

nie versucht, und es würde dieselbe also eine Art von Experiment sein, dessen Ausgang voraussichtlich ein unbefriedigender sein wird.

Soweit ich die Angelegenheit an der Hand der in dem hohen Erlaß geschilderten Verhältnisse übersehen kann, erscheint mir die Reinigung des Sielwassers durch eine Kläranlage für Norderney nicht empfehlenswert; es sei denn, daß die Reinigung durch Berieseln auf unüberwindliche Hindernisse stößt und daß das Klärverfahren als ein Notbehelf dafür einzutreten hat. Aber auch in diesem Falle müßten die Einrichtungen so getroffen werden, daß ein Magaziniere der Fäkalien nicht geschieht, und daß ein schneller Abfluß sowie eine reichliche Verdünnung des geklärten Wassers gesichert ist, wenn nicht über kurz oder lang unhaltbare Zustände sich entwickeln sollen.

Berlin, den 2. Februar 1888.

**Bericht über die Untersuchung der auf dem Fabrikgrundstück der Berliner Maschinenbaugesellschaft eingerichteten Versuchsanstalt zur Reinigung von Schmutzwässern.<sup>1)</sup>**

Von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals S. Schw. in Berlin ist auf ihrem Grundstück Chausseestraße 17/18 eine Versuchsanstalt zur Reinigung von Fäkalien und zur Verarbeitung derselben zu Poudrette nach einem eigentümlichen Verfahren eingerichtet. Diese Anstalt wurde zu Anfang des vorigen Jahres von einer Ministerialkommission einer Besichtigung unterzogen und infolgedessen von den bei der Kommission beteiligten Ministerien des Innern, der Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten, der öffentlichen Arbeiten und des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten dem Hygienischen Institut der Universität der Auftrag erteilt, eine chemische und bakteriologische Untersuchung des Verfahrens auszuführen. Der Auftrag ging insbesondere dahin, „daß zu prüfen sei, ob und inwiefern aus den in der Anstalt allein behandelten Abtrittseffluvien die offensiven Bestandteile mittels der in Anwendung gezogenen Chemikalien und durch die Torffiltration entfernt werden; die Untersuchung solle sich auf die Flüssigkeiten, welche zu und aus der Reinigungsanstalt gelangen, sowie auf die in dem Stadium nach erfolgter Beimischung der Chemikalien und vor der Torffiltration befindlichen Effluvien zu erstrecken haben, die bakteriologische Untersuchung der gereinigten Abwässer sei nicht nur möglichst bald nach der Entnahme der Proben, sondern auch in angemessenen Zwischenräumen nach der letzteren anzustellen und darauf zu achten, das weitere Verhalten der in den Abwässern nach der Reinigung verbliebenen organisierten Keime und Nährsubstanzen zueinander unter Verhältnissen zu verfolgen, welche den natürlichen möglichst ähnlich zu gestalten seien“. Um sich über das Verfahren selbst zu orientieren und dementsprechend den Plan für den Gang der Untersuchung zu entwerfen, besuchte der Unterzeichnete die Versuchsanstalt und fand, soweit die chemische und bakteriologische Untersuchung in Betracht kommt, folgende Verhältnisse.

Auf dem Hof der Maschinenbauanstalt befinden sich ein Trocken- und ein Spülklosett, die von etwa 700 Arbeitern benutzt werden. In den Sammelbehälter des Spülklosetts gelangen auch die Abgänge des mit Spülung versehenen Pissoirs. Von den Sammelgruben der Klosetts werden die Fäkalien in die dicht danebengelegene Anstalt, und zwar zunächst in ein M i s c h g e f ä ß gehoben, in welchem sich eine Zerkleinerungsvorrichtung für die den Fäkalien beigemengten festen Stoffe befindet. Die in eine Flüssigkeit von ziemlich gleichmäßiger Beschaffenheit verwandelten Fäkalien erhalten alsdann mit Hilfe von mechanisch bewegten becherartigen Meßgefäßen Zusätze von

<sup>1)</sup> Die Grundlagen dieses Gutachtens sind bereits von Prof. P r o s k a u e r in der Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. X, 1891, veröffentlicht. D. Herausgeber.

1. Kalkmilch,
2. Magnesiumsulfatlösung,
3. Lösung von sogenanntem Lahnphosphat (durch Schwefelsäure aufgeschlossener Phosphorit),
4. Magnesiumchloridlösung in später anzugebenden Mengenverhältnissen.

Die Mischung mit den Chemikalien geht in einer geschlossenen Rinne vor sich, aus welcher Proben nicht entnommen werden konnten. Erst nach dem Zusatz aller Chemikalien kommt die Flüssigkeit in einer offenen Rinne zum Vorschein und fließt in einen der drei vorhandenen Absitzkästen, um in diesem den gebildeten Niederschlag absetzen zu lassen. Nach geschehener Klärung der Flüssigkeit wird die obenstehende klare Flüssigkeit abgelassen und durch einen mit Torf gefüllten Behälter, Torffilter, geleitet. Der abgesetzte Schlamm wird ebenfalls in einen Behälter, Schlammkasten, gebracht, dessen Boden mit einer Torfschicht bedeckt ist, und nur das Abfließen der aus dem Schlamm sickern den, durch den Torf filtrierten Flüssigkeit gestattet. Der stichfähig gewordene Schlamm nebst Torf wird dann noch mit dem Torf, der zur Filtration des geklärten Wassers gedient hat, gemengt, in einem besonderen Apparat bei einer Temperatur von angeblich 70° C getrocknet, zerkleinert und so in Poudrette verwandelt. Die aus dem Torfbehälter in den Schlammkasten abfließenden filtrierten Flüssigkeiten gehen in die städtischen Kanäle. Diesen Verhältnissen entsprechend wurde beschlossen, für die chemische und bakteriologische Untersuchung zunächst folgende Proben zu entnehmen:

1. Fäkalien aus dem Trockenklosett,
2. Fäkalien aus dem Spülklosett,
3. Flüssigkeit aus dem Mischgefäße (vor Zusatz der Chemikalien),
4. Flüssigkeit aus der offenen Rinne (nach Zusatz der Chemikalien),
5. geklärte Flüssigkeit aus den Absitzkästen,
6. Schlamm aus den Absitzkästen,
7. Torf aus dem Torffilter,
8. aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit,
9. Schlamm aus dem Schlammkasten,
10. aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit,
11. Poudrette.

#### I. Untersuchung.

Am 6. Juni v. J., nachdem die Direktion der Maschinenbauanstalt vorher davon in Kenntnis gesetzt war, geschah die Entnahme dieser Proben, wobei noch folgendes zu bemerken ist.

Der Inhalt des Trockenklosetts war von einer dicken Schicht Stroh umlagert, und es war nicht möglich, die Probe aus der Tiefe des Behälters, wo das Saugerrohr einmündet, zu entnehmen. Da auch das Zuleitungsrohr vom Klosett zum Mischgefäß und die Einmündungsstelle in letzterem nicht zugänglich war, so blieb nur übrig, feste zwischen dem Stroh abgelagerte Kotmassen für die Untersuchung zu verwenden. Beim Spülklosett konnte ebenfalls nur von den oberen Schichten des flüssigen Inhalts geschöpft werden. Beide Proben entsprangen also nicht eigentlich dem Fäkaliengemisch, welches vom Boden der Sammelbehälter angesogen und in das Mischgefäß gehoben wird. Von den drei Absitzkästen waren nur zwei, nämlich Nr. 2 und 3, gefüllt. Der Inhalt des Kastens 2 gehörte zu der am selben Tage (6. Juni) verarbeiteten Jauche, die Füllung des Kastens 3 hatte mit einer zwei Tage vorher, am 4. Juni, verarbeiteten Jauche stattgefunden.

Das Torffilter hatte kurz vorher eine frische Füllung mit Torf erhalten.

Der im Schlammkasten befindliche Schlamm, die aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit und die Poudrette gehörten ebenfalls zu der am 4. Juni bearbeiteten Jauche.

Um einen Vergleich mit der fertigen Poudrette anstellen zu können, wurde außer den bereits aufgezählten Proben noch eine solche von Schlamm aus dem Schlammkasten gemischt mit dem unterliegenden Torf, also von dem Gemisch, welches zur Bereitung der Poudrette dient, sowie auch eine Probe des noch ungebrauchten Torfes in die Reihe der Untersuchungsobjekte aufgenommen.

#### A. Chemische Untersuchung.

Die chemische Untersuchung von Fäkalien und Schmutzwässern wird nicht immer nach denselben Grundsätzen und nach gleichen Methoden ausgeführt, und es ist deswegen notwendig, daß bei dieser sowohl als bei den späteren Untersuchungen zur Anwendung gekommene analytische Verfahren anzugeben und, soweit es erforderlich ist, zu modifizieren.

1. Ein Teil der betreffenden Flüssigkeiten ist sehr reich an nicht gelösten suspendierten Stoffen, und es müßte deswegen bei der Analyse auf eine Trennung der suspendierten und gelösten Stoffe Bedacht genommen werden. Die Trennung des suspendierten von den gelösten Stoffen geschah durchweg nicht durch Filtrieren, sondern durch Dekantieren. Die Analyse der Gesamtflüssigkeit, in welcher durch sorgfältiges Mischen eine möglichst gleichmäßige Verteilung der suspendierten Stoffe herbeigeführt war, ergab den Gehalt an ungelösten und gelösten Stoffen, die Analyse der dekantierten Flüssigkeit dagegen den Gehalt an gelösten Stoffen und die Differenz von beiden die Menge und Zusammensetzung der nicht gelösten Stoffe.

2. Die Bestimmung des Trockenrückstandes geschah in der Weise, daß 200 ccm Flüssigkeit eingedampft wurden. Da hierbei ein Teil des in manchen Proben vorhandenen Kalkhydrats in kohlen-sauren Kalk übergeht und diese Umsetzung, wie vergleichende Rückstandsbestimmungen ergaben, nicht immer im gleichen Verhältnis vor sich geht, so wurden die Rückstände mit Kohlensäure gesättigtem destillierten Wasser in der Eindampfschale aufgenommen, 24 Stunden lang unter einer Glasglocke, in deren Inneres Kohlensäure geleitet wurde, unter öfterem Umschwenken aufbewahrt, wiederum eingedampft und bei einer Temperatur von 100 bis 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Bei diesem Verfahren muß allerdings das Gewicht des Rückstandes etwas zu hoch ausfallen, nämlich um diejenige Menge von Kohlensäure, welche zur Sättigung des freien Kalkes erforderlich ist. Aber die Resultate fallen bei kontrollierenden Versuchen sehr gleichmäßig aus und sind auch unmittelbar vergleichbar mit den in gleicher Weise erhaltenen Werten der Glühverluste.

Ein anderer Fehler bei der Rückstandsbestimmung beruht darin, daß flüssige Substanzen beim Abdampfen mit dem Wasser verjagt werden, ohne daß sich die Menge derselben ermitteln läßt. Einzelne Proben der untersuchten Flüssigkeiten schienen ziemlich reich an solchen Stoffen zu sein, und es sind vielleicht manche sonst unerklärliche Abweichungen in den Resultaten auf diesen nicht zu vermeidenden Fehler zurückzuführen.

3. Der Gehalt an organischer Substanz wird gewöhnlich entweder durch Oxydation mit Kaliumpermanganat oder aus dem Verlust bestimmt, den der Trockenrückstand beim Glühen erleidet. Dies letztere Verfahren leidet an dem Fehler, daß beim Glühen auch mineralische Stoffe (Chloride) verflüchtigt werden oder Zersetzungen erleiden, und daß deswegen für die beim Glühen zerstörte organische Substanz zu viel in Rech-

nung gebracht wird. Dennoch müßte dasselbe hier verwendet werden, weil das erstgenannte Verfahren, welches sonst entschieden den Vorzug verdient, mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten ganz gleichmäßige Resultate gab, sobald dieselben in verschiedenen Verdünnungsgraden geprüft wurden. So erforderte beispielsweise eine Probe der Flüssigkeit, welche aus dem Torffilter abfloß, bei 100facher Verdünnung 400 mg Kaliumpermanganat, auf ein Liter der ursprünglichen Flüssigkeit berechnet, bei 50facher Verdünnung 393,4 mg und bei 20facher Verdünnung 139,0 mg. Da die von der Anstalt gelieferten Flüssigkeiten schon an und für sich eine verschiedene Konzentration besaßen und da die an organischen Stoffen sehr reichen Flüssigkeiten außerdem, um die Anwendung der Kaliumpermanganatmethode zu ermöglichen, vorher hätten verdünnt werden müssen, so hätte dieser Fehler natürlich zu ganz unsicheren Ergebnissen geführt.

