

Einige auf die Danziger Canalisations-Anlagen bezügliche chemische Analysen.

Vortrag in der Naturforschenden Gesellschaft gehalten von
Otto Helm.

~~~~~

Das hohe Interesse, welches die Danziger Wasserleitungs- und Canalisations-Anlagen nicht allein in unserm Kreise, sondern auch ausserhalb bei allen denen gefunden hat, welche sich mit sanitären oder volkswirthschaftlichen Fragen beschäftigen, veranlasst mich, Ihnen heute wieder diejenigen chemisch analytischen Arbeiten mitzutheilen, welche auf diesen Gegenstand Bezug haben und welche ich im Laufe des Jahres 1876 ausführte.

Zunächst habe ich nochmals das nach Danzig geleitete Quellenwasser chemisch analysirt, um die Veränderungen kennen zu lernen, welche es im Laufe der Jahre erfahren hat. Meine erste Analyse führte ich bald nach Fertigstellung der Leitung im Anfange des Jahres 1876 aus und theilte Ihnen dieselbe damals mit.

Heute enthalten 100,000 Theile dieses Leitungswassers:

|                   |                                                                         |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 12, <sub>10</sub> | Theile Kalkerde,                                                        |
| 0, <sub>90</sub>  | „ Magnesia,                                                             |
| 2, <sub>11</sub>  | „ Natron,                                                               |
| 0, <sub>38</sub>  | „ Kali,                                                                 |
| 0, <sub>35</sub>  | „ Eisenoxyd,                                                            |
| 2, <sub>50</sub>  | „ Schwefelsäure,                                                        |
| 1, <sub>72</sub>  | „ Chlor,                                                                |
| 0, <sub>03</sub>  | „ Phosphorsäure,                                                        |
| 0, <sub>74</sub>  | „ Kieselsäure,                                                          |
| 0, <sub>09</sub>  | „ Thonerde,                                                             |
| 9, <sub>91</sub>  | „ Kohlensäure, ausserdem 10, <sub>8</sub> Theile halbgebunden und frei, |
| 0, <sub>47</sub>  | „ organische Substanzen,                                                |
| <hr/>             |                                                                         |
| 31, <sub>30</sub> | Theile in Summa,                                                        |

0,39 Theile davon ab für die dem Chlor aequivalente Menge  
Sauerstoff,

---

30,91 „ festen Rückstand.

Die Veränderungen, welche das Wasser in seiner chemischen Zusammensetzung seit dem Jahre 1870 erfahren hat, bestehen der Hauptsache nach darin, dass es geringer an gelösten organischen Substanzen und Eisengehalt geworden ist. Beide können nur als Verbesserung des Wassers angesehen werden. Der Grund der Abnahme der organischen Substanzen liegt wohl darin, dass meine erste chemische Analyse des Quellenwassers bald nach Beendigung der Aufschlussarbeiten orfolgte; durch letztere war das ganze Quellenterrain durchwühlt und gelockert worden, es gab daher die organischen Substanzen nicht allein leichter dem eindringenden Wasser ab, sondern führte sie auch leichter in die unterirdischen Saugecanäle über. Die Verminderung des Eisengehaltes steht wohl mit den Zuleitungsröhren im Zusammenhange.

Die aus der Stadt abgehende Canalflüssigkeit analysirte ich zuerst vollständig im Jahre 1875; sie hatte damals in unfiltrirtem Zustande in 100,000 Theilen:

56,57 Theile organische Bestandtheile mit einem Stickstoffgehalte von 1,16 Theilen,

69,93 „ anorganische Bestandtheile,

6,46 „ Ammoniac, entsprechend Stickstoff . . . . 5,32 „

---

132,96 Theile in Summa.

in Summa 6,48 Theile.

In den unorganischen Bestandtheile waren enthalten:

14,60 Theile Kieselerde und feiner Sand,

13,83 „ Kalkerde,

1,50 „ Magnesia,

4,44 „ Kali,

8,77 „ Natron,

2,37 „ Schwefelsäure,

6,97 „ Chlor,

9,45 „ Phosphorsäureverbindungen, Eisenoxyd und Thonerde mit einem Gehalte an reiner Phosphorsäure von 1,984 Theilen,

9,57 „ Kohlensäure,

---

71,50 Theile in Summa,

1,57 „ davon ab für den dem Chlorgehalte entsprechenden  
Sauerstoff,

---

69,93 „ unorganische Stoffe.

