	0.055	0.030	0.0532	0.0342	0.1098	0.0285	
Juli 1894 . . . . .	<sup>17</sup> / <sub>9</sub> 1894	0.760	0.0504	0.080	0.050	0.0672	0.0272	0.1968	0.0228	
Aug. 1894 . . . . .	<sup>13</sup> / <sub>9</sub> 1894	0.965	0.0602	0.050	0.080	0.0616	0.0720	0.1643	0.0418	
1 Sept. 1894—1 März 1895 . . . . .	<sup>15</sup> / <sub>6</sub> 1895	1.100	0.0475	0.110	0.080	0.0812	0.0344	0.1472	0.0190	

## 2) Theoretischer Teil.

### A. Der Gehalt der Flüsse an aufgelösten Bestandteilen.

Die oben mitgeteilten Analysen von 31 schwedischen Flüssen und Bachwässern zeigen deutlich, in welchem hohem Grade diese an Mengen der in ihnen aufgelösten festen Bestandteile variieren können.

Die kleinste Menge von aufgelösten Bestandteilen, 0.266, finden wir in der Byske-elf, die grösste Menge, 3.367, in dem Skälbyer Bach. Wenn man die Analysen von der Torne-elf, die von der Ume-elf und diejenigen von der Nissan bei Halmstad nicht mitrechnet, weil das Wasser dieser Flüsse mit Meereswasser deutlich gemengt ist, wird das

<sup>1</sup> Oxydierbarkeit durch Chamäleonlösung.

Mittel<sup>1</sup> 0,85. In den meisten Fällen ist der Glühverlust bestimmt worden; daraus kann man den ungefähren Gehalt der unorganischen Stoffe berechnen. Das Minimum und das Maximum in dieser Hinsicht findet man auch in der Byske-elf und in dem Skälbyer Bach. Das Mittel ist, wenn man die Proben aus der Torne-elf, der Ume-elf und der Nissan bei Halmstad nicht mitnimmt, 0,59 für die unorganischen und 0,24 für die organischen Stoffe (alles in Gramm auf 10 Liter berechnet).

Die Zahlen zeigen auch, dass ein und derselbe Fluss an verschiedenen Stellen wesentlich verschiedenes Wasser haben kann.

Die Ursachen dieser Verschiedenheiten können mehrere sein.

Eine Zunahme des Salzgehalts eines Flusses kann ganz nahe der Mündung desselben an dem Meere stattfinden und auf einer Mischung mit dem salzreicheren Meerwasser beruhen. Dass dies der Fall bei der Torne-elf bei Haparanda und der Ume-elf bei Umeå ist, wird deutlich durch den hohen Gehalt an Chlornatrium angegeben. Dasselbe dürfte auch für die Nissan bei Halmstad gelten, wie die Analysen zeigen.

Ein anderer Faktor, der Veränderungen der Zusammensetzung eines Flusswassers bewirken kann, liegt in den verschiedenen Jahreszeiten, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass die Proben an derselben Stelle entnommen werden.

Von den Wässern der Klarelf und der Fyriså bin ich in der Lage gewesen, Analysen zu verschiedenen Jahreszeiten auszuführen. Die Klarelf enthielt zur Winterzeit bedeutend mehr aufgelöste Stoffe als während des Sommers und des Herbstes. Die Analysen von dem Wasser der Fyriså zeigten, dass die Probe des Herbstwassers mehr feste Bestandteile als die des Frühlings enthielt. Dass die Variationen ziemlich gross sein können, geht aus ALMÉN's Analysen<sup>2</sup> von dem Wasser der Fyriså hervor. Er hat nämlich gefunden

den $\frac{21}{3}$	1867 . . . .	2.014	(der Fluss war von Eis bedeckt)
den $\frac{23}{4}$	» . . . .	1.044	(der Fluss war eisfrei)
den $\frac{12}{7}$	» . . . .	1.572	
den $\frac{12}{12}$	» . . . .	1.791.	

Die Analysen für den Mölndaler Fluss geben ebenso an, dass die Menge der festen Bestandteile während der kalten Jahreszeit am grössten ist.

Die Ursache davon liegt, wie ROTH<sup>3</sup> hervorgehoben hat, darin, dass die Flüsse während des Winters hauptsächlich von Quellwasser gespeist werden. Dieses ist in der Regel an aufgelösten Stoffen reicher

<sup>1</sup> In jedem Falle, wo mehrere Analysen von demselben Wasser vorliegen, habe ich das Mittel von diesen Analysen angewendet.

<sup>2</sup> l. c., S. 41.

<sup>3</sup> Allgemeine und chemische Geologie Bd. I, Seite 454.

als das Flusswasser; infolgedessen wird der Gehalt des Flusses an solchen Stoffen vermehrt. Dagegen hat reichlicher Niederschlag von Regen und Schnee den Einfluss, dass der Salzgehalt des Flusses vermindert wird, weil Regen- und Schneewasser wenig feste Bestandteile enthalten. ALMÉN<sup>1</sup> fand in Schneewasser 0.07 Teile fester Bestandteile mit einem Glühverlust von 0.021. Eine Probe von Regenwasser enthielt 0.133 Gr fester Bestandteile mit einem Glühverlust von 0.022. Aus dem Vorhergehenden geht deutlich hervor, dass bei Dürre im Sommer der Salzgehalt der Flüsse wachsen muss.

Die wichtigste Ursache dafür, dass Flüsse sich durch verschiedenen Gehalt an festen Bestandteilen auszeichnen, ist ohne Zweifel in der geologischen Beschaffenheit der Flussgebiete zu suchen. Dasselbe Moment kann gewiss auch veranlassen, dass ein einzelner Fluss nicht denselben Salzgehalt an verschiedenen Punkten in seinem Laufe aufweist.

Die Flüsse, wie z. B. die Byske-elf und die Ljusnan, aus denen Proben in der Nähe der marinen Grenze entnommen sind, zeichnen sich durch einen sehr geringen Gehalt an festen Stoffen, besonders an unorganischen Bestandteilen, aus. Von diesen Flüssen gehört die Byske-elf ganz und gar zu einem Urgebirgsgebiet, und hat nebst ihren Zuflüssen nur Urgebirge oder aus diesem entstandene Moräne entwässert. Das Quellengebiet der Ljusnan liegt zwar in algonkischem Terrain, der Fluss gehört aber grösstenteils zu einem Urgebirgsgebiet. Der geringe Gehalt dieser beiden Flüsse an unorganischen Bestandteilen lässt sich leicht erklären.

Die Silikate sind ja im allgemeinen sehr schwer zu lösen und die Karbonatgesteine, die sich verhältnismässig leicht lösen lassen, sind fast gar nicht vorhanden. Die Flüsse und ihre Zuflüsse müssen daher ihren Salzgehalt hauptsächlich durch Dekomposition von Silikatgesteinen vermittelt kohlen säurehaltigen Wassers erhalten.

Hinsichtlich des Salzgehalts zeigt die Klarelf dieselben Verhältnisse wie die Byske-elf und die Ljusnan, obgleich die Proben aus der Klarelf ziemlich weit unterhalb der marinen Grenze entnommen worden sind. Die Sedimente, die man in dem Tal der Klarelf oberhalb EDEBÄCK findet, bestehen aber hauptsächlich aus Sand, und wie die Analysen darlegen, lässt sich in diesem keine Auswässerung von Salzen konstatieren.

Die Indalself ist ein wenig, wenn auch nicht viel, salzreicher als diese drei Flüsse, und dies beruht darauf, dass ein grosser Teil ihres Drainierungsgebiets aus dem jämtländischen Silur mit seinen Kalkgesteinen besteht.

Betreffend die Mengen der festen Bestandteile stimmen folgende Flüsse mit den vorangehenden ziemlich überein: die Ångermanelf, die Falu-å, die Grycksbo-å, die Nissan (bei Johannisfors), die Nora-å, die Dal-elf und die Götaelf.

---

<sup>1</sup> l. c., S. 65—69.

Den letztgenannten Fluss kann man nach seiner Lage freilich nicht als einen echt archaischen Fluss betrachten; es ist aber anderseits deutlich, dass sein Salzgehalt, 0.56 gr feste Bestandteile, in wesentlichem Grade durch den Salzgehalt des Wassers des Wenersees bestimmt werden muss. Dieses enthält nach ALMÉN<sup>1</sup> in dem nördlichen Teil des Wenersees 0.38 Teile fester Bestandteile auf 10000 Teile Wasser. In der Nähe von Åmål enthält das Wasser des Wenersees nach einer Analyse, die auf der chemischen Station von Westerås ausgeführt worden ist, 0.4 bis 0.463 Teile fester Bestandteile auf 10000 Teile Wasser.

Aus den Analysen geht weiter hervor, dass die Fyriså, die Gefle-å und besonders der Skälbyer Bach sich durch einen im Vergleich mit den oben erwähnten Flüssen hohen Salzgehalt auszeichnen. Dies findet auch seine Erklärung in den geologischen Verhältnissen. Die Fyriså und ihre Zuflüsse entwässern grösstenteils ganz mächtige und weit verbreitete quar-äre Ablagerungen, die sich durch einen oft bedeutenden Karbonatgehalt auszeichnen (Moränmergel, mergeliger Bänderton), und andere jüngere Tonablagerungen, die reich an Schwefel- und Chlorverbindungen sind. — Ich werde in dem Folgenden Gelegenheit finden auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

In diesem Zusammenhang muss ich auch das Vorkommen organischer Stoffe in dem Flusswasser ein wenig berühren.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Beschaffenheit des Drainierungsgebiets eines Flusses auch in dieser Hinsicht einen gewissen Einfluss ausüben muss. So findet man z. B., dass das Wasser der Byske-elf ausserordentlich viel organische Stoffe im Verhältnis zu den unorganischen enthält. Der Glühverlust betrug 0.130 auf 0.2666 Teile fester Bestandteile. Dass die Byske-elf so viel organische Stoffe enthält, beruht darauf, dass den ganzen Fluss entlang und besonders in der Nähe von Myrheden, wo die Probe entnommen wurde, es grosse Moore giebt, die ihren Abfluss durch die Byske-elf haben. Das Wasser der Fyriså enthielt am 28 April mehr organische Stoffe als im Oktober. ALMÉN<sup>2</sup> hat durch Oxydation mit Kaliumpermanganat aus Proben, die er alle zwei Monate während eines ganzen Jahres genommen hat, den Gehalt des Fyris-Wassers an organischen Stoffen bestimmt, und dabei gefunden, dass er während des Sommers und der Herbstmonate am geringsten ist, und dass er während des Winters zunimmt.

Die von NANNES oben mitgeteilten Zahlen über den Verbrauch des Sauerstoffs für das Mölndaler Wasser zeigen den geringsten Gehalt an organischen Stoffen in den Monaten Mai und Juni, den grössten im Juli und August. Eine allgemeine Regel für die Variationen der organischen Stoffe mit den Jahreszeiten dürfte man aus dem vorliegenden Material nicht aufstellen können.

<sup>1</sup> l. c., Seite 138.

<sup>2</sup> l. c., Seite 190—191.

Es ist selbstverständlich, dass der Gehalt eines Flusswassers an organischen Stoffen sehr verschieden sein kann, je nachdem die Proben an verschiedenen Stellen des Flusses entnommen sind. Dieser Gehalt kann sich durch Zuflüsse, die reich oder arm an organischen Stoffen sind, vermehren oder vermindern. Eine Abnahme an organischen Substanzen kann auch auf andere Weise stattfinden. Bäche, die aus Moorgebieten kommen, zeichnen sich, wie allgemein bekannt ist, durch ihr braungefärbtes Wasser aus. Wenn solches Wasser einen See durchflossen hat, sieht man, dass die braune Farbe verschwunden ist oder wenigstens, dass sie heller geworden ist. Dies zeigt an, dass irgend eine Veränderung in der Zusammensetzung des Wassers eingetreten ist. Da man berechtigt ist zu vermuten, dass diese Veränderung die in dem Wasser vorkommenden organischen Stoffe betrifft, habe ich, um dies näher zu erforschen, einige Titrierungen mit Kaliumpermanganat<sup>1</sup> an solchen Wässern ausgeführt. Von den drei nahe an einander liegenden und mit einander in Verbindung stehenden Seen, dem Loussajärvi, dem Oberen und dem Unteren Lombole in der Nähe von Kiruna in Lappland, liegt der Luossajärvi am höchsten, der letzterwähnte am niedrigsten. Für zwei von den Zuflüssen des Luossajärvi konstatierte ich einen Sauerstoffverbrauch von 0.28 gr auf 10 Liter. Für Proben aus einem von den Zuflüssen des Unteren Lombole war der Sauerstoffverbrauch 0.15 gr. Das Mittel 0.237 ist ein Mass für die Menge der organischen Stoffe, die den Seen zugeführt worden sind. Bei dem Ausfluss des Unteren Lombole zeigte das Wasser einen Sauerstoffverbrauch von 0.158.

Diese Zahlen deuten darauf hin, dass eine Oxydation oder Ausfällung organischer Stoffe, — oder vielleicht beides —, in den Seen stattgefunden hat.

Aus Wästergötland bin ich im Stande einige Zahlen mitzuteilen, die noch deutlicher dasselbe angeben. Drei Zuflüsse des Månseruder Sees, unweit von Töreboda belegen, zeigten einen Sauerstoffverbrauch von 0.266 resp. 0.26 und 0.467 oder durchschnittlich 0.331 gr; bei dem Ausflusse des Sees war der Sauerstoffverbrauch nur 0.1873, alles auf 10 Liter berechnet.

Ähnliche Zahlen habe ich auch für den See Örlen in Wästergötland erhalten.

Diese wenigen Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, dass rinnendes Wasser, das in seinem Laufe Seen passiert, eine Verminderung des Gehalts an organischen Stoffen erleidet. Ob diese Verminderung auf Oxydation oder Ausfällung oder vielleicht auf beiden Momenten beruht, kann ich nicht entscheiden.

Um näher bestimmen zu können, wie viel organische Stoffe dem Meere durch die Flüsse zugeführt werden, muss man Proben ganz in der Nähe der Mündung entnehmen, weil sich die Menge dieser Stoffe, auf einer ganz kurzen Strecke leicht höchst wesentlich ändern kann.

<sup>1</sup> Nach KUBEL's Methode. Vgl. TIEMANN-KUBEL, Seite 104.

