

Ueber die Bestandtheile der Canalflüssigkeit und des Abwassers der Danziger Rieselanlagen.

Vortrag,

gehalten in der naturforsch. Gesellschaft zu Danzig am 7. Novbr. 1883

von

Otto Helm.

In Verfolg meiner in den Jahren 1875, 1876 und 1881 ausgeführten und in diesen Schriften, Jahrg. 1876 und 1881 veröffentlichten chemischen Analysen der Danziger Canalflüssigkeit und der Abwässer von den Rieselanlagen, theile ich nun die von mir im Sommer 1883 bewirkten Untersuchungen mit.

Zu diesen Untersuchungen gelangten zwei in den Tagen vom 9. bis 11. August entnommene Durchschnittsproben. Zur vergleichenden Uebersicht habe ich neben den Ergebnissen des Jahres 1883 auch die früheren Analysen beigefügt.

100 000 Theile der unfiltrirten Canalflüssigkeit enthielten:

1875.	1883.		1875	1883.
56,57	62,350	Theile organische Bestandtheile mit einem Stickstoffgehalte von	1,16	0,710 Theile
69,93	75,605	„ anorganische Bestandtheile,		
6,46	6,188	„ Ammoniak, entsprechend Stickstoff	5,32	5,096 „
132,96	144,143	Theile in Summa	Stickstoff in Summa 6,48	5,802 Theile

In den anorganischen Theilen waren enthalten:

14,60	3,650	Theile Kieselsäure und feiner Sand,	
13,83	16,801	„ Kalkerde,	
1,50	3,051	„ Magnesia,	
4,44	5,261	„ Kali,	
8,77	12,068	„ Natron,	
2,37	4,752	„ Schwefelsäure,	
6,97	14,681	„ Chlor,	
7,466	5,079	„ Eisenoxyd und Thonerde,	
1,984	2,450	„ Phosphorsäure,	
9,57	11,117	„ Kohlensäure,	
71,50	78,910	Theile in Summa.	
1,57	3,308	„ Davon ab für den dem Chlorgehalte entsprechenden Sauerstoff.	
69,93	75,602	Theile anorganische Bestandtheile.	

Die frisch entnommene Canalflüssigkeit hat eine trübe Beschaffenheit und schwach gelbliche Farbe. Der darunter befindliche Bodensatz sieht dunkelgrau aus und enthält ausser organischen Substanzen Eisen- und Phosphorsäure-Verbindungen. Aus diesem Grunde hielt ich es für nöthig, diesen Satz, welcher so wesentliche Producte enthält, nicht abzufiltriren, sondern mit zur chemischen Analyse zu verwenden. Gegen Lacmus reagirt die Canalflüssigkeit neutral mit einer schwachen Tendenz zum Alkalischen. Ihr Geruch ist modrig, er erinnert an den der städtischen Rinnsteine. Bei mehrtägigem Stehen in einer verschlossenen Flasche bildet sich ein penetranter Schwefelwasserstoffgeruch aus und es entsteht auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine weisse Haut, welche unter dem Mikroskope betrachtet, aus unzähligen Mikroorganismen besteht. Es sind darin bewegliche und unbewegliche Bacterien, Vibrionen und Monaden zu erblicken. Die Menge der organischen Substanz in der Canalflüssigkeit bestimmte ich, indem ich sie mit einer kleinen Quantität kohlensauren Natrons vermischte, das Wasser verdampfte, den Abdampfückstand bei 120° C. trocknete und wog. Darauf glühte ich die organische Substanz ab, setzte etwas kohlensaures Ammoniak und Wasser zu, glühte nochmals schwach und wog wieder. Die so erhaltene Differenz stellt noch nicht völlig die Menge der in der Canalflüssigkeit enthaltenen organischen Substanz dar; sondern es muss ihr noch derjenige Theil Kohlensäure zugerechnet werden, welcher durch Verglühen der in der Canalflüssigkeit enthaltenen organischen Säuren entstand und, an Kalkerde gebunden, bei dem Glührückstande verblieben ist. Ich ermittelte diesen Theil, indem ich den ursprünglichen Gehalt der Canalflüssigkeit an einfach gebundener Kohlensäure ermittelte und von dem Kohlensäuregehalte des Glührückstandes abzog. Die so erhaltene Zahl habe ich dann den organischen Bestandtheilen zuaddirt. Absolut zutreffend für den Gehalt an organischen Substanzen in der Canalflüssigkeit dürfte die so ermittelte Zahl auch nicht sein, doch ist sie, meiner Meinung nach, die relativ genaueste. Die andern Methoden geben noch ungenauere Resultate, so namentlich die oft angewandte Methode, aus der Menge des Sauerstoffs, welchen übermangansaures Kali an die organische Substanz abzugeben im Stande ist, die letztere zu berechnen; nach dieser Berechnung wird stets eine allzuhohe Menge organische Substanz erhalten.