Die Bestimmung des Glühverlustes wurde so ausgeführt, daß der Trockenrückstand verkohlt, die Kohle im heißen Wasser ausgelaugt und nach Veraschung mit dem abgedampften wässerigen Auszuge vereinigt wurde. Die Gesamtasche wurde dann noch in gleicher Weise, wie es für den kalkhaltigen Trockenrückstand angegeben ist, mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt.

4. Für die Bestimmung des Gesamtstickstoffs kam das Kjeldahl'sche Verfahren zur Anwendung, und zwar in der von Arnold (Zeitschrift für chemische Industrie 1887, S. 4) beschriebenen Form mit geringen für die besonderen Verhältnisse als zweckmäßig befundenen Abweichungen. Je nach der Menge des Abdampfrückstandes wurden 100—300 ccm der verschiedenen Proben mit Kjeldahl'schen Zersetzungskölbchen mit Schwefelsäure, Zinkstaub und einigen Tropfen Platinchlorid versetzt und fast zur Trockenheit verdampft. Die dabei erfolgende Wasserstoffentwicklung bewirkte, daß das Abdampfen ruhig und ohne Stoßen der Flüssigkeit vor sich ging. Der Abdampfrückstand wurde dann der Zersetzung durch rauchende Schwefelsäure, Quecksilber und Kupfersulphat unterworfen. Da das vorhandene Zinksulphat und Platinchlorid die oxydierende Wirkung der rauchenden Schwefelsäure hinreichend unterstützten, so konnte der von Arnold empfohlene Zusatz von Benzolsäure unterbleiben. Die weitere Behandlung geschah, dann ganz nach Arnold's Angaben, selbstverständlich wurden sämtliche bei dem Verfahren zur Anwendung kommenden Reaktionen vorher auf etwa vorhandenen Stickstoff nach derselben Methode untersucht.

5. Das Ammoniak wurde mit einer Modifikation des gewöhnlich befolgten Schloßsingen'schen Verfahrens bestimmt. Durch 50—100 ccm der Flüssigkeit, welche in einer doppelt tubulierten Wulff'schen Flasche mit überflüssigem Kalk versetzt war, wurde durch Schwefelsäure gewaschene und dadurch ammoniakfrei gemachte Luft in lebhaftem Strome geleitet. Zur Absorption des mit letzterer entweichenden Ammoniaks dienten zwei hintereinander aufgestellte mit 1/10 Normalschwefelsäure beschickte Röhren, welche der Luftstrom passieren mußte. Die Menge des absorbierten Ammoniaks ließ sich dann durch Titrieren des Schwefelsäurerestes ermitteln.

In bezug auf die Stickstoff- und Ammoniakbestimmungen ist noch ausdrücklich zu bemerken, daß, wenn wegen zu großer Menge von Proben nicht alle sofort in Arbeit genommen werden konnten, die zurückbleibenden Proben stets frisch mit Schwefelsäure bis zur Säurereaktion versetzt wurden, teils um eine Verflüchtigung des freien Ammoniaks, teils eine weitere Zersetzung der Flüssigkeit zu verhüten.

6. Nitrite und Nitrate fanden sich, wie hier vorweg bemerkt werden soll, nur in abwägbaren Spuren und genügte somit der qualitative Nachweis durch Diphenylamin für Salpetersäure und Metaphenylendiamin für salpetrige Säure.

Zur Bestimmung des Kalkgehaltes wurde die Asche benutzt, und zwar unter Verwendung des titrimetrischen Verfahrens mit Oxalsäure und Kaliumpermanganat.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß, um möglichst zuverlässige Resultate zu erhalten, alle Analysen doppelt und in den Fällen, in welchen es wegen der großen Mengen und suspendierten Stoffen schwierig war, gute Durchschnittsproben zu erhalten, mit unter 3—4 Kontrollanalysen ausgeführt sind.

Das Ergebnis der chemischen Analyse der am 6. Juni gesammelten Proben war folgendes:

	Trocken- substanz	Wasser	Glüh- verlust	Asche	Gesamt- stickstoff
	%	%	%	%	%
1. Fäkalien des Trockenklosetts . . . . .	20,11	79,89	16,74	3,37	0,53
Am 6. Juni verarbeitete Jauche					
	berechnet auf mg im Liter				
	Rück- stand	Glüh- verlust	Asche	Gesamt- stickstoff	Ammoniak- stickstoff
2. Flüssigkeit aus dem Spülklosett . . . . .	5036,0	3880,0	1156,0	845,0	
3. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . . . .	2745,0	1467,0	1269,0	451,0	257,1
4. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . . . .	1620,0	458,0	1162,0	264,0	165,0
5. Flüssigkeit aus der offenen Rinne . . . . . (Nach Zusatz der Chemikalien)	6072,0	2468,0	3604,0	422,8	198,8
6. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . . . .	2429,0	40,0	2389,0	236,1	156,5
7. Geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten Nr. 2	1895,0	52,0	1843,0	232,0	117,0
8. Aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit . .	1408,0	248,0	1160,0	185,9	150,7
Am 4. Juni verarbeitete Jauche.					
9. Geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten Nr. 3	2078,0	88,0	1990,0	309,0	121,9
10. Aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit	2757,0	615,0	2142,0	320,6	111,9
Feste Produkte von der am 4. und 6. Juni verarbeiteten Jauche.					
	berechnet in Prozenten der Trockensubstanz				
	Wasser	Glüh- verlust	Asche	Gesamt- stickstoff	Ammoniak- stickstoff
11. Schlamm aus dem Absitzkasten Nr. 2 . . . . .	70,79	49,75	50,25	4,91	0,62
12. Schlamm aus dem Schlammkasten . . . . .	69,53	43,19	56,81	7,16	0,64
13. Gemisch von Schlamm oder Torf aus dem Schlamm- kasten . . . . .	78,66	70,71	29,29	5,15	0,72
14. Torf aus dem Torffilter . . . . .	72,15	90,83	9,17	5,19	0,25
15. Poudrette . . . . .	32,39	56,01	43,99	5,57	0,21
16. Ungebrauchter Torf . . . . .	16,65	90,89	9,11	3,09	0,062

Zur Erläuterung dieser Zahlen mögen folgende Bemerkungen dienen:

Die Zusammensetzung des festen Kots aus dem Trockenklosett entspricht ziemlich genau dem von König (Die Verunreinigung der Gewässer, S. 78) angegebenen Durchschnittsgehalt der menschlichen Fäzes (Wasser 75,0, Glühverlust 21,6, Asche 3,4, Gesamtstickstoff 0,7%), man könnte deswegen daran denken, diese Zahlen zu benutzen, um die im Spülklosett vor sich gehende Vermengung mit Harn und die gleichzeitige Verdünnung durch das zur Spülung dienende Wasser zu berechnen und dann aus dem Vergleich mit dem Inhalt des aus beiden Klosetts gefüllten Mischgefäßes auf die Menge von Flüssigkeit zu schließen, welche von jedem der Klosetts der Reinigungsanstalt zugeführt wird. Ursprünglich bestand auch die Absicht, so zu verfahren. Aber schon bei dieser ersten Untersuchung und noch mehr bei der darauffolgenden stellte es sich heraus, daß nicht, wie anfänglich vorausgesetzt war, die Mischungsverhältnisse sowohl in bezug auf den Inhalt der beiden Klosetts als auch auf die Verdünnung mit Wasser

gleichbleibend waren, sondern einem fortwährenden Wechsel, und zwar innerhalb recht weiter Grenzen, unterlägen. Außerdem scheint die Beimengung von Papier, vielleicht auch von anderen zufällig in die Klosetts gelangenden Stoffen die Zusammensetzung des Klosettinhaltes in ganz unkontrollierbarer Weise zu beeinflussen, wie aus einem Vergleich zwischen der Zusammensetzung der Flüssigkeit aus dem Spülklosett und dem Inhalt des Mischgefäßes hervorgeht. Letztere Flüssigkeit hätte in bezug auf ihren Gehalt an festen Bestandteilen eine höhere Zahl ergeben müssen als diejenige des Spülklosetts, da im Mischgefäß der konzentriertere Inhalt des Trockenklosetts dazukommt. Statt dessen hatte das Mischprodukt aus beiden Klosetts nur wenig mehr als halb soviel Trockensubstanz, wie die Jauche aus dem Spülklosett allein. Letztere müßte also in irgendeiner Weise auf dem Wege bis zum Mischgefäß eine weitere Verdünnung durch nahezu gleiche Mengen von Wasser erfahren oder, wenn auch die konzentrierteren Fäzes des Trockenklosetts zum Inhalt des Mischgefäßes beigetragen hatten, sogar mit mehr als der gleichen Menge Wasser verdünnt sein. Ferner hätte der Aschegehalt in der Jauche des Mischgefäßes entsprechend dem Grade der Verdünnung etwa halb soviel betragen müssen als derjenige der Flüssigkeit aus dem Spülklosett. Es wurde aber etwas mehr als ebensoviel Asche darin gefunden, was auf die Beimengung von aschreichen Stoffen wie Papier und dergleichen schließen läßt. Wegen dieser Unsicherheit in den Mischungsverhältnissen wurde später von einer Analyse des Inhalts der beiden Klosetts Abstand genommen.

Aber noch ein anderer Umstand machte sich bereits bei dieser ersten Untersuchung geltend, dessen Bedeutung allerdings erst bei den späteren in vollem Maße erkannt wurde, der aber, wie sich dann herausstellte, für die chemischen Vorgänge bei dem Reinigungsverfahren, von wesentlichem Einfluß ist. Es betrifft dies die Zeit, welche seit der Entstehung der Jauche bis zu ihrer Verarbeitung verstrichen ist und welche den Grad der Zersetzung bedingt, in welchem sich die zur Verarbeitung kommende Jauche befindet. Auf eine frische Jauche wirken nämlich die hinzugesetzten Chemikalien anders als auf eine bereits in Zersetzung übergegangene. In letztere sind die organischen Stoffe — und ganz besonders gilt dies von den stickstoffhaltigen — mehr oder weniger in solche Verbindungen übergeführt, die bereits flüchtig sind oder von dem Hauptbestandteil der Chemikalien, vom Ätzkalk, in flüchtige Stoffe verwandelt werden. In diesem Falle muß der Trockenrückstand, welcher natürlich nur die nicht flüchtigen Stoffe umfaßt, verhältnismäßig zu gering ausfallen, ein Fehler, der dann weiter auch die Bestimmung des Glühverlustes beeinflusst. Wird nun letzterer gleich dem Gehalt an organischer Substanz gesetzt, wie es jetzt allgemein üblich ist bei der Analyse derartiger Flüssigkeiten, dann kann es kommen, daß der Effekt der Chemikalien in Anbetracht des geringen Glühverlustes ein ganz bedeutender zu sein scheint, während er in Wirklichkeit nur ein verhältnismäßig geringer ist. Anscheinend ist diesem Fehler bei den bisherigen Analysen von Schmutzwässern vielfach zuwenig Rechnung getragen, und manche auffallenden Widersprüche in den Analysen über die reinigende Wirkung von Chemikalien auf derartige Flüssigkeiten dürfte hierin ihre Erklärung finden. Die Anwendung eines anderen Verfahrens zur Bestimmung der organischen Substanzen, bei welchen ein Verlust an flüchtigen Stoffen ausgeschlossen ist, würde den obenerwähnten Fehler natürlich vermeiden lassen. Aber das einzige Verfahren, welches in dieser Beziehung in Frage kommen könnte, die Bestimmung der Oxydierbarkeit mit Kaliumpermanganat, gibt aus den bereits früher angeführten Gründen so unsichere Resultate, daß es ebenfalls zu Irrtümern führen würde. Trotzdem gibt die Analyse doch noch einen Anhaltspunkt für die richtige Beurteilung der Beschaffenheit der Jauche vor und nach der Behandlung mit den Chemikalien, allerdings nicht für den Gesamtgehalt

der organischen Substanzen, aber doch für den wichtigsten Teil derselben, für die stickstoffhaltigen Substanzen und speziell für das Ammoniak. Diese beiden Bestandteile werden ohne Eindampfen in der ursprünglichen Flüssigkeit, also ohne daß flüchtige Substanzen verloren gehen können, bestimmt, und an die Zahlen, welche nach der Kjeldahlschen Methode für den Gesamtstickstoff und nach dem Schlösingschen Verfahren für Ammoniak gefunden werden, wird man sich in allen den Fällen halten müssen, in denen die dem Reinigungsverfahren entnommene Jauche bereits in Zersetzung übergegangen ist.

