



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299397

Reinigung und Entwässerung Berlins.

Anhang II.

Second Report of the Commissioners, appointed in
1868, to inquire into the best Means of preventing
the Pollution of Rivers,

im Auftrage

des Magistrats der Königl. Haupt- und Residenzstadt Berlin

übersetzt

von

Dr. O. Reich.



Berlin, 1871.

Verlag von August Hirschwald,

Unter den Linden No. 68.

Reinigung und Entwässerung Berlins.

A n h a n g II.

Second Report of the Commissioners, appointed in
1868, to inquire into the best Means of preventing
the Pollution of Rivers,

im Auftrage

des Magistrats der Königl. Haupt- und Residenzstadt Berlin

übersetzt

von

Dr. O. Reich.

Berlin, 1871.

Verlag von August Hirschwald,

Unter den Linden No. 68.



408152-11

Vorwort.

Auf Beschluss der gemischten städtischen Deputation für Kanalisirung resp. Abfuhr-Angelegenheit in Berlin ist auch die Uebersetzung des nachstehenden zweiten Berichtes der auf Befehl der Königin von England im Jahre 1868 ernannten Kommission zur Ermittlung, wie am Besten der Verunreinigung der Flüsse entgegengetreten werden könne, ausgeführt, und deren Druck als Anhang II. des Werkes: „Reinigung und Entwässerung Berlins etc.“ angeordnet worden.

Zur Vermeidung jeder Missdeutung des Wortes „auszugsweise“ im Titel des Anhangs I. dieses Werkes wird bemerkt, dass von der Uebersetzung nicht einzelne Sätze oder Abschnitte, sondern nur ganze Kapitel, welche von Gegenständen handeln, die für hiesige Verhältnisse keine Bedeutung haben oder spezifisch lokaler Natur sind, ausgeschlossen worden sind.

Verzeichniss

von Druckfehlern in dem ersten Anhang zur „Reinigung und Entwässerung Berlins.“

Auf Seite	10	Zeile	16	von oben	lies	1857	statt	1856
"	"	31	"	16	"	"	"	"
"	"	53	"	6	"	"	"	"
"	"	115	"	3	"	"	"	"
"	"	123	"	11	"	"	"	"
"	"	124	"	5	"	unten	"	"
"	"	141	"	8	"	"	"	"
"	"	145	"	10	"	oben	"	"
"	"	154	"	14	"	unten	"	"
"	"	174	"	9	"	"	"	"
"	"	181	"	5	"	"	"	"
"	"	192	"	15	"	oben	"	"
"	"	195	"	18	"	unten	"	"
"	"	198	"	14	"	oben	"	"

In der Tafel

auf Seite	30	lies in der	1. Kolumne	Zeile	4	von oben	Mai	statt	März
"	"	39	"	"	1.	"	"	"	1868
"	"	103	"	"	3.	"	"	"	1868
"	"	120	"	"	3.	"	"	"	1868
"	"	132	"	"	1.	"	"	"	1868
"	"	134	"	"	1.	"	"	"	1868
"	"	179	"	"	2.	"	"	"	1868
"	"	203	"	"	3.	"	"	"	1868

Zweiter Bericht der Commissarien,

welche im Jahre 1868 ernannt wurden,

um zu ermitteln, wie am Wirksamsten der **Verunreinigung
der Flüsse** vorgebeugt werden könne.

**(Ueber das „A. B. C.“-Verfahren zur Behandlung des
Kanalwassers.)**

Beiden Häusern des Parlaments auf Befehl Ihrer Majestät der Königin überreicht.

London 1870.

Bericht*)

An Ihre Majestät die Königin.

[To the Queen's most excellent Majesty.]

[May it please Your Majesty]

Die Bestimmung eines Mittels gegen die durch das Kanalwasser hervorgerufenen Schäden, zu denen auch im Wesentlichen die Verunreinigung der Wasserläufe gehört, ist für das öffentliche Interesse von grosser Wichtigkeit. Vielen der bedeutenderen Städte ist von dem Kanzleihof [Court of Chancery] die Weisung zugegangen, die Schäden zu beseitigen; und das patentirte sogenannte „A. B. C.“-Verfahren zur Behandlung des Kanalwassers ist mit einer solchen Zuversicht empfohlen worden, dass es offenbar unsere Pflicht war, den Prozess einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Im Nachfolgenden legen wir daher Ew. Majestät in Ehrfurcht den Bericht hierüber und das Endurtheil vor, zu welchem unsere Erhebungen, Beobachtungen und Analysen uns führten.

Wir haben bereits in unserm ersten Bericht (Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I. S. 93 — 106)**) diese Methode besprochen und dort zwei in unserer Gegenwart mit derselben ausgeführte Versuche beschrieben. Damals machten wir es uns zur Aufgabe, die Wirksamkeit des Verfahrens in Bezug auf die zu er-

*) Diesem Bericht gehen, wie dem ersten, die Erlasse voran, durch welche die Kommission für England und Schottland eingesetzt und mit ihren Aufgaben bekannt gemacht wird; ebenso werden die Instruktionen für die Kommissarien wiederholt.

A. d. Uebers

**) Wo in dem Englischen Text auf den „First Report on the Basins of Mersey and Ribble“ hingewiesen wird, ist in der Uebersetzung die bezügliche Seitenzahl des I. Anhanges zur „Reinigung und Entwässerung Berlins“ angeführt worden

A. d. Uebers.

zielende Reinheit des städtischen Kanalinhaltes zu prüfen und den Dungwerth des aus den Schmutzflüssigkeiten gewonnenen Schlammes festzustellen. Beidemale behaupteten die Patentträger, dass die Resultate nicht entscheidend seien, da zu Leicester ein störender Zufall ihre Genauigkeit beeinträchtigt habe, und zu Leamington das Wetter feucht und ungünstig gewesen sei. Obgleich wir nicht zugeben konnten, dass die Experimente durch die beregten Umstände irgendwie mit Fehlern behaftet worden seien, erklärten wir uns dennoch bereit, die Anlagen an dem letztgenannten Orte noch einmal zu besuchen und die Methode einer weiteren Prüfung zu unterwerfen, sobald wir sie unter gewöhnlicheren und günstigeren Bedingungen in Arbeit sehen könnten.

Wir führten unser Vorhaben am 10. und 11. Mai dieses Jahres aus; das Wetter war einige Wochen hindurch trocken gewesen, und es war anzunehmen, dass das Kanalwasser (in diesem Falle nur das mit Schmutztheilen beladene Wasserleitungswasser der Stadt) diejenige Konzentration zeigte und in derjenigen Menge auftrat, für welche die Anlagen berechnet sind. Wir entnahmen eine Reihe von Proben sowohl von dem Kanalinhalte, wie er zur Behandlung gelangte, als auch von dem Wasser, welches nach derselben abfloss; und wir sind nunmehr im Stande, auf Grund der unten angegebenen Analysen ein sicheres Urtheil über das Wesen des Verfahrens und über seine Wirkung abzugeben.