## B. Die Variationen der in Flusswasser vorkommenden unorganischen Bestandteile.

Aus den Tabellen, Seite 113, lassen sich einige Folgerungen bezüglich dieser Variationen ziehen. Hierbei liegt jedoch die Schwierigkeit vor, in jedem besonderen Falle zu entscheiden, mit welchen Basen die verschiedenen Säuren vereinigt sind. Die Tabellen, Seite 114, dürften daher nur als Versuche, Verzeichnisse über die Salze aufzustellen, aufgefasst werden. Diese Schwierigkeit wird besonders gross, wenn es sich um die Kieselsäure und die Eisenoxyde handelt. Die Kieselsäure muss wenigstens teilweise als saure Alkalisilikate auftreten. Das Eisen muss wahrscheinlich als Karbonat oder in Verbindung mit organischen Säureradikalen vorkommen. — Die Variationen gehen am deutlichsten aus den Tabellen über die prozentige Zusammensetzung der Salzmengen hervor.

*Chlor.* Der Chlorgehalt ist in den schwedischen Flüssen gering; in den von mir ausgeführten Analysen wechselt er zwischen 2,3 und 5,02 ‰, also innerhalb ziemlich enger Grenzen. Dass einige Flüsse (die Torne-elf, die Ume-elf und die Nissan bei Halmstad) einen grösseren Chlorgehalt zeigen, dürfte auf Mischung mit dem Meereswasser beruhen. Das spärliche Vorkommen des Chlors in den schwedischen Flüssen erklärt sich im allgemeinen leicht daraus, dass die eigentliche Quelle des Vorkommens des Chlors, besonders in den Urgebirgsgebieten, die nie vom Meere bedeckt gewesen sind, der *Apatit* ist, der bei Verwitterung seinen geringen Chlorgehalt abgibt.

*Kohlensäure.* Der Gehalt der Flüsse an freier und halbgebundener Kohlensäure variiert auf die Weise, dass er in der kältesten Jahreszeit am grössten ist. Aus den Zahlen geht weiter hervor, dass die Menge der gebundenen Kohlensäure, also auch diejenige der Karbonate, von den Mengen der freien Kohlensäure abhängig ist, weshalb Karbonate im Winter reichlicher in Flusswasser vorkommen.

Betrachtet man die prozentige Zusammensetzung der Salzmengen in den verschiedenen Flüssen, so findet man, dass Kohlensäure und infolgedessen Karbonate in den archaischen Flüssen die Hauptmasse der Salze ausmachen, während in der Fyris und in dem Skälbyer Bach Karbonate relativ spärlich vorkommen und anstatt deren Sulfate eine bedeutend grössere Rolle spielen.

*Kieselsäure, Eisen- und Aluminiumoxyd.* In wie grossen Mengen diese Stoffe vorkommen, lässt sich schwer aus den gefundenen Werten bestimmen. Die Kieselsäure scheint jedoch in den grössten Mengen in den archaischen Flüssen vorzukommen.

*Kalk* findet man oft in sehr kleiner Menge in den schwedischen Flusswässern. Unter den von mir untersuchten Flüssen sind die Byske-elf und die Klarelf die an Kalk ärmsten (16,9—20,7 ‰). Reicher an Kalk ist die Indalsel (25,4 ‰), die das jämtländische Silurgebiet drainiert. Der an

Kalk reichste Fluss ist die Fyris-å mit ungefähr 38 % CaO. Dass der Kalk in den drei erstgenannten wie in der Ljusnan hauptsächlich als Karbonat auftritt, geht aus dem geringen Gehalt dieser Flüsse an Chlor und an Schwefelsäure und dem Reichtum an Kohlensäure hervor. Bei der Fyriså ist das Verhältnis wenigstens teilweise ein ganz anderes, worüber näheres unten. Der grosse Kalkgehalt dieses Flusses kommt aus den mergeligen Tonen, welche die Fyris und ihre Zuflüsse passiert haben. Von diesen Tonen, in welchen Stoffe aus dem Silur des Bottnischen Meeres enthalten sind, giebt es zahlreiche Analysen, in welchen der Gehalt von Calciumkarbonat bestimmt worden ist. Das Kalkprozent beträgt in den nördlichsten Teilen des Uppsala Län 30—40 %, in der Gegend von Uppsala 20—30 %. Da die Fyriså und ihre Zuflüsse aus den nördlichen Teilen Upplands kommen, versteht man leicht, dass sie in ihrem Laufe Gegenden mit sehr kalkhaltigem Boden durchflossen haben. Daraus erklärt sich also der Kalkgehalt des Flusses.

*Schwefelsäure.* Der Gehalt an Schwefelsäure ist in den norrländischen Flüssen und in der Klarelf sehr gering, sehr gross dagegen in der Fyriså (20—29,5 %), in dem Mölndaler Bach und dem Skälbyer Bach. Ihren grossen Gehalt an Schwefelsäure hat die Fyriså aus den Tonen der uppländischen Ebene erhalten. Nach A. ERDMANN<sup>1</sup> kann sich dieser Gehalt bis auf 1,5 % belaufen. Der Ton enthält indessen eigentlich nicht den Schwefel in der Form von Sulfat, sondern dieser ist, nach demselben Verfasser, an Eisen, an irgend ein Alkali oder an eine alkalische Erde gebunden<sup>2</sup>. Von den durch Oxydation daraus entstandenen Sulfaten lassen sich einige leicht lösen, wie es der Fall mit den Alkalisulfaten und dem Magnesiumsulfat ist. Andere Sulfate sind ziemlich löslich, z. B. der Kalziumsulfat, welcher löslicher als der Kalziumkarbonat ist. Es ist hiermit gesagt, dass von diesen beiden Salzen das Flusswasser das erstere in höherem Grade als das letztere auslöst, wenn auch dieses in grösserer Menge in dem Ton vorkommt.

*Magnesia* findet man in den schwedischen Flusswässern selten in einer grösseren Menge. — Die archaischen Flüsse sind an MgO am ärmsten.

*Kali und Natron.* Die Prozentzahlen dieser Basen sind sehr verschieden einerseits für die Fyris und andererseits für die sonstigen von mir untersuchten Flüsse. Die Fyris hat nämlich nur verhältnismässig kleine Mengen aufzuweisen, während die anderen Flüsse, besonders die Byskeelf, sehr reich an Alkalien sind. Die Menge der Alkalien scheinen in umgekehrtem Verhältnis zu dem Kalkgehalt zu stehen, so dass in den archaischen Flüssen, wo der Kalkgehalt verhältnismässig klein ist, der Alkali-gehalt grösser ist, während in der Fyris (vgl. auch den Skälbyer Bach) das Verhältnis umgekehrt ist.

<sup>1</sup> Bidrag till kannedom om Sveriges quartära bildningar. Sveriges Geol. Undersökning. T. 1., S. 206.

<sup>2</sup> Auch freien Schwefel hat man in Ton aus der uppländischen Ebene gefunden. G. F. F. Bd. II [1875], Seite 228. (Vergl. auch E. ERDMANN, G. F. F. 1901, s. 385.)

Von den Alkalien kommt Natron immer in grösserer Menge als Kali vor. Ein Vergleich mit den ausländischen Flusswässern dürfte jedoch an die Hand geben, dass die schwedischen Flüsse verhältnismässig reich an Kali sind<sup>1</sup>.

Die gefundenen Alkalimengen dürften in erster Linie als Chloride auftreten. Der Gehalt an Chlor ist indessen in keinem der vorhandenen Fälle hinreichend, um das vorhandene Alkali zu binden, sondern Sulfate und Karbonate von Alkalien kommen auch vor, wozu auch Alkalisilikate und Alkalisalze von organischen Säuren auftreten können.

Wie aus der Tabelle, Seite 13, hervorgeht, stimmen die Analysen von den Wässern der Byske-elf, der Ljusnan und der Klarelf mit einander ziemlich gut überein. Auf der Grundlage dieser Analysen habe ich folgende Berechnung für die Mittelwerte der aufgelösten unorganischen Stoffe der schwedischen archaischen Flüsse aufgestellt:

Cl . . . . .	—0.0102 gr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —	0.0085 gr
SO <sub>3</sub> . . . . .	—0.0116 »	CaO . . . . .	—0.0487 »
MgO . . . . .	—0.0019 »	NH <sub>3</sub> +N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	—0.0003 »
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O—	0.0518 »		0.2445 »
CO <sub>2</sub> . . . . .	—0.0774 »	geht ab Sauerstoff	0.0023 »
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—0.0341 »		

Summe unorgan. Stoffe 0.2422 » auf 10 Lit.

Da so wenige Analysen ausgeführt worden sind, können diese Zahlen nicht beanspruchen absolut zuverlässig zu sein.

Die Flüsse, deren Drainierungsgebiete ganz und gar oder zum grössten Teil aus marinen Sedimenten bestehen, haben selbstverständlich eine mehr wechselnde Zusammensetzung; sie sind immer reicher an Salzen.

Weil indessen in Schweden die grössten Wassermengen von den archaischen Flüssen nach dem Meere gebracht werden, muss man wohl bei einer Berechnung der chemischen Denudationsarbeit unserer schwedischen Flüsse gebührende Rücksicht darauf nehmen.

### C. Berechnungen über die von schwedischen Flüssen nach dem Meere gebrachten, aufgelösten unorganischen Stoffe.

Um Berechnungen über die von den schwedischen Flüssen nach dem Meere gebrachten, aufgelösten unorganischen Stoffe anstellen zu können, muss man natürlich Kenntnis von den in den Flüssen beförderten Wassermengen haben. Leider ist unsere Kenntnis darüber noch sehr unvollständig.

*Die Klarelf.* Die von mir ausgeführten Analysen von Wasser aus Edebäck ergaben einen Gehalt an feuerfesten Stoffen von 0.257, resp. 0.2066 und 0.185 oder durchschnittlich 0.2162 gr auf 10 Liter.

<sup>1</sup> Vgl. РОТН, Bd I, Seite 456—457.

Daraus erhält man auf einen  $\text{km}^3$  21600 Tonnen feuerfeste Stoffe. Nach den Berechnungen APPELBERGS<sup>1</sup> war für die Jahre 1880—85 das Mittel des jährlichen Niederschlags in dem Flussgebiete der Klarelf ( $12000 \text{ km}^2$ )  $7.221 \text{ km}^3$ . Er fand, dass der Prozentsatz des abfliessenden Wassers 87.2 war, woraus man eine abgeflossene Wassermenge von  $6.298 \text{ km}^3$  erhält. H. E. HAMBERG<sup>2</sup> behauptet, dass dieser Prozentsatz des abgeflossenen Wassers zu hoch berechnet sei, und meint, dass es nur 75 % seien; die jährliche abgeflossene Wassermenge wäre danach also  $5.415 \text{ km}^3$ . Mit der letzten Zahl als Grundlage erhält man eine weggeführte Salzmenge von in runder Zahl 117000 Tonnen jährlich. Da das Drainierungsgebiet der Klarelf oberhalb Edebäck  $8500 \text{ km}^2$  beträgt, so geben diese Zahlen an, dass aus jedem  $\text{km}^2$  dieses Gebietes eine Salzmenge von etwa 10 Tonnen hauptsächlich durch chemische Verwitterung jährlich weggeführt wird.

Die Indalselv. Nach dem von dem Wasserfallkomitee im Jahre 1903 herausgegebenen »Verzeichnis über die Wasserfälle des Staates« ist bei dem Hammarfors bei Ragunda, wo die Analysenprobe entnommen ist, die durchschnittliche Wassermenge etwa 350 Sekundkubikmeter. Wenn man nun annimmt, dass der Salzgehalt meiner Analyse gemäss 0.29 gr auf 10 Liter ist, so findet man, dass ein  $\text{km}^3$  29000 Tonnen enthält, und dass jährlich etwa 320000 Tonnen feuerfeste Stoffe von der Indalselv an Ragunda vorbei nach dem Meere transportiert werden. Das Drainierungsgebiet der Indalselv oberhalb des Wasserfalls von Hammarfors wird auf  $21400 \text{ km}^2$  berechnet. Daraus folgt, dass von jedem  $\text{km}^2$  durch Auslaugung und Dekomposition etwa 15 Tonnen jährlich weggeführt werden.

Für die Fyris werden die Zahlen ganz andere. Das Mittel meiner Analysen ergab 1.65 gr feuerfeste Bestandteile auf 10 Liter, also nicht weniger als 165000 Tonnen auf  $1 \text{ km}^3$ . Da nach APPELBERG<sup>3</sup> das Flussgebiet der Fyriså  $1960 \text{ km}^2$  beträgt, und der jährliche mittlere Niederschlag (für die Jahre 1879—1885) 510.9 mm ist, erhält man einen jährlichen Niederschlag von beinahe genau einem  $\text{km}^3$ . Der Prozentsatz des abfliessenden Wassers ist dagegen für die Fyris nicht bestimmt worden. Wenn man annimmt, dass es 35 %<sup>4</sup> beträgt, erhält man eine abgeflossene Wassermenge von  $0.35 \text{ km}^3$  jährlich, die 57750 Tonnen unorganische Stoffe enthält. Aus dem Drainierungsgebiet der Fyriså findet hauptsächlich durch Auslaugung eine Denudation statt, die sich jährlich auf 30 Tonnen per jeden  $\text{km}^2$  beläuft.

Oben, Seite 24, habe ich die ungefähre Summe der in archaischen Flüssen aufgelösten Salze auf 0.24 gr auf 10 Liter berechnet; dies macht auf  $1 \text{ km}^3$  24000 Tonnen Salze. Von grossem Interesse würde es

<sup>1</sup> Ingeniörsföreningens Förhandlingar, 1886.

<sup>2</sup> Om skogarnas inflytande på Sveriges klimat. T. 3, Seite 9.

<sup>3</sup> l. c., Seite 21.

<sup>4</sup> Siehe NERMAN: Något om i Indalselven, Ljusnan och Dalälven rådande hydrografiska förhållanden, Seite 6, und denselben Verfasser: Några hydrografiska studier. Gasleån i Gestrikland, Seite 4.

sein, für ein grösseres Urgebirgsgebiet berechnen zu können, wie gross die Wassermenge und dadurch auch die Salzmenge ist, die von den Flüssen desselben nach dem Meere gebracht werden. Eine solche Berechnung lässt sich jetzt nur mit annähernder Richtigkeit ausführen. Norrland kann wohl im grossen und ganzen als ein solches Gebiet betrachtet werden. Der jährliche durchschnittliche Niederschlag (1860—95) in Norrland beläuft sich nach H. E. HAMBERG<sup>1</sup> auf 467.8 mm. Das Areal Norrlands beträgt etwa 260000 km<sup>2</sup>. Der Niederschlag, in Kubikkilometer ausgedrückt, beträgt dann in runder Zahl 120 km<sup>3</sup>. Ein wie grosser Teil von diesem Niederschlag durch die Flüsse nach dem Meere geführt wird, kann man noch nicht sagen, weil einerseits allzu wenige Angaben dafür vorhanden sind und andererseits die vorhandenen sehr variieren. NERMAN<sup>2</sup> nimmt an, dass der Prozentsatz des Abfliessens des Wassers für die Flüsse des südlichen Schwedens 40—25 % ist. Dass dieser Prozentsatz für die Flüsse des nördlichen Schweden grösser sein muss, ist ganz klar, da ja das dortige Klima viel kälter ist und demzufolge ein nicht so grosser Teil des Niederschlages verdunstet<sup>3</sup>. Wenn man also den Prozentsatz des Abfliessens für die Flüsse Norrlands durchschnittlich auf 75 schätzt, dürfte diese Zahl nicht zu hoch sein. Daraus erhält man eine abgeflossene Wassermenge von 90 km<sup>3</sup> jährlich, 2160000 Tonnen enthaltend. Die durch fliessendes Wasser bewirkte chemische Denudation in Norrland kann man mit Hilfe dieser Zahlen auf ein Minimum von 9 Tonnen jährlich für jeden km<sup>2</sup> berechnen.