Auch die am 6. Juli zur Verarbeitung gekommene Jauche war offenbar eine solche in Zersetzung begriffene, was sich sofort aus dem hohen Ammoniakstickstoffgehalt der Flüssigkeit im Mischgefäß zu erkennen gibt; derselbe betrug 257,1 mg im Liter (während eine später untersuchte, die weit weniger zersetzt war, nur 70 mg hatte). Daß die Jauche an diesem Tage sich nicht in frischem Zustand befand, hatte vermutlich darin seine Gründe, daß die Entnahme an einem Montag stattfand und ein Tag vorher als an einem Sonntag der Betrieb der Anstalt geruht hatte. Für ein Gemisch von Fäzes und Urin macht ein Tag in der Hitze des Sommers in bezug auf die sich entwickelnden Zersetzungsorgane schon viel aus.

Im übrigen geht aus den Zahlen der Proben Nr. 3 und 4 hervor, daß in der Jauche des Mischgefäßes vom Gesamtstickstoff mehr als die Hälfte (264 mg von 451) und vom Ammoniak etwa  $\frac{2}{3}$  (165 mg von 257) in Lösung sich befanden.

Die Proben Nr. 3 und 4 und die Proben Nr. 5 und 6 unterscheiden sich dadurch, daß letztere den Zusatz der Chemikalien erhalten haben, durch welche die ursprüngliche Flüssigkeit (Nr. 3 und 4) eine wesentliche Änderung erfahren müßte.

Was nun die Qualität und Quantität dieses Chemikalienzusatzes betrifft, so soll derselbe nach den in der Reinigungsanstalt selbst von den Angestellten der Schwartzkopfschen Fabrik erhaltenen Mitteilungen am 6. Juni so stattgefunden haben, daß auf 1000 Liter Jauche kamen: 2,25 kg Kalk (in 101 Liter Wasser verteilt), 0,225 kg Magnesiumsulfat (in 24 Liter Wasser), 1 kg Lahn-Phosphat (in 48 Liter Wasser), 0,48 kg Magnesiumchlorid (in 24 Liter Wasser).

Es wurde besonders Wert darauf gelegt, daß das Verhältnis zwischen Kalk, Magnesiumchlorid und Magnesiumsulfat noch bis 10 : 2 : 1 betrage, und daß, wenn wegen größerer Konzentration der Jauche eine konzentrierte Kalkmilch (bis 2,5 kg im Kubikmeter) zugesetzt werden müsse, auch der Zusatz von Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid in den angegebenen Verhältnissen zu erhöhen sei, während der Phosphatzusatz unverändert bleiben könne. Die Mischung der Jauche mit diesen Chemikalien geschah nun in der Weise, daß ein Meßgefäß (Schwinghahn), welches bei jeder Entleerung 1,04 Liter Jauche aus dem großen Mischbehälter lieferte, in vier Entleerungen 4,16 Liter Jauche in die erste Abteilung der geschlossenen Rinne übergießt, während durch gleichzeitig nur einmal in Bewegung gesetzte Schöpfbecher aus den Chemikalienbehältern der Reihe nach

0,42 Liter Kalkmilch mit ca. 0,4 g Kalk.

0,10 Liter Magnesiumsulfatlösung mit ca. 0,9 g Magnesiumsulfat.

0,20 Liter Phosphatlösung mit ca. 1 g Phosphat.

0,10 Liter Magnesiumchloridlösung mit ca. 1,8

hinzugefügt wurden. Auf 1000 Liter berechnet entsprechen diese Zusätze nahezu dem oben angegebenen Mischungsverhältnis.

Die Dauer der Mischung betrug nach den seitens der Direktion der Maschinenbauanstalt erhaltenen Angaben

für die Kalkmilch . . . . .	23,4 Sekunden.
für die Magnesiumsulfatlösung . . . . .	21,3 „
für die Phosphatlösung . . . . .	19,0 „
für die Magnesiumchloridlösung . . . . .	17,1 „
Also insgesamt . . . . .	80,8 Sekunden.

Die Menge der ursprünglichen Flüssigkeit erfährt durch den Zusatz der Chemikalien eine Zunahme im Verhältnis von 100 : 120, darf also bei dem Vergleich der Flüssigkeiten vor und nach dem Zusatz der Chemikalien nicht unberücksichtigt bleiben.

Die Veränderungen, welche die Jauche durch die Chemikalien erfährt, ist, soweit es sich um das Aussehen der Flüssigkeit und um das Verhalten der darin suspendierten ungelösten Stoffe handelt, eine ganz bedeutende.

Die ursprüngliche Jauche ist eine übelriechende, schmutzigbraune, trübe, schwach alkalisch reagierende Flüssigkeit, welche die suspendierten Bestandteile nur langsam und nicht vollständig absetzt, so daß sie auch nach längerem Stehen nicht ganz klar wird.

Die mit Chemikalien versetzte Jauche dagegen, wie sie in der offenen Rinne zum Vorschein kommt sieht heller, mehr gelblichbraun aus, ist flockig trübe und setzt die flockigen Massen in wenigen Minuten so vollständig ab, daß die über dem schmutzig gelbbraun gefärbten Bodensatz stehende Flüssigkeit ganz klar erscheint. Diese Flüssigkeit ist gelb, etwa wie dünner Urin gefärbt; riecht ammoniakalisch und reagiert stark alkalisch

Diesen äußerlich hervortretenden auffallenden Veränderungen in der Beschaffenheit der Jauche entsprechen nun aber keineswegs ebenso weitgehende Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung derselben, wenigstens nicht in bezug auf diejenigen Bestandteile, deren Beseitigung durch das Reinigungsverfahren in erster Linie angestrebt wird.

Die Jauche behält vor dem Zusatz der Chemikalien in Lösung (Nr. 4 dekantierte Flüssigkeit aus dem Mischgefäß) 458,0 mg organische Substanzen (Glühverlust), nach dem Zusatz der Chemikalien dagegen (Nr. 6) nur noch 40,0, also nur noch den 11. Teil. Würde man den Glühverlust als maßgebend ansehen, dann wäre also eine sehr weitgehende Reinigung der Jauche erzielt, aber ein Blick auf den Gehalt der Flüssigkeit an Gesamtstickstoff und Ammoniak vor und nach dem Chemikalienzusatz lehrt sofort, daß hier diejenigen Verhältnisse vorliegen, auf welche früher hingewiesen ist, daß nämlich eine an flüchtigen Stoffen sehr reiche Flüssigkeit analysiert wurde, da schon allein der Gesamtstickstoff in der nicht abgedampften Flüssigkeit den Glühverlust um mehr als das Fünffache übertrifft. Beim Abdampfen derselben hatte denn auch bereits der Geruch nach Ammoniak, Trimethylamin und Urin auf die Verflüchtigung von Stoffen hingewiesen. Wie groß in diesem Falle der Verlust an nicht stickstoffhaltigen flüchtigen Substanzen zu bemessen, und wie hoch der Stickstoff der flüchtigen Stickstoffverminderungen als organische Substanz zu berechnen ist, um einen Maßstab für das Defizit zu haben, läßt sich unmöglich angeben, zieht man aber allein den Stickstoffgehalt in Betracht, dann ergibt sich als Bildung des Chemikalienzusatzes nur eine sehr geringe Abnahme (von 264,0 auf 236,1 mg), die sich auch noch bei Anrechnung der Verdünnung, welche die Jauche durch den Chemikalienzusatz erfährt (von 100 auf 120) auf 0 reduziert. Dasselbe was die Analyse in bezug auf den Gesamtstickstoff ergeben hat, wiederholt sich auch für den Ammoniakstickstoffgehalt, der nur den Verdünnungsgraden entsprechend herabgesetzt ist (von 165 auf 156 mg). Daß der Aschegehalt der geklärten Flüssigkeit von 1162 mg auf 2389 gestiegen ist, erklärt sich dadurch, daß ein Teil der Chemikalien in Lösung geblieben ist.

Nahezu dieselbe Zusammensetzung, insbesondere in bezug auf geringen Glühverlust und hohen Gehalt von Gesamtstickstoff, zeigt die aus dem Absitzkasten Nr. 2 entnommene Flüssigkeitsprobe (Nr. 7). Der Ammoniakstickstoffgehalt ist allerdings etwas geringer, ohne daß ein bestimmter Grund dafür anzugeben ist; derselbe könnte möglicherweise durch die wechselnde Beschaffenheit der verarbeitenden Jauche, vielleicht auch durch Verflüchtigung während des Stehens im Kasten verursacht sein.

Auch die dritte Probe von geklärter Flüssigkeit, aus dem Absitzkasten Nr. 3 von einer 2 Tage früher verarbeiteten Jauche herstammend, zeigt dieselbe Eigentümlichkeit: geringen Glühverlust und hohen Stickstoffgehalt. Inwieweit letzterer im Verhältnis zur ursprünglichen Flüssigkeit herabgesetzt oder unverändert geblieben ist, läßt sich nicht sagen, da die Zusammensetzung der zugehörigen Jauche nicht bekannt ist. Aber wenn die Konzentration der letzteren entsprechend dem Rückstand der geklärten Flüssigkeit angenommen wird, dann ist der Stickstoffgehalt der geklärten Jauche noch so hoch, daß eine Herabsetzung desselben durch die Chemikalien keineswegs wahrscheinlich ist.

Auf die Klärung der Jauche durch die Chemikalien folgt in den Reinigungsverfahren dann weiter die Filtration der geklärten Flüssigkeit durch Torf. Welche Wirkung dieser Vorgang hat, zeigt die Beschaffenheit der Flüssigkeit Nr. 8 im Vergleich mit Nr. 7. Der Stickstoffgehalt ist von 232,0 auf 185,9 herabgegangen und der Ammoniakstickstoffgehalt von 117,8 auf 150,7 gestiegen. Ein Teil des Stickstoffes ist also im Torffilter zurückgehalten, ein anderer Teil weiter in Ammoniak übergeführt, so daß der Stickstoff zum weitaus größten Teil als Ammoniak in der Flüssigkeit vorhanden ist, wenn sie die Reinigungsanstalt verläßt.

Auffallenderweise hat nun aber der Glühverlust, d. h. der Gehalt an nicht flüchtigen organischen Substanzen, wieder bedeutend zugenommen. Weitere Erklärung findet diese Erscheinung darin, daß zur Filtration der Flüssigkeit frischer Torf aufgeschüttet war, der noch nicht ausgelaugt war und deswegen an die hindurchsickernde Flüssigkeit lösliche, noch nicht flüchtige organische Substanzen abgab, dagegen einen Teil der stickstoffhaltigen Substanz zurückhielt.

Die aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit hatte immer noch gelbliche Farbe, ammoniakalischen Geruch, reagierte stark alkalisch, trübte sich nach einigem Stehen durch Abscheidung von Kalziumkarbonat, das sich bald wieder absetzte. Von ganz ähnlicher Beschaffenheit war die aus dem Schlammkasten absickernde Flüssigkeit Nr. 10, nur mit dem Unterschiede, daß ihr Stickstoffgehalt im Verhältnis zur zugehörigen geklärten Jauche Nr. 9 keine Abnahme zeigte. Die Proben von Schlamm, Torf und Poudrette haben hier nur in bezug auf ihren Stickstoff- und Ammoniakgehalt Interesse.

Da schon der ungebrauchte Torf einen Stickstoffgehalt von 3,09% besaß, so ist die Zunahme auf 5,57% in der Poudrette nur als eine verhältnismäßig geringe anzusehen, offenbar kommt dieselbe fast ganz auf den Stickstoffgehalt der ursprünglich in der Jauche vorhandenen ungelösten Substanzen, welche durch das Versetzen vollständig zurückgehalten werden.

Der sehr geringe Gehalt der Poudrette an Ammoniak läßt ersehen, daß auch von diesem Stoff durch die Chemikalien kaum etwas gebunden wird; das in die Poudrette übergegangene Ammoniak kann auch von dem ursprünglich in den suspendierten Bestandteilen der Jauche vorhandenen Ammoniak (nach der Analyse 8,18% Ammoniakstickstoff auf Trockensubstanz berechnet) herrühren.

### B. Bakteriologische Untersuchung.

Dieselbe geschah nach der gewöhnlichen Methode durch Vermischen der zu untersuchenden Flüssigkeit mit Nährgelatine in mehreren Verdünnungen und Zählung der

nach einigen Tagen zur Entwicklung gekommenen Bakterienkolonien. Von den festen Substanzen (Torf, Poudrette) wurde 1 g abgewogen, im Mörser möglichst fein zerrieben und dann mit der Gelatine in abgestuften Mengen sorgfältig gemischt.

Sämtliche Proben wurden nach der Entnahme sofort in das Laboratorium geschafft und untersucht, so daß Fehler infolge von weiterer Zersetzung der Flüssigkeiten ausgeschlossen waren.

#### Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung:

	Zahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm
1. Fäkalien des Trockenklosetts (nach fünffacher Verdünnung mit destilliertem, sterilisiertem Wasser). . . . .	150 000 000
Am 6. Juni verarbeitete Jauche:	
2. Flüssigkeit aus dem Spülklosett . . . . .	15 000 000
3. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . . . .	25 000 000
4. Flüssigkeit aus der offenen Rinne (nach Zusatz der Chemikalien) . . . . .	36 000—600 000
5. Geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten Nr. 2 . . . . .	500
6. Aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit . . . . .	120 000
Am 4. Juni verarbeitete Jauche:	
7. Aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit . . . . .	130 000
Feste Produkte von der am 4. und 6. Juni verarbeiteten Jauche:	
8. Schlamm aus dem Absitzkasten Nr. 2 . . . . .	450 000
9. Schlamm aus dem Schlammkasten. . . . .	60 000
10. Gemisch von Schlamm und Torf aus dem Schlammkasten (1 g) . . . . .	15 000 000
11. Torf aus dem Torffilter (1 g) . . . . .	70—400 000 000
12. Poudrette (1 g) . . . . .	2 000 000
13. Ungebrauchter Torf (1 g) . . . . .	20 000

Diese Zahlen ergeben, daß die Fäkalien vor ihrer Behandlung mit Chemikalien (Nr. 1, 2 und 3), wie auch nicht anders zu erwarten war, sich sehr reich an Mikroorganismen erwiesen.

Nach dem Zusatz der Chemikalien hat die Zahl der noch entwicklungsfähigen Keime bedeutend abgenommen (von 15 Millionen auf 36 000—600 000), aber es muß auffallend erscheinen, daß mehrere Untersuchungen derselben Probe, nämlich der Flüssigkeit aus der offenen Rinne (Nr. 4), Zahlen geliefert hatten, die so weit voneinander abwichen (36 000—600 000). Die Erklärung hierfür lieferte erst eine der späteren Untersuchungen, welche ergaben, daß der Einfluß der Chemikalien auf die Mikroorganismen nach der im Apparat stattgefundenen Mischung nicht sofort, sondern erst längere Zeit nachher den Höhepunkt erreicht, so daß die unmittelbar nach der Mischung mit den Chemikalien untersuchte Flüssigkeit noch verhältnismäßig viel Keime enthält, von Stunde zu Stunde aber immer ärmer daran wird. Zum Teil mag die Differenz auch darin begründet sein, daß die Flüssigkeit aus der offenen Rinne noch sämtliche suspendierte Stoffe enthält, welche letzteren, wie die Untersuchung der Schlammproben ergibt, einen großen Teil der Keime in sich schließen. Ein gleichmäßiges Zerteilen dieser suspendierten flockigen Massen in der Flüssigkeit gelingt aber auch bei anhaltendem Schütteln nicht immer, und dementsprechend können auch die für die bakteriologische Untersuchung entnommenen geringen Flüssigkeitsmengen nicht immer gleichmäßig ausfallen.

Die Untersuchung der geklärten Flüssigkeit aus dem Absitzkasten (Nr. 5), welche bereits längere Zeit unter dem Einfluß der Chemikalien gestanden und sämtliche suspen-

dierte Stoffe abgesetzt hatte, lieferte dagegen ganz gleichmäßige Resultate. Dieselbe erwies sich so arm an entwicklungsfähigen Keimen (500), daß die ursprüngliche Menge derselben bis zu diesem Stadium des Reinigungsverfahrens auf  $\frac{1}{50000}$  abgenommen hatte.

Die dann folgende Behandlung der geklärten Jauche führt nun aber wieder, wie die Zahlen unter Nr. 6 und 11 zeigen, zu einer entschiedenen Verschlechterung derselben. Das Torffilter, entfernt davon eine weitere entwicklungshemmende oder keimtötende, d. h. desinfizierende Wirkung auszuüben, wird im Gegenteil, nachdem es sich mit der an stickstoffhaltigen und noch fäulnisfähigen Stoffen sehr reichen Klärflüssigkeit vollgesogen hat, zu einem wahren Fäulnisherd. Aus den 20 000 Keimen, welche der ungebrauchte Torf im Gramm enthält, werden bei der Filtration 70—400 Millionen, und damit übereinstimmend kommt die an Keimen vorher sehr arme Flüssigkeit aus dem Torf wieder mit 120 000 Keimen im Kubikzentimeter zum Vorschein.

Der Schlamm aus dem Absitzkasten Nr. 8 enthält im Gegensatz zu der zu ihm gehörigen Klärflüssigkeit noch verhältnismäßig viel Keime (450 000), woraus zu entnehmen ist, daß durch die Chemikalien zwar der größte Teil der Mikroorganismen in den Fäkalien vernichtet, aber doch eine nicht unbedeutende Menge nur eingehüllt und zu Boden gerissen wird.

Der im Schlammkasten befindliche Schlamm (Nr. 9), welcher 24 Stunden gelagert hatte, war ärmer an Keimen (60 000) als der frisch aus dem Absitzkasten entnommene, vermutlich infolge der fortdauernden Wirkung der Chemikalien.

Der Torf dagegen, auf welchem er lagerte, war ebenso wie derjenige des Torffilters wieder sehr keimreich, so daß ein Gemisch desselben mit dem Schlamm 15 Millionen Keime im Gramm enthielt. Dementsprechend enthielt auch das durch diesen Torf aus dem Schlamm hindurchsickernde Wasser wieder größere Mengen (130 000) von Mikroorganismen.

Beim Eintrocknen von bakterienhaltigen Substanzen gehen erfahrungsgemäß viele Bakterien zugrunde, und es muß deswegen der Keimgehalt der trockenen Poudrette geringer sein als derjenige des Gemisches von Schlamm und Torf, aus dem die Poudrette hergestellt wird. Bringt man die Differenz im Wassergehalt zwischen beiden in Anrechnung, dann ergibt sich für die Poudrette nur eine Abnahme des Keimgehalts um etwas mehr als die Hälfte. Da diese geringe Abnahme füglich dem Einfluß des Trocknens allein zugeschrieben werden kann, so läßt sich nicht annehmen, daß die bei der Herstellung der Poudrette zur Anwendung kommende Temperatur eine wesentliche Wirkung auf den Keimgehalt derselben hat.

## II. Untersuchung.

Nachdem die Analyse der am 6. Juni entnommenen Proben beendet war, wurde sofort die Vorbereitung für eine weitere Untersuchung getroffen, welche eine teilweise Wiederholung der ersten beabsichtigte, außerdem sich aber auch auf die Prüfung der einzelnen Abschnitte des chemischen Teils des Reinigungsverfahrens und auf das Verhalten der flüssigen Endprodukte unter solchen Verhältnissen erstrecken sollte, welche einer Einleitung derselben in öffentliche Gewässer entsprechen würde. In der Annahme, daß sich die Reinigungsanstalt in einem nur Sonntags unterbrochenen Betriebe befindet, wurde die Entnahme der Proben auf den 6. Juli (einen Mittwoch) angesetzt, ohne daß die Direktion der Maschinenbauanstalt hiervon vorher in Kenntnis gesetzt war. Leider erwies sich jene Annahme als irrig. Der Betrieb der Anstalt war gerade unterbrochen worden, wurde aber, da alle Vorbereitungen für die Entnahmen der Proben nun einmal getroffen waren, in Gang gesetzt, um wenigstens so viel Untersuchungsmaterial zu gewinnen, als sich beschaffen ließ.

Einige der früher zur Untersuchung gekommenen Objekte konnten deswegen diesmal nicht mit untersucht werden; so der Inhalt des Schlammkastens und die aus letzterem abfließende Flüssigkeit, weil der Schlammkasten in Reparatur befindlich war. Die aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit konnte nicht an der Abflußstelle entnommen, sondern mußte aus dem Abzugskanal, über welchem eine Lokomotive stand, geschöpft werden. Da diese Flüssigkeit aber bei der Analyse einen ganz auffallend geringen Gehalt an festen Stoffen ergab (1 Liter lieferte nur 569 mg Rückstand), so mußte angenommen werden, daß sie nicht aus dem reinen Filtrat des Torffilters, sondern aus einem Gemisch mit anderen Flüssigkeiten unbekannter Zusammensetzung bestand. Sie ist deswegen in dem nachstehenden Verzeichnis der analytischen Ergebnisse nicht mit aufgeführt. Außerdem ist noch zu erwähnen, daß der Absitzkasten nur ca. 25 cm hoch gefüllt war und somit nur aus dieser Höhe Flüssigkeit abgelassen werden konnte.

#### A. Chemische Untersuchung.

Die chemische Untersuchung der Proben vom 6. Juli lieferte folgende Ergebnisse:

	Berechnet auf mg im Liter				
	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamtstickstoff	Ammoniakstickstoff
1. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . . . .	4517,0	2669,0	1848,0	708,0	319,2
2. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . . . .	2408,0	1067,0	1341,0	508,0	67,2
3. Flüssigkeit aus der offenen Rinne (nach Zusatz der Chemikalien) . . . . .	8345,0	2924,0	5421,0	515,0	179,2
4. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . . . .	2708,0	305,0	2398,0	322,0	67,2
5. Flüssigkeit aus dem Absitzkasten (Nr. 1) Wasser	2725,0	30,0	2695,0	351,0	198,8
6. Schlamm aus dem Absitzkasten Nr. 3 (berechnet in % der Trockensubstanz) . . . . .	72,33	27,78	72,22	4,18	0,85

Die am 6. Juli untersuchte Jauche aus dem Mischgefäß erwies sich fast noch einmal so konzentriert (für 4517,0 Rückstand) als die vom 6. Juni (2745,0 Rückstand), war aber ebenfalls sehr reich an Ammoniakstickstoff (319,2 mg im Liter). Es ließ sich daher erwarten, daß auch diese Flüssigkeit bereits in Zersetzung begriffen war, und daß die organischen Stoffe sich schon mehr oder weniger in flüchtige Verbindungen umgesetzt hatten.

Der geringe Glühverlust gegenüber dem hohen Gehalt an Gesamtstickstoff bestätigte denn auch diese Vermutung.

Die dekantierte Flüssigkeit aus der offenen Rinne hätte mit der Flüssigkeit aus dem Absitzkasten einigermaßen übereinstimmen müssen, wenn beide von derselben Jauche herstammten. Sie differierten aber ganz bedeutend im Glühverlust und Ammoniakstickstoffgehalt, und es ist deswegen die Vermutung berechtigt, daß beide verschiedenen Ursprungs sind, oder es müßte angenommen werden, daß nachträglich beim Stehen im Absitzkasten noch ein sehr großer Teil von nicht flüchtigen Stickstoffverbindungen in Ammoniak eingeführt wäre, was aber mit den anderweitigen Beobachtungen nicht übereinstimmt.

Nimmt man in Ermangelung einer zugehörigen Klärflüssigkeit den Gesamtstickstoff in der dekantierten Flüssigkeit in der offenen Rinne als Maßstab für die Wirkung der Chemikalien auf die am 6. Juli verarbeitete Jauche, dann würde in diesem Falle

eine Abnahme um ca. 24% erzielt sein. Dabei wäre aber der Ammoniakgehalt unverändert geblieben.

Um einen Einblick in die Wirkung der einzelnen Chemikalien zu gewinnen, wurde noch folgender Versuch angestellt.

Aus dem Mischgefäß wurde mit Benutzung des Schwinghahns genau so viel Jauche abgelassen, wie der jedesmaligen Entleerung der Chemikalien aus dem Schöpfbecher entsprach. Es gehörten dazu 4 Umdrehungen des Schwinghahns, welche 4,16 l Flüssigkeit lieferten. In dieser Weise wurden 6 Flaschen mit je 4,16 l Jauche gefüllt. Die erste und letzte Flasche blieb ohne Zusatz und diente dazu, um etwaige Veränderungen der Jauche während der Dauer der Probeentnahme zu kontrollieren. Die zweite bis fünfte Flasche enthielt der Reihe nach die mit dem Schöpfbecher geschöpften Chemikalien, genau im vorgeschriebenen Verhältnis zugesetzt, und zwar die Flasche

Nr. 2 nur Kalk,

Nr. 3 Kalk und Magnesiumsulfat,

Nr. 4 Kalk, Magnesiumsulfat und Phosphat,

Nr. 5 Kalk, Magnesiumsulfat, Phosphat und Magnesiumchlorid.

Die Jauche wurde mit den Chemikalien gut gemischt, einige Zeit der Wirkung derselben überlassen und dann analysiert.