Unsere Aufmerksamkeit wurde zuerst von Mr. G. W. Wigner im Juni des Jahres 1866 auf den „A. B. C.“-Prozess zur Reinigung des Kanalwasser gelenkt. Der Bericht des genannten Herrn über einen Versuch, welchen er um jene Zeit zu Tottenham mit der Methode angestellt hatte, findet sich im Anhang Nr. 1. *) Es schien uns wünschenswerth, die Leistungen der neuen Behandlungsweise in grösserem Maasstabe zu erforschen, und auf unsere Bitte (vergl. Anhang Nr. 3—15) stellten der Bürgermeister [Mayor] und die Gemeinde [corporation] von Leicester die ausgedehnten Anlagen und Bassins, welche daselbst zur Behandlung des Kanalwassers vorhanden sind, den Patentträgern zur Verfügung; somit konnte ein Versuch mit dem „A. B. C.“-Verfahren im Vergleich zu dem Kalkprozess angestellt werden, welcher letzterer seit einer Reihe von

*) Es ist der dem Englischen zweiten Bericht beigegebene Anhang gemeint, welcher nicht übersetzt worden ist.

Jahren zu Leicester gehandhabt wird. Der Versuch dauerte drei Tage, den 30. und 31. Juli und den 1. August 1868. Wie oben erwähnt wurde, haben wir seitdem zweimal die Anlagen zu Leamington besichtigt, wo seit mehr als zwölf Monaten mit dem „A. B. C.“-Verfahren gearbeitet wird, und schliesslich nahmen wir noch am 27. des vorigen Monats die neuerdings zu Hastings für denselben Zweck hergerichteten Anlagen in Augenschein.

Wir wollen nun zunächst die Resultate unserer Untersuchungen zu Leicester besprechen und zur leichteren Uebersicht einige Daten wiederholen, welche bereits in unserm Bericht über die Becken des Mersey und Ribble [Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I.] veröffentlicht worden sind.

I. Versuche zu Leicester.

Die Anlagen für die Behandlung des Kanalwassers zu Leicester, welche von Mr. Wicksteed zur Anwendung des Kalkprozesses hergerichtet worden sind, waren für die in unserer Gegenwart ausgeführten Experimente ausserordentlich gut geeignet; sie waren unserer Meinung nach zu diesem Zweck sogar denen von Leamington, wo jetzt das „A. B. C.“-Verfahren gehandhabt wird, entschieden vorzuziehen. Nachdem dort das chemische Agens zu dem Kanalwasser hinzugefügt worden ist, wird das Ganze mittelst maschineller Vorrichtungen zweimal stark durcheinander gerührt, und fliesst dann in grosse Klärbassins, in denen eine reichliche Schlammabsonderung stattfindet, während die darüberstehende Flüssigkeit in verhältnissmässig klarem Zustande fortströmt. Bei Gelegenheit unseres Besuches erklärten uns die Patentträger, dass die genaue Angabe ihres Verfahrens noch nicht einregistrirt worden sei, und dass sie demnach ihre Methode geheim halten müssten. Wir konnten uns aus diesem Grunde über die Natur und die Mengen der damals angewandten Chemikalien nicht unterrichten, vielmehr mussten sich unsere Untersuchungen auf die Eigenschaften des rohen Kanalinhalt, des Abflusswassers und des aus dem Klärbassin herausgenommenen Niederschlages beschränken. Wir konnten indessen unsere Augen nicht vor der Wahrnehmung verschliessen, dass sich Alaun, Thierkohle und Eisenchlorid unter den benützten Materialien befanden.

Folgendes ist eine Abschrift der genauen Angabe des Ver-

fahrens, welche später in dem Gross-Patentbrief-Amt [Great-Seal-Patent-Office] einregistriert worden ist:

„Wir fügen zu dem Kanalwasser, welches gereinigt werden soll, eine aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzte Mischung: Alaun; Blut; Thon; Magnesia oder eine ihrer Verbindungen, namentlich das Karbonat oder das Sulfat; mangansaures Kali oder eine andre Manganverbindung; gebrannten Thon, wie er auch als Ballast benützt wird; Chlornatrium; Thierkohle; Pflanzenkohle und Dolomit. Von diesen Substanzen können die Manganverbindung, der gebrannte Thon, das Chlornatrium und der Dolomit fortbleiben, und es ist nicht wesentlich, dass Thier- und Pflanzenkohle zu gleicher Zeit angewendet werden. Sollte ferner einer der genannten Stoffe zufällig in genügender Menge im Kanalwasser bereits vorhanden sein, so könnte er aus der Mischung fortgelassen werden. Die Verhältnisse, in welchen die einzelnen Bestandtheile anzuwenden sind, wechseln je nach der Beschaffenheit des jedesmaligen Kanalwassers. Ist z. B. eine grosse Menge Harn darin vorhanden, so erhöhen wir die Menge des zugesetzten Thons; ist das Kanalwasser sehr verdünnt, so fügen wir mehr Alaun und Blut hinzu, ist es reich an Strassenabfällen, so verringern wir den Zusatz an Thon.

Für gewöhnliches Kanalwasser ist etwa folgende Mischung die geeignetste:

Alaun	600	Theile,
Blut	1	-
Thon	1,900	-
Magnesia	5	-
Mangansaures Kali	10	-
Gebrannter Thon	25	-
Chlornatrium	10	-
Thierkohle	15	-
Pflanzenkohle	20	-
Dolomit	2	-

Diese Stoffe werden gemischt und dem Kanalwasser, welches gereinigt werden soll, zugefügt, bis ein weiterer Zusatz keinen Niederschlag mehr hervorbringt. Die erforderliche Menge beträgt ca. 4 pounds der Mischung auf