Diese Zahlen scheinen ja sehr gross zu sein. Ich werde indessen im nächsten Abschnitt Gelegenheit haben zu zeigen, dass dies der Fall nicht ist, sondern dass die Mengen von aufgelösten Salzen, welche die archaischen Flüsse ins Meer hinausführen, vielmehr verhältnismässig klein sind.

#### D. Vergleichende Bemerkungen über das Wasser einiger Flüsse in anderen Ländern.

Über Flüsse in anderen Ländern liegen zahlreiche Analysen vor. Aus der grossen Litteratur auf diesem Gebiete wird es genügen nur eine geringe Anzahl Verfasser anzuführen, wie G. BISCHOF<sup>4</sup>, B. M. LERSCH<sup>5</sup>, C. SCHMIDT<sup>6</sup>, J. ROTH<sup>7</sup>, MELLARD READ<sup>8</sup>.

Nur wenige der von diesen Verfassern erwähnten Flüsse sind so arm

<sup>1</sup> l. c. Teil 4., Seite 6.

<sup>2</sup> Något om i Indalsälven, Ljusnan och Dalälven rådande hydrografiska förhållanden, Seite 6.

<sup>3</sup> APPELBERG (l. c.) berechnet den Prozentsatz des Abfliessens für die Lule-elf auf 86.2.

<sup>4</sup> Lehrbuch der chem. und physik. Geologie. Bonn 1863.

<sup>5</sup> Hydrochemie. Berlin 1864.

<sup>6</sup> Hydrologische Untersuchungen. Bull. Ac. Sc. St. Petersburg. Von II (1866) an

<sup>7</sup> l. c. Bd. I.

<sup>8</sup> Denudation of the two Americas. Proceedings of the Liverpool geol. Society

an aufgelösten Bestandteilen, wie man die schwedischen archaischen Flüsse gefunden hat. Als ein Beispiel von einem solchen Fluss will ich den schottischen Fluss Dee erwähnen, welcher 0.569 Teile fester Bestandteile enthält, wovon 0.258 organische Bestandteile auf 10000 Teile Wasser, nach der Analyse von J. SMITH<sup>1</sup>. Nach ROTH (l. c.) gehört der Fluss zu einem Granitgebiet. Beinahe 39 % von den Salzen ist Calciumkarbonat. Ottawa, bekanntlich ein Nebenfluss des Lawrenceflusses, enthält nach STERRY HUNT<sup>2</sup> 0.57 Teile unorganischer Stoffe, wovon mehr als die Hälfte aus Karbonaten und beträchtlichen Mengen von Kieselsäure besteht.

Der Lawrencefluss ist viel reicher an aufgelösten Stoffen; sein ziemlich hoher Gehalt an Chloriden und Sulfaten giebt an die Hand, dass man ihn nicht für einen archaischen Fluss halten kann.

Ein eingehenderes Studium der Flüsse Canadas dürfte indessen zeigen, dass mehrere von diesen, weil sie zu einem Urgebirgsgebiete gehören, den schwedischen archaischen Flüssen gleich sind.

Der Amazonenstrom, dessen Drainierungsgebiet nicht nur aus sedimentären Formationen sondern auch aus grossen Urgebirgsparthien besteht, enthält auf 10 Liter 0.52 gr unorganische Stoffe.

Die meisten Flüsse in andern Ländern zeigen sich jedoch viel reicher an aufgelösten Stoffen, was man ja auch erwarten darf, da sie ganz oder teilweise Gebiete passiert haben, wo Gesteine, jünger als die archaischen, oder lose quartäre Ablagerungen vorherrschend sind.

So giebt man für den Rhein 1.12—2.88 an, für die Weichsel 2, für die Donau 1.25—1.87, für die Dwina 1.87, für die Rhone 1.06—1.84, für die Loire 1.34, für die Themse 2.7—3.9, für den Nil 1.42—2.31, für den Mississippi 1.5—1.7, alles in gr auf 10 Liter.

Unter den von mir untersuchten Flüssen ist es nur die Fyris, die mit den oben aufgezählten hinsichtlich der Quantität der aufgelösten Stoffe zu vergleichen ist.

Wenn man die Frequenz der verschiedenen Salze in ausländischen Flusswässern betrachtet, findet man, dass auch in dieser Hinsicht die erwähnten Flüsse mehr der Fyris als den archaischen Flüssen gleichen. So z. B. enthält der Rhein nach ROTH

feste Bestandteile . . . . .	1.578 —2.5772, wovon
Kalkkarbonat . . . . .	0.5237—1.356
Kalksulfat . . . . .	0.1214—0.3918
Magnesiumsulfat . . . . .	0. —0.181
Magnesiumkarbonat . . . . .	0.050 —0.4338
Natriumsulfat . . . . .	0. —0.135
Chlornatrium . . . . .	0.0149—0.1628

<sup>1</sup> ROTH, l. c., S. 456.

<sup>2</sup> LERSCH, l. c.

Diese Zahlen beziehen sich auf Proben, die an mehreren Stellen bei Köln oder oberhalb dieser Stadt entnommen sind. Aus den Zahlen geht hervor, dass der Rhein wie die Fyris viel Kalksalze und wenig Alkalisalze enthält. Die Karbonate sind vorherrschend; beträchtliche Mengen Sulfat findet man indessen auch in ihm, während die Chloride nur in geringer Menge auftreten.

Die meisten europäischen Flüsse dürften, nach den vorhandenen Analysen zu schliessen, eine Zusammensetzung haben, die im grossen und ganzen mit derjenigen des Rheins übereinstimmt.

Es giebt aber Ausnahmen. So zeichnen sich der Main bei Offenbach, die Dwina bei Archangelsk, die Rhone in ihrem oberen Laufe und die Cetinje in Dalmatien durch einen hohen Gehalt an Sulfaten aus, und diese rühren in der Regel aus den Gipsablagerungen her, die die Flüsse passiert haben. Die Cetinje enthält auch viel Chloride, welche ebenfalls Auslaugungsprodukte sind.

Ein Vergleich zwischen den schwedischen archaischen und den ausländischen Flüssen zeigt, dass die ersten verhältnismässig reich an Kali sind.

Der ziemlich hohe Kali- und Natrongehalt der archaischen Flüsse wird grösstenteils durch Dekomposition von Alkalifeldspaten entstanden sein, die in den Urgebirgsgebieten häufig vorkommen.

Es lässt sich leicht verstehen, dass die erwähnten Flüsse in anderen Ländern, die eine so reiche Menge solcher Stoffe per Volumeneinheit enthalten, grosse Massen derselben wegführen müssen, weil viele von ihnen ungemäss wasserreich sind. Die Themse führt nach PRESTWICH<sup>1</sup> jährlich an Kingston vorbei 548230 Tonnen aufgelöster Stoffe weg; die Elbe führt nach dem Meere nach BREITENLOHNER<sup>2</sup> 482000 Tonnen. Nach MELLARD READE<sup>3</sup> bringt der Mississippi jährlich nicht weniger als 150 Millionen Tonnen in den mexikanischen Busen.

Weil wenigstens die grössten, vielleicht sogar die meisten der Flüsse Schwedens als archaische Flüsse anzusehen sind, kann man als ein allgemeines Urteil über die schwedischen Flüsse aussprechen, dass sie verhältnismässig arm an aufgelösten Bestandteilen sind, dass die wichtigsten von diesen Bestandteilen Karbonate von Kalk und Alkalien sind, während Sulfate und Chloride nur in geringer Menge auftreten, und schliesslich, dass die Mengen fester Bestandteile, die von den schwedischen Flüssen weggeführt werden, nicht besonders gross sind im Vergleich mit den Quantitäten, die von den Flüssen anderer Länder ins Meer gebracht werden. Die Salz mengen, die von den archaischen Flüssen weggeführt werden, muss man indessen als Resultate der chemischen Verwitterung innerhalb des Drainierungsgebiets dieser Flüsse ansehen; die oben mitgeteilten Zahlen geben

<sup>1</sup> Quart. J. Geol. Soc. 1872 LXVI und LXVII; siehe auch ROTH, Bd I, Seite 462.

<sup>2</sup> Verhandl. geol. Reichsanst. 1876, Seite 174.

<sup>3</sup> l. c., Seite 15.

daher an, dass die Denudation, die durch die chemische Verwitterung bewirkt wird, innerhalb archaischer Gebiete sehr gering ist im Vergleich mit der Denudation, die hervorgebracht wird, wenn die Flüsse durch ziemlich leicht lösliche Gesteine und Erdarten passieren.

MELLARD READE<sup>1</sup> hat für einige Flüsse die jährliche chemische Denudation berechnet. Er giebt für die Donau 32.4 Tonnen per jeden km<sup>2</sup> des Flussgebietes an; für die Flüsse in England und Wales 51.6 Tonnen per km<sup>2</sup>; für den Lawrencefluss 72 Tonnen per km<sup>2</sup>; für den Mississippi 43.2 Tonnen per km<sup>2</sup> und für den Amazonenstrom 18 Tonnen per km<sup>2</sup>. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass nur der Amazonenstrom bezüglich der von ihm bewirkten chemischen Denudation einigermaßen mit den schwedischen archaischen Flüssen zu vergleichen ist. Die anderen bewirken eine viel kräftigere Denudation, die sogar, nach den angegebenen Beispielen zu urteilen, grösser ist als diejenige, welche in dem Flussgebiete der Fyris stattfindet.

## II.

### Quellwasser.

Eine eingehende Untersuchung der in Schweden vorkommenden Quellwässer muss aus mehreren Gesichtspunkten von grossem Interesse sein, und zwar besonders aus dem Grunde, weil die Quellen in höchst wesentlichem Grade dazu beitragen, den Flüssen ihr Wasser zu geben.

Wie aus den Analysen hervorgeht, haben die Quellwässer eine sehr variierende Zusammensetzung. In der Regel sind sie aber reicher an Salzen als die Flusswässer. Ihre Zusammensetzung hängt natürlicherweise von der Beschaffenheit des Bodens ab, woraus sie hervorkommen. Weil aber nur ausnahmsweise eine derartige Angabe den Analysen beigefügt ist, ist es sehr schwer, ja unmöglich, sie aus geologischem Gesichtspunkt in genügender Weise zu klassifizieren.

Einen zuverlässigeren Einteilungsgrund bietet die chemische Zusammensetzung des Quellwassers; ich habe deswegen die Quellen eingeteilt in Karbonatquellen, die hauptsächlich Karbonate enthalten, und in Haloid- oder Sulfatquellen, in welchen Chloride und Sulfate in grösserer Menge auftreten. Dieser Einteilung liegen teilweise geologische Momente zu Grunde. Eine Haloid- oder Sulfatquelle muss nämlich gewöhnlich aus einem Gebiete hervorfliessen, das früher vom Meere bedeckt gewesen ist, und ihre Salze müssen grösstenteils Auslaugungsprodukte aus marinen Sedimenten sein. Freilich kann man Karbonatquellen in Gebieten von derselben Be-

---

<sup>1</sup> Denudation of the two Americas. Proceedings of the Liverpool geol. society, 1884—85.

schaffenheit wie das der eben erwähnten Quellen antreffen, aber natürlich auch an Stellen, wo marine Sedimente nicht vorhanden sind.

Ein Gebiet, das, geologisch betrachtet, noch vor nicht langer Zeit vom Meere bedeckt gewesen ist, kann nämlich durch Auslaugung seinen Gehalt an Meeressalzen verloren haben, in welchem Falle sich ein Gewässer, das durch dasselbe passiert, hauptsächlich durch Dekomposition von Silikaten seinen Salzgehalt verschaffen muss. Infolgedessen wird dieser, wie das auch bei den archaischen Flüssen der Fall war, grösstenteils aus Karbonaten bestehen. Es versteht sich von selbst, dass es zahlreiche Quellwässer giebt, aus deren Zusammensetzung es sich mit Sicherheit nicht entscheiden lässt, zu welcher Gruppe sie zu rechnen sind.

## 1) Karbonatquellen.

### A. Quellwässer aus Ås-Schichten.

Unter den zahlreichen Quellwässern unseres Landes sind diejenigen, die aus Ås-Schichten kommen, von besonderem Interesse. Mehrere schwedische Städte beziehen ihr Wasser aus Åsar (fluvio-glaciale Grandrücken), und es ist auch zu erwarten, dass diese Quellwässer, der gleichartigen Zusammensetzung der Åsar zufolge, eine ziemlich wohl charakterisierte Gruppe bilden werden.

Am meisten untersucht und studiert sind die Quellen aus dem Uppsala-ås.

Schon TORBERN BERGMAN<sup>1</sup> hat der »Mühlenquelle« (der St Eriksquelle) eine Untersuchung gewidmet. Er hat erwiesen, dass in diesem Wasser freie Kohlensäure, Kalciumkarbonat, Alkalichloride und Kieselsäure vorhanden sind.

Im Jahre 1865 hat P. E. ÖBERG<sup>2</sup> das Wasser der St Eriksquelle analysiert. Er hat dabei gefunden:

K <sub>2</sub> O	0.0829	SO <sub>3</sub>	0.2009
Na <sub>2</sub> O	0.2322	Cl	0.1833
CaO	0.9583	CO <sub>2</sub>	0.9565
MgO	0.1836		<u>2.8777</u>
SiO <sub>2</sub>	0.0800		

Das Wasserleitungswasser der Stadt Uppsala, das mehreren natürlichen Quellen und gebohrten Brunnen entnommen wird, hat nach der Analyse von Professor O. WIDMAN 1895<sup>3</sup> folgende Zusammensetzung:

<sup>1</sup> Chemisk undersökning om källevatnen uti och närmast kring Upsala. T. 1. Dissert. Uppsala 1770.