Das Ergebnis dieses Versuches findet sich in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet auf mg im Liter									
	Nicht dekantierte Flüssigkeit					Dekantierte Flüssigkeit				
	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamtstickstoff	Ammoniakstickstoff	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamtstickstoff	Ammoniakstickstoff
1. Jauche aus dem Mischgefäß bei Beginn des Versuchs . . .	4517,0	2669,0	1848,0	708,0	318,7	2408,0	1067,0	1341,0	508,0	67,1
2. Nach Zusatz von Kalk . . .	6565,0	2270,0	4295,0	549,0	131,59	2726,0	574,0	2152,0	428,0	127,4
3. Nach Zusatz von Kalk und Magnesiumsulphat . . .	7702,0	2681,0	5021,0	586,0	145,7	2727,0	665,0	2062,0	418,0	114,5
4. Nach Zusatz von Kalk, Magnesiumsulphat und Phosphat . . .	7575,0	3364,0	4211,0	535,0	187,7	2429,0	212,0	2217,0	428,0	77,40
5. Nach Zusatz von Kalk, Magnesiumsulphat, Phosphat und Magnesiumchlorid . . .	8601,0	3410,0	5191,0	514,0	175,4	2444,0	290,0	2154,0	379,0	45,29
6. Jauche aus dem Mischgefäß am Ende des Versuchs . . .	4498,0	2660,0	1838,0	643,0	309,6	2410,0	1001,0	1409,0	415,0	59,2

Die zu diesen Versuchen verwandte Jauche war in ihrer Zusammensetzung während der Entnahme der Proben, welche etwa eine Stunde erfordert hatte, ziemlich unverändert geblieben. Nur in bezug auf den Stickstoffgehalt hatte eine nicht unerhebliche Abnahme stattgefunden (der in Lösung befindliche Stickstoff hatte sogar fast um 20% abgenommen), ein neuer Beweis dafür, welchen bedeutenden Schwankungen die Jauche in ihrer Zusammensetzung ausgesetzt war und wie wenig berechtigt es gewesen wäre, aus vereinzelt Untersuchungen Schlüsse zu ziehen in bezug auf die Wirksamkeit des Reinigungsverfahrens.

Nach Vermischung der einzelnen Jaucheproben mit den betreffenden Chemikalien

gewann die Jauche sehr bald ein anderes Aussehen. Vorher trübe, sehr langsam und unvollkommen ihre suspendierten Bestandteile absetzend, schied sie nach dem Hinzufügen der Chemikalien schnell einen flockigen, dichten Bodensatz ab, der eine vollkommen klare, gelblich gefärbte Flüssigkeit zurückließ. Die einzelnen Proben zeigten indessen insofern Unterschiede, als die mit Kalk allein versetzte Jauche sich am langsamsten abklärte, die anderen aber, und zwar der Reihe nach in zunehmendem Maße, immer größere und dichtere Flocken bildeten und sich auch immer schneller klärten.

Was die chemischen Veränderungen der geklärten Flüssigkeit (dekantierten Flüssigkeit) anbelangt, so hatte der Kalkzusatz allein schon einen wesentlichen Einfluß ausgeübt. Der Aschegehalt war erhöht infolge der Zunahme an löslichen Mineralbestandteilen; der Glühverlust war fast auf die Hälfte herabgegangen. Der Gesamtstickstoff hatte sich von 508 auf 428, also auf 80 mg vermindert; da jedoch durch den Kalkzusatz die Flüssigkeit um 10% verdünnt wird, so reduziert sich die Abnahme des Stickstoffs auf 37,2 mg, etwa 7% der ursprünglichen Menge entsprechend. Wegen dieses Umstandes und wegen des hohen Ammoniakgehaltes muß auf das Vorhandensein einer reichlichen Menge von flüchtigen Stoffen geschlossen und kann somit auch der Rückstand und der Glühverlust nicht als dem Gesamtgehalt an festen resp. organischen Stoffen entsprechend angesehen werden. Besonders charakteristisch ist noch die bedeutende Zunahme an Ammoniak, welche fast auf das Doppelte nach dem Kalkzusatz gestiegen war.

Der nächste Zusatz, das Magnesiumsulfat, bewirkte keine weiteren merklichen Veränderungen. Sein Einfluß scheint lediglich darauf zu bestehen, daß durch die Abscheidung von Magnesiumhydrat der Niederschlag noch kompakter, schwerer wird und infolgedessen das Klärvermögen der Flüssigkeit erheblich zunimmt. Dann folgt der Zusatz von Phosphat. Es tritt danach wiederum eine starke Abnahme des Glühverlustes ein, aber der Gesamtstickstoff bleibt unverändert und liefert damit den Beweis, daß die Abnahme des Glühverlustes nicht einer entsprechenden Beseitigung von organischen Stoffen zugeschrieben werden kann. Ob die geringe Abnahme an Ammoniak auf Rechnung des Phosphatzusatzes kommt, mag dahingestellt bleiben.

Der letzte Bestandteil der Chemikalien, das Magnesiumchlorid, hat anscheinend auch nur einen geringen Einfluß, und zwar auf den Ammoniakgehalt, gehabt, der, verglichen mit demjenigen der Schlußprobe, etwas niedriger ist. Die Stickstoffabnahme gegenüber der vorhergehenden Probe ist wohl nur eine scheinbare, da die Probe Nr. 5 in bezug auf die ursprüngliche Zusammensetzung nicht mit der Anfangs-, sondern mit der Schlußprobe verglichen werden muß, die an und für sich, wie bereits früher hervorgehoben wurde, einen niedrigeren Stickstoffgehalt besaß.

Aus dieser Zerlegung der Gesamtwirkung der Chemikalien in ihre einzelnen Teile geht also hervor, daß der eigentlich wirksame Bestandteil des Chemikalienzusatzes der Kalk ist, welcher sich teilweise in unlösliches Kalziumkarbonat u. dgl. verwandelt, das sich an die spezifisch leichten suspendierten Stoffe der Jauche absetzt, diese schwerer, kompakter macht und damit zum Niedersinken bringt. Daneben bewirkt der Kalk auch Umsetzung der organischen Stoffe, jedoch weniger in der Weise, daß er unlösliche Verbindungen damit eingeht und sie aus der Jauche abscheidet, als daß er sie in einfachere Verbindungen zerlegt, die teilweise flüchtig sind und dann entweichen. Es ist sogar nicht ausgeschlossen, daß der Kalk auch ungelöste Stoffe in lösliche verwandelt und so den Gehalt der Flüssigkeit an gelösten organischen Stoffen vermehrt, statt sie zu vermindern. Die eigentliche Leistung des Kalks besteht also darin, daß er die suspendierten Stoffe niederschlägt, daß er die Flüssigkeit klärt. Demgegenüber bleibt seine Wirkung auf die gelösten organischen Stoffe, insbesondere auf die stickstoffhaltigen, eine sehr unvollkommene.

In seiner klärenden Wirkung wird der Kalk vom Magnesiumsulfat wesentlich unterstützt; eine andere Wirkung kommt diesem Mittel wohl nicht zu.

Die übrigen Chemikalien, Phosphat und Magnesiumchlorid, scheinen ebenfalls die Klärung der Jauche zu befördern, aber die Wirkung des Magnesiumsulfats ist in dieser Beziehung schon so weit ausreichend, daß dieselben als Klärmittel entbehrlich sind. Reinigende chemische Wirkung auf die Jauche besitzen sie ebenfalls nicht. Ihre Verwendung kann demnach nur insofern einen Zweck haben, als das Phosphat den Düngwert der Poudrette zu erhöhen vermag, und als durch das Magnesiumchlorid eine geringe Menge von Ammoniak aus der Lösung entfernt zu werden scheint; doch darf man sich diesen letzteren Prozeß nicht so vorstellen, als ob das Ammoniak infolge von Phosphorsäure, Ammoniak-Magnesia festgehalten und in den Niederschlag übergeführt wird, denn die geklärte Jauche erhält nach dem Zusatz von Kalk von den übrigen Chemikalien nur so viel, daß immer noch freier Kalk in der Lösung vorhanden ist, bei dessen Gegenwart sich Phosphorsäure, Ammoniak-Magnesia nicht bildet.

### B. Bakteriologische Untersuchung.

	Zahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm
1. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . . . .	15 000 000
2. Flüssigkeit aus der offenen Rinne (nach Zusatz der Chemikalien) . . . . .	300 000
3. Flüssigkeit aus dem Absitzkasten . . . . .	500 000
4. Schlamm aus dem Absitzkasten . . . . .	500 000
5. Aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit . . . . .	1 500 000

Dieses Resultat der bakteriologischen Untersuchung stimmt mit demjenigen der Untersuchung vom 6. Juni so überein, daß es als eine vollkommene Bestätigung der letzteren angesehen werden kann und eines weiteren Kommentars nicht bedarf. Nur in bezug auf die aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit Nr. 5 sei bemerkt, daß dieselbe nach dem Ergebnis der chemischen Analyse nicht als ein unvermischtes Produkt des Reinigungsverfahrens angesehen werden kann, und daß der gefundene hohe Bakteriengehalt nur insofern eine Bedeutung hat, als er zeigt, daß die aus dem Torffilter kommende, später in irgendeiner Weise verdünnte Flüssigkeit wieder in ausgesprochene Fäulnis übergegangen war. Nach dem Gehalt dieser Flüssigkeit an festen Stoffen würde der Verdünnungsgrad etwa auf das 4—5 fache des ursprünglichen Volumens zu bemessen sein.

Entsprechend der Unterstützung der chemischen Wirkung der einzelnen Chemikalien bei sukzessivem Zusatz derselben zur Jauche wurde eine ebensolche über die bakteriologische Wirkung derselben angestellt, und zwar wurden für diesen Zweck dieselben Proben benutzt, welche für die chemische Untersuchung in der früher ausführlich beschriebenen Weise den Verhältnissen des Reinigungsverfahrens genau entsprechend entnommen waren. Die Proben wurden nach sorgfältiger Mischung mit den Chemikalien einige Stunden der Ruhe überlassen, bis sich die gebildeten Niederschläge abgesetzt hatten, und dann sowohl in bezug auf den Bakteriengehalt der klaren über den Bodensatz befindlichen Flüssigkeit als auch der aufgeschüttelten und mit dem Niederschlag wieder gleichmäßig vermengten Flüssigkeit untersucht.

Die hierbei gewonnenen Resultate enthalten die folgende Tabelle:

	kleinere oben- stehende Flüssigkeit	umgeschüttelte Gesamtflüssigkeit
1. Ursprüngliche Jauche . . . . .	—	15 000 000
2. Nach Zusatz von Kalk . . . . .	180 000	350 000

	kleinere oben- stehende Flüssigkeit	umgeschüttelte Gesamtflüssigkeit
3. Nach Zusatz von Kalk und Magnesiumsulfat	90 000	1 500 000
4. Nach Zusatz von Kalk, Magnesiumsulfat und Phosphat . . . . .	60 000	4 500 000
5. Nach Zusatz von Kalk, Magnesiumsulfat, Phosphat und Magnesiumchlorid . . . .	1 200	4 500 000

Die ursprüngliche Jauche hatte bei diesem Versuch 15 Millionen entwicklungs-fähige Keime im Kubikzentimeter.

Die geklärte Flüssigkeit zeigt eine ganz bedeutende Abnahme des Keimgehalts, und zwar eine mit jedem weiteren Chemikalienzusatz zunehmende, so daß sie schließlich, nachdem alle Chemikalien hinzugefügt sind, nur noch 1200 Keime im Kubikzenti-meter enthält. Es entspricht dies ungefähr dem Grade der Klärfähigkeit der einzelnen Gemische. Das Kalkgemisch klärt sich am langsamsten und hat also in der obenstehen-den Probe in demselben Zeitpunkt den größten Keimgehalt. Wäre die Flüssigkeit unter-sucht, nachdem dieser noch längere Zeit zum Absitzen gelassen wäre, dann wäre, wie ein späterer Versuch unzweideutig lehrt, auch in dem einfachen Kalkgemisch der Keim-gehalt noch sehr viel weiter heruntergegangen.

Überraschend ist nun aber beim ersten Anblick das umgekehrte Verhalten der Gesamtflüssigkeit, welche nach dem Umschütteln im Kalkgemisch am wenigsten und in den beiden letzten Gemischen bedeutend mehr Keime enthält. Und doch läßt sich auch hierfür auf Grund mehrerer Versuche eine genügende Erklärung geben. Es handelt sich nämlich um die desinfizierende Eigenschaft des Kalks, welche hier zur Geltung kommt. Dieselbe wirkt nicht sofort in vollem Maße, sondern braucht eine gewisse Zeit, etwa 24 Stunden, ehe das Maximum der Wirkung erreicht ist, und außerdem ist sie natürlich um so energischer, je mehr freier Kalk in der Lösung vorhanden ist. Im ein-fachen Kalkgemisch ist am meisten freier Kalk übriggeblieben, und unter seinem Ein-fluß hat sich der Gesamtkeimgehalt innerhalb einiger Stunden bereits auf 350 000 ver-mindert. Nach längerem Zuwarten wäre er unzweifelhaft noch weit mehr herunter-gegangen.