Vergleicht man die Zahlen der chemischen Analyse der beiden Jahre mit einander, so ist nicht zu verkennen, dass die letztere Flüssigkeit im Allgemeinen eine concentrirtere war; das Kochsalz hat bedeutend zugenommen, der Gypsgehalt nicht unbedeutend.

100 000 Theile des von den Rieselanlagen durch den Hauptsammelcanal abfliessenden Wassers enthielten:

1876.	1881.	1883.	
9,60	9,20	10,052	Theile organische Bestandtheile,
1,20	0,96	0,448	„ Ammoniak,
29,44	33,54	58,296	„ anorganische Bestandtheile,
40,24	43,70	68,796	Theile in Summa.

Die anorganischen Bestandtheile setzten sich zusammen aus:

1876.	1881.	1883.	
1,81	1,72	2,118	Theile Kieselsäure,
6,43	7,50	12,884	„ Kalkerde,
0,43	1,38	2,333	„ Magnesia,
1,28	1,98	2,017	„ Kali,
3,84	4,18	10,912	„ Natron,
2,47	3,77	6,356	„ Schwefelsäure,
4,26	6,66	12,056	„ Chlor,
4,35	2,35	1,650	„ Eisenoxyd und Thonerde,
0,13	0,11	Spuren	„ Phosphorsäure,
Spuren	0,08	2,351	„ Salpetersäure,
5,40	5,31	8,336	„ Kohlensäure.
30,40	35,04	61,013	Theile in Summa.
0,96	1,50	2,717	„ davon ab für den dem Chlor entsprechenden Sauerstoff.
29,44	33,54	58,296	Theile anorganische Bestandtheile.

Das abfließende Wasser hat eine schwach gelblich trübe Färbung und ist geruchlos. Seine mikroskopische Prüfung ergab die Anwesenheit von wenigen Infusionsthierchen (*Flagellaten*) und von mit Eisenoxyd bezogenen Algen. Es geht nach längerem Verweilen in einem verschlossenen Gefässe weder in Fäulniss über, noch bildet sich eine Schimmelhaut darauf; vielmehr bleibt es geruchlos und klärt sich völlig ab, indem sich braune Flocken absetzen, die Infusionsthierchen absterben und das noch darin enthaltene Ammoniac vollständig zu Salpetersäure oxydirt wird.

Demnach ist die langsame Filtration, welche das Canalwasser durch den Sandboden der Rieselanlagen gemacht hat, (auf den Danziger Rieselfeldern ist keine Drainage eingeführt) eine im Allgemeinen befriedigende gewesen. Die in gewaltigen Mengen in der Canalflüssigkeit auftretenden Vibrionen, Bacterien etc. sind zurückgehalten worden; von Ammoniac ist etwa nur der zehnte Theil im Abwasser zu finden, dagegen ist ein grosser Theil desselben zu Salpetersäure oxydirt. Diese und das etwa zur Hälfte im Abwasser wiedergefundene Kali repräsentiren die werthvollsten Stoffe desselben. Fast ganz zurückgehalten ist die Phosphorsäure und von den organischen Substanzen das bei weitem Meiste.

Ich suchte auch diesmal wieder den im Wasser enthaltenen organisch gebundenen Stickstoff als Albuminoidammoniac zu bestimmen, erhielt jedoch eine so verschwindend kleine Menge, dass sie nicht durch Zahlen auszudrücken war.