<sup>2</sup> ALMÉN, I. c., Seite 24—25.

<sup>3</sup> WIDMAN, O., Redogörelse för kontroll . . . vid apoteket Lejonets mineralvattenfabrik i Uppsala under åren 1896—1900. Uppsala 1901.

K <sub>2</sub> O	} 0.310	SO <sub>3</sub>	0.163
Na <sub>2</sub> O		Cl	0.213
CaO	1.011	CO <sub>2</sub>	0.963
MgO	0.201		2.950
SiO <sub>2</sub>	0.089		

Nach schriftlicher Mitteilung des Herrn Professor WIDMAN war der Verdunstungsrückstand bei 180° C 2.985.

In der Schlossquelle und der Quelle an dem Irrenhaus von Uppsala hat ALMÉN<sup>1</sup> gefunden.

	Feste Bestandteile	Glühverlust	NaCl	Härte
Die Schlossquelle	2.993	0.2	0.38	0.71
Die Irrenhausquelle	3.230	0.33	0.47	0.7

Aus diesen Analysen geht hervor, dass das aus dem Uppsala-ås kommende Wasser wenigstens in der Gegend von Uppsala eine ziemlich konstante Zusammensetzung hat.

Die Zahlen deuten jedoch an, dass der Salzgehalt ein wenig grösser in dem aus den südlichen Teilen des Ås kommenden Wasser ist.

Bei der Stadt Uppsala kreuzen sich der Uppsala-Ås und die Fyris-å. Es ist möglich, dass eine Infiltration von Flusswasser in den Ås an dieser Stelle stattfindet. Die Analysen geben jedoch keine Beweise für eine solche Infiltration.

Von dem Wasserleitungswasser der Stadt Örebro, das wenigstens grösstenteils aus Quellen und Bohrbrunnen am Örebro-ås kommt, liegen folgende Analysen vor, welche teils in den Jahresberichten der chemischen Station von Örebro publiziert, teils mir von dem Assistenten an dieser Station, Herrn J. HÖGBOM, gefälligst mitgeteilt sind.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1889	1893	1897	1898	1898	1898	1901 März	1901 März	1901 Juni
Feste Bestandteile	2.340	2.39	2.70	2.56	2.72	2.892	2.74	2.86	7.14
Glühverlust . . . .	0.392	0.23			0.31	0.48			
Cl . . . . .	0.177	0.213	0.185	0.17	0.213	0.213	0.192	0.177	1.172
NaCl (berechnet)	0.292	0.351	0.304	0.298	0.351	0.351			
Härtegrad (total)				0.75	0.8	0.8	0.775	0.8	3.2
CaO . . . . .		0.81	0.75						

<sup>1</sup> l. c., Seite 25—26.

Die Analysen n:o 7 und 8 sind an demselben Tag genommen: n:o 7 aus dem Hahn des chemischen Laboratoriums, n:o 8 aus »einer an dem Wasserturm ausserhalb der Stadt an dem östlichen Abhang des Örebro-ås belegenen vor kurzem gefundenen Quelle«; diese Quelle wurde dazu benutzt, den Wasservorrat für den Bedarf der Stadt zu verstärken (nach schriftlicher Mitteilung des Herrn Assistenten HÖGBOM).

N:o 9. »Aus einem 28 Fuss tiefen Bohrloch in dem westlichen Abhang des Örebro-ås innerhalb der Stadt. Oberst ist eine Schicht von Kies, darunter liegt eine Schicht von Ton, 16 Fuss tief, dann kommt eine 14 Fuss tiefe Schicht von Sand«. Diese Analyse ergab viel organische Stoffe und einen bemerkenswert hohen Gehalt an Magnesiumsalzen (Schriftliche Mitteilung des Herrn Assistenten HÖGBOM).

Bei Karlslund 4 km SW von Örebro sind im Jahre 1902 Bohrbrunnen an der westlichen Verzweigung des Ås angelegt worden. Zu gleicher Zeit, wo die Proben diesen entnommen wurden, analysierte man auch Wasserproben von den anliegenden Stellen der Swart-å, wodurch man eine Gelegenheit zu einem Vergleich zwischen dem Bodenwasser des Ås und dem Flusswasser erhielt. Wahrscheinlich wird das Bodenwasser des Ås wenigstens teilweise mit Wasser aus der anliegenden Swartå gemengt, das in die durchlässige Schicht des Ås hineinsickert ist.

	7/8		20/8		25/8		27/8		4/9	
	Quellwasser	Flusswasser								
Feste Bestandteile	1.920	1.080	1.560	0.76	1.62	0.78	1.64	0.96	1.66	0.96
Cl. . . . .	0.106	0.085	0.128	0.085	0.135	0.085	0.135	0.85	0.142	0.085
Härtegrad . . . . .	0.32	0.08	0.350	0.08	0.385	0.085	0.4	0.085	0.41	0.1
Sauerstoffverbrauch	0.007	0.152	0.006	0.2	0.007	0.2	0.006	0.228	0.007	0.225

Das Wasser aus den verschiedenen Bohrbrunnen ist der Hauptsache nach gleichartig; es enthält mehr Salze und beträchtlich weniger organische Stoffe als das Flusswasser.

Einige Wasserproben aus Bohrlöchern in dem Badelunda-Ås unweit von Wästerås hat man auf der chemischen Station von Wästerås analysiert. Herr Assistent K. HÄGWALL hat mir gütigst darüber folgende Zahlen mitgeteilt.

	Bohrloch N:o	Feste Bestand- teile	Glüh- verlust	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1902					
<sup>28</sup> / <sub>7</sub>	1	2.474	0.462	Spuren	
»	2	2.414	0.478	»	
»	3	2.616	0.53	»	
»	4	2.496	0.452	»	
»	5	2.624	0.649	0.008	CaO 0.741 ; MgO 0.205
»	6	2.585	0.798	0.009	
»	7	2.502	0.958	Spuren	
<sup>24</sup> / <sub>9</sub>	8	2.427	0.188	»	

N:o 8, welche Probe in Hällå, Badelunda, genommen ist, weicht durch einen höheren Salzgehalt ab; die sonstigen Proben gleichen einander sehr.

Bie, eine Mineralienquelle in dem Kirchspiel von Floda in Södermanland, an dem südlichen Fuss des Bie-Ås belegen, enthält nach Analyse von HAMBERG 1874<sup>1</sup>:

Eisenoxydulbikarbonat . . . . .	0.1060	Chlornatrium . . . . .	0.0501
Manganoxydulbikarbonat . . . . .	0.0115	Chlorkalium . . . . .	0.0360
Kalciumbikarbonat . . . . .	0.7089	Tonerde . . . . .	0.0230
Magnesiumbikarbonat . . . . .	0.2994	Kieselsäure . . . . .	0.2517
Calciumsulfat . . . . .	0.1330	Organ. Stoffe . . . . .	0.1300
			<u>1.7496</u>

Von der Heilquelle von Drabo in dem Kirchspiel von Oppeby, Östergötland, schreibt ALMÉN<sup>2</sup>: »Die Heilquelle liegt auf einem gegen den See (= der Berker) und gegen Süden abfallenden Sand-Ås, ungefähr auf der halben Höhe desselben und etwa 700 Fuss über dem Meer». »Die nicht besonders starke Quellader fliesst direkt aus der Tiefe des Sand-Ås hervor».

Die Analysen<sup>3</sup> ergeben:

CaSO <sub>4</sub>	0.044	KCl	0.027	(H <sub>4</sub> N) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.005	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.017
CaCO <sub>3</sub>	0.198	NaCl	0.054	FeCO <sub>3</sub>	0.284	SiO <sub>2</sub>	0.185
MgCO <sub>3</sub>	0.065	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.056	MnCO <sub>3</sub>	0.004	Organ. Stoffe	0.140
							<u>1.079</u>

Dieses Wasser enthält nicht so viel feste Bestandteile als die vorher erwähnten Ås-wässer, verhältnismässig aber viel Eisen- und Kalksalze. Vielleicht können in dem Ås vorkommende silurische Gesteine, wie Alaun schiefer, dazu beigetragen haben.

<sup>1</sup> LEVERTIN, A., Svenska brunnar och bad, 1. Auflage, Seite 16.

<sup>2</sup> U. L. F., Bd XII, S. 625.

<sup>3</sup> l. c. Seite 641.

Nach LEVERTIN<sup>1</sup> hat HAMBERG eine partielle Analyse von Wasser aus der Hellbyer-Quelle in dem Kirchspiel von Thorshälla, Södermanland, ausgeführt:

FeCO <sub>3</sub>	0.244
CaCO <sub>3</sub>	} 2.046
MgCO <sub>3</sub>	
CaSO <sub>4</sub>	
NaCl	0.228

Diese Quelle ist auf dem Abhang des Rak-ås belegen.

Folgende Analysen sind mit aller Wahrscheinlichkeit von Wasser aus Geröllschichten ausgeführt. Sie sind von Herrn Assistenten HÄGWALL mitgeteilt.

		Feste Bestandteile	Glühverlust	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cl	SO <sub>3</sub>
Aus Arboga	1897 <sup>27</sup> / <sub>1</sub>	1.282						
	» <sup>30</sup> / <sub>1</sub>	2.016						
	» <sup>30</sup> / <sub>1</sub>	1.620						
	» <sup>20</sup> / <sub>3</sub>	1.632		0.064	0.328	0.069	0.248	0.222
	1899 <sup>16</sup> / <sub>1</sub>	3.004	0.16	0.007	0.840	0.157	0.461	
	1900 <sup>24</sup> / <sub>10</sub>	1.655	0.165					
1901 <sup>4</sup> / <sub>6</sub>	1.935	0.118						
Aus Köping		3.31	0.15	0.04	0.632	0.189		0.466

Schliesslich will ich in diesem Zusammenhang zwei Analysen von Wasser aus Bohrbrunnen in Kristianstad anführen, welche mir gütigst von Herrn Professor WIDMAN mitgeteilt worden sind. Bezüglich der Zusammensetzung sind sie dem Wasser des Ås von Uppsala sehr ähnlich.

	N:r 1	N:r 2
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	2.077 gr	2.00 gr
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	0.152 »	0.109 »
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	0.124 »	0.169 »
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	0.047 »	0.066 »
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.010 »	0.005 »
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.185 »	0.224 »
SO <sub>3</sub> . . . . .	0.299 »	0.294 »
Cl . . . . .	0.157 »	0.112 »
	3.051 gr	2.979 gr
CO <sub>2</sub> geht ab . . . . .	0.262 »	0.231 »
	2.789 gr	2.748 »
Verdunstungsrückstand . . . . .	2.887 »	2.730 »

<sup>1</sup> 1. Auflage, Seite 82.

Allerdings dürfte das hier vorgebrachte Material zu klein sein, als dass man auf Grund desselben eine sichere Charakteristik der Wässer der Åsar geben könnte. Es scheint jedoch, als ob diese eine ziemlich übereinstimmende Zusammensetzung hätten. 37 Analysen ergeben durchschnittlich 2.3 gr feste Bestandteile auf 10 Liter (das Maximum<sup>1</sup> ist 3.31, das Minimum 1.079).

In all den Fällen, wo vollständigere Analysen vorliegen, besteht die Hauptmasse der Salze aus Karbonaten und unter diesen in vorherrschender Menge aus Kalciumkarbonat (durchschnittlich 31 % CaO). Unter den übrigen Salzen sind Sulfate und in ein wenig kleinerer Menge Chloride (durchschnittlich etwa 8.8 % Cl) zu konstatieren. Silikate treten in wechselnden Mengen auf. Nach den Zahlen für den Örebro-Ås und die Swartå zu urteilen, scheinen die organischen Stoffe in viel geringerer Menge in dem Åswasser als in dem Flusswasser vorzukommen.

### B. Karbonatquellwasser im allgemeinen.

In den folgenden Tabellen sind die Analysen, vollständige oder partielle, die ich in der Litteratur angetroffen habe, zusammengestellt.

Die Arbeiten, aus welchen ich diese Angaben geschöpft habe, sind folgende: LEVERTIN, A., Svenska brunnar och bad, Auflage 1 und 2; Uppsala Läkareförenings Förhandlingar (Sitzungsberichte des Vereins der Uppsalaer Ärzte); ALMÉN, A., die oben angeführte Arbeit; die Jahresberichte der chemischen Stationen u. a. m.

Jeder Analyse ist in Klammern eine Ziffer hinzugesetzt, um zu bezeichnen, aus welcher Arbeit die betreffende Analyse genommen ist. Diese Ziffern bedeuten:

- (1) = die Analyse findet sich in der Abhandlung von LEVERTIN.  
 (2) = » » » » » » » » » ALMÉN.  
 (3) = » » » » » Uppsala Läkareförenings förhandlingar.  
 (4 Ha) = » » » » » dem Jahresb. der chem. Station zu Halmstad.  
 (4 He) = » » » » » » » » » » » Hernösand.  
 (4 J) = » » » » » » » » » » » Jönköping.  
 (4 K) = » » » » » » » » » » » Kalmar.  
 (4 L) = » » » » » » » » » » » Luleå.  
 (4 Sk) = » » » » » » » » » » » Skara.  
 (4 Su) = » » » » » » » » » » » Sundswall.  
 (4 W) = » » » » » » » » » » » Wästerås.  
 (4 Ö) = » » » » » » » » » » » Örebro.

Einige Analysen aus Skara, Wästerås und Örebro sind in den Jahresberichten nicht publiziert, sondern sind mir schriftlich von den Assistenten Herren NANNES, HÄGWALL und HÖGBOM mitgeteilt worden.

<sup>1</sup> Die Analyse Nr. 9 aus Örebro ist nicht mitgezählt.