1,000 gall. Kanalwasser [ca. $2\frac{1}{2}$ Pfd. pr. auf 100 cub. \uparrow]. In einigen Fällen ist es empfehlenswerth, die Masse erst mit wenig Wasser zu behandeln, und sie dann in flüssigem Zustande in das Kanalwasser zu bringen. Sind nun die Stoffe auf die eine oder die andre Weise hinzugesetzt, so muss das Ganze innig gemischt und in Bassins geleitet werden, in denen es sich absetzen kann. Der grösste Theil der organischen und der sonstigen Verunreinigungen wird sofort in Form von grossen Flocken ausgeschieden, welche schnell zu Boden fallen und das darüberstehende Wasser ganz oder beinahe klar und geruchlos machen. Das letztere kann man dann in den Fluss einlaufen lassen oder anderweitig darüber verfügen, den Niederschlag oder Schlamm lässt man am Boden des Bassins sich ansammeln. Zuweilen wird man es vorziehen müssen, die Magnesiaverbindung zum Wasser erst später hinzuzufügen, nachdem der durch die übrigen Substanzen hervorgerufene Niederschlag sich abgesetzt hat. Man wird ferner finden, dass der Schlamm das Vermögen hat, auf eine neue Menge Kanalwasser einzuwirken; er muss zu diesem Zwecke aus dem Bassin gepumpt oder auf andere Weise herausgeschafft und mit frischem Kanalwasser gemischt werden, dann lässt man das Ganze, wie vorhin, sich absetzen. Der Niederschlag kann 5 oder 6 Mal auf die beschriebene Weise benützt werden. Ist derselbe dann nicht mehr im Stande, weitere Quantitäten von Kanalwasser zu reinigen, so entfernt man ihn aus dem Bassin und lässt ihn trocknen. Hat er einen Theil seiner Feuchtigkeit verloren, so kann er mit einer kleinen Menge Säure, am Besten mit Schwefelsäure, behandelt werden, um alles Ammoniak in löslicher Form zurückzuhalten. Der getrocknete Niederschlag wird einen werthvollen Dünger abgeben.“

Die Proben des rohen und des abfliessenden Kanalwassers wurden im Verlaufe unserer Versuche zu Leicester in folgender Weise gesammelt: Am ersten Tage entnahmen wir um 1.30 Uhr Nachmittags eine Probe des Kanalwassers, wie es zu den Desodisationsanlagen gelangte, während die Proben des nach der Behandlung abfliessenden Wassers um 5.40 und 6.10 Uhr Nachmittags geschöpft wurden; man hatte nämlich berechnet, dass die Flüssig-

keiten diese Zeit gebrauchten, um jede der beiden Behandlungsweisen durchzumachen. Am zweiten Tage wurden von 10 Uhr Vormittags bis 9 Uhr Nachmittags stündlich Proben des rohen Kanalwassers entnommen; während des Morgens aber traf einen Theil des Apparates ein Unfall, welcher die experimentellen Resultate leicht mit Fehlern hätte behaften können, infolgedessen wurden die Proben des Wassers nach der Einwirkung der Chemikalien von 4—9 Uhr Nachmittags geschöpft (vergl. Anhang Nr. 16).

Am dritten Tage wurden die Proben von 10 Uhr Vormittags bis 5 Uhr Nachmittags stündlich gesammelt. Nach unserer Abreise von Leicester am ersten Tage war die Probeentnahme dem Mr. W. Thorp, dem ersten Assistenten in unserem Laboratorium anvertraut worden.

Der Analyse unterworfen, lieferten die Proben folgende Resultate:

Behandlung des Kanalwassers von Leicester mit Kalk und mit der Sillar'schen Mischung.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Die Probe.	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen.	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff.	Suspendirte Stoffe.		
							Anorganische.	Organische.	Gesamtgehalt.
Am 30 Juli 1868.									
Kanalwasser, vor der Behandlung, 1.30 Uhr N.-M.	111.0	3 745	0.722	1.650	0.021	2.102	28.78	28.78	57.56
Kanalwasser, nach der Behandlung mit Kalk, 5.40 Uhr N.-M.	88.0	2.870	0.247	2.125	0.024	2.021	3.38	2.62	6.00
Kanalwasser, nach der Behandlung mit d. Mischung von Sillar, 6.10 Uhr N.-M	117.0	2.778	0.297	2.000	0	1.944	2.30	3.82	6.12
Am 31. Juli, 1868.									
Kanalwasser, vor der Behandlung, 10 Uhr V.-M. bis 9 Uhr N.-M	112.0	3.536	0.747	1.800	0	2.229	18.50	29.58	48.08
Kanalwasser, nach der Behandlung, mit Kalk, 4—8 Uhr N.-M.	90.0	2.608	0.340	1.800	0	1.822	1.90	0.94	2.84
Kanalwasser, nach der Behandlung mit der Sillar'schen Mischung, 4—9 Uhr N.-M.	125.0	2.305	0.373	2.500	0	2.432	1.22	3.14	4.36
Am 1. August, 1868									
Kanalwasser, vor der Behandlung, 10 Uhr V.-M. —5 Uhr N.-M.	108.0	2.752	0.103	2.250	0	1.956	22.18	37.70	59.88
Kanalwasser, nach der Behandlung mit Kalk, 10 Uhr V.-M.—5 Uhr N.-M.	97.0	2.233	0.159	2.000	0	1.806	4.30	2.26	6.56
Kanalwasser, nach der Behandlung mit der Sillar'schen Mischung, 10 Uhr V.-M. — 5 Uhr N.-M.	119.0	2.039	0.296	2.500	0	2.355	1.26	1.50	2.76

Bevor wir die Resultate der Analysen besprechen, müssen wir vorausschicken, dass der Konzentrationsgrad des Kanalwassers, so

weit die löslichen Bestandtheile in Betracht kommen, durch zwei analytische Bestimmungen gemessen wird, nämlich durch den „Gesamtgehalt an löslichen Stoffen“ und durch den „Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff“. Vergleicht man die Zahlen welche in den betreffenden Kolumnen für das rohe Kanalwasser von Leicester an den drei Versuchstagen und bei Gelegenheit unseres ersten Besuches, am 13. Mai, 1868 sich ergaben, so geht daraus hervor, dass das Kanalwasser dieser Stadt weit unter dem durchschnittlichen Konzentrationsgrad steht, indem es noch nicht ganz ein Drittel von dem Gehalte des Londoner Kanalwassers hat; auch scheint es in seiner Zusammensetzung nicht innerhalb weiter Grenzen zu schwanken.

Zusammensetzung des Kanalwassers von Leicester.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Gesamtgehalt des Kanalwassers an	13. Mai.	30. Juli.	31. Juli.	1. August.
löslichen Stoffen	107.5	111.0	112.0	108
chemisch gebundenem Stickstoff .	2.524	2.102	2.229	1.956

Wenn aber auch die Konzentration des Kanalwassers, ohne Berücksichtigung der suspendirten Stoffe, somit ziemlich gleichförmig war, so war seine Beschaffenheit am letzten Versuchstage doch von seiner sonstigen weitaus verschieden: die organischen Stoffe nämlich waren in der am dritten Tage gesammelten Probe soweit in der Zersetzung vorgeschritten, dass ein grosser Theil der stickstoffhaltigen Bestandtheile sich in anorganische Verbindungen umgewandelt hatte. Diese Anomalie im Kanalwasser vom 1. August tritt deutlich hervor, wenn man auf der folgenden Tafel den organischen Kohlenstoff und Stickstoff vergleicht, welcher sich in den verschiedenen Proben des rohen Kanalwassers fand, nachdem dasselbe durch Filtration von den suspendirten Stoffen befreit worden war.