Bezüglich dieses und der Natur der im Abwasser enthaltenen organischen Substanzen verweise ich auf meine früheren darauf bezüglichen Untersuchungen (vide diese Schriften Jahrg. 1876 und 1878 und Vierteljahrsschr. für öffentliche Gesundheitspflege Jahrg. 1875.)

Den schwankenden Schwefelsäuregehalt im Abwasser, welcher oft höhere Zahlen aufweist, als in der ursprünglichen Canalflüssigkeit, erkläre ich mir

durch die mannigfachen Wandelungen, welche der Schwefel auf den Rieselanlagen erfährt. Wir sehen ihn einmal in Form von unlöslichem Schwefeleisen den Boden überziehen, ein andermal oxydirt sich das Schwefeleisen wieder zu schwefelsaurem Eisen. Temperatur, Regenfälle und andere Einflüsse spielen hierbei eine Rolle und das unterirdisch abziehende Wasser enthält einmal viel, ein andermal weniger von dem Oxydationsproducte des Schwefels. Der Gehalt von Kochsalz im Abwasser steht im Verhältniss zu der Menge des in der Canalflüssigkeit enthaltenen.

Es ist von Interesse, Vergleiche anzustellen, zwischen der Menge der in den hier besprochenen Abwässern enthaltenen Bestandtheile und der bei gewöhnlichen ländlichen Rieselanlagen beobachteten Quantitäten. Was die letzteren anbetrifft, so gilt bekanntlich als Erfahrungssatz, dass ein beträchtlicher Theil der dem Boden mit der Düngung einverleibten Stoffe in den Erndten nicht wieder erscheint, auch nicht vom Boden zurückgehalten wird, sondern vom Tagewasser ausgewaschen und fortgeführt wird. Solches gilt namentlich auch von den beiden werthvollen Bestandtheilen Stickstoff und Kali. Mir steht die bez. Literatur nicht genügend zu Gebote, und citire ich hier nur einige der auf dem Roadbalkfelde zu Rothamsted 1866 bis 1879 festgestellten Resultate (siehe Biedermann Centralblatt für Agriculturchemie etc. 1882, 8. Heft). Das erwähnte Versuchsfeld ist drainirt, das durch die Drainröhren abziehende Wasser besteht ausschliesslich aus Sickerwasser, ohne Beimengung von Untergrundwasser. Die Analysen der Drainwässer sind von den Dr. Völker und Frankland ausgeführt.

Was den Stickstoffgehalt der Drainwässer anbelangt, so enthielt u. a. das von einem am 12. März mit Mineraldünger gedüngtem Felde abfließende Wasser am 7. April 1 bis 3 Theile Stickstoff auf 100 000 Theilen in Form von Salpetersäure.

Als Mittel der drei Jahre 1878 bis 1881 enthielten die Drainwässer:

- von einem Boden, welcher mit Stallmist gedüngt war (14 000 Kilogr. auf eine Acre) 0,75 Theile Stickstoff in Form von Salpetersäure auf 100 000 Theilen;
- von einem ungedüngtem Boden 0,39 Theile auf 100 000 Theilen;
- von einem mit Mineral und Ammoniakdünger gedüngtem (90 Kilogramm auf eine Acre) 0,54 Theile auf 100 000 Theilen;
- von einem desgleichen (270 Kilogramm auf eine Acre) 0,68 Theile auf 100 000 Theilen;
- von einem desgleichen (270 Kilogramm auf eine Acre) 0,93 Theile auf 100 000 Theilen.

Diese Stickstoffmengen vertheilten sich zu den verschiedenen Zeiten des Jahres verschieden. Den höchsten Gehalt hatten die Abwässer in den Monaten April, Mai, Juni; so enthielten die Abwässer der vorbezeichneten mit Stallmist gedüngten Bodenfläche in diesen Monaten 1,15 pro 100 000 an Stickstoff, die

mit Ammoniak- und Mineral-Dünger gedüngten 0,9, 1,5 und 2 Theile Stickstoff in 100 000 Theilen Wasser.