In 10000 Teilen Wasser	1 Adolfs- berg, unweit von Örebro (1)	2 Djursätra, Wäster- götland (1)	3 Elfwehult, Påskalla- wik, Småland (4 K)	4 Falun (1)	5 Grennaforsa, Kirchsp. Lekaryd, Småland Skrofel- källan (1)	6 Järnkällan (1)
K Cl .....	0.04				0.0283	0.0180
Na Cl .....		0.20	0.115	0.0781	0.1213	0.1086
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	0.04	} 0.21	0.046	0.0614		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....			0.048	0.0403		
Ca SO <sub>4</sub> .....				0.4794	0.0321	0.0460
Ca CO <sub>3</sub> .....	0.65	0.48	0.177	0.1328	0.0720	0.0641
Mg CO <sub>3</sub> .....			0.042	0.1288	0.0605	0.0605
Mn CO <sub>3</sub> .....	0.04				0.0068	Spur
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.14	0.05	0.111	0.0390	0.2964	0.1788
Si O <sub>2</sub> .....	0.31	0.27	0.178	0.1262	0.1888	0.1900
Organ. Substanz				0.1679	0.2370	0.2367
Summe	1.54	1.21	0.73	1.2539	1.0752	0.9066

1. 0.13 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 3. 0.013 MgCl<sub>2</sub>. 5. 0.0226 Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; 0.0034 AlPO<sub>4</sub>. 6. 0.0033 AlPO<sub>4</sub>. 8. 0.486 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 0.294 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 10. 0.028 (H<sub>4</sub>N)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 0.005 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0.07 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

In 10000 Teilen Wasser	15 Lanna- skeda, Småland (1)	16 "Ögonkäl- la" (3)	17 Loka, Wästmanland 1859 (1)	18 1877 (1)	19 Lundsbrunn, Wästergötland 1836 (1)	20 1878 (1)
K Cl .....	0.032			0.027	0.044	
Na Cl .....	0.074	0.09	0.077	0.043	0.082	0.142
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....					0.041	0.073
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....						0.025
Ca SO <sub>4</sub> .....		0.04		0.019		
Ca CO <sub>3</sub> .....	0.443	0.06	0.181	0.138	0.378	0.330
Mg CO <sub>3</sub> .....	0.153	0.05	0.072	0.057	0.120	0.090
Mn CO <sub>3</sub> .....	0.004		0.007	0.027	0.004	0.010
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.479		0.217	0.091	0.246	0.214
Si O <sub>2</sub> .....	0.359	0.17	0.058	0.084	0.155	0.168
Organ. Substanz	0.239	0.02	0.091	0.031	Spur	0.109
Summe	1.906	0.43	0.703	0.551	1.408	1.255

Betreffend Anal. 15—28 siehe auch S. 139.

7 Hellby, Thors- hälla (1)	8 Hemsjö, Blekinge (1)	9 Holm- källa, Kirchsp. Warnum, Wärmland (1)	10 1875 (3)	11 Karlstad 1877 (3)	12 1878 (3)	13 Krist- walla, Småland (1)	14 Källwik, Kirchsp. Lofa- hammar, Småland (1)
0.0228	0.095 0.214	} 0.18	0.023 0.300	0.032 0.415	0.046 0.449	0.0513	} 0.1403
} 2.046	0.375 0.11		0.358 0.129	0.015 0.057 0.040 0.011	0.022 0.042 0.029	0.022	
	0.244	1.00 0.236 1.006	0.542 0.213	0.669 0.200 0.235	0.960 0.197 0.378	1.027 0.217 0.277	0.1044 0.1430 0.2060
	3.816	1.57	1.653	2.327	2.435	0.9061	1.0320

11. 0.147 CaCl<sub>2</sub>; 0.02 MgCl<sub>2</sub>; 0.076 H<sub>4</sub>NCl; 0.009 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 12. 0.143 CaCl<sub>2</sub>; 0.067 MgCl<sub>2</sub>; 0.076 H<sub>4</sub>NCl; 0.07 FeCl<sub>2</sub>; 0.032 MnCl<sub>2</sub>; 0.009 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 13. 0.1154 MgCl<sub>2</sub>.

21 Medewi, Öster- götland "Hög- brunn" (1)	22 "Gamla källan" (1)	23 Porla*, Nerike (1)	24 "Patriks- källa" (1)	25 Rostock, Kirchsp. Gunnars- näs, Dalsland (1)	26 Ström- stad, "Lejon- källa" (1)	27 Sätra, Wästman- land (1)	28 Söder- köping (1)
0.3082	0.0269 0.0753	} 0.203	} 0.416	0.0325 0.0611 0.0729	0.0712 0.2529	0.090	0.2063 0.7968
0.0880	0.1102			0.0557			
0.0096					0.2112		0.6571
0.1537					0.1212	0.8766	1.2070
0.2497	0.8397	0.757	0.637		0.047	0.0410	0.5162
0.0974	0.1423	0.140	0.120	0.0299	0.0617	Spur	0.0025
0.0057	0.0205			0.0286	0.1870	0.074	0.0088
0.1758	0.6340	0.568	1.116	0.1184	0.2316	0.1616	0.1569
0.1671	0.3456			0.0507	0.1686	0.2620	
0.2986							
1.5676	2.9331	1.784	2.272	0.8157	1.8974	1.8944	3.6133

\*) Saure Karbonate.

In 10000 Teilen Wasser	29 Södra Wi, Småland (1)	30 Sörby, Helsing- land (3)	31 Thors- hult, Kirchsp. Strengse- red, Wä- stergötl.(1)	32 Tofta, Kirchsp. Sundborn, Dalarne (1)	33 Uggle- wikskälla, nahe bei Stockholm (3)	34 Wäster- brunn, nahe bei Jönköping (1)	35 Åmål (1)
K Cl .....	0.041				0.089		
Na Cl .....			0.1233	0.0841	0.142	0.129	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....						0.031	
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....						0.004	
Ca SO <sub>4</sub> .....				0.0154	0.129		
Ca CO <sub>3</sub> .....	0.022	0.07	0.1801	0.2843	1.621	0.591	} 0.998*)
Mg CO <sub>3</sub> .....	0.040		0.0653	0.0526	0.317		
Mn CO <sub>3</sub> .....	0.017			0.0076		0.023	
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.465	0.176	0.8071	0.1317	0.001	0.192	0.096
Si O <sub>2</sub> .....	0.218	0.15	0.2162	0.2410	0.151	0.135	0.243
Org. Substanz	0.033		0.3146	0.9981	0.07		0.331
Summe	1.681	0.71	1.7066	1.8148	2.847	1.247	1.668

\*) Incl. NaCl.

In 10000 Teilen Wasser	36 Adolfs- berg, nahe bei Örebro (1)	37 Alingsås (1)	38 Alnön, Medelpad (4 Su)	39 Asker- sund (4 Ö)	40 Asker- sund "Jonsa- källan" (2)	41 Boden, Norr- botten (4 L)
K <sub>2</sub> O .....						
Na <sub>2</sub> O .....						
Mg O .....						
Ca O .....				0.814		
Si O <sub>2</sub> .....						
Cl .....				0.568		0.35
SO <sub>3</sub> .....						
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.108	0.21				
Na Cl .....				0.936	0.83	
Härte .....					0.52	
Glühverlust .....					0.51	2.24
Summe	1.55	1.39	2.2	3.032	2.906	5.77

## Bemerkungen zu den Analystabellen S. 136—138.

15. 0.021  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 0.028  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ ; 0.074  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .  
 18. 0.005  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 0.01  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ ; 0.019  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 19. 0.055  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ; 0.283  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 20. 0.027  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 0.007  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ ; 0.06  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 21. 0.0028  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0.0118  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . 22. 0.0328 quellsaures Natron; 0.0003  $\text{LiHCO}_3$ ; 0.2749  $\text{H}_4\text{NHCO}_3$ ; 0.0006  $\text{AlPO}_4$ ; 0.0035  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0.4265 Quellsäure und Quellsatzsäure.

23. 0.145  $\text{H}_4\text{NHCO}_3$ . 24. 0.134  $\text{H}_4\text{NHCO}_3$ . 25. 0.1458  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; 0.1132  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 0.1249  $\text{AlCl}_3$ ; 0.0377  $\text{AlPO}_4$ . 26. 0.0051  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ ; 0.0024  $\text{CuCO}_3$ ; 0.0008  $\text{LiCl}$ ; 0.092  $\text{MgCl}_2$ ; 0.0087  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; 0.0427  $\text{AlPO}_4$ ; 0.0023 Quellsäure; 0.3892 Kohlsäure. 27. 0.2534  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ; 0.1268  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 28. 0.0557  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 0.0004  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ; 0.0028  $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ ; 0.0018  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0.0005 Quellsäure.

29. 0.725 freie Kohlsäure; 0.003  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; 0.117  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .  
 30. 0.004  $\text{Cl}$ .

33. 0.326  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 0.001  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$ . 34. 0.018  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 0.005  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

42	43	44	45	46	47	48	49
Boden	Boden	Bofors, Nerike	Bysta, Nerike	Böda, Öland	Dalskoga, Nerike	Danne- mora, Upland	Djursätra, Wäster- götland
(4 L)	(4 L)	(4 Ö)	(4 Ö)	(1)	(1)	(1)	(4 Ö)
		0.072	1.2			0.0114 0.0436 0.0410 0.3125 0.07	0.24
0.35			0.284			0.01	0.213
	0.412 <sup>a)</sup>		0.468	0.023	0.15	0.0427 <sup>b)</sup>	0.153
0.77	0.415						0.357
3.34	3.082	0.68	4.34	2.05	1.316		1.296

a)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . b)  $\text{Fe O}$ .

In 10000 Teilen Wasser	50 Djursåtra (4 Sk)	51 Djursåtra "Johans- källa" (1)	52 Djursåtra "Wilhelms- källa" (1)	53 Drengse- red, Halland (4 Ha)	54 Ekenäs, Småland (1)	55 Eklunds- hof, Uppland (1)
K <sub>2</sub> O .....	0.018			0.016	0.311 <sup>c)</sup>	
Na <sub>2</sub> O .....	0.163			0.082		
Mg O .....	0.056			0.041	0.044	
Ca O .....		0.15	0.165	0.079	0.355	
Si O <sub>2</sub> .....				0.15	0.124	
Cl .....	0.177			0.142	0.099	
SO <sub>3</sub> .....	0.068				0.13	
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.113	0.16	0.116	0.121	0.0963 <sup>b)</sup>	0.016
Na Cl .....	0.293					
Härte .....						
Glühverlust .....	0.18					
Summe	1.26	1.2	1.2	0.8	1.465	2.673

c) K Cl und Na Cl. b) Fe O.

\*) Bilagor till Drätselkammarens utredning och yttrande i vattenledningsfrågan i Gefle 1896.

In 10000 Teilen Wasser	64 Gefle*), Gustafs- bro. Bohr- brunnen	65 Gefle*), Gustafs- bro. Bohr- brunnen	66 Graninge, Ånger- manland (4 He)	67 Gysta, Nerike (4 Ö)	68 Gåmsvik, Ånger- manland (4 He)	69 Göteborg "Kalle- bäcks- källa" (2)
K <sub>2</sub> O .....						
Na <sub>2</sub> O .....						
Mg O .....						
Ca O .....		0.087		1.39		
Si O <sub>2</sub> .....						
Cl .....	0.071	0.071				
SO <sub>3</sub> .....						
Fe CO <sub>3</sub> .....				0.021	0.115	
Na Cl .....						0.3
Härte .....						0.08
Glühverlust .....	0.316	0.26	0.136		0.404	0.14
Summe	0.86	0.6	1.376	3.5	1.376	0.782

\*) Bilagor till Drätselkammarens utredning och yttrande i vattenledningsfrågan i Gefle 1896.

56 Emsfors, Småland (1)	57 Erwalla, Nerike (4 Ö)	58 Ewedal, unweit von Wexiö (1)	59 Ferne- boda, unweit von Lindes- berg (4 W)	60 Fröwi, Wästman- land (4 Ö)	61 Gefle (2)	62 Gefle *) Bohr- brunnen	63 Gefle*), Gustafs- bro. Bohr- brunnen
0.09							
0.566							
0.106							
1.531	0.478			0.436			
0.167							
0.105	0.107		0.071			0.247	0.141
0.277							
0.114 <sup>b)</sup>	0.097	0.254 <sup>b)</sup>	0.23				
	0.176		0.117		1.18		
			0.3		1.2		
		0.255			0.68	0.24	0.26
3.318	2.183	0.820	1.84	2.48	4.894	2.416	1.424

56. 0.012 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

70 Halls- berg, Nerike (4 Ö)	71 Helsing- borg (2)	72 Hernön, Änger- manland (4 He)	73 Holm, Halland (4 Ha)	74 Hult, Kirchsp. Mörlanda, Småland (1)	75 Jakobs- berg, unweit von Wästerås (4 W)	76 Jön- köping (2)	77 Karls- borg, Wäster- götland (4 Sk)
0.482							
0.284							
				0.075			
0.468	1.17		0.22			0.14	
	1.2						
0.18	0.22	0.096	0.71		0.2	0.05	0.05
1.86	4.87	0.796	1.56	0.976	1.54	0.5	0.55

In 10000 Teilen Wasser	78 Karls- borg (4 Sk)	79 Karls- borg (4 Sk)	80 Karls- koga, Wärmland (4 Ö)	81 Karlstad (1)	82 Karlstad (1)	83 Kinnared, Halland (4 Ha)
K <sub>2</sub> O .....						0.014
Na <sub>2</sub> O .....						0.081
Mg O .....						0.052
Ca O .....			0.35			0.078
Si O <sub>2</sub> .....						0.165
Cl .....			0.134			0.120
SO <sub>3</sub> .....						
Fe CO <sub>3</sub> .....			0.267	3.837	3.8	0.093
Na Cl .....			0.222			
Härte .....						
Glühverlust .....	0.58	0.57				
Summe	2.34	2.29	1.490	7.986	7.950	0.82

In 10000 Teilen Wasser	92 Löfsta*), Kirchsp. Närtuna, Uppland	93 Malmö**), Winninge. Bohr- brunnen	94 Malung, Dalarne (4 Ö)	95 Medewi, Öster- götland "Hög- brunn" (1)	96 Medewi "Hjärnes källa" (1)	97 Mölnatorp, Westman- land (4 W)
K <sub>2</sub> O .....		0.041				
Na <sub>2</sub> O .....		0.315				
Mg O .....		0.176				
Ca O .....	2.13	1.173				
Si O <sub>2</sub> .....		0.242				
Cl .....		0.341				
SO <sub>3</sub> .....	1.43	0.015				
Fe CO <sub>3</sub> .....			0.112	0.178	0.469	0.11
Na Cl .....						
Härte .....						
Glühverlust .....	2.27					
Summe	11.60	3.474	0.645	2.35	6.16	3.054

93. 0.006 NH<sub>3</sub>.

\*) Berättelse från Stockholms och Nyköpings läns Kgl. Hushållningssällskaps kemist 1877.

\*\*) Berättelse öfver hydrografiska undersökn. för Malmö vattenledning. Malmö 1893.