Zusammensetzung des von den suspendirten Stoffen befreiten Kanalwassers von Leicester.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Namen des Bestandtheiles.	13. Mai	30. Juli.	31. Juli.	1. August.
Organischer Kohlenstoff	2.017	3.745	3.536	2.752
„ Stickstoff.	0.809	0.722	0.747	0 103

Die Reinigung des Kanalwassers kann füglich als aus zwei Theilen bestehend angesehen werden. Das eine Mal handelt es sich um eine Klärung, oder um die Ausscheidung der suspendirten Stoffe, welche bewirkt, dass die resultirende Flüssigkeit hell und durchscheinend ist; das andre Mal bezweckt man die Entfernung der gelösten Bestandtheile. Es ist ferner zur Genüge bekannt, dass die im Kanalwasser enthaltenen suspendirten Stoffe schnell in Fäulniss übergehen und eine sehr anstössige Beschaffenheit annehmen, daher ist ihre Beseitigung, sei es mit-Hilfe der Filtration oder eines chemischen Verfahrens, schon an sich eine wichtige Verbesserung; aber die so geklärte Flüssigkeit schliesst noch viel gelöste stickstoffhaltige organische Verbindungen ein, welche bei warmem Wetter der Gährung anheimfallen, auch wenn sie sich mit grossen Mengen Flusswassers vermischen. In Bezug auf die Klärung nun ergaben die Versuche zu Leicester kein ganz befriedigendes Resultat, denn das Abflusswasser war stets unverkennbar trübe, und an jedem der drei Tage überstieg der organische Antheil der suspendirten Stoffe diejenige Menge, deren Vorhandensein in einer Flüssigkeit dieselbe zufolge den von uns in unserm ersten Bericht gemachten Vorschlägen (Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I. S. 216) als verunreinigt erscheinen lässt und ihr Einströmen in die Wasserläufe unstatthaft macht; die bezügliche Bestimmung lautet auf „jede Flüssigkeit, welche in 100,000 Theilen mehr als 1 Theil trockene organische Stoffe in suspendirter Form enthält.“ Das Abflusswasser zu Leicester zeigte aber während der Dauer unserer Versuche den folgenden Gehalt an (trockenen) suspendirten organischen Substanzen:

(Trockene) suspendirte organische Stoffe in 100,000 Theilen des Abflusswassers.

Am ersten Tage	3.82 Theile.
„ zweiten „	3.14 „
„ dritten „	1.50 „

Von den löslichen Bestandtheilen des Kanalwassers sind die in den nachstehenden analytischen Resultaten unter den Kolumnen: „Gesamtgehalt an löslichen, bei der Verdampfung zurückbleibenden Stoffen“, „Organischer Kohlenstoff“ und „Organischer Stickstoff“ die wichtigsten, und die folgende Tafel zeigt, welche Aenderung der Kanalinhalt hierin durch das Verfahren erleidet. Die Zahlen geben wie gewöhnlich die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an:

Einwirkung des „A. B. C.“-Prozesses auf die löslichen Bestandtheile des Kanalwassers.

Versuche zu Leicester. 30. Juli bis 1. August 1868.	Der Gesamtgehalt an löslichen Stoffen wurde	Der organische Kohlenstoff wurde	Der organische Stickstoff wurde	
	vermehrt um	verringert um	verringert um	vermehrt um
Am ersten Tage	6.0 Th.	0.967 Th.	0.425 Th.	—
„ zweiten „	13.0 „	1.231 „	0.374 „	—
„ dritten „	11.0 „	0.713 „	—	0.193 Th.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass der Prozess, wie er in Leicester zur Anwendung gelangte, den Gesamtgehalt des Kanalwassers an löslichen Stoffen merklich vermehrte, und der Grund hierfür ist offenbar in dem Umstande zu suchen, dass beträchtliche Mengen löslicher Chemikalien der Schmutzflüssigkeit hinzugesetzt, und nachher nicht mitniedergeschlagen wurden. Es ist auch möglich, dass ein gewisser Antheil der im rohen Kanalinhalt vorhandenen suspendirten Stoffe in Lösung übergeht, während andere bereits gelöste Substanzen ausgefällt werden; jedenfalls bleibt schliesslich ein Rest von löslichen Stoffen in dem Abflusswasser zurück, welcher grösser ist als die ursprünglich im Kanalwasser enthaltene Menge.

Der Prozess hatte zwar an allen drei Versuchstagen eine Verminderung des organischen Kohlenstoffs herbeigeführt; diejenigen Körper indessen, deren Entfernung aus den gelösten Bestandtheilen des Kanalinhaltes bei Weitem am wichtigsten ist, sind die stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, weil namentlich diese Art von organischer Materie rasch in Fäulniss übergeht und zur Verminderung am Thätigsten mitwirkt; in den analytischen Resultaten treten sie als „organischer Stickstoff“ auf, und gerade in diesem Punkte zeigt das Verfahren einen auffallenden Misserfolg; es vermag, soweit es sich um die gelösten stickstoffhaltigen Substanzen handelt, keine solche Reinigung des Kanalinhaltes zu erzielen, dass der letztere in einen offenen Wasserlauf eingelassen werden könnte. Am dritten Tage war das rohe Kanalwasser, wie bereits oben bemerkt worden ist, in der Zersetzung sehr weit vorgeschritten, und in diesem Falle hatten sowohl der Kalk- als der „A. B. C.“-Prozess in der That eine Vermehrung des gelösten organischen Stickstoffs zur Folge, — eine Erscheinung, deren Ursache darin zu suchen ist, dass die Menge des aus den suspendirten Stoffen in Lösung übergegangenen organischen Stickstoffs grösser war als die Menge des aus der Lösung durch die hinzugefügten chemischen Agentien niedergeschlagenen. Lässt man das betreffende Resultat ausser Betracht, da es als abnorm angesehen werden muss, so wurde an den ersten zwei Tagen die folgende Verbesserung erzielt:

	Von dem organischen Stickstoff wurden ausgefällt Prozente:
Am ersten Tage	58.86 $\frac{\circ}{\circ}$
„ zweiten „	50.07 „

Wenn man daher allein auf die fäulnissfähigen organischen Substanzen Rücksicht nimmt, so hatte das während unseres Besuches zu Leicester innegehaltene Verfahren im Grossen und Ganzen das Resultat, dass der gereinigte und in den Fluss sich ergiessende Kanalinhalt seinem Volumen nach hätte verdoppelt werden können, ohne dass die Verunreinigung des Stromlaufes dadurch vermehrt worden wäre. Obgleich schon dies kein unwichtiges Ergebniss ist, liegt es dennoch weit ab von dem Ziele, welches wir erreichen müssen, wenn wir unseren verunreinigten Flüssen einen genügenden Grad von Reinheit geben wollen.