Phosphorsäure war in den betr. Drainwässern nur in sehr geringer Menge vorhanden, im Mittel der Analyse 0,093 Theile auf 100 000 Theilen.

Das Drainwasser der nicht mit Kali gedüngten Parcellen enthielt im Durchschnitt 0,16, das der übrigen 0,42 Theile Kali in 100 000 Theilen. Dieser Gehalt entspricht einem Verlust von 0,16 bis 0,43 Theilen Kali pro Acre. Wenn wir die Resultate dieser chemischen Ermittlungen mit denen, welche ich auf den Danziger Canariesanlagen erhalten habe, vergleiche, so stellt sich hinsichtlich des Gehaltes der Abwässer an Phosphorsäure und Stickstoff keine wesentliche Verschiedenheit heraus. Der Stickstoffgehalt der Danziger Abwässer beträgt, wenn ich die gefundenen Ammoniac- und Salpetersäuremengen darauf reducire, im Jahre 1876 = 0,93, 1881 = 0,81, 1883 = 0,98 Theile Stickstoff in 100 000 Theilen. Ebenso ist der Phosphorsäuregehalt nicht wesentlich verschieden. Dagegen ist ein recht bedeutender Ueberschuss von Kali in den Danziger Abwässern zu beobachten, wie denn auch auf den dortigen Riesel-feldern die sogenannten Kaliunkräuter in fast nicht zu bewältigender Menge gedeihen, dahin gehören u. a. die Chenopodien, der Beifuss und der Wermuth; letzterer ist dort sogar cultivirt und käuflich verwerthet worden.

Wenn ich hier einige Worte einschalte über die Zweckmässigkeit und den Nutzen der Schwemmcanalisation und Rieselanlagen Danzigs, so erinnere ich zunächst daran, dass diese Anlagen seiner Zeit ausgeführt wurden, um den allerschlimmsten sanitären Zuständen in Danzig Abhülfe zu verschaffen und Reinheit der Luft, des Bodens und der Wasserläufe wiederherzustellen. Das ist durch dieselben auch im vollen Maasse bewirkt worden. Der ökonomische Gesichtspunkt, in wie weit eine genügende Ausnutzung der Dungstoffe im landwirthschaftlichen Interesse dabei stattfinden würde, kam seitens der städtischen Behörden zur Zeit der Anlage kaum in Betracht. Hatten die Bewohner Danzigs doch die Erfahrung gemacht, dass die sich in den Häusern und auf den Höfen ansammelnden Dejectionen nur mit grossem Kostenaufwand durch Abfuhr an die Landleute loszuwerden waren, die letzteren im Allgemeinen wenig geneigt waren, davon Gebrauch zu machen. Ueberdies versprach die Canalisation der Stadt in Verbindung mit der gleichzeitig projectirten Wasserleitung und den Riesel-feldern eine Einnahme, welche die aufgewandten Kosten verzinsen und vielleicht auch amortisiren würde. Diese Vorannahme hat sich bestätigt. Die Danziger Anlagen haben es ferner bewiesen, dass die intermittirende Filtration der Canal-flüssigkeit, ihre Vermischung mit grösseren Erdmengen das beste Mittel ist, dieselbe in sanitärer Beziehung unschädlich zu machen und mit Leichtigkeit und in allen Fällen loszuwerden. Sagt hierüber doch auch Professor Virchow, welcher in dieser Frage niemals einen Parteistandpunkt eingenommen hat, bei Gelegenheit der diesjährigen Verhandlungen des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Berlin: „Die Berieselung ist die einzige Form, in der eine grosse Stadt die Garantie hat, dass sie ihre Unreinigkeiten, incl. des Strassen- und