84 Krist- walla, Småland (1)	85 Köpman- holm, Ånger- manland (4 He)	86 Lanna- skeda, Småland (1)	87 Lessebo, Småland (4 J)	88 Lessebo (4 J)	89 Luleå (4 L)	90 Lund (2)	91 Lungön, Ånger- manland (4 He)
0.086	2.06	0.529	0.108 0.066 0.024 <sup>d)</sup>	0.024 0.014 <sup>d)</sup>	0.112 <sup>a)</sup> 0.35	1.96 2.02 0.39	0.046
0.71	9.088	1.70	0.59	0.436	1.756	8.95	4.0

a) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. d) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

98 Mösse- berg, Wäster- götland (2)	99 Nora, Ånger- manland (4 He)	100 Norrby, Kirchsp. Döderhult, Småland (1)	101 Norr- köping (2)	102 Nösund, Orust, Bohuslän (3)	103 Piteå (4 L)	104 Ramnäs, Wästman- land (4 W)	105 Ramsele, Ånger- manland (4 He)
0.31 0.6 0.24	0.382	0.039 0.238 0.019 0.095 0.229 0.094 <sup>a)</sup>	0.97 0.45 0.48	0.087	0.029 0.071 0.026 <sup>a)</sup>	0.21 0.19	0.187
1.592	0.785	1.04	3.74	1.669	0.71	1.04	0.475

a) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

In 10000 Teilen Wasser	106 Resele, Ånger- manland (4 He)	107 Resele (4 He)	108 Resele (4 He)	109 Ronne- by*) "Hen- schens källa"	110 Ronne- by*) "Hen- schens källa"	111 Rot- udden Ånger- manland (4 He)
K <sub>2</sub> O .....						
Na <sub>2</sub> O .....						
Mg O .....						
Ca O .....						
Si O <sub>2</sub> .....				0.2023		
Cl .....				0.0744	0.08	
SO <sub>3</sub> .....				0.0696	0.07	
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.084	0.0684	0.0932	0.2649	0.18 <sup>b)</sup>	
Na Cl .....						
Härte .....						
Glühverlust .....	0.295	0.34	0.34			0.262
Summe	0.978	1.19	1.43	0.8581	0.89	1.214

110. 0.001 J(?).

b) Fe O.

\*) RIETZ, S. V., Om kurmedlen vid Ronneby hälsobrunnar och deras indikationer. Karlshamn 1896.

In 10000 Teilen Wasser	120 Stock- holm Haga (2)	121 Stora Frö, Öland (1)	122 Storwik, Gestrik- land (1)	123 Svartwik, Kirchsp. Säbrå, Anger- manland (4 He)	124 Sånga, Ånger- manland (1)	125 Sättra, Westman- land (1)
K <sub>2</sub> O .....		0.407				
Na <sub>2</sub> O .....		0.429				
Mg O .....		0.15				
Ca O .....		1.53			0.09	
Si O <sub>2</sub> .....		0.13				
Cl .....		0.193				
SO <sub>3</sub> .....		0.382				
Fe CO <sub>3</sub> .....		0.14 <sup>b)</sup>	0.149	0.0169	0.08 <sup>a)</sup>	0.039
Na Cl .....	0.32					
Härte .....	1.08					
Glühverlust .....	0.69				0.13	
Summe	3.51	4.915	1.41	0.828	0.61	1.661

121. 0.014 Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>.

a) Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>. b) Fe O.

112 Sabbats- berg, Stockholm (2)	113 Sala (4 W)	114 Sala (4 W)	115 Sala (4 W)	116 Salbohed, Kirchsp. Wäster- Fernebo, Wästman- land (4 Ö)	117 Sanna, Kirchsp. Kumla, Nerike (4 Ö)	118 Skager- brunn, Kirchsp. Rudskoga, Wärmland (1)	119 Skofteby, unweit von Lidköping (4 Sk)
	0.015 0.061	0.186 0.534					
0.1667	0.008 <sup>e)</sup>	0.231	0.011 <sup>e)</sup>		0.17	0.2204	
1.622	0.138	0.056	0,116	0.572			1.1
7.354	0.534	2.008	2.01	2.704	0.77	0.98	3.14

e) Fe.

126 Sättna, Medelpad (4 Su)	127 Torhult (4 J)	128 Tulse- boda, Kirchsp. Kyrkhult, Blekinge (1)	129 Täck- hammar, Kirchsp. Bärbo, Sö- derman- land (4 Ö)	130 Udde- walla "Söder- källa" (2)	131 Unnaryd, Småland (4 Ha)	132 Wägnön, Kirchsp. Säbrå, Änger- manland (4 He)	133 Wärnäs, Kirchsp. Ny, Wärmland (3)
	0.0077 0.0302 0.0180 0.0225 0.22	0.071*) 0.257*) 0.061*) 0.198*)	0.49		0.026 0.099 0.055 0.143 0.31		
0.142	0.0346 0.0446	0.828 <sup>b)</sup>	0.071		0.142		
0.463 0.234		0.079	0.117	0.33 0.97 0.15	0.19	0.294	0.404
	0.335	0.832				0.42	
1.25		2.584	1.4	2.806	1.36	1.3	0.782

127. 0.0129 MnO; 0.0064 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 128. 0.028 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

\*) An Humussäuren, Kieselsäure und Kohlensäure gebunden.

In 10000 Teilen Wasser	134 Ytterån, Jämtland (3)	135 Ytterån (3)	136 Östanbo, Kirchsp. Skön, Medelpad (4 He)
K <sub>2</sub> O .....	} 0.21 <sup>1</sup>	0.136 <sup>1</sup>	
Na <sub>2</sub> O .....			
Mg O .....	0.037		
Ca O .....	0.919—0.955	0.9	
Si O <sub>2</sub> .....	0.137		
Cl .....	0.079		
SO <sub>3</sub> .....	0.124	Spur	
Fe CO <sub>3</sub> .....	0.366	0.546	0.0043
Na Cl .....			
Härte .....			
Glühverlust .....	0.735	0.32	1.1
Summe	2.215	2.48	8.8

Ehe ich zu einer Charakteristik der Karbonatquellwässer im allgemeinen übergehe, will ich einige Bemerkungen und Aufschlüsse über einige der Analysen mitteilen.

Nr 4. Falun. Dieses Wasser zeichnet sich durch einen höheren Gehalt an Sulfaten aus, als die Karbonatquellen im allgemeinen zu haben scheinen. Der hohe Schwefelsäuregehalt (30 %) wird in diesem Fall durch Verwitterung des in der Gegend häufig vorkommenden Schwefelkieses entstanden sein.

Nr 9. Holmkälla. Diese Quelle ist nach Levertin an dem Rande eines grossen Torfmoores belegen.

Nr 10—12 und 81—82. Karlstad. Das Eisenwasser Karlstads, durch seinen ausserordentlich grossen Gehalt an Eisen bekannt, kommt aus Bohrbrunnen, die auf einer von der Klarelf umflossenen Landzunge unweit von Karlstad belegen sind. Der Boden der betreffenden Landzunge besteht grösstenteils aus Sandhumus, den eine Schicht von Sand bedeckt, und zu einem kleineren Teil aus Moorerde mit Limonit gemischt; unter dem Sand liegt eine Tonschicht, die eine Schicht von gröberem Sand bedeckt; dann kommt Moräne und endlich festes Urgebirge. Das Wasser, das aus den Bohrbrunnen geholt wird, ist wahrscheinlich Klarelfswasser, das die eben erwähnte obere Sandschicht durchdringt und dabei marine Salze, besonders Chloride auslöst (ALMÉN, Uppsala Läkareförenings Förhandlingar, Bd XI, S. 481 und folgende.) Eigentümlich und schwer zu erklären ist die grosse Veränderung der Zusammensetzung des Wassers während der Zeit von 1875 bis 1878.

<sup>1</sup> Alkalichloride.

N:r 15. Lannaskeda. Das Wasser dieses Heilbrunnens kommt aus einem 40 Fuss höher belegenen Sumpferzmoor, passiert einen dazwischenliegenden Sandås, wodurch es filtriert wird, ehe es sich in die Quelle ergiesst (ALMÉN, Uppsala Läkareförenings Förhandlingar, Bd XVI, Seite 92).

N:r 16—18. Loka. Unterhalb eines Kiesås, der das Tal zwischen zwei Gebirgsanhöhen abschneidet, liegt das Moor, aus welchem der Schlamm zum Baden geschöpft wird und aus welchem die Heilquelle hervorspringt. — Die Analyse N:r 16, von BERZELIUS im Jahre 1800 ausgeführt, ist aus einer anderen Quelle als der gegenwärtigen Heilquelle (N:r 17—18) genommen.

N:r 22—24. Porla. Diese 3 Quellen sind nahe dem Ende eines niedrigen Sandås belegen, der von einem grossen Moor umgeben ist.

N:r 26. »Lejonkällan» bei Strömstad ist die einzige Quelle mit kupferhaltigem Wasser, die ich in der Litteratur gefunden habe.

N:r 27. Sätra. Das Heilwasser kommt wahrscheinlich aus einem Geröllås. — Die Analysen N:r 13, 25, 26 und 28 führe ich nur mit Vorbehalt unter den Karbonatquellen auf.

N:r 55. Eklundshof. Dieses Quellwasser wird zum Teil aus dem Uppsala-Ås und zum Teil aus einem in der Nähe liegenden, Alluvialbildungen enthaltenden Åsgraben kommen.

N:r 125. Stora Frö, Öland. Diese Quelle ist in einem Silurgebiet belegen, und hat offenbar ihren hohen Kalkgehalt daraus erhalten.

Eine in ihrer Art ganz alleinstehende Quelle wird von C. TH. MÖRNER<sup>1</sup> erwähnt. Sie ist in dem Kirchspiel Tensta im mittleren Uppland belegen und enthält 0.15 Teile  $ZnCO_3$  auf 10000 Teile Wasser. Ihr Zinkgehalt kommt wahrscheinlich aus der zinkblende-führenden Hälleflintformation dieser Gegend.

Bei der Berechnung der Analysen sind die Mittel der folgenden Analysen angewendet: das von N:r 1 und 36, das von 10—12, das von 17 und 18, das von 19 und 20, das von 21 und 95, das von 81 und 82, das von 134 und 135.

Den in der Litteratur vorkommenden Quellwasseranalysen ist in der Regel eine Beschreibung der geologischen Beschaffenheit der Umgebung der Quelle nicht beigegeben. Dies hat zu Folge, dass man in den Fällen, wo die Analysen partiell sind, unsicher sein muss, ob die betreffende Quelle als eine Karbonatquelle angesehen werden darf oder nicht. Ich habe indessen in die vorhergehenden Tabellen derartige Analysen aufgenommen, mit Ausnahme der Fällen, wo ein hoher Chlorgehalt oder ein sehr hoher Gehalt an festen Bestandteilen vorkommt. Es ist auch selbstverständlich, dass mehrere von den in den Tabellen angeführten Quellwässern eigentlich zu der Unterabteilung der Karbonatquellwässer gehören, die ich als Äswässer bezeichnet habe.

<sup>1</sup> Uppsala Läkareförenings Förhandlingar. Neue Folge. Bd III, Seite 172.

Betrachtet man nun zuerst den Gehalt der Karbonatquellen an aufgelösten Stoffen, so findet man, dass dieser Gehalt grosse Variationen aufweist. Das Minimum (N:r 16) ist 0.43, das Maximum (N:r 92) 11.60; das Mittel von 133 Analysen ist 2.2. Wenn man bei der Berechnung des Mittels die 37 Analysen des Åswassers hinzunimmt, bekommt man dasselbe Mittel. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Åswasser und den sonstigen Karbonatquellen bezüglich des Gehalts an festen Bestandteilen scheint nicht vorzuliegen, da das Mittel der ersteren sich auf etwa 2.3 beläuft. Indessen geht aus den Analysen hervor, dass die Åswässer sich durch eine grössere Gleichförmigkeit bezüglich der Menge der aufgelösten Bestandteile kennzeichnen.

Aus den Analysen, bei denen die organischen Stoffe (der Glühverlust) angegeben sind, findet man, dass das Mittel davon 0.42 ist, und dass die unorganischen Bestandteile durchschnittlich 1.98 gr auf 10 Liter ausmachen. Das Maximum und das Minimum in dieser Hinsicht: 9.33 resp. 0.288 findet man ebenfalls in N:r 92 und N:r 105.

Von den Salzen sind die Karbonate die wichtigsten. Die Analysen N:r 1—6, 8—13, 15—34 geben an, dass sich der Gehalt an Karbonat (aus der Summe der unorganischen Stoffe in den Fällen berechnet, wo dies möglich gewesen, sonst aus der Summe der festen Bestandteile) durchschnittlich auf etwa 57 % beläuft. Die Karbonate bestehen in der Regel meistens aus Kalkkarbonat (durchschnittlich sind 21 % der unorganischen Bestandteile CaO), in vielen Fällen auch beinahe hauptsächlich aus Ferrokarbonat. Dies ist besonders der Fall bei einem Teil der Quellwässer, die zu medizinischen Zwecken näher untersucht worden sind. So enthält das Eisenwasser Karlstads sehr grosse Mengen von Eisenkarbonat, ja, in einer Analyse des Eisenwassers von Karlstad, nämlich N:r 12, findet man keine anderen Karbonate als Ferrokarbonat. Die Quellen bei Porla, Medewi, Wärnäs u. a. m. sind auch reich an Eisen. Indessen dürfte das Eisen nicht immer als Karbonat, sondern oft, wenigstens zum Teil, als Salz von organischen Säuren auftreten. Das Vorhandsein von Quellsäure und Quellsäure ist nach LEVERTIN in dem Quellwasser von Porla konstatiert, und es ist ja möglich, dass das Eisen wenigstens zuerst als Salze von diesen Säuren auftritt, und dass diese Salze nachher zu Karbonaten oxydiert werden.

Von den Basen bestehen etwa 11 % aus Alkalien.

Chloride scheinen in ziemlich grosser Menge in den schwedischen Quellwässern vorzukommen. Das Mittel des Chlorgehalts beläuft sich nämlich auf etwa 11 %. Man könnte erwarten, dass der Chlorgehalt der Karbonatquellen mehr mit dem der archaischen Flüsse übereinstimmen sollte; in diesen beläuft er sich auf etwa 4 %. Der verhältnismässig grosse Chlorgehalt der schwedischen Quellwässer beruht indessen darauf, dass so viele von diesen Quellen unterhalb der marinen Grenze in Gebieten belegen sind, wo die Schichten noch nicht vollständig an Meeressalzen ausgelaugt sind.

Schwefelsäure trifft man in den Karbonatwässern durchschnittlich zu 6 0/0 an.

Von den sonstigen Bestandteilen ist Kieselsäure, die in sehr wechselnden Mengen vorkommt, zu bemerken. Durchschnittlich beläuft sich der Gehalt an SiO<sub>2</sub> auf 15 0/0.