Ein Blick auf die analytischen Zahlen der Tafel lehrt uns, dass die aus der Behandlung hervorgehenden Abflusswässer eine grössere Menge Ammoniak aufweisen, als das rohe Kanalwasser. So fanden sich am 1. Tage in 100,000 Theilen desselben 1,65 Theile Ammoniak vor der Behandlung und 2 Theile nach der Behandlung, am 2. Tage 1,8 Theile vorher und 2,5 Theile nachher und am dritten Tage 2,25 Theile vorher und 2,5 Theile nachher. Der Grund hierfür ist nicht schwer zu finden. Bei dem Verfahren kommt Alaun zur Verwendung und da der jetzt fabrizirte fast ausschliesslich Ammoniakalaun ist, welcher $3,7 \frac{0}{0}$ Ammoniak einschliesst, so ist dies wahrscheinlich die hauptsächliche, wenn nicht die einzige Quelle für die Zunahme des Abflusswassers an Ammoniak. Wird der Kanalinhalt nach der Vorschrift des Patentes behandelt, so werden auf je 100,000 Theile desselben in den 10 Theilen des angewandten Alauns 0,375 Theile Ammoniak hinzugefügt; wenn aber die Menge der Chemikalien bis auf das Doppelte der in der Beschreibung des Prozesses angegebenen steigt, wie das zu Leamington der Fall war, dann würden je 100,000 Theile des Kanalwassers aus dem hinzugesetzten Alaun 0,75 Theile Ammoniak aufnehmen, welche Zahl nahezu dem in den obigen Versuchen beobachteten Maximalzuwachs an diesem Körper (0,7 Theile in 100,000 Theilen Abflusswasser) entspricht. Die Einwirkung der chemischen Agentien auf die stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, welche im Kanalwasser theils in Suspension theils in Lösung enthalten sind, ist möglicherweise ein zweiter Grund für die Erhöhung des Ammoniakgehaltes.

Eine solche Vermehrung des gelösten Ammoniaks ist für die Verunreinigung der Flüsse nur von untergeordneter Bedeutung, wenn aber die Anwendbarkeit der Methode zur wirtschaftlichen Produktion eines Düngers in Frage kommt, so wird der beregte Umstand von grosser Wichtigkeit, weil er beweist, dass der werthvollste Düngerbestandtheil des rohen Kanalwassers, das Ammoniak, nicht mitausgefällt wird. Wenn man die analytische Tafel durchgeht, so erkennt man, dass am zweiten und dritten Tage der „Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff“ (welcher beinahe allein den Dungwerth repräsentirt) nach der Behandlung faktisch grösser war, als vor derselben. Mit anderen Worten: Wenn die gelösten Bestandtheile das Kriterium bilden, so bewiesen die Versuche am zweiten und dritten Tage, dass die Abflusswässer ein

reicherer Düngmaterial waren, als der rohe Kanalinhalt. Diese Thatsache ist von grosser Tragweite, wenn es sich um die Gewinnung eines Düngers mittelst des „A. B. C.“-Prozesses handelt, denn man darf nicht vergessen, dass $\frac{7}{8}$ des im Kanalwasser steckenden landwirthschaftlichen Werthes den löslichen Stoffen zukommen (vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I. S. 90.)

Trotz dem Verluste an bereits vorhandenem oder etwa sich erzeugendem [potential] Ammoniak, welchen das vorliegende Reinigungsverfahren verursacht, liefert es dennoch einen höherwerthigen Dünger als der Kalkprozess; und das ist leicht erklärlich, denn der bei der neuen Methode sich bildende Schlamm ist sauer, der Kalkniederschlag dagegen zeigt eine alkalische Reaktion; der letztere lässt daher beim Trocknen Ammoniak entweichen, während der erstere, besonders wenn er noch weiter angesäuert wird, eine solche Entwerthung nicht erleidet. Wir entnahmen von dem aus den Bassins herausgeholtene Schlamm eine Probe, trockneten sie an der Sonne und gestatteten der Luft dabei ungehinderten Zutritt, um soweit als thunlich das Verfahren nachzuahmen, welches man bei dem Trocknen eines derartigen Düngers im Grossen befolgt. Die Analyse ergab die folgende prozentische Zusammensetzung:

Anorganische Stoffe	54.772 pCt.
Organische und andere flüchtige Stoffe . . .	45.228 „
Kohlenstoff	24.994 „
Phosphorsäure	0.496 „
Gesamtstickstoff	1.943 „
Ammoniak	0.185 „
Gesamtstickstoff, als Ammoniak berechnet .	2.36 „

Der theoretische Werth, welcher für den Dünger aus diesen Zahlen abzuleiten ist, beträgt 1 £ 13s. $\frac{3}{4}$ d. pro ton [16 Sgr. 9 Pf. pro Ctr. pr.].*)

*) Zur Berechnung des Werthes wurden vorher die nachstehenden Preise für die einzelnen Bestandtheile festgestellt:

Ammoniak	59 £ pro ton [20 Thlr. pro Ctr. pr.]
Kalksuperphosphat . . .	32 £ pro ton [11 Thlr. pro Ctr. pr.]

Rechnet man das

Ammoniak zu 56 £ pro ton [19 Thlr. pro Ctr. pr.] und das lösliche Phosphat zu 15 £ pro ton [5 Thlr. pro Ctr. pr.],

so ergibt sich für den Dünger ein Werth von

1 £ 8s. 9d. pro ton [14 Sgr. 7 Pf. pro Ctr. pr.]

Der Werth des festen Düngers, welcher zu Leicester durch die Behandlung des Kanalwassers mit Kalk dargestellt wird, ist nach den von Voelcker und Versmann ausgeführten Analysen von Hofmann und Witt berechnet worden, wie folgt:*)

	Nach der Analyse			
	von Völcker		von Versmann.	
	s.	d.	s.	d.
Werth pro ton	15	5	17	—
	<i>Sgr.</i>	<i>ſ.</i>	<i>Sgr.</i>	<i>ſ.</i>
[Werth pro Ctr.	7	10	8	7]

Diese Werthe der Niederschläge berechnen sich aus der chemischen Zusammensetzung, die Erfahrung hat aber die Fabrikanten solcher schwacher Düngerarten gelehrt, dass der auf Grund der chemischen Analyse ermittelte Preis auf dem Markte nicht erzielt werden kann. So wird der Leicester-Schlamm in der That zu 1s. pro ton [6 Pf. pro Ctr. pr.] verkauft, obgleich sein Werth auf 15—17s. pro ton [$7\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.] geschätzt worden ist. In Wirklichkeit sind derartige Produkte kaum verkaufbar, wenn sie nicht durch schwefelsaures Ammon, Natronsalpeter oder Kalksuperphosphat angereichert werden.

II. Versuche zu Leamington.

Im März des Jahres 1869 versuchten die Patentträger ihr „A. B. C.“-Verfahren auf das Kanalwasser zu Leamington zur Anwendung zu bringen. Dort soll auf dem Grund und Boden des Earl of Warwick eine Rieselfarm angelegt werden, und die Zwischenzeit, während deren die baulichen Anlagen zur Ueberführung des Kanalwassers auf das Ackerland hergestellt wurden, benützten die Patentträger, um ihr Vorhaben ins Werk zu setzen. Sie richteten an uns das Gesuch, wir möchten das Verfahren an diesem Orte in Augenschein nehmen; und nach vorhergehender Verständigung mit ihnen trafen wir am 11. Decbr. 1769 zur Besichtigung ihrer Einrichtung in Leamington ein. Hier fanden wir dass der chemische oder „A. B. C.“-Prozess durch eine darauf folgende kontinuierliche Filtration durch Thierkohle, Sand und Kies vervollständigt worden war, aber es zeigte sich bald, dass die Filter nicht das

*) Report on the Main Drainage of the Metropolis by Hofmann and Witt. 1858. p. 19.

ganze Volumen des Kanalinhaltes, welches der chemischen Behandlung unterworfen worden war, zu bewältigen vermochten. Ein grosser und unbekannter Antheil strömte unfiltrirt in den Leamfluss, und es konnte demzufolge keine genügende Durchschnittsprobe von dem Abflusswasser aus den Filtern gewonnen werden. Da indessen die angeschlossene mechanische Filtration später wieder aufgegeben worden ist, so ist das Misslingen dieser Operation nicht von Wichtigkeit, und das um so weniger, als sie keinen integrierenden Theil des „A. B. C.“-Verfahrens ausmacht.

Die Versuche begannen um 9 Uhr Vormittags. Die dabei benützte „A. B. C.“-Mischung war folgendermassen zusammengesetzt:

	cwt.	qrs	lbs.	Ctr.	Pfd.
Alaun	1	2	—	1	52½
Schwefelsaure Thonerde	—	3	7	—	82½
Thon	8	—	—	8	13
Thierkohle	—	2	—	—	50½
Thon und Blut, 5½ pint [ca. ¼ cub. pr.] Blut enthaltend	—	1	12	—	36½
Gemenge von Kali, kohlen-saurem Kali und kohlen-saurem Natron	—	—	6	—	5½
Früher gewonnener Dünger [previously manufactured manure]*)	—	—	14	—	12½
Starke Lösung von Eisenchlorid		1 pint		ca. 32 cub. pr.	

Diese Mischung wurde in ein grosses Gefäss gebracht, darin vollständig mit Wasser durchfeuchtet und mittelst eines Rührers [„rouser“], welcher durch Dampfkraft getrieben wurde, in beständigem Flusse erhalten. Durch den Horizontalarm, welcher die Bewegung auf den genannten Rührer übertrug, wurde zugleich eine kleine Kettenpumpe in Thätigkeit gesetzt, und mittelst derselben ein regelmässiger Zufluss der Mischung in ein nahes rundes Bassin bewerkstelligt. Nachdem hier das Kanalwasser mit den hinzugefügten Materialien gut durchgerührt worden war, strömte es durch eine Reihe unter dem Boden des Gebäudes angebrachter Klärbassins, in denen ein grosser Theil der suspendirten Stoffe sich ablagerte; darauf gelangte es in andere

*) In der Beschreibung des Verfahrens (vergl. S 242) wird angegeben, dass der durch die „A. B. C.“-Mischung erzeugte Niederschlag auf neue Mengen Kanalwasser einzuwirken vermag. Demgemäss ist „previously manufactured manure“ wahrscheinlich ein an einem vorhergehenden Tage gewonnener Schlamm.

freiliegende Reservoirs, und schliesslich in die oben genannten Filter.

Bei Gelegenheit unseres zweiten Besuches in den Anlagen zu Leamington (am 10. und 11. Mai 1870) bemerkten wir, dass sich zwischen den beiden Reihen von Klärbassins eine Leitung befand, welche einem Wasserrade das nöthige Wasser aus dem Leamflusse zuführte, und dass der von dem Rade kommende Wasserstrom durch die zweite Reihe der Klärbassins fortfloss. Es wurde uns von Mr. W. C. Sillar angegeben, dass jene Vorrichtung während der Nacht an Stelle der Dampfkraft in Wirksamkeit trete. Da dieselbe unterirdisch lag und nur mit Hilfe einer Fallthür und Leiter zugänglich war, so hatten wir von ihrem Vorhandensein nichts gewusst, bis sie uns bei unserm zweiten Besuch von Mr. W. C. Sillar gezeigt wurde. Dabei stellte sich heraus, dass die Zuleitung nicht wasserdicht war, und dass ein Loch an der Seite der Schleuse nur unvollständig durch einen hölzernen Pflock geschlossen worden war; es musste sich also, selbst wenn das Rad stillstand, eine nicht unbedeutende Menge nicht verunreinigten Wassers aus dem Leam mit dem abfliessenden Kanalwasser vermischen, bevor das letztere zu der Stelle gelangte, an welcher unsere Proben geschöpft worden waren. Die für die Anwendung der Wasserkraft angebrachten Vorrichtungen bewirkten offenbar, dass während der Nacht ausser dem Kanalinhalt, welcher dann schon an sich schwächer ist, die zur Bewegung des Rades erforderliche Quantität Flusswasser in die zweite Reihe der Klär- und in die Filterbassins eintrat, und dass der Kanalinhalt bei Tage fortwährend durch das Leamwasser verdünnt wurde, welches, wie oben erwähnt, aus den Zuleitungen leckte. Wir theilen hier die beregten Umstände mit, weil sie zur Erklärung der analytischen Resultate nothwendig sind; diese weisen nämlich unverkennbar darauf hin, dass der Kanalinhalt während seines Durchganges durch die Reinigungsanlagen sich mit nicht verunreinigtem Flusswasser vereint hat.