Im vorigen Jahre machte ich eine zweite chemische Analyse, welche der vorerwähnten gegenüber einige meistens unwesentliche Unterschiede erwies. So erhielt ich etwas weniger Ammoniac und organische Substanz (in 100,000 Theilen 5,32 Theile Ammoniac und 40,88 Theile organische Substanz), dagegen etwas mehr Stickstoff in organischer Verbindung (1,63 Theile). Der Chlorgehalt betrug 8,19. Der Schwefelsäuregehalt war vermehrt, durchschnittlich 5,31 Theile. Phosphorsäure wurde fast ebensoviel gefunden (2,015 Theile), ebenso Kali (4,115 Theile).

Das Wasser der von den Rieselanlagen abfließenden Abzugsgräben hatte im Sommer des Jahres 1875 in 100,000 Theilen 1,07 Theile Ammoniac, 8,5 Theile organische Substanz (Glühverlust), 4,74 Theile Chlor und 1,75 Theile Schwefelsäure; Phosphorsäure waren nur Spuren, Salpetersäure resp. salzetrige Säure keine darin.

Eine vollständige chemische Analyse machte ich im Frühjahr des Jahres 1876; es enthielt damals in 100,000 Theilen:

|       |                                                          |              |
|-------|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1,81  | Theile Kieselerde und feinen Sand,                       |              |
| 6,43  | „ Kalkerde,                                              |              |
| 0,43  | „ Magnesia,                                              |              |
| 1,28  | „ Kali,                                                  |              |
| 3,84  | „ Natron,                                                | Gesamthärte: |
| 2,47  | „ Schwefelsäure,                                         | 6,8 deutsche |
| 4,26  | „ Chlor,                                                 | Grade.       |
| 4,35  | „ Eisenoxyd und Thonerde,                                |              |
| 0,13  | „ Phosphorsäure,                                         |              |
| 5,40  | „ Kohlensäure,                                           |              |
| <hr/> |                                                          |              |
| 30,40 | „ in Summa unorganische Bestandtheile,                   |              |
| 0,96  | „ davon ab für die dem Chlor acquirale Menge Sauerstoff, |              |
| <hr/> |                                                          |              |
| 29,44 | „                                                        |              |
| 9,60  | „ organische Bestandtheile (Glühverlust),                |              |
| 1,20  | „ Ammoniac,                                              |              |
| <hr/> |                                                          |              |
| 40,24 | „ in Summa feste Bestandtheile.                          |              |

Mit Sorgfalt suchte ich in diesem Abflusswasser die Natur der darin gelösten organischen Substanzen zu erforschen, weil von Seiten einiger Anwohner behauptet wurde, es seien noch unzersetzte Fäcalstoffe darin enthalten, welche Behauptung die Gegner der Rieselwirthschaft mit Canalflüssigkeit gläubig überall colportirten. Den Gang, welchen ich bei diesen Untersuchungen einschlug und die gewonnenen Resultate waren nachstehende:

Das Wasser wurde von dem die Gräben erfüllenden rothbraunen Schlamm abgescöpft und kam so zur Untersuchung. Der Schlamm besteht nach den von mir schon anderorts mitgetheilten Untersuchungen aus Eisenhaltigen Humussubstanzen und einigen erdigen Bestandtheilen, durchsetzt von zahlreichen Algenfäden. *Leptothryx ochracea* und *Anthophysa Mülleri* Bary. Die Flüssigkeit selbst ging in meinem Arbeitszimmer weder in den verschlossenen noch in den offenen Gläsern in Fäulniß oder Gährung über, noch zeigte sich darin Schimmelbildung, während die ursprüngliche Canalflüssigkeit schon nach wenigen Tagen zu schimmeln, und sich zu zersetzen anfing. Schon dieser Umstand spricht dafür, dass eine tiefeingreifende Veränderung, eine sogenannte Mineralisirung der organischen Substanz in dem vom Rieselterrain ablaufenden Wasser stattgefunden haben muss. Mikroskopisch war in dem mehrere Tage aufbewahrten Wasser namentlich das Vorhandensein der mitgeschöpften Algen ersichtlich, welche zu zarten, weissen und stärkeren braunen Fäden auswuchsen, ferner in dem ocherfarbigen Satze ausser

den mineralischen Substanzen einige lebende Infusorien, Diatomeenskelette und zerfallene Pflanzenzellen.