Die Analysen Nr 1—35 und einige Analysen der Åswässer geben an die Hand, dass diese Wässer folgende durchschnittliche Zusammensetzung haben:

Karbonate . . . . .	57 0/0
Chloride . . . . .	15 »
Sulfate . . . . .	11 »
Kieselsäure . . . . .	16 »

Oben, Seite 24, habe ich den Mittelwert der Analysen von archaischen Flüssen berechnet.

In der folgenden Tabelle sind diese Zahlen in Prozentzahlen ausgerechnet, um einen Vergleich mit den Karbonatquellen zu ermöglichen.

Archaische Flüsse	Karbonatquellen
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O 21 0/0	11 0/0
CaO 20 »	21 »
MgO 0.8 »	4 »
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3 »	— »
SiO <sub>2</sub> 14 »	15 »
Cl 4 »	11 »
SO <sub>3</sub> 5 »	6 »
CO <sub>2</sub> 32 »	25 »
N <sub>3</sub> H + N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.2 »	93 0/0
100.0 0/0	

Der Rest 7 0/0 besteht aus Eisenoxydul nebst kleinen Mengen von Aluminium- und Manganoxiden.

Aus dem eben Angeführten geht hervor, dass die Karbonatquellen weniger Karbonate, aber mehr Chloride und auch etwas mehr Sulfate als die archaischen Flüsse enthalten. Diese dagegen sind reicher an Alkalien, enthalten aber nicht so viel Eisen und Magnesia als die Quellwässer.

Was wenigstens die Chloride betrifft, erklärt sich dies aus der Thatsache, dass, wie ich schon in dem Vorhergehenden angeführt habe, eine grosse Menge der Quellen unterhalb der marinen Grenze belegen ist.

Die Differenzen zwischen den beiden Prozenttabellen sind indessen nicht so gross, dass man nicht deutlich sehen könnte, dass die archaischen Flüsse bezüglich ihres Salzgehalts zu wesentlichem Teil von den Karbonatquellen abhängig sind.

## 2. Wasser aus marinen Ablagerungen.

In Schweden giebt es verschiedene Quellwässer, deren Zusammensetzung deutlich an die Hand giebt, dass ihre festen Bestandteile aus salzhaltigen marinen Ablagerungen ausgelaugt sind. Am sichersten wird dies durch das Vorkommen der Jod- oder Bromsalze angegeben. Das Vorhandensein grösserer Mengen Chlor deutet auch in dieselbe Richtung hin, ebenso gewöhnlich Kalk- und Magnesiumsulfate. Es liegt auf der Hand, dass eine sichere Grenze zwischen den beiden Arten von Quellwässern nicht zu ziehen ist.

Ein typisches Beispiel eines marinen Quellwassers bietet die Salzquelle von Torpa im Kirchspiel von Fors in Wästergötland.

Nach einer Analyse, von BERLIN<sup>1</sup> im Jahre 1862 ausgeführt, enthält diese Quelle

KCl . . . . .	2.00	FeCO <sub>3</sub> . . . . .	0.01
NaCl . . . . .	108.12	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	0.06
CaCl <sub>2</sub> . . . . .	0.36	SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.46
MgCl <sub>2</sub> . . . . .	3.54	LiCl <sub>2</sub> } Spuren	
MgBr <sub>2</sub> . . . . .	0.25	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> }	
MgJ <sub>2</sub> . . . . .	0.16	Organ. Stoffe . . .	0.14
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1.54		<u>125.54</u>
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	8.90		

Bei Gullbergswass, unweit von Torpa, hat man bei Bohrungen ein stark salzhaltiges Wasser<sup>2</sup> angetroffen, das nach J. E. ALÉN (1890) enthält:

KCl . . . . .	2.3987	MgCO <sub>3</sub> . . . . .	1.6198
NaCl . . . . .	127.7013	FeCO <sub>3</sub> . . . . .	0.0899
H <sub>4</sub> NCl . . . . .	0.5340	CaSO <sub>4</sub> . . . . .	0.3808
MgCl <sub>2</sub> . . . . .	12.6540	SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.1220
MgBr <sub>2</sub> . . . . .	0.2447		<u>147.7041</u>
MgJ <sub>2</sub> . . . . .	0.0750	Feste Bestandteile . . .	149.8
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	1.8839	Glühverlust . . . . .	3.8

Diese Quellwässer zeichnen sich durch einen sehr hohen Salzgehalt aus. Von den Basen kommt Natron in den grössten Mengen vor und tritt als Chlorid auf. Die Karbonate sind wenig wesentlich. Die beiden Stellen sind in der Talschlucht der Götaelf belegen. Die Schichtenfolge ist, von oben gerechnet, Ton, Kies und Gneis.

<sup>1</sup> Nord. medic. Archiv, Bd. VII, n:r 24 und BERLIN, Comment. medico-pract. in pharmac. Svec. Lundæ 1869.

<sup>2</sup> RICHERT, J. G.: Om grundvattens förekomst och användning, Seite 55. Die Analyse findet sich in der Beilage.

Weil das Wasser bei Torpa wie auch bei Gullbergswass zu demselben Strom des Bodenwassers gehört, ist es, wie auch RICHERT an angeführtem Orte, Seite 56, hervorgehoben hat, eigentümlich, dass die Bohrungen, die zwischen Torpa und Gullbergswass ausgeführt worden sind, »ein so reines Wasser geliefert haben, dass man den Vorschlag hat machen können, es für die Wasserleitung Gothenburgs anzuwenden«. Um dies zu erklären sagt RICHERT<sup>1</sup>: »In orographischer Hinsicht bietet indessen die Lage dieser beiden Quellen die Gleichheit, dass beide in kesselförmigen Erweiterungen der Talschlucht des Flusses (der Götaelf) sich gebildet haben. Man hat versucht, den Jodgehalt des Torpaer Wassers auf die Weise zu erklären, dass früher in einem solchen Gebirgskessel grosse Mengen von Meerestang sich angesammelt haben, wovon noch nicht vermoderte Reste in dem nachher abgelagerten Sandbett auftreten. Ist diese Hypothese richtig, so dürfte man sie wahrscheinlich auch auf die Quelle bei Gullbergswass anwenden können«.

Vor anderen Quellwässern müssen indessen in diesem Zusammenhang die Wässer aus den Quellen und Brunnen von Ronneby erwähnt werden, und zwar besonders aus dem Grunde, weil sie ein interessantes Beispiel dafür darbieten, dass Wässer, die aus einem und demselben gleichartigen Gebiete kommen, wesentlich verschieden in ihrer Zusammensetzung sein können. Die Analysen zeigen auch, dass die Zusammensetzung eines Quellwassers merkbare Veränderungen im Laufe der Zeit erleiden kann.

Über die geologischen Verhältnisse des Tals von Ronneby hat G. DE GEER in einem von S. E. HENSCHEN über die Heilbrunnen und Bäder von Ronneby im Jahre 1880<sup>2</sup> herausgegebenen Berichte einige Angaben mitgeteilt, von welchen ich hier eine kurze Zusammenfassung gebe. Das Ronnebyer Tal, das sich von der Stadt Ronneby bis nach dem Meere erstreckt, ist auf beiden Seiten von Urgebirge umgeben; dieses Urgebirge besteht aus grobkörnigem Granitgneis mit eingesprengten Körnern von magnetischem Eisenerz und ein wenig Schwefelkies. Die auf dem Boden des Tales vorkommenden losen Erdschichten bestehen, von oben nach unten gerechnet, aus braunem Alluvialsand, Schlamm, Torf, oberem Sand, Ton, unterem Sand, mergelartigem Bänderton, Morän, Gletscherschlamm. Die Brunnen, die angewendet werden, dringen in den Boden nicht tiefer hinein als ein wenig in die oberhalb des Tons liegende, obere Sandschicht. Da indessen teils der Schlamm selbst wasserführend ist, teils das aus dem Sand kommende Wasser auf seinem Wege nach der Bodenfläche die Schlammschicht durchströmen muss, so ist es augenscheinlich, dass das Wasser seinen Salzgehalt aus dem Schlamm erhält. Dieser Schlamm aber ist ein mariner Schlamm, und aus dieser Thatsache erklärt sich der hohe Gehalt des Ronnebyer Wassers an den Stoffen,

<sup>1</sup> l. c., Seite 56.

<sup>2</sup> Uppsala Läkareförenings Förhandlingar, Bd. XVI, Seite 339.

die in derartigem Schlamm gewöhnlich vorkommen, wie Cl, Br, J, SO<sub>3</sub>, Na, Mg.

Folgende Tabelle über die Zusammensetzung der verschiedenen Ronnebyer Wässer habe ich aus RIETZ, S. V., Om kurmedlen vid Ronneby hälsobrunnar samt deras indikationer, Karlshamn 1896 (Inaugural-Dissertation, Lund) geschöpft.

Analysen von Quellwasser aus Ronneby.

In 10000 Teilen Wasser	Gamla källan (die alte Quelle)			Die Quelle Ekholm's	Die Quelle De Geers	Die Quelle Abelins		Nya källan (die neue Quelle)	Berzelii Quelle
KHSO <sub>4</sub> . . . . .		0.2221	0.0731	0.4182	0.3689 <sup>1</sup>		} 0.8044		0.0344
NaHSO <sub>4</sub> . . . . .			0.1572	2.3476					0.5416
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .		1.5493	0.6325						
Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .			0.0018						
(H <sub>4</sub> N) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .		0.7161	0.3880	1.0989	0.0954		0.3655		0.28
(H <sub>4</sub> N)Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	2.126								
NaAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	4.790								
KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	0.433								
AlCl <sub>3</sub> . . . . .	0.230								
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	3.705	2.4025	1.8251	4.7017	2.5720		2.9476		1.3706
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	1.716	0.3235	0.4934	1.8133	0.6860		1.0262		0.3732
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .		3.8346	1.1939	15.0382	0.0804	0.03			0.89
FeSO <sub>4</sub> . . . . .	10.686	3.2820	4.3652	24.9611	1.2857	9.814	11.029	5.49	3.2528
MnSO <sub>4</sub> . . . . .	0.260	0.2825	0.1213	1.4419	0.0774				0.0903
ZnSO <sub>4</sub> . . . . .	0.133								
NiSO <sub>4</sub> . . . . .		0.0157	0.0099	0.0700					
CoSO <sub>4</sub> . . . . .		0.0087	0.0043	0.0696					
MgCl <sub>2</sub> . . . . .		0.8871	0.4608	0.9505			0.7007		0.3441
MgBr <sub>2</sub> . . . . .		0.0008	0.0005	0.0037					
MgJ <sub>2</sub> . . . . .		0.0050	0.0027	0.0679					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	1.151	0.9877	1.0218	0.963	0.6137		0.7274		0.7618
Hartzartiger Stoff . . . . .		0.0268	0.0267	0.1973					0.0194
Quell- und Quellsatzsäure . . . . .		0.1563		0.1861			0.2172 <sup>2</sup>		0.1237
Humussäuren . . . . .			0.1651						
Salpetersäure und Phosphorsäure . . . . .		Spur	Spur	Spur					
Ameisensäure und Propionsäure . . . . .		Spur	Spur	Spur					
Summe Freie Kohlensäure . . . . .	25.230	14.7011	10.9441	54.3293	6.1634	21.60	19.90		
Chemiker	BERZELIUS 1827	HAMBERG 1858	WALLER 1878	HAMBERG 1858	WALLER 1880	UNDÉN 1880	The London Hospital College 1882	UNDÉN	HEDÉN 1885

<sup>1</sup> Alkalichloride

<sup>2</sup> Schwefelsäure.

Aus diesen Analysen geht hervor, dass sich die Ronnebyer Wässer sämtlich durch einen hohen Salzgehalt auszeichnen. Karbonate finden sich überhaupt nicht, während die Sulfate vorherrschend sind; dadurch weichen diese Wässer von den Quellwässern von Torpa und Gullbergswass ab, wo die Chloride die grösste Rolle spielen. Eine genügende Erklärung dafür lässt sich jetzt schwerlich geben. Das Material zu den Ablagerungen, die sich in dem Tal von Ronneby finden, ist grösstenteils von dem småländischen Hochland gekommen, und die dortigen an Schwefelkie reichen Gesteine dürften wohl die Quelle des Gehalts der Ronnebyer Wässer an Eisensulfat sein.

Bemerkenswert sind auch die ziemlich grossen Variationen in der Zusammensetzung dieser Wässer. Dass der eine Brunnen ein salzreicheres und verschieden zusammengesetztes Wasser im Vergleich mit dem eines anderen hat, kann wohl teilweise auf der Tiefe des Brunnens beruhen.

»Gamla källan» (die alte Quelle) ist 2.6 m tief und dringt 0.6 m in die obere Sandschicht hinein.

»De Geers källa» (De Geer's Quelle) ist 5.5 m tief und dringt 0.7 m in die obere Sandschicht hinein.

»Ekholtz källa» (Ekholtz' Quelle) ist 3.1 m tief und liegt ganz und gar in dem Schlamm.

Diese Angaben, die ich teils aus den eben zitierten Mitteilungen DE GEERS teils aus der oben angeführten Arbeit von RIETZ geschöpft habe, sind aber nicht hinlänglich, um diese grossen Variationen zu erklären. Analysen des Wassers einer und derselben Quelle zeigen nämlich, dass der Salzgehalt nicht konstant bleibt, sondern sich im Laufe der Jahre vermindert. DE GEER behauptet, dass dies darauf beruht, dass die Schichten einer älteren Quelle mehr ausgelaugt worden sind.

Der Gehalt der Ronnebyer Wässer an Eisen bleibt nicht unverändert derselbe das Jahr hindurch, sondern erleidet recht grosse Veränderungen, und zwar im allgemeinen dermassen, dass der Gehalt an  $\text{FeSO}_4$  gegen das Ende des Sommers oder im Herbst sein Maximum erreicht, eine Thatsache, die in Übereinstimmung mit den von mir oben hervorgehobenen Variationen des Schwefelsäuregehaltes der Fyris-å steht.

Reich an Eisen und Schwefelsäure ist auch ein Wasser, das aus einer im Jahre 1880 entdeckten Quellader auf Rindö im »Skärgård» von Stockholm kommt. Die Analysen, die von CRONQUIST<sup>1</sup> ausgeführt sind, ergaben durchschnittlich einen Gehalt an festen Bestandteilen, der sich mit einem Glühverlust von 2.54 auf 6.024 belief. Die Zusammensetzung des Wassers war nach den ausgeführten Berechnungen:

<sup>1</sup> Geologiska Föreningens Förhandlingar, Bd V, S. 376.

FeCO <sub>3</sub>	3.157
FeSO <sub>4</sub>	0.582
MgSO <sub>4</sub>	0.468
MgCl <sub>2</sub>	0.148
NaCl	0.099.