Hauswassers, auf eine vollkommen sichere Weise unterbringen kann“. Ebenda selbst führten die Professoren Dr. Struck und Dr. Tiemann aus, dass das von den Berliner Rieselanlagen abgehende Wasser so gereinigt sei, dass es ohne Bedenken in die öffentlichen Wasserläufe geleitet werden könne. Die Danziger Rieselanlagen bestätigen diese Aussprüche schon aus einer zehnjährigen Erfahrung. Diese Erfahrung hat gelehrt, dass von der Canalflüssigkeit die suspendirten Stoffe auf der Oberfläche der Rieselanlagen liegen bleiben, dort sind sie der Austrocknung und Oxydation ausgesetzt; auch die bedenklichsten derselben, die Mikroorganismen sind davon nicht ausgeschlossen, sie werden im Abwasser nicht wiedergefunden. Von den in den Boden dringenden aufgelösten organischen und anorganischen Stoffen wird ein Theil durch die Pflanzenwurzeln absorbirt und in nutzbare Pflanzensubstanz verwandelt; ein anderer Theil bleibt unberührt im Ackerboden oder ist im Abwasser wiederzufinden; ein dritter Theil wird von dem in der Ackerkrume angehäuften Sauerstoff oxydirt und bleibt entweder auch im Boden, oder fliesst mit dem Abwasser in die Weichsel. Die innerhalb des Ackers sich vollziehende Oxydation ist eine überraschend grosse, es entstehen dort die höchsten Oxydationsstufen, z. B. aus dem Ammoniak die Salpetersäure.

Die Erfahrungen der letzten zehn Jahre auf den Danziger Rieselfeldern über die Art der Rieselung, über die beste Ausnutzung der Canalflüssigkeit durch Auswahl von Nutzpflanzen, über Rentabilität etc. haben ebenfalls bereits nutzbare Beiträge geliefert. An der Verwaltung und den betreffenden Fachkreisen liegt es nun, durch geeignete Rathschläge und Versuche diese Erfahrungen zu erweitern.

Vor allen gilt es, die Verwerthung der nutzbaren Stoffe der Canalflüssigkeit noch ausgiebiger zu gestalten. Die chemische Analyse der Abwässer zeigt, dass noch mancher werthvolle Stoff darin enthalten ist; doch hüte man sich Vergleiche anzustellen zwischen der Menge der im aufrieselnden Wasser enthaltenen Nährstoffe und den im abrieselnden gefundenen, um aus den hierbei erhaltenen Zahlen zutreffende Schlüsse zu ziehen über die Quantitäten, welche vom Boden zurückgehalten resp. von den Pflanzen aufgenommen worden sind. Es sind derartige Rechenexempel stets mit vielen Fehlerquellen behaftet. Wenn auch die Menge des auffliessenden Canalwassers und die des auffallenden Regenwassers annähernd genau bestimmt werden können, so fehlt doch jede sichere Schätzung für die Menge des durch Verdunstung verloren gegangenen, des durch Assimilation seitens der Pflanzen verbrauchten und des nach allen Richtungen hin abziehenden Wassers. So ist das bei Weichselmünde durch den Hauptentwässerungscanal abfliessende Wasser sicher nicht die einzige Abzugsquelle der Heubuder Rieselfelder. Ferner nimmt das träge durch den Boden ziehende Wasser auch manche Bestandtheile des ersteren auf, z. B. das Eisen.

Trotz dieser mannigfachen Fehlerquellen ist doch nirgends besser die reinigende Kraft des Erdbodens. seine Eigenschaft, gewisse Stoffe, die in Wasser gelöst oder suspendirt in ihn eindringen, zurückzuhalten, resp. chemisch zu

verändern, zu studiren, als auf den mit Canalwasser berieselten Anlagen. So wurden denn seiner Zeit auch die ersten umfassenden Untersuchungen hierüber von Dr. Lissauer auf den Danziger Rieselfeldern ausgeführt; sie thaten die mächtig absorbirende Fähigkeit, die physikalische Attractionskraft selbst des magern Sandbodens gegenüber den in ihn eindringenden organischen und anorganischen Stoffen dar und wurden damals mit grosser Aufmerksamkeit von Seiten der Hygieniker und Landwirthe entgegengenommen. Bald darauf setzte Dr. Falk in Berlin diese Untersuchungen fort. Falk beschäftigte sich namentlich mit der Eigenschaft des Ackerbodens, Gifte und Ansteckungsstoffe zurückzuhalten und zu zerstören; er zeigte ferner, dass übel- oder wohlriechende Flüssigkeiten, wenn sie auf den Erdboden gegossen, ihren Geruch nur an die oberen Bodenschichten abgeben, ebenso gefärbte Flüssigkeiten. Wurde z. B. eine Blutlösung durch eine Erdschicht filtrirt, so war in dem Filtrat keine Spur von Hämoglobin enthalten.