Die chemische Untersuchung der organischen Substanzen des Wassers, der Abzugsgräben ergab zunächst die Anwesenheit von Humussäuren; sie wurden im Verdampfungsrückstande des Wassers durch die bekannte Kali und Kureaction gefunden. Ob neben diesen noch andere flüchtige Säuren vorhanden waren, wurde in nachstehender Weise ausgeführt. Ein halbes Liter Wasser wurde im Wasserbade bis etwa auf den 10. Theil abgedampft, dann filtrirt. Das Filtrat wurde mit Schwefelsäure stark angesäuert und mittelst schwefelsauren Silberoxyds vom Chlor befreit, dann wieder filtrirt und der Destillation unterworfen. Das Destillat hatte keinen Geruch und zeigte eine nur schwache saure Reaction gegen Lacmus. Mit einem Tropfen Kalilösung versetzt und verdampft, dann mit Schwefelsäure und etwas Alcohol erwärmt, war ein deutlicher Ananasgeruch (buttersaures Aethyloxyd) bemerkbar. Von andern chemischen Reactionen konnte wegen der geringen Quantität der erhaltenen Säure nur die auf Salzersäure gemacht werden, welche negativ ausfiel; die angeführte Geruchsprobe deutete aber wohl hinlänglich einen geringen Gehalt von Buttersäure an.

Demnächst führte ich mit dem Wasser die vom Professor Fleck angegebene Methode der Entdeckung leicht oxydirbarer und zur Zersetzung geneigter Substanzen mittelst einer alcalischen Lösung von Silberoxyd in unterschwefligsaurem Natron aus; dieselbe ergab, dass bei der kalten Vermischung des genannten Reagens mit dem Wasser eine leichte Trübung entstand, dass bei dem darauf folgenden Kochen des Gemisches eine reichliche Ausscheidung von schwarzem Silber erfolgte.

Dann behandelte ich den aus einem halben Liter des angesäuerten Wassers erhaltenen Verdampfungsrückstand bei gelinder Wärme mit Kalilauge, um etwa durch den Geruch sich markirende Stickstoffbasen z. B. Trimethylamin oder andere aus Zersetzung der Proteinkörper entstandene Producte zu entdecken; es war jedoch nur ein schwacher Ammoniaegeruch bemerkbar. Die Prüfung auf unzersetzte Fäcesbestandtheile in dem Abflusswasser geschah nach einer von mir empfohlenen im Julyhefte d. J. des Archivs der Pharmacie beschriebenen Untersuchungsmethode. Diese Methode beruht auf einer Scheidung der in Alcohol löslichen Substanzen des Wassers von den darin unlöslichen. Das Wasser wird bei gelinder Wärme verdunstet, der erhaltene Rückstand mit Alcohol ausgezogen und der Auszug filtrirt; es werden auf diese Weise leicht die gröberen in jedem Wasser enthaltenen erdigen Bestandtheile von den leicht in Alcohol löslichen organischen extractiven getrennt. In die alkoholische Lösung gehen ferner die Ammoniacsalze, salpetersauren Verbindungen und andern bei Beurtheilung von Wässern interessirende Körper leicht über und können darin mikroskopisch und mikrochemisch nachgewiesen werden. Namentlich eignet sich diese Methode trefflich, um Harnbestandtheile in kleinen Mengen noch deutlich zu erkennen. Der Harnstoff ist im Wasser wohl immer in Gemeinschaft von Ammoniacsalzen, namentlich Chlorammonium enthalten, dessen Krystalle unter dem Mikroskope eigenthümlich feder- und kreuzförmige Verästelungen darstellen. Neben diesen Krystallen und zwischen ihnen liegen die mannigfachen Formen, in denen

der Harnstoff krystallisirt, entweder lange bündelförmige oder quadratische Prismen oder, als sehr charakteristische Form, die Verbindung des Harnstoffes mit Chlornatrium, schiefe rhombische Prismen, welche in Kreuzform aneinander liegen. Um nun über die Anwesenheit des Harnstoffes Gewissheit zu erhalten, wird der krystallinische Theil des Rückstandes in bekannter Weise mit Salpetersäure, resp. Oxalsäure behandelt; die charakteristischen Gestalten des salpetersauren und oxalsauren Harnstoff sind unter dem Mikroskope leicht zu erkennen.

Auf die wie vorstehend beschriebene Weise wurden nun die Wässer der Abflussgräben behandelt, es konnte darin aber weder Harnstoff nachgewiesen werden, noch Harnsäure durch die Murexidreaction, noch Gallenbestandtheile nach Petterkoferscher Methode; überhaupt war bei der ganzen Procedur weder durch den Geruch noch durch chemische Reactionen die Anwesenheit unzersetzt gebliebener Fäcalstoffe zu entdecken, dagegen fanden sich leicht Ammoniacsalze und eine sehr kleine Quantität Salpetersäure. Da letztere in dem ursprünglichen Wasser weder durch die Indigo noch durch die Brucinprobe nachgewiesen werden konnte, so ist ihre Entdeckung hier ein Beweis für die Feinheit der Untersuchungsmethode.

Ein grosser Werth und namentlich in sanitärer Beziehung wird darauf gelegt, dass die in den Abflusswässern enthaltenen organischen Stickstoffverbindungen eine möglichst mineralisirte Form angenommen haben, d. h. dass die ehemals darin enthalten gewesenen organischen Stickstoffkörper möglichst in Ammoniac, Salpetersäure und andere einfache Verbindungen übergegangen sind.