Eine Bestimmung des Kohlensäuregehalts ergab indessen eine so geringe Menge davon, dass man annehmen muss, dass der grösste Teil des Eisens an organische Säuren gebunden ist. Eine genauere Untersuchung gab auch an die Hand, dass der Glühverlust aus Quellsäure bestand.

Von deutlich marinem Ursprung ist das Wasser von Brunnen in dem Teil der Stadt Uppsala, der Kungsängen genannt wird, und zwar von denen im südlichen Teil. ALMÉN<sup>1</sup> hat folgende Zahlen für drei verschiedene Brunnen angegeben:

Feste Bestandteile	5.9	21.9—24.9	
NaCl . . . . .	1.9	10.2	17.3—20.8.
CaO . . . . .	1.0	3.5	

In mehreren von diesen Brunnen hat man auch ziemlich grosse Mengen von Jod angetroffen. Der Salzgehalt in einigen von diesen Brunnen ist grösser als derjenige des nördlichen Teils der Ostsee.

Unter den in der folgenden Tabelle zusammengestellten Quellwässern werden die Analysen Nr 1, 6—11, 17, 27—31 von besonderem Interesse sein. Diese Quellen sind nämlich sämtlich in der Landschaft Nerike belegen, und legen Zeugnis ab von der Verbindung, die gegen das Ende der Eiszeit zwischen der Nordsee und der Ostsee in diesem Teil Schwedens bestand.

<sup>1</sup> Sveriges Geologiska Undersökning. Die Beschreibung des Blatts von Uppsala.

	In 10000 Teilen Wasser	Feste Bestandteile	Glimm-verlust	Cl	SO <sub>3</sub>	NaCl	CaO	MgO	FeCO <sub>3</sub>	FeO
1	Askersund, »Krafskärs källa» (2)	4.1	1.66			0.83			1.87	
2	Boden, Wästerbotten (4 L) . . . . .	2.97	0.77	0.71						
3	Borgholm, (4 W) . . . . .	120.652		69.225	0.075		22.82	1.13		0.023
4	Djursåtra, Wästergötl. (4 Ö) . . . . .	1.30		0.355		0.585	0.25		0.128	
5	Eskilstuna, (4 W) . . . . .	4.008	0.196	0.753	0.326		0.862	0.286		0.014
6	Fellingsbro, Nerike (4 Ö) . . . . .	7.80		2.343						
7	» » » . . . . .	1.14	0.56	0.284			0.29		0.073	
8	» » » . . . . .	4.16		0.85						
9	Haddebo, Nerike (4 Ö) . . . . .	1.533	0.57	0.335		0.582				
10	» » » . . . . .	2.51	0.426	0.426		0.698				
11	» » » . . . . .	2.48	0.666	0.497		0.815				
12	Horred, Westergötl. (4 Ha) . . . . .	0.58				0.29				
13	Karlstad, »Kvarnbergs källa» (2)	2.13	0.39			1.37				
14	Köping (4 W) . . . . .	6.948	0.22	2.272		3.738	1.16	0.362		
15	Marstrand, »St Eriks källa» (2)	0.86	0.28			0.61 <sup>1</sup>				
16	Medewi, »Engdahls källa» (1) . . . . .	1.98							0.314	
17	Myrö, Kirchsp. Ringkarleby, Nerike (4 Ö) . . . . .	8.33		1.70						
18	Skofteby, unweit von Lidköping (4 Sk) . . . . .	26.54	2.62							
19	Sundswall (4 Su) . . . . .	6.70	1.738							
20	Södertelje (4 W) . . . . .	3.785	0.207	0.93	0.55		0.62	0.16		0.012
21	Tidaholm, Westergötland (4 Sk)	3.874	0.814	0.708	0.457	1.167	0.994	0.114	0.064	
22	Wästerås (4 W) . . . . .	8.102	0.268	0.23	3.258		1.875	0.869		0.014
23	» » . . . . .	7.598	0.454	1.264			1.202	0.456		0.051
24	Åkarp, Skåne <sup>2</sup> , Bohrbrunnen . . . . .	5.49		1.321			1.315	0.33		
25	» » » . . . . .	5.78		1.551			1.345	0.337		
26	» » » . . . . .	5.73		1.565			1.295	0.349		
27	Örebro (4 Ö) . . . . .	1.85		0.284		0.468	0.7			
28	» » . . . . .	1.44		0.284		0.468	0.15			
29	» » . . . . .	1.12		0.213		0.351	0.14			
30	» » . . . . .	5.38	0.9	0.71		1.17	1.306			
31	» » . . . . .	2.4	0.38	0.185		0.3	0.642			

24. 0.06 K<sub>2</sub>O; 1.094 Na<sub>2</sub>O; 0.23 SiO<sub>2</sub>; 0.007 NH<sub>3</sub>.

25. 0.058 K<sub>2</sub>O; 1.19 Na<sub>2</sub>O; 0.22 SiO<sub>2</sub>; 0.008 NH<sub>3</sub>.

26. 0.065 K<sub>2</sub>O; 1.207 Na<sub>2</sub>O; 0.205 SiO<sub>2</sub>; 0.005 NH<sub>3</sub>.

<sup>1</sup> zu hoch?

<sup>2</sup> Berättelse öfver hydrografiska undersökningar för Malmö vattenledning. Malmö 1893, S. 35-37.

32.	Engelholm (I)	33.	Frennarp, Halland (I)
	NaCl		NaCl
	0.435		0.88
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	0.113		0.15
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		MgSO <sub>4</sub>
	0.091		0.60
	MgCl <sub>2</sub>		CaSO <sub>4</sub>
	0.138		0.55
	CaCO <sub>3</sub>		FeSO <sub>4</sub>
	0.212		0.30
	FeCO <sub>3</sub>		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
	0.172		0.99
	SiO <sub>2</sub>		SiO <sub>2</sub>
	0.040		0.52
	Summe		Summe
	1.201		3.99
34.	Medewi, Engdahlskälla (I)	35.	Ramlösa, Skåne (I)
	KCl		KCl
	0.0208		0.0390
	NaCl		NaCl
	1.3548		0.2825
	MgCl <sub>2</sub>		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	0.0101		0.2577
	H <sub>4</sub> NCl		CaCO <sub>3</sub>
	0.0305		0.5494
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		MgCO <sub>3</sub>
	0.042		0.1471
	KNO <sub>3</sub>		FeCO <sub>3</sub>
	0.0082		0.1575
	MgCO <sub>3</sub>		MnCO <sub>3</sub>
	0.5136		0.0234
	FeCO <sub>3</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	0.1953		0.0143
	MnCO <sub>3</sub>		SiO <sub>2</sub>
	0.0140		0.2343
	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		Summe
	0.0017		1.7052
	AlPO <sub>4</sub>		
	0.0018		
	Org. Bestandteile		
	0.3483		
	Summe		
	2.8440		
36.	Wänersborg (I)		
	KCl		0.3859
	NaCl		3.7146
	NaJ		0.1328
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		0.6197
	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		3.8799
	MgCO <sub>3</sub>		3.6928
	FeCO <sub>3</sub>		0.0873
	MnCO <sub>3</sub>		0.0690
	Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		0.0598
	SiO <sub>2</sub>		0.1887
	Summe		12.8304

N:r 3. Ein Brunnen, den man durch Diamantbohrung erhalten hat. Der Berggrund besteht aus Silurschichten.

N:r 17. Das Wasser erhielt man bei Tiefbohrung am Hemfjärd (einem Teil des Hjälmär). »Nach Angaben erreichte man in der Tiefe eine dunkle Schieferschicht» (Mitteilung des Herrn Assistenten HÖGBOM).

N:r 33. Die Analyse zeigt, dass in dem Gebiete der Quelle marines Material, vielleicht auch Silurmaterial vorhanden ist.

N:r 35. Dieses Wasser dürfte vielleicht mit ebenso gutem Recht Karbonatwasser zu nennen sein.

Schliesslich willich mit einigen Worten die s. g. Sophien-quelle<sup>1</sup> unweit von Helsingborg erwähnen. Diese Quelle oder vielmehr diesen Bohrbrunnen hat man nach einer 93—94 m tiefen Bohrung erhalten, wobei man die Juraschichten durchdrang und bis in die unter ihnen liegenden Triasschichten hinab kam. Die dabei angetroffene Quellader war so stark, dass sie einen Wasserstrahl mehrere Meter in die Luft hinaufwarf. Diese Umstände geben an die Hand, dass der Salzgehalt des Wassers nicht aus dem naheliegenden gegenwärtigen Meere herrührt, sondern dass er durch Auslaugung der Schichten der Trias- und Juraformationen entstanden ist.

Ein Vergleich zwischen der chemischen Zusammensetzung der Sophien-quelle und des Meereswassers bestätigt diese Annahme:

Die Sophien-quelle Analyse von K. A. H. MÖRNER 1890		Die Meerenge bei Landskrona H. STRUWE 1852, nach ROTH, Bd I, Seite 518	
KCl	0.3170	}	156.68
NaCl	127.6900		
LiCl	0.0226		---
H <sub>4</sub> NCl	0.0797		---
MgCl <sub>2</sub>	3.6270		11.92
CaCl <sub>2</sub>	8.4300		---
MgBr <sub>2</sub>	0.1990		---
MgJ <sub>2</sub>	0.0066		---
CaSO <sub>4</sub>	---		17.08
MgSO <sub>4</sub>	---		2.99
CaCO <sub>3</sub>	0.6803		---
BaCO <sub>3</sub>	0.1151		---
SrCO <sub>3</sub>	0.1268		---
FeCO <sub>3</sub>	0.0588		---
MnCO <sub>3</sub>	0.0144		---
SiO <sub>2</sub>	0.0730		---
Summe	141.4373		188.67
			Verdunstungsrückstand 204.30
CO <sub>2</sub> . . . . .	4.10 vol. %		
Kohlenwasserstoff . . .	3.74 %		
Stickstoffgas . . . . .	0.48 %		

Aus den Analysen geht hervor, dass die Sophien-quelle den für das Meerwasser charakteristischen Gehalt an Sulfaten von Calcium und Magnesium nicht hat. Unter solchen Umständen muss man wohl annehmen, dass der Salzgehalt dieses Wassers durch Auslaugung fossiler Meeres-salze aus den Trias- oder Juraablagerungen.

<sup>1</sup> LEVERTIN, A., Svenska brunnar och bad. 2. Aufl., Seite 30.

## Litteraturverzeichnis.

- ALMÉN, A., Huru bör ett dricksvattens godhet bedömmas ur sanitär synpunkt? Svenska Läkaresällskapets Nya Handl. Ser. II, Teil 3.
- APPELBERG, O., Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingeniörs-Föreningens förhandlingar för 1886.
- BERGMAN, T., Chemisk undersökning om källevatnen uti och närmast kring Upsala. Upsala 1770.
- BERLIN, Comment. medico-pract. in pharmac. Svec. Lundæ 1869.
- Berättelse från Stockholms och Nyköpings läns Kgl. Hushållningssällskaps kemist 1877.
- Berättelse öfver hydrografiska undersökningar för Malmö vattenledning. Malmö 1893.
- Bilagor till drätselkammarens utredning och yttrande i vattenledningsfrågan. Gefle 1896.
- BISCHOF, G., Lehrbuch der chem. und physik. Geologie. Bonn 1863.
- ERDMANN, A., Bidrag till kännedomen om Sveriges quartära bildningar. Sveriges geologiska undersökning I. Stockholm 1868.
- FEGRÆUS, T., Om de lösa jordaflagringerne i några af Norrlands elfdalar. Stockholm 1890. (Inaugural-Dissertation).
- FRESENIUS, R., Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse. Braunschweig 1898.
- Förteckning öfver statens vattenfall enligt Vattenfallskommitténs utredning år 1903. Stockholm 1903.
- Geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar (G. F. F.).
- HAMBERG, H. E., Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. Stockholm 1895—96.
- Jahresberichte der chem. Stationen Schwedens.
- KUBEL, W., Anleitung zur Untersuchung von Wasser. 2 Aufl. bearb. von F. Tiemann. Braunschweig 1874.
- LERSCH, B. M., Hydrochemie. Berlin 1864.
- LEVERTIN, A., Svenska brunnar och bad. Aufl. 1 und 2. Stockholm 1883 und 1892.
- MAUZELIUS, R., & WESTERBERG, A., Försök öfver bestämning af kolsyrad kalk och kolsyrad magnesia i jord. Ultuna Landbruksinstituts redogörelse för år 1894.
- NERMAN, G., Något om i Indalsälven, Ljusnan och Dalälven rådande hydrografiska förhållanden. Uppsala 1901.
- NERMAN, G., Några hydrografiska studier. Gäfleån i Gestrkland. Uppsala 1903.
- Nord. medic. Archiv.
- PENCK, A., Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.
- READE, T. M., Denudation of the two Americas. Proceedings of the Liverpool Geological Society 1884—85.
- RICHERT, J. G., Om grundvattens förekomst och användning. Göteborg 1891.
- RIETZ, S. V., Om kurmedlen vid Ronneby helsobrunnar samt deras indikationer. Karlshamn 1896. (Inaugural-Dissertation).
- ROTH, J., Allgemeine und chemische Geologie. Bd. I. Berlin 1879.
- SCHMIDT, C., Hydrologische Untersuchungen. Bull. Ac. Sc. St. Petersburg. Von Bd. II, 1866, an
- Sveriges geologiska undersökning. Beschreibung des Blatts von Uppsala. Stockholm 1869.
- Upsala Läkareföreningens Förhandlingar (U. L. F.).
- Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1876.
- WIDMAN, O., Redogörelse för kontroll . . . vid apoteket Lejonets mineralvattensfabrik i Uppsala under åren 1896—1900. Uppsala 1901.

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	101
I. Flusswasser . . . . .	103
1. Analytischer Teil . . . . .	103
A. Methoden der Analysen . . . . .	103
B. Analysen . . . . .	104
2. Theoretischer Teil . . . . .	117
A. Der Gehalt der Flüsse an aufgelösten Bestandteilen . . . . .	117
B. Die Variationen der in Flusswasser vorkommenden unorganischen Bestandteile . . . . .	122
C. Berechnungen über die von schwedischen Flüssen nach dem Meere gebrachten, aufgelösten unorganischen Stoffe . . . . .	124
D. Vergleichende Bemerkungen über das Wasser einiger Flüsse in anderen Ländern . . . . .	126
II. Quellwasser . . . . .	129
1. Karbonatquellen . . . . .	130
A. Quellwässer aus Äs-Schichten . . . . .	130
B. Karbonatquellwasser im allgemeinen . . . . .	135
2. Wasser aus marinen Ablagerungen . . . . .	150
Litteraturverzeichnis . . . . .	158