Lissauer und Falk haben viel dazu beigetragen, die Vorurtheile zu widerlegen und zu beseitigen, welche sich auf die Schädlichkeit von Canalwasserberieselungen beziehen. Sie führten zuerst den Beweis, dass bei rationell ausgeführten Rieselanlagen weder das Grundwasser noch die von ihm abhängigen Wasserläufe eine in sanitärer Beziehung bedenkliche Verunreinigung erleiden.

Doch noch immer nicht genügend sind diejenigen Veränderungen der Canalwässer studirt, welche sich auf chemische Umsetzungen beziehen. Diese Veränderungen gehen der Hauptsache nach auf dreierlei Weise vor sich. Erstens, indem sich die im Erdboden enthaltenen chemischen Verbindungen mit den hineindringenden einfach nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft umsetzen; zu ihnen gehören u. a. diejenigen Umsetzungen, welche das in unserm sandigen Rieselterrain in recht bedeutender Menge vorkommende Eisenoxyd bewirkt. Den im Canalwasser vorkommenden schwefelhaltigen organischen Stoffen, den sogenannten Proteinverbindungen wird durch dieses Eisen der Schwefel entzogen, indem sich Schwefeleisen bildet und auf diese Weise eine durchgreifende Zersetzung derselben eingeleitet wird. Eine zweite Art der chemischen Umgestaltung wird durch den in der Ackerkrume in concentrirter Form enthaltenen Luftsauerstoff bewirkt. Derselbe oxydirt u. a. die im Canalwasser enthaltenen Ammoniaksalze zu salpetriger Säure und Salpetersäure, ferner die organischen Kohlenstoffverbindungen entweder vollständig zu Kohlensäure und Wasser, oder unvollständig zu Humussäure u. a. Schönbein und neuestens Kappel in Erlangen zeigten, wie leicht Ammoniac im Beisein einer Base und einer genügenden Luftmenge in diese Sauerstoffverbindungen übergeht an einer Mischung von metallischem Kupfer, Zink oder Eisentheilen mit Ammoniac. Falk in Berlin goss Naphtilaminlösung auf Ackerboden; es verlor dadurch nicht nur seinen penetranten Geruch völlig, sondern die oberste Schicht färbte sich auch blau, d. i. ein Beweis, dass das Naphtilamin sich mit Sauerstoff verbunden hatte. Falk zeigte, dass diese erwähnte Eigenschaft des Bodens erhöht zur Geltung kommt, wenn derselbe mit Gewächsen bestanden ist. Er goss ferner eine Lösung von

Indol, eine sehr übelriechende Flüssigkeit, welche auch im Kothe enthalten ist, auf Ackerboden. Die Lösung drang hinein und filtrirte hindurch; dabei stellte sich heraus, dass das Indol nur von der obersten Bodenschicht aufgenommen wurde, die noch lange nach dem Aufgiessen den ekelregenden Geruch beibehielt, das Filtrat war frei von Indol und geruchlos. War der Boden mit Pflanzenwuchs bedeckt, so erhöhte sich die Wirkung des Indol's, der Boden war dann im Stande, nicht allein eine grössere Menge desselben zu verarbeiten, sondern der Geruch verschwand auch zauberisch schnell.