Dass Harnstoff und Harnsäure bereits diese Umwandlung in Ammoniac und Kohlensäure erfahren haben, ist schon im vorhergehenden dargethan worden, war auch zu erwarten, weil diese an sich schon so leicht zersetzbaren Körper auf dem Wege zu den Rieselanlagen und auf ihnen selbst hinlänglich Zeit und Gelegenheit fanden zu zerfallen. Es erübrigt nun noch nachzuweisen, ob auch die andern in der Canallflüssigkeit enthaltenen organischen Stickstoffverbindungen, so die Eiweisskörper, leimgebenden Stoffe u. a. noch intact im abfliessenden Wasser enthalten sind. Diese Aufgabe ist, wie jeder Chemiker weiss, eine äusserst schwierige; unmöglich wird sie, wenn auch die correcte Nachweisung der zahlreichen Zwischenstufen verlangt wird, welche beim Zerfall dieser Körper entstehen und welche gerade in sanitärer Beziehung von höchster Wichtigkeit sind. Schon während der mit dem Wasser vorgenommenen chemischen und physikalischen Operationen geht dieser Zerfall schnell und schneller vor sich und der Chemiker erhält schliesslich nur die mineralischen Erdproducte in seiner Nachweisung.

Zur gröberen Erkennung etwa vorhandener Eiweisskörper wandte ich zunächst die bekannte Millonsche chemische Reaction mittelst salpetersauren Quecksilberoxyduls bei vorherrschender Salpetrigsäure an; sie ergab ein negatives Resultat.

Am besten eignet sich wohl für den hier vorliegenden Fall, wo neben grösseren Quantitäten Ammoniac nur kleine von Stickstoffkörpern zu erwarten sind, noch die Wanklyn-Chapmann Smith'sche Methode. Dieselbe beruht darauf, dass Wasser, welches mit einer kleinen Menge kohlsauren Natrons versetzt und der

Destillation unterworfen wird, in dem ersten Drittel des Destillats denjenigen Theil des Ammoniacs enthalten soll, welcher aus den Ammoniac resp. Harnsalzen stammt; in dem nicht abdestillirten Reste sollen die nicht der Zersetzung unterworfenen Stickstoffkörper bleiben, welche Wanklyn unter dem Collectivnamen „Albuminoide“ begreift.

Um diese gleichfalls in der Form von Ammoniac abzuscheiden, zersetzen die genannten Chemiker den Destillationsrückstand mit einem Ueberschusse von übermangansaurem Kali und Kalialuge und destilliren dann wieder ein Drittel ab. In diesem Drittel wird das „Albuminoidammoniac“ dann durch Nessler'sches Reagenz und vergleichende Farbenreaction bestimmt.

Das Resultat der Untersuchung des auf diese Weise behandelten Wassers der Abzugsgräben war, dass die Farbennuance in dem zuletzt abdestillirten Drittel, welche das Nessler'sche Reagenz hervorrief, nur eine so geringe Menge von sogenanntem Albuminoidammoniac erkennen liess, dass es noch unter ein Zehnmillionstel Theil betragen musste.

Eine zweite Untersuchung über die Beschaffenheit und die Natur der in den Abflusswässern enthaltenen organischen Substanzen führte ich im Dezember 1876 aus an einem Tage, wo andauernde Kälte und Schneefall nicht nur das Terrain der Rieselanlagen beeinflusst, sondern auch die Ableitungsgräben mit einer starken Eiskecke versehen hatten. Das Wasser verhielt sich jedoch ganz so, wie das im Frühjahr entnommene, d. h. es waren darin weder unzersetzte Bestandtheile von Fäcalien nachweisbar, noch eine namhafte Quantität organischer Stickstoffverbindungen, dagegen Ammoniac, Spuren von Buttersäure. Humuskörper und andere indifferente organische Verbindungen. Es war in der That auch zu erwarten, dass abgesehen von der Zersetzung, welche die organischen Stickstoffverbindungen schon auf dem Wege von den Häusern der Stadt bis zu den Rieselanlagen erfahren haben werden, die Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft auf der weiten Fläche des Rieselterrains das seinige dazu beigetragen haben wird, die organischen Substanzen zum weitem Zerfalle zu bringen, sie zu mineralisiren dazu kommt dann noch in den wärmern Monaten die aufsaugende Kraft der Pflanzenwurzeln und endlich die in dem Erdboden selbst vor sich gehenden Umgestaltungen und Absorptionen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [NF 4 1](#)

Autor(en)/Author(s): Helm Otto

Artikel/Article: [Einige auf die Danziger Canalisations- Anlagen bezügliche chemische Analysen 1-5](#)