Im Kalk- und Magnesiumsulfatgemisch ist ein Teil des Kalks in Kalziumsulfat übergeführt, eine Verbindung, die keine desinfizierende Wirkung hat. Dementsprechend ist auch die gleichzeitige Abnahme des Keimgehaltes in diesem Gemisch eine geringere. Auch die anderen Chemikalien nehmen freien Kalk in Beschlag, indem sie ihn in Kalzium-phosphat und Kalziumchlorid verwandeln, in gleichsam unwirksame Kalkverbindungen. So verringert sich die desinfizierende Wirkung in dem Gemisch immer mehr, und es bleibt schließlich fast nur noch die klärende Wirkung übrig, welche zur Folge hat, daß die Mikroorganismen nicht getötet, sondern mit dem Niederschlag zu Boden gerissen werden und erst in diesem, je nach dem Rest dann wirksamen freien Kalk, ganz allmählich an Zahl abnehmen.

Es folgen nun noch einige Versuche über die Fäulnisfähigkeit der flüssigen Pro- dukte des Reinigungsverfahrens, und zwar sowohl in unverdünntem Zustande als auch in solchen Verdünnungen, wie sie bei einer Einleitung der geklärten Flüssigkeiten in öffentliche Wasserläufe vorkommen könnten.

Die Fäulnisfähigkeit der geklärten Schmutzwasser hat man gewöhnlich in der Weise geprüft, daß man die Flüssigkeit in einer verschlossenen Flasche stehen ließ und etwa eintretende Veränderungen beobachtete.

Solange die Klärflüssigkeit ein so energisches Desinfektionsmittel wie den freien Kalk enthält, kann in derselben keine Bakterienentwicklung, d. h. keine Fäulnis eintreten.

Da nun aber in einer verschlossenen Flasche der Gehalt der Klärflüssigkeit an freiem Kalk unverändert bleibt, weil die Kohlensäure der Luft nicht hinzutreten und den Kalk in unwirksames Kalziumkarbonat verwandeln kann, so muß auch die Klärflüssigkeit, wenn sie überhaupt freien Kalk enthält und in einer v e r s c h l o s s e n e n Flasche aufbewahrt wird, fäulnisfrei bleiben. Das Eintreten von Fäulnis würde nur ein Beweis dafür sein, daß von vornherein kein freier Kalk mehr vorhanden wäre, oder doch zuwenig, als daß er noch hinreichend desinfizierend hätte wirken können. In letzterem Falle wird die geringe Menge von Kalk denn auch noch sehr bald durch die Kohlensäure, welche von den sich anfangs vielleicht nur spärlich entwickelnden Mikroorganismen geliefert wird, ganz unwirksam gemacht.

Um das Verhalten der flüssigen Produkte des Reinigungsverfahrens in dieser Beziehung zu prüfen, wurden einzelne Proben, die zum Teil noch dem Versuch vom 6. Juni angehörten, in v e r s c h l o s s e n e n Flaschen aufbewahrt und von Zeit zu Zeit auf ihren Keimgehalt untersucht, wobei sich die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Resultate ergaben:

	nach 1 Tag	nach 6 Tagen	nach 20 Tagen	nach 34 Tagen
1. Flüssigkeit aus der offenen Rinne .	36 000	200	1 050	20
2. Flüssigkeit aus dem Absitzkasten (vollkommen klar) . . . . .	500	34	15	10
3. Flüssigkeit aus einem anderen Ab- sitzkasten (nicht vollkommen ab- gesetzt) . . . . .	66 000	900	15	30
4. Flüssigkeit aus dem Torffilter ab- fließend . . . . .	120 000	30 000 000	12 000 000	3 500 000
5. Flüssigkeit aus dem Schlamm- kasten abfließend . . . . .	130 000	240 000	1 500 000	3 000 000

In den ersten drei Proben ging der Keimgehalt allmählich auf ein Minimum herab. Es muß demnach in diesen Flüssigkeiten freier Kalk vorhanden gewesen sein; jedoch nur wenig, weil selbst am 6. Tage das Minimum noch nicht erreicht war, während dies bei mäßigem Kalkgehalt schon nach 24 Stunden der Fall ist.

Die filtrierte Klärwässer können nur einen sehr geringen Gehalt von freiem Kalk oder auch gar keinen Gehalt gehabt haben, weil selbst in der verschlossenen Flasche Fäulnis eintrat. Offenbar ist der Kalk, welchen sie vor dem Filtrieren enthielten, durch die Berührung mit dem in Fäulnis befindlichen Torffilter ganz oder bis auf einen geringen Rest verloren gegangen. In der Wirklichkeit bleiben die geklärten Abwässer aber nicht von der Luft abgeschlossen, sondern sie befinden sich in fortdauernder Berührung mit derselben und werden außerdem durch das Einleiten in Flußläufe mehr oder weniger verdünnt. Dieses Verdünnen muß das Verhalten der Abwässer offenbar in entgegengesetzter Richtung einfließen. Erstens in ungünstiger Weise, weil der fäulnishemmende Bestandteil der Flüssigkeit, d. h. der Kalk, ebenfalls verdünnt und unwirksam gemacht wird, zweitens in günstiger Weise, weil auch die fäulnisfähigen Stoffe verdünnt werden, und zwar möglicherweise bis zu einem solchen Grade, daß ihre weitere Zersetzung nicht mehr unter den Erscheinungen der stinkenden Fäulnis vor sich geht.

Um zu sehen, wie die geklärten Flüssigkeiten der Reinigungsanstalt sich verhalten würden, wenn die Luft ungehinderten Zutritt hatte, und wenn sie zugleich in verschiedenen Graden mit Flußwasser verdünnt waren, wurden folgende Versuche gemacht: Je 500 ccm der unverdünnten und stufenweise 10 fach, 100 fach, 1000 fach

und 10 000 fach verdünnten Flüssigkeit wurden in flachen Glasschalen in einem mäßig warmen (15° C) Raum unbedeckt aufgestellt und wochenlang beobachtet resp. bakteriologisch untersucht. Da die geklärte Flüssigkeit durch die To. filtration schon wieder in einen Fäulniszustand gesetzt wird, so wurde der Versuch zunächst mit der bakterienarmen Klärflüssigkeit durch einen Absitzkasten gemacht, deren Keimgehalt anfänglich 500 betragen hatte und nach 5 tägigem Stehen in einer verschlossenen Flasche auf 60 herabgegangen war. Zum Verdünnen diente Spreewasser, von welchem zur Kontrolle eine Probe unter ganz gleichen Verhältnissen beobachtet wurde. An den aufgestellten Proben fiel zunächst auf, daß die unverdünnte Flüssigkeit sich bald mit einem aus Kalziunkarbonat bestehenden Häutchen bedeckte, und daß entsprechend auch die alkalische Reagenz abnahm. Erst nachdem dieser Prozeß im Laufe von etwa 4—5 Tagen einen gewissen Grad erreicht hatte, d. h. nachdem so viel Kalk unwirksam geworden war, daß der Rest die Mikroorganismen in ihrer Entwicklung nicht mehr zu hindern vermochte, begann die Flüssigkeit reicher an Mikroorganismen zu werden, und ging dann, etwa vom 6. Tage ab, in ausgesprochene Fäulnis über und lieferte damit, in Übereinstimmung mit dem Resultat der chemischen Analyse, den sicheren Beweis, daß die geklärte Jauche an fäulnisfähigen Stoffen noch sehr reich ist.

Die übrigen Proben enthielten von vornherein so wenig Kalk, daß eine Wirkung desselben auf die Vegetation der Mikroorganismen nicht mehr zu erkennen war.

Dagegen machte sich von der 100fachen Verdünnung ab der Einfluß geltend, welchen die Verdünnung der fäulnisfähigen Stoffe ausüben muß. In der 10 fach verdünnten Probe trat noch richtige Fäulnis, nämlich Trübung und Fäulnisgeruch ein. Bei der 100 fachen Verdünnung fehlten diese offenkundigen Anzeichen der Fäulnis, und nur die bis auf 750 000 steigende Zahl der Mikroorganismen ließ die Zersetzung in der Flüssigkeit erkennen. Die dann noch weiter gehenden Verdünnungen (1000 fach und 10 000 fach) unterschieden sich vom unvermischten Spreewasser so wenig, daß der Zusatz von geklärter Jauche keinen merklichen Einfluß mehr ausgeübt hatte. Um eine durch Fäulniskeime belästigende Zersetzung der geklärten Jauche zu vermeiden, mußte dieselbe also etwa 100 fach verdünnt werden; soll auch der Keimgehalt des Wassers durch den Jauchezufluß nicht merklich beeinflusst werden, dann ist eine starke Verdünnung notwendig.

Mit dem beschriebenen Versuche in der Anordnung vollkommen übereinstimmend, wurden noch 2 weitere Versuche ausgeführt, bei denen statt der Klärflüssigkeit aus dem Absitzkasten die flüssigen Endprodukte des Reinigungsverfahrens, nämlich die aus dem Torffilter und die aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit, in Verdünnung mit Spreewasser und unverdünnt längere Zeit beobachtet wurden. Das Resultat war in beiden Versuchsreihen ein so vollkommen übereinstimmendes, daß die Mitteilung der Zahlen genügt, welche der Versuch mit dem Torffiltrat gegeben hat.

Verdünnungsgrad	Nach 1 Tage	Nach 2 Tagen	Nach 5 Tagen	Nach 6 Tagen	Nach 7 Tagen	Nach 8 Tagen	Nach 9 Tagen	Nach 13 Tagen	Nach 24 Tagen	Nach 33 Tagen
—	120 000	6 Mil- lionen	10 Mil- lionen	22½ Mil- lionen	9 Mil- lionen	6 Mil- lionen	10 Mil- lionen	8 Mil- lionen	7½ Mil- lionen	300 000
10fach . . . . .	40 000	600 000	3 Mil- lionen	3 Mil- lionen	2½ Mil- lionen	1¼ Mil- lionen	1¼ Mil- lionen	300 000	125 000	10 000
100fach . . . . .	36 000	240 000	500 000	350 000	240 000	120 000	240 000	zerfloss.	1 800	600
1000fach . . . . .	15 000	48 000	48 000	18 000	12 600	7 000	66 000	5 000	1 500	200
10 000fach . . . . .	24 000	36 000	130 000	12 000	7 000	5 000	5 400	3 600	500	350
unvermishtes Spree- wasser . . . . .	24 000	ver- unglickt	48 000	30 000	20 000	24 000	14 000	7 000	2 500	3 000

Der Gehalt dieser Flüssigkeit an freiem Kalk war so gering, daß sie selbst unverdünnt in Fäulnis überging, im übrigen unterscheidet sich das Verhalten derselben unverdünnt wie verdünnt von der im vorigen Versuch in keiner Weise. Die Filtration durch Torf hatte die Fäulnisfähigkeit der Klärflüssigkeit also in keiner Weise verändert.

Von Interesse ist bei diesem Versuche noch die bedeutende Abnahme der Mikroorganismen nach langem Stehen, eine Erscheinung, die regelmäßig bei fäulnisfähigen Substanzen beobachtet und als „Ausfaulen“ derselben bezeichnet wird.

### III. Untersuchung.

Bisher war es nicht gelungen, für die Untersuchung eine frische Jauche zu erlangen und deren Verhalten gegenüber dem Reinigungsverfahren zu prüfen; auch erschien es unbedingt erforderlich, die bisher gewonnenen Resultate, welche sich auf Produkte verschiedenen Ursprungs bezogen, durch einen Versuch zu kontrollieren, bei welchem für das gesamte Reinigungsverfahren eine möglichst gleichbleibende Ausgangsflüssigkeit zur Verwendung kam, um unter sich vergleichbar Zahlen zu gewinnen.

Es wurde deswegen beschlossen, noch eine möglichst das gesamte Verfahren umfassende Untersuchung auszuführen, und zwar so, daß die Proben nicht eher entnommen werden sollten, als bis der Betrieb mehrere Tage regelmäßig in Gang gewesen war und zu erwarten stand, daß Jauche in frischem Zustande und gleichmäßig verarbeitet wurde. Da aber inzwischen von seiten der Direktion der Maschinenbauaktiengesellschaft versuchsweise Abänderungen in den Reinigungsverfahren eingeführt waren und der Betrieb der Anstalt auch gelegentlich unterbrochen wurde, so konnte die nächste Untersuchung nicht früher als am 1. Oktober zur Ausführung kommen, nachdem sich die Anstalt seit dem 29. September in fortlaufendem Betriebe befunden hatte.