Die dritte Art der chemischen Umgestaltungen wird im Ackerboden durch Vermittelung, durch den Lebensprocess niederer Organismen bewirkt. Diese Art von Umgestaltungen sind besonders interessant; sie tragen wesentlich dazu bei, die im Canalwasser gelösten stickstoffhaltigen organischen Stoffe in einfache zu zerlegen und damit für die Pflanze assimilirbar zu machen, ferner die im Canalwasser lebenden Organismen im Kampfe zu überwinden. Diese Mikroorganismen mögen es auch vorzugsweise sein, welche diejenigen stickstoffhaltigen Stoffe, welche wir mit dem Begriffe „Fäulnissträger“ bezeichnen, angreifen und ihre Oxydation zu Salpetersäure und Kohlensäure bewirken. Ihre Wirksamkeit ist ähnlich der unserer Hefe. Schon Mitte dieses Jahrhunderts war dieses sogenannte „Salpetersäureferment“ bekannt und als kleine runde Körperchen beschrieben worden. Genaue und umfassende Untersuchungen über dasselbe sind jedoch erst vor wenigen Jahren durch Th. Schlösing und A. Münz gemacht worden. Sie thaten dar, dass dieses Salpetersäureferment eigentlich in jedem Ackerboden existirt und dort zur Wirksamkeit gelangt. Ihren Experimenten lagen umfassende Filtrationsversuche durch langgestreckte, mit der betr. Ackererde gefüllte Gefässe zu Grunde. Ein entscheidender Versuch war u. a. folgender: Es wurde eine Mischung von reinem Quarzsand und Kalkerde in das Absorptionsrohr gefüllt, dann wurde langsam die stickstoff- und ammoniakhaltige Canalfüssigkeit aufgegossen; dieselbe durchdrang allmählig die Bodenschicht und floss unten wieder ab. Es wurde während der ersten zwanzig Tage keine Salpeterbildung beobachtet; von da ab fand solche dann aber statt und nahm stetig zu. Es war mithin constatirt, dass eine Zeit von zwanzig Tagen zur Entwicklung der Keime der niedern Organismen nöthig war, dass solche von da ab dann aber thätig in der Oxydation der stickstoffhaltigen Substanzen und ihrer eigenen Vermehrung weiter arbeiteten. Wurde der so vorgerichtete Apparat nun aber bis auf 100° C. erhitzt, so verlor der Ackerboden vollständig wieder seine nitrificirende Eigenschaft, indem die kleinen Organismen getödtet wurden; ein gleiches wurde erreicht, wenn er mit Chloroformdämpfen imprägnirt wurde. Auch nach Beseitigung des Chloroforms wurde in den darauf folgenden vier Wochen keine Salpeterbildung wahrgenommen, jedenfalls weil die Organismen durch das Chloroform völlig getödtet waren. Nach Ablauf dieser Zeit wurde etwas Gartenerde, in Wasser vertheilt, auf den Sand der Röhre gegossen und von nun ab nahm die Salpetersäurebildung wieder ihren regelmässigen Verlauf. Selbstverständlich kann dieselbe nur dann in einem Acker-

boden stattfinden, wenn genügender Sauerstoff der Luft in demselben enthalten ist oder hineingelangen kann; mangelt der Sauerstoff, so beschränkt sich in demselben Masse die Bildung der Salpetersäure. Die Temperatur beeinflusst ferner ausserordentlich den Salpetersäurebildungsprocess. Am günstigsten verläuft derselbe bei 37° C., bei 55° C. wird er aufgehoben, ebenso unterhalb $+ 5^{\circ}$ C.

Unter Umständen entsteht auch eine niedrigere Oxydationsstufe des Stickstoffs, die salpetrige Säure und constatirte Warrington, dass solches u. a. dann stattfand, wenn die Nährflüssigkeit, mit welcher er experimentirte, eine hohe Schicht bildete und die Lösung eine concentrirtere war, oder eine höhere Temperatur statthatte, mindestens 15° C.

Aus diesen und den früher erwähnten Versuchen geht hervor, dass beim Zerfall der complicirt zusammengesetzten organischen Substanzen in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser die Mitwirkung kleinster Organismen ausgeschlossen ist, dass hier wahrscheinlich ein directer Oxydationsprozess durch den Sauerstoff der Luft stattfindet, dass aber zur Erzeugung hoher Oxydationsproducte, als Salpetersäure und salpetrige Säure, die Arbeit kleinster Organismen mit. helfen muss. Es folgt ferner aus den Schlösing-Münz'schen Untersuchungen, dass zur Reinigung von ammoniacalischen Abfallwässern ein absolut steriler Boden, bestehend aus Sand und Kalk, anfangs nicht geeignet ist, mit der Zeit aber zu einem vortrefflichen Reinigungsmittel werden kann. Die Erfahrung auf den Danziger Rieselfeldern bestätigt diesen Satz. Im Jahre 1876 war im Abwasser keine Salpetersäure zu finden, in den folgenden Jahren hat deren Anwesenheit mehr und mehr zugenommen; in demselben Maasse nahm das Ammoniak ab.