Die Proben des rohen Kanalwassers wurden halbstündlich von 9 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags, und die des Abflusswassers von 10 Uhr Vormittags bis 4 Uhr Nachmittags entnommen; sie lieferten in der Analyse folgende Resultate:

Wirkung des „A. B. C.“-Verfahrens auf das Kanalwasser von Leamington.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Zu Leamington, 11. Dezember 1869.	Gelöste Stoffe.							Suspendirte Stoffe.		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen. (Verdampf.-Rückst.)	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgeh. an chem. gebundenem Stickstoff.	Chlor.	Anorganische.	Organische.	Gesamtgehalt.
Rohes Kanalwasser. Das Kanalwasser nach der Behandlung mit der „A. B. C.“-Mischung, aber vor der Filtration	83.5	4.355	2.890	5.971	0	7.807	11.00	96.24	56.28	152.52
	94.3	2.802	1.334	4.660	0	5.172	9.50	6.68	4.12	10.80

Sieht man die Zahlen in der Kolumne für „Chlor“ durch, so erkennt man, dass der Kanalinhalt durch eine Flüssigkeit verdünnt worden ist, welche einen geringeren Gehalt an diesem Stoffe hat, denn der „A. B. C.“-Prozess selbst kann, wenn man sich der oben aufgezählten Materialien bedient, auf den Chlorgehalt des Kanalwassers keinen merklichen Einfluss ausüben; und die beschriebenen Vorrichtungen für die Wasserkraft stellen es ausser Zweifel, dass die Flüssigkeit, welche sich in dieser Weise mit dem Kanalinhalt mischte und die Menge des Chlors in 100,000 Theilen desselben von 11 Theilen auf 9.5 Theile sinken liess, Wasser aus dem Leam war, das nach unserer Analyse in 100,000 Theilen 3.48 Theile Chlor enthält. Um demnach mit Sicherheit aus den analytischen Resultaten die reinigende Wirkung ableiten zu können, welche das „A. B. C.“-Verfahren in dem vorstehenden Versuch ausübte, muss vorher das Quantum des Leamwassers festgestellt werden, welches zwischen den beiden Punkten der Probeentnahme zu dem Kanalinhalt hinzutrat. Eine einfache Berechnung, begründet auf die in dem rohen Kanal- in dem Abfluss- und in dem Leamwasser vorhandenen Chlormengen, lehrt, dass der Kanalinhalt sich fast genau mit einem Viertel seines Volumens an Flusswasser vereint hatte.

Die Formel:

$$x = \frac{a - c}{c - b},$$

in welcher a den auf 100,000 Theile bezogenen Chlorgehalt des Kanal-, b den des Leam-, c den des Abflusswassers und x das unbekannte Volumen des zu 1 Volumen des ursprünglichen Kanalinhalt hinzugesetzten Flusswassers bezeichnet, ergibt, dass zu 1 Vol. Kanalinhalt 0.249 Vol. Flusswasser hinzugekommen sind.

Nach Anbringung dieser Korrektur, welche noch die Voraussetzung einschliesst, dass das Flusswässer bei allen Versuchen dieselbe Zusammensetzung hatte, wie die am 10. Mai 1870 von uns geschöpfte und analysirte Probe (vergl. S. 276), erhält man die folgenden Zahlen für die eigentliche Wirkung welche das „A. B. C.“-Verfahren 1) auf den Gesamtgehalt an löslichen Stoffen (Verdampfungsrückstand) 2) und 3) auf die Elemente der organischen Stoffe, den organischen Kohlenstoff und den organischen Stickstoff, 4) auf den Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff und 5) auf die suspendirten organischen Stoffe ausübt.

Eigentliche Wirkung des „A. B. C.“-Verfahrens auf das Kanalwasser von Leamington.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

	Gelöste Stoffe.				5. Suspendirte organische Stoffe.
	1. Gesamtgeh. an löslichen Stoffen. (Verdampfungsrückstand.)	2. Organischer Kohlenstoff.	3. Organischer Stickstoff.	4. Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff.	
Zu Leamington, 11. Decbr. 1869.					
Rohes Kanalwasser . .	83.5	4 355	2 890	7.807	56.28
Das Kanalwasser nach der Behandlung mit der „A. B. C.“-Mischung.	99 2	3.379	1.652	6.392	5.15

Die vorstehenden Ergebnisse beweisen, dass der Kanalinhalt, mit welchem zu Leamington gearbeitet wurde, weit konzentrirter war, als der von Leicester; denn während dieser an den ersten beiden Tagen in 100,000 Theilen durchschnittlich nur 3.641 Theile

organischen Kohlenstoff, 0.735 Theile organischen Stickstoff und 2.166 Theile Gesamtstickstoff aufwies, enthielt jener 4.355 Theile organischen Kohlenstoff, 2.89 Theile organischen Stickstoff und 7.807 Theile Gesamtstickstoff; er hatte also nahezu eine gleiche Konzentration, wie im Durchschnitt das Londoner Kanalwasser, welches nach den in unserm ersten Bericht gegebenen Analysen in 100,000 Theilen 4.386 Theile organischen Kohlenstoff, 2.484 Theile organischen Stickstoff und 7.06 Theile Gesamtstickstoff führt (vgl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 120). Demnach stand zu erwarten, dass die durch Anwendung des „A. B. C.“-Verfahrens zu erzielende Verbesserung des Kanalwassers von Leamington geringer sein werde, als die mittelst derselben Methode zu Leicester erreichte; und wenn man die an beiden Orten gewonnenen Resultate vergleicht, so erweist sich die Voraussetzung, soweit es sich um die löslichen verunreinigenden Bestandtheile des Kanalwassers handelt, als durchaus richtig.

Vergleichung der mit dem „A. B. C.“-Verfahren zu Leicester und zu Leamington gewonnenen Resultate.

Versuche	Von dem organischen Kohlenstoff wurden ausgefällt Procente:	Von dem organischen Stickstoff wurden ausgefällt Procente:
zu Leicester.	30.3 %	54.47 %
zu Leamington (im Durchschnitt)	22 4 „	42.84 „

Wir brauchen hiernach kaum noch hinzuzufügen, dass, wenn schon das Abflusswasser zu Leicester nicht in fließende Wasser eingelassen werden durfte, das aus den Anlagen zu Leamington fortströmende sich weit weniger dazu eignete.

Da wir es für wünschenswerth hielten, die Methode unter günstigeren Witterungsverhältnissen noch einmal zu prüfen, stateten wir nach einer lange anhaltenden Trockenheit in den Anlagen zu Leamington am 10. Mai 1870 einen zweiten Besuch ab, ohne in diesem Falle unsere Absicht vorher kundzugeben. Wir wurden von den Messrs. Sillar willkommen geheissen; sie drückten uns ihre Genugthuung darüber aus, dass wir gekommen seien, ohne sie da-

von zu benachrichtigen, und dass wir nunmehr die Gelegenheit haben würden, das Verfahren, so wie es tagtäglich arbeite, und bei dem schönsten Wetter zu beobachten. Ausser den sonst dort angestellten Leuten fanden wir einen analytischen Chemiker, Mr. Graham, mit einem Assistenten in dem Laboratorium beschäftigt. Wir sahen die Höfe rings um die Gebäude mit dem aus dem Kanalwasser erzeugten Niederschlage bedeckt; derselbe war zum Trocknen ausgebreitet, um für den Verkauf als Dünger vorbereitet zu werden. Der Geruch war äusserst unangenehm, und die Methode müsste, wenn die Operationen in derselben, Weise wie dort, und in einer Stadt oder in ihrer Nähe vorgenommen werden sollten, sich unfehlbar zu einem öffentlichen Schaden gestalten (vergl. Anhang Nr. 32 und 33).*) Die sich zeigenden Misstände sollten, wie man uns sagte, daher rühren, dass man gezwungen war, eine grosse Menge des Materials, welches sich zufällig angehäuft hatte, möglichst schnell zu trocknen, — gleichviel aber ob eine solche Behandlung des rohen aus dem Kanalwasser resultirenden Schlammes im Freien oder unter Dach und Fach, ob sie im grossen oder kleinen Maasstabe ausgeführt wird, sie ist stets von der Entwicklung starker unangenehmer Gerüche begleitet. Zur Beseitigung dieses Uebels hatte man nach der Angabe des Mr. W. C. Sillar in letzter Zeit Chlorkalk angewendet.

Wir trafen die Einrichtung, dass der Reinigungsprozess in seinen einzelnen Stadien von uns überwacht und einer strengen Kontrolle unterworfen werden konnte: Die Bestandtheile der „A. B. C.“-Mischung wurden nur in unserer Gegenwart abgewogen und in die Mischgefässe gebracht, und die Arbeitsleute wurden während der Nacht von den Messrs. Sillar und uns gemeinschaftlich beaufsichtigt. Um diesen Anordnungen gemäss verfahren zu können, nahmen wir zwei Assistenten aus unserem Laboratorium mit uns; wir waren also Unserer sechs und theilten uns in drei Abtheilungen, deren erste die Aufgabe hatte, die halbstündlichen Proben des rohen Kanalwassers oberhalb der Anlagen zu entnehmen; die zweite überwachte das Abwägen und die Einbringung der Chemikalien und die dritte hatte die halbstündlichen Proben von dem in den

*) Es sind in diesen Nummern des Anhanges Briefe von nahe bei den Anlagen wohnenden Personen abgedruckt, welche sich auf das Heftigste über den andauernden üblen Geruch in jener Gegend beklagen. A. d. Uebers.

Leam sich ergiessenden Abflusswasser zu sammeln. Es wurde in völliger Uebereinstimmung mit den Messrs. Sillar beschlossen, dass während des Tages Alles seinen gewohnten Gang nehme; in der Nacht dagegen sollte das Kanalwasser, ohne der Behandlung unterworfen zu werden, die Anlagen durchströmen; wir wollten dadurch verhüten, dass die grosse Menge Flusswasser, welche das Wasserrad in Bewegung setzt, in die Klär- und Filterbassins und in die Leitungen gelangte. Wir hatten uns auch bereit gezeigt, einen andern Weg einzuschlagen, nämlich in der Nacht das Rad zu benützen, den Kanalinhalt mit kleinen Quantitäten der „A. B. C.“-Mischung zu behandeln, ihn wie gewöhnlich in den Bassins sich mit Flusswasser mischen zu lassen und in regelmässigen Zwischenräumen Proben zu entnehmen; aber die Messrs. Sillar waren gleich uns vollkommen überzeugt, dass der vorhin angegebene Weg schliesslich der beste sei, wenn man nur am Morgen vor dem Beginn der Probeentnahme Zeit genug verrinnen liess, damit das nicht behandelte Kanalwasser fortfliessen konnte. Es gilt allgemein als feststehend, dass der Kanalinhalt in der Nacht ausserordentlich verdünnt ist; z. B. enthielt der von Preston (vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 58 und 59) im Durchschnitt von 24 Stunden in 100,000 Theilen 3.776 Theile organischen Kohlenstoff, 1.449 Theile organischen Stickstoff und 24.08 Theile suspendirte organische Substanzen, während eine um Mitternacht geschöpfte Probe nur 1.751 Theile organischen Kohlenstoff, 0.512 Theile organischen Stickstoff und 4.46 Theile suspendirte organische Substanzen aufwies. Es unterliegt daher kaum einem Zweifel, dass der nicht behandelte Kanalinhalt, welcher in der Nacht durch die Anlagen strömte, weniger verunreinigende Bestandtheile mit sich führte, als derjenige, welcher bei Tage hindurchfloss und der Behandlung unterlag; die Folge hiervon war, dass der „A. B. C.“-Prozess in den am Morgen des folgenden Tages gesammelten Proben wirksamer erscheinen musste, als in den zu den übrigen Tageszeiten entnommenen. Es ist uns weder von den Messrs. Sillar noch von andrer Seite her im Laufe der Versuche der Wunsch ausgesprochen worden, dass wir in den zu benützenden Chemikalien Abweichungen von den gewöhnlich angewandten eintreten lassen sollten, doch gab uns Mr. Sillar an, dass gelegentlich auch kleine Mengen sonst nicht benützter Substanzen der „A. B. C.“-Mischung hinzugefügt würden; er betrachte sie indessen nicht als noth-

wendig oder nützlich. (Vgl. Anhang Nr. 22, Passus 1 und Nr. 23, Passus 2.)

Unsere Untersuchungen begannen am 10. Mai um 11 Uhr Vormittags, zu welcher Zeit eine Probe des rohen Kanalwassers ungefähr 200 yards [583' pr.] oberhalb der Anlagen entnommen wurde. In demselben Augenblick trat ein Mischgefäss in Thätigkeit und führte dem Kanalwasser die „A. B. C.“-Flüssigkeit zu, welche aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt war:

	cwt.	qrs.	lbs.	Ctr.	Pfd.
Ammoniakalaun	3	—	—	3	5
Thon (feucht)	6	—	—	6	10
Thierkohle	—