Die Entnahme der Proben konnte sich diesmal auf alle Teile des Reinigungsverfahrens erstrecken. An den einzelnen Abteilungen der geschlossenen Rinne, in denen die sukzessive Mischung der Chemikalien mit der Jauche vor sich geht, waren inzwischen Auslaßöffnungen angebracht, so daß die Probe der bereits gemischten Flüssigkeit unmittelbar entnommen werden konnte.

### A. Chemische Untersuchung.

	Berechnet auf mg im Liter					
	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamtstickstoff	Ammoniakstickstoff	Kalk
1. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . .	3144,0	1866,0	1278,0	490,0	69,9	140,0
2. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . .	2045,0	1403,0	642,0	335,0	60,5	117,6
3. Flüssigkeit aus der offenen Rinne (nach Zusatz der Chemikalien) . . . . .	6351,0	2144,0	4207,0	494,0	73,1	1822,0
4. Dieselbe Flüssigkeit dekantiert . . .	2358,0	532,0	1826,0	240,0	47,8	617,0
5. Geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten . . . . .	2264,0	505,0	1759,0	284,4	58,0	617,0
6. Aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit . . . . .	1849,0	473,0	1376,0	226,0	42,8	356,2
7. Aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit . . . . .	1972,0	608,0	1364,0	226,0	39,8	272,8

Feste Produkte der am 1. Oktober verarbeiteten Jauche	Berechnet in Prozenten der Trockensubstanz					
	Wasser	Glüh- verlust	Asche	Gesamt- stickstoff	Am- moniak- stickstoff	Kalk
8. Schlamm aus dem Absitzkasten . . .	57,22%	47,9	52,06	1,44	0,345	25,57
9. Schlamm aus dem Schlammkasten . . .	82,29	45,74	54,26	2,56	0,51	25,97
10. Torf aus dem Torfilter . . . . .	73,42	83,41	16,59	5,19	0,24	8,01
11. Poudrette . . . . .	12,66	64,73	35,27	2,58	0,08	18,56
12. Ungebrauchter Torf . . . . .	20,95	90,59	9,05	3,27	0,07	4,95

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Analyse dieser Proben stand eine Wiederholung der bereits in vorigem Versuch ausgeführten Analyse der Jauche nach ihrer Vermischung mit einzelnen Chemikalien, welche folgende Zahlen lieferten:

	Berechnet auf mg im Liter											
	Nicht dekantierte Flüssigkeit					Dekantierte Flüssigkeit						
	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamt- stickstoff	Ammoniak- stickstoff	Kalk	Rückstand	Glühverlust	Asche	Gesamt- stickstoff	Ammoniak- stickstoff	Kalk
1. Jauche aus d. Mischgefäß bei Beginn des Versuchs . . . . .	3144,0	1866,0	1278,0	490,0	69,9	140,0	2045,0	1403,0	642,0	355,0	60,5	117,6
2. Nach Zusatz v. Kalk . . . . .	7027,0	2325,0	4702,0	391,0	51,5	3294,0	2265,0	593,0	1672,0	257,0	41,4	612,6
3. Nach Zusatz v. Kalk u. Magnesiumsulfat . . . . .	7073,0	2692,0	4381,0	386,0	45,6	3309,0	2135,0	686,0	1449,0	259,0	36,5	533,9
4. Nach Zusatz v. Kalk, Magnesiumsulfat und Phosphat . . . . .	6735,0	2490,0	4245,0	390,0	46,2	3377,0	2288,0	791,0	1497,0	241,0	22,6	559,1
5. Nach Zusatz v. Kalk, Magnesiumsulf., Phosphat und Magnesiumchlorid . . . . .	8060,0	2638,0	5422,0	389,0	46,9	3889,0	2368,0	816,0	1552,0	231,0	25,7	519,4
6. Jauche aus d. Mischgefäß am Ende d. Versuchs . . . . .	3290,0	1902,0	1388,0	510,0	76,6	125,0	2120,0	1440,0	680,0	405,0	67,5	110,8

Wäre es diesmal gelungen, mit einer Flüssigkeit zu operieren, die während der zur Entnahme der Probe erforderlichen Zeit eine ganz gleichmäßige Zusammensetzung hatte, dann hätte erstens die Flüssigkeit aus dem Mischgefäß, d. h. die ursprüngliche Jauche beim Beginn und am Ende des Versuchs (Nr. 1 und 6 der zweiten Tabelle), übereinstimmen müssen, zweitens hätten auch die nicht dekantierten Flüssigkeiten aus der offenen Rinne (Nr. 3 der ersten Tabelle) und die mit sämtlichen Chemikalien gemischte Jauche (Nr. 5 der zweiten Tabelle), drittens, die dekantierten obengenannten Flüssigkeiten (Nr. 4 der ersten und Nr. 5 der zweiten Tabelle) sowie die geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten jede Gruppe unter sich übereinstimmende Zahlen liefern müssen. Das ist aber, wie ein Vergleich der Tabellen sofort ergibt, nicht der Fall gewesen. Namentlich fällt es auf, daß auch diesmal der Stickstoffgehalt der in Lösung befindlichen Stoffe

der ursprünglichen Jauche während der kurzen Dauer des Versuchs sich erheblich verändert hat. Er ist von 355,0 auf 405,0 gestiegen, was einer Zunahme von 14% entspricht. Andere bedeutende Abweichungen zeigen sich nach dem Chemikalienzusatz bei den dekantierten Flüssigkeiten in bezug auf Glühverlust und Ammoniakstickstoffgehalt. Aus diesem ungleichmäßigen Verhalten der zusammengehörigen Proben geht also hervor, daß es auch diesmal trotz aller Vorsicht nicht gelungen war, Produkte des Reinigungsverfahrens zu erhalten, welche von der Verarbeitung einer gleichbleibenden Ausgangsflüssigkeit herrührten und welche einen unmittelbaren Vergleich untereinander ermöglicht hätten. Es erscheint hiernach überhaupt fraglich, ob es bei der Art und Weise des Betriebes der Anstalt möglich ist, solche direkt vergleichbaren Untersuchungsobjekte zu erhalten. Auch in bezug auf den Zersetzungsgrad, in dem die Jauche sich befand, hatten sich die Erwartungen nicht ganz erfüllt. Der Ammoniakstickstoffgehalt war zwar viel geringer als beispielsweise in der nahezu ebenso konzentrierten Jauche vom 6. Juni, nämlich nur 69,9 mg gegen 257,1 mg. Immerhin ist er noch so hoch, daß die Jauche nicht als frisch bezeichnet werden kann und daß die Verwandlung eines Teils der organischen Stoffe, und speziell der stickstoffhaltigen, in flüchtige Verbindungen nicht ausgeschlossen ist.

Zu erwähnen ist noch, daß in der Anstalt für den Chemikalienzusatz zur Zeit dieses Versuchs andere Verhältnisse galten als früher. Es wurden nämlich auf 1000 l Jauche zugesetzt

82,3 Liter Kalkmilch mit . . . . .	2,098 kg Kalk.
19,6 Liter Magnesiumsulfatlösung mit . . . . .	0,209 „ Magnesiumsulfat
39,2 Liter Phosphatlösung mit . . . . .	0,999 „ Phosphat.
19,6 Liter Magnesiumchloridlösung mit . . . . .	0,419 „ Magnesiumchlorid.

Der Kalkzusatz war also etwas geringer als früher und dementsprechend auch der Zusatz von Magnesiumsulfat und -chlorid. Durch die Chemikalien erhielt die Jauche auch nicht mehr 20%, sondern nur 16% Zuwachs an Volumen.

Vergleicht man nun diejenigen Werte, welche für die Beurteilung des Reinigungsverfahrens in erster Linie in Betracht kommen, so ergibt sich, daß die nicht flüchtigen gelösten Stoffe (Glühverlust der dekantierten Flüssigkeit Nr. 2 und 5 der ersten Tabelle) von 1403 mg im Liter nach dem Zusatz der Chemikalien auf 505 und nach der Torffiltration auf 473 herabgegangen sind. Es würde dies unter Anrechnung der gleichzeitig durch den Chemikalienzusatz bedingten Verdünnung einer Abnahme von 61% gleichkommen. Die 2. Tabelle zeigt, daß von den Chemikalien allein der Kalk auf die Herabsetzung des Glühverlustes von Einfluß gewesen ist. Bei diesem zweiten Versuch ist aber die Gesamtwirkung der Chemikalien eine geringere gewesen; der Glühverlust ist durch dieselben nur um 32,5% verringert.

Der Stickstoffgehalt wurde diesmal durch das Reinigungsverfahren um 22% und der Ammoniakstickstoffgehalt um 18% verringert. Dieses letztere Ergebnis ist entschieden günstiger als das gleiche in dem ersten Versuche und mag in der weniger vorgeschrittenen Zersetzung der Jauche begründet sein, welche ermöglicht, daß manche weniger zersetzten organischen Verbindungen von dem mineralischen Niederschlag der Chemikalien aus der Flüssigkeit mit niedergerissen werden. Trotzdem bleiben in der geklärten Flüssigkeit noch so reichliche Mengen von organischen und gerade stickstoffhaltigen Stoffen zurück, daß sie nicht weniger fäulnisfähig ist als die Klärflüssigkeiten der beiden früheren Versuche. Bemerkenswert ist noch die im Torffilter stattfindende bedeutende Abnahme an Kalk (von 617 auf 356), auf welche bereits früher hingedeutet wurde. Auch im übrigen stimmen die Resultate dieses Versuchs mit denen der übrigen ziemlich überein; nur insofern findet sich noch eine Abweichung, als die Poudrette nur etwa halb soviel Stick-

stoff enthielt als bei der ersten Untersuchung, und sogar weniger als der zu ihrer Bereitung verwendete Torf, wonach es den Anschein gewinnt, als ob ein Teil des Stickstoffs bei der Bereitung der Poudrette verloren gehen kann.

B. Bakteriologische Untersuchung.

	Zahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 ccm
1. Flüssigkeit aus dem Mischgefäß . . . . .	20 000 000
2. Flüssigkeit aus der offenen Rinne nach Zusatz der Chemikalien . . . . .	6 000 000
3. Geklärte Flüssigkeit aus dem Absitzkasten . . . . .	100
4. Aus dem Torffilter abfließende Flüssigkeit . . . . .	120 000
5. Aus dem Schlammkasten abfließende Flüssigkeit . . . . .	115 000
6. Schlamm aus dem Absitzkasten . . . . .	30 000
7. Schlamm aus dem Schlammkasten . . . . .	500 000
8. Torf aus dem Torffilter . . . . .	30 000 000
9. Poudrette . . . . .	12 000 000
10. Ungebrauchter Torf . . . . .	90 000

Die Zahlen der vorstehenden Tabelle befinden sich in solcher Übereinstimmung mit denjenigen der früheren Untersuchungen, daß sie als eine vollkommene Bestätigung derselben gelten können. Der anfänglich bedeutende Keimgehalt geht nach dem Zusatz der Chemikalien herab, diesmal nur über 6 Millionen, und zwar aus dem Grunde, weil die Untersuchung sofort nach der Entnahme an Ort und Stelle gemacht wurde und der Kalk nur erst sehr kurze Zeit desinfizierend gewirkt hatte. In der geklärten Jauche (Nr. 3) ist nur noch ein sehr kleiner Rest von Keimen, im zugehörigen Schlammteig (Nr. 6) befinden sich bedeutende Mengen, was wiederum beweist, daß der Niederschlag unzureichend desinfiziert ist. Die geklärten Abwässer (Nr. 4 und 5) haben nach der Filtration durch Torf wieder einen hohen Keimgehalt und stehen unter dem Einfluß der beginnenden Zersetzung.

Die aus dem unvollkommen desinfizierten und aus dem in Fäulnis befindlichen, mit Jauche imprägnierten Torf hergestellte Poudrette ist so keimreich, daß der Vorteil, welchen die desinfizierende Wirkung des Verfahrens ursprünglich geschaffen hatte, wieder verloren gegangen ist. Mit dem Inhalt der offenen Rinne wurde, wie bereits oben angedeutet ist, absichtlich so verfahren, daß die Untersuchung nicht wie früher erst im Laboratorium, also einige Stunden nach der Entnahme, sondern *s o f o r t* nach letzterer ausgeführt wurde. Es geschah dies, um Gewißheit darüber zu erlangen, ob in der Tat diese immerhin nur kurzen Zeitunterschiede so bedeutende Differenzen im Keimgehalt bedingen konnten, wie sie bisher gleich nach dem Chemikalienzusatz gefunden waren. Außerdem wurden in gleicher Weise aber auch noch die vorhergehenden Stadien der Mischung untersucht. Es ergab sich dabei folgendes:

	Keimgehalt unmittelbar nach der Entnahme
1. Ursprüngliche Jauche . . . . .	20 000 000
2. Nach Zusatz von Kalk . . . . .	5 000 000
3. Nach Zusatz von Kalk und Magnesiumsulfat . . . . .	6 000 000
4. Nach Zusatz von Kalk, Magnesiumsulfat und Phosphat . . . . .	6 000 000
5. Nach Zusatz sämtlicher Chemikalien (gleich nach dem Inhalt der offenen Rinne) . . . . .	6 000 000

Damit wäre zunächst festgestellt, daß die Chemikalien unmittelbar nach der Mischung mit der Jauche etwa  $\frac{3}{4}$  aller darin enthaltenen Mikroorganismen töten und daß diese Wirkung ausschließlich dem Kalk zukommt.

Über den Einfluß, welchen die sukzessive zugesetzten Chemikalien ausüben, wenn sie längere Zeit mit der Jauche in Berührung bleiben, gab dann noch ein Versuch Auskunft, welcher nachträglich am 12. Oktober angestellt wurde und für welchen die Proben in ganz derselben Weise wie das letztmal, nämlich mit Hilfe der besonderen Auslaßöffnungen an den einzelnen Abteilungen der geschlossenen Rinne, entnommen wurden. Die Resultate dieses Versuches finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Sofort nach der Entnahme	Nach 10 Mi- nuten	Nach 14 Stunden	Nach 24 Stunden	Nach 4 Tagen	Nach 10 Tagen
1. Die ursprüngliche Jauche . . . . .	20 Mil- lionen					
2. Nach Zusatz von Kalk . . . . .	9 Mil- lionen	700 000	60 000	1000	} verunglückt	viele Tausend
3. Nach Zusatz von Kalk und Magnesium- sulfat . . . . .	9 Mil- lionen	1 Mil- lion	75 000	3000		viele Tausend
4. Nach Zusatz von Kalk, Magnesium- sulfat und Phosphat . . . . .	9 Mil- lionen	1½ Mil- lionen	75 000	zer- flossen		400 000
5. Nach Zusatz sämtlicher Chemikalien .	9 Mil- lionen	1 Mil- lion	500 000	120 000	1 Mil- lion	unzählige

Dieser Versuch läßt nun in ganz unzweideutiger Weise das erkennen, worauf bei früheren Gelegenheiten bereits mehrfach hingewiesen wurde, daß nämlich die Bindung des Kalks nicht sofort im ganzen Umfange eintritt, sondern daß sich dieselbe allmählich steigert und etwa nach 24 Stunden ihren Höhepunkt erreicht. Ferner bestätigt dieser Versuch das früher gewonnene Resultat, daß der Kalkzusatz allein die desinfizierende Wirkung ausübt, während durch die folgenden Zusätze diese Wirkung wieder mehr und mehr abgeschwächt wird.

Schließlich ist noch eine Versuchsreihe zu erwähnen, welche die desinfizierende Wirkung der einzelnen Chemikalien, die bisher nur in den beim Reinigungsverfahren angewandten Kombinationen und Mengen geprüft waren, ermitteln sollte. Es wurde zu diesem Zweck eine künstliche Jauche hergestellt, indem ein Teil frischer fester Fäzes mit 8 Teilen frischen Urins gemischt und diese Mischung mit Leitungswasser 10 fach verdünnt wurde. Von dieser Flüssigkeit wurden dann je 250 ccm in Flaschen gefüllt und so viel von den einzelnen Chemikalien hinzugesetzt, daß Mischungen im Verhältnis von 1 pro Mille, 5 pro Mille, 10 pro Mille, und 50 pro Mille erhalten wurden.

Von diesen Jauchenchemikaliengemischen wurden Proben nach 5 und 10 Minuten und nach einer Stunde entnommen und bakteriologisch untersucht.

Das ursprüngliche Jauchegemisch enthielt im Kubikzentimeter 9 Millionen Keime. Der Kalkzusatz ergab folgendes Resultat.

Die mit 1 pro Mille Kalk versetzte Jauche enthielt  
nach 10 Minuten 4 Millionen Keime,  
nach einer Stunde 300 000.

Mit 5 und 10 pro Mille Kalk versetzte Jauche hatte nach 5 Minuten nur noch wenige Keime, von 10 Minuten ab waren sie ganz keimfrei. Jauche mit 50 pro Mille Kalk war schon von 5 Minuten ab keimfrei.

Der Lahnphosphat ließ erst von 10 pro Mille und 10 Minuten an eine Einwirkung erkennen. Mit 50 pro Mille zeigte sich auch bei 5 Minuten langer Einwirkung eine Abnahme, die aber selbst nach einer Stunde nicht zum völligen Schwinden der Keime führte.

Die beiden Magnesiumverbindungen blieben selbst in einer Konzentration von 50 pro Mille und nach stundenlanger Einwirkung ohne irgendwelchen Einfluß auf den Keimgehalt der Jauche.

Dieses letztere Ergebnis ist um so mehr bemerkenswert, als in neuerer Zeit gerade den Magnesiumsalzen in Chemikaliengemischen, die zur Reinigung der Schmutzwässer dienen sollen, irrigerweise eine bedeutende Desinfektionskraft zugeschrieben ist.

Im übrigen stimmt dies Resultat mit den früheren Erfahrungen dahin überein, daß der Kalk die einzige Substanz in dem Chemikaliengemisch ist, welche eine schädigende Wirkung auf die Mikroorganismen in der Jauche ausübt. Das Phosphat kann nur durch seinen Gehalt an freier Säure desinfizierend wirken; da letztere aber durch den Kalk sofort in Beschlag genommen wird, so kommt das Sulfat bei dem Reinigungsverfahren als Desinfektionsmittel überhaupt nicht zur Geltung. Dieser Versuch lehrt ferner noch, daß es nicht schwieriger sein könnte, mittels eines stärkeren Kalkzusatzes die Jauche, welche bisher nur bis zu einem gewissen Grade kalkfrei gemacht wurde, in sehr kurzer Zeit zu desinfizieren.

Der Übersichtlichkeit wegen mögen am Schlusse die wichtigsten Resultate der vorstehenden Untersuchungen noch einmal einzeln aufgeführt werden.

1. Das Schwartzkopffsche Reinigungsverfahren ist imstande, alle suspendierten Stoffe aus der Jauche zu entfernen, dieselbe also vollkommen zu klären. Die Klärung wird in hinreichender Weise erreicht allein durch den Zusatz von Kalk und Magnesiumsulfat. Die beiden anderen Chemikalien, das Lahnphosphat und Magnesiumchlorid, befördern allerdings auch ihrerseits das Zustandekommen des klärenden Niederschlags, sind aber für den Zweck der Klärung nicht unbedingt notwendig. Dieselben scheinen auch nur in der Absicht verwandt zu werden, um auf die gelösten Stoffe einzuwirken resp. den Dungwert der Poudrette zu erhöhen. Die Torffiltration ist bei der Klärung der Jauche nicht beteiligt.

2. In bezug auf die Beseitigung von gelösten organischen Stoffen hat sich ein Unterschied herausgestellt, je nachdem die dem Reinigungsverfahren unterworfenen Jauche sich in mehr oder weniger vorgeschrittener Zersetzung befand. Von der Gesamtmenge der organischen Stoffe ließ sich mit einiger Sicherheit nur die Abnahme der nicht flüchtigen Stoffe, und zwar auch nur in der weniger zersetzten Jauche des letzten Versuches, ermitteln. Dieselbe betrug in diesem Falle wieder 1%.

Der Einfluß des Reinigungsverfahrens auf die Beseitigung der in bezug auf die Fäulnisfähigkeit viel wichtigeren stickstoffhaltigen Substanzen im ganzen und des Ammoniaks insbesondere ist eine sehr viel geringere. Derselbe war bei der mehr zersetzten Jauche des ersten Versuches unmerklich, bei der weniger zersetzten Jauche des letzten Versuches betrug die Abnahme für Gesamtstickstoff 22%, für Ammoniakstickstoff 18%.

3. Die chemische Wirkung auf die gelösten Stoffe kommt fast ausschließlich dem Zusatz von Kalk zu.

4. Die Torffiltration hat auf die gelösten Stoffe der geklärten Jauche nur insofern einen Einfluß, als dieselben durch die von neuem eintretende Fäulnis weiter zersetzt und teilweise in flüchtige Verbindungen übergeführt werden. Eine Nitrifikation der stickstoffhaltigen Substanzen, wie sie beispielsweise bei der Reinigung durch Bodenfiltration unter Mitwirkung der Vegetation bewirkt wird, tritt bei der Torffiltration aber nicht ein. Als Endprodukt der im Torffilter vor sich gehenden Zersetzung der Stickstoffverbindungen erscheint nur Ammoniak.

5. Das Reinigungsverfahren wirkt bis zu einem gewissen Grade auch desinfizierend auf die Jauche. Es werden durch den Zusatz der Chemikalien aus der geklärten Flüssigkeit alle Mikroorganismen bis auf einen geringen Rest entfernt. Der aus der geklärten Jauche sich absetzende Niederschlag oder Schlamm dagegen bleibt noch reich an Mikroorganismen, ist also unvollkommen desinfiziert. Auch die fast keimfreie, geklärte Jauche wird bei der Filtration durch den mit faulenden Stoffen imprägnierten Torf wieder reich an Mikroorganismen.

6. Die desinfizierende Wirkung der Chemikalien beruht ausschließlich auf dem Gehalt an Kalk. Die Wirkung des Kalks erreicht bei der im Reinigungsverfahren zur Anwendung kommenden Menge ihren Höhepunkt nach etwa 24 Stunden. Sie wird abgeschwächt durch die übrigen Chemikalien, welche den Kalk teilweise in unwirksame Verbindungen überführen. Zusatz von mehr Kalk, und zwar in solcher Menge, daß etwa 5 pro Tausend freier Kalk 10 Minuten lang wirken können, sowie Verzicht auf die Torffiltration würde voraussichtlich eine vollständige Desinfektion der geklärten Abwässer, sowie des abgesetzten Schlammes zur Folge haben.

7. Die geklärte Jauche ist sowohl vor als auch nach der Torffiltration reich an organischen und insbesondere an stickstoffhaltigen Substanzen. Sie ist deswegen fäulnisfähig und geht in Berührung mit der Luft sehr bald in stinkende Fäulnis über. Ein Gehalt an freiem Kalk kann den Eintritt der Fäulnis so lange verzögern, bis der Kalk in Kalkiumkarbonat verwandelt und unwirksam geworden ist.

8. Die nach dem Reinigungsverfahren in seiner jetzigen Gestalt aus dem Torffilter und aus dem Schlammkasten abfließenden Flüssigkeiten befinden sich bereits in Zersetzung und können in solchem Zustande öffentlichen Wasserläufen nicht zugeführt werden.

9. Mit Rücksicht auf den Gehalt an fäulnisfähigen Stoffen müßte die geklärte Jauche beim Einleiten in öffentliche Wasserläufe mindestens 100 fach (d. h. bei ihrer jetzigen Konzentration) verdünnt werden, um nachträgliche Fäulnis zu vermeiden. Da die Verdünnung nur die Fäulnisfähigkeit, aber nicht etwa vorhandene Infektionsstoffe beseitigt, so kann die Einleitung der geklärten Jauche in öffentliche Wasserläufe nur dann in Frage kommen, wenn durch vollkommene Desinfektion derselben auch eine Sicherheit für die Beseitigung der Infektionsstoffe gegeben ist.

10. Die Poudrette enthält die Fäkalien in ungenügend desinfiziertem Zustande.

11. Die Torffiltration bildet einen Teil des Reinigungsverfahrens, welcher demselben in keiner Weise zum Vorteil gereicht, denselben im Gegenteil nachteilig beeinflußt.

---

An den Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten.

Berlin, den 18. Mai 1888.

Euer Exzellenz beehre ich mich in Erledigung der br. m. Verfügung vom 8. d. Mts., Nr. 2893 M, über das **Klärverfahren zur Reinigung der Abwässer der Stadt Essen** unter Rücksendung der Anlagen ganz gehorsamst zu berichten.

Die städtischen Abwässer werden nach dem Röckner-Rothschen Verfahren gereinigt und erhalten, ehe sie in die eigentlichen Klärapparate gelangen, einen Zusatz von Chemikalien, deren wesentlichster Bestandteil Ätzkalk ist, und zwar wird der Ätzkalk im Überschuß zugesetzt, so daß das gereinigte Wasser noch Kalk in Lösung behält und alkalisch reagiert.