Sehr wichtig sind auch die Beobachtungen B. Warrington's, welcher die Schlösing-Münz'schen Versuche fortsetzte; er constatirte, dass das Licht bei diesem Nitrificationsprocesse eine äusserst wichtige Rolle spielt. In der Finsterniss vollzieht sich dieser Process nämlich leicht und sicher, während das Tageslicht ihn vollständig hindert. Warrington operirte mit einer sehr verdünnten Lösung von Chlorammonium, welcher er etwas der fermentsamenhaltigen Ackererde zugesetzt hatte, in offenen Gläsern.

Schlösing und Münz bemühten sich ferner, festzustellen, welche niedere Organismen es denn eigentlich sind, welche diese hohe Oxydation bewirken. Zu diesem Zwecke prüften sie diejenigen Pilze, welche nach Pasteur die Eigenschaft besitzen, Sauerstoff leicht auf organische Körper zu übertragen, so *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, *Mucor mucedo* und *racemosus*. Die Resultate blieben jedoch erfolglos. Bei späteren Untersuchungen, welche sie mit einer Nährflüssigkeit anstellten, welcher sie etwas Gartenerde beigemischt hatten, fanden sie unter dem Mikroskope äusserst kleine längliche und glänzende Körperchen, welche wahrscheinlich dieselben sind, welche schon früher Pasteur unter dem Namen „*corpuscules brillants*“ und auch Koch und Cohn beschrieben hatten.

Eine andere Reihe niederer Organismen giebt es, welche umgekehrt den vorbeschriebenen, nicht oxydirende Einwirkungen auf die in Wasser gelösten stickstoffhaltigen Stoffe äussern, sondern reducirende, wie J. Meusel zuerst nachgewiesen. Sie sind es, welche unter Umständen die Salpetersäure in salpetrige Säure oder Ammoniac zurückverwandeln können.

Die Mannigfaltigkeit der im Ackerboden gefundenen kleinsten Organismen ist überhaupt eine grosse und ihre Anzahl eine ganz enorme. Nach Koch sind in den oberen Schichten desselben vorherrschend Spaltpilze vorhanden, wenn der Boden von der atmosphärischen Luft wenig durchdrungen werden kann, Schimmelpilze, wenn die Luft ihn gut durchziehen kann. Auch Spross- oder Gährungspilze sind darin zu finden, sie sind es, welche aus gewissen organischen Stoffen des Bodens Alcohol erzeugen. Münz hat aus Gartenerde, welche viel organische Stoffe enthielt, Alcohol ausziehen können und rein dargestellt.

Es bietet sich dem Mycologen die beste Gelegenheit, auf Rieselanlagen, wie sie Danzig besitzt, seine Studien zu machen. Allerdings liegt das Schwierige bei der Untersuchung der Wirkung dieser kleinsten Organismen in ihrem durch-einandergemischten Vorkommen und in ihrer Kleinheit. Reine Experimente mit ihnen zu machen, d. h. eine reine Aussaat zu bewirken, ist äusserst schwierig: es stellt sich bei solchen Aussaaten nur zu häufig heraus, dass sich neben den ausgesäeten Keimen noch andere befinden, welche das ganze Experiment in Frage stellen. Da, wo gemischte Organismen vorkommen, ist es gewöhnlich, dass unter ihnen ein Vernichtungskampf, ein Kampf ums Dasein stattfindet, welcher mit dem Siege der einen oder andern Art endet. Die erwähnten Schwierigkeiten zu überwinden, möge ferneren Forschungen gelingen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [NF_6_1](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die Bestandtheile der Canalflüssigkeit und des Abwassers der Danziger Rieselanlagen. Vortrag, gehalten in der naturforsch. Gesenschaft zu Danzig am 7. Novbr. 1883 139-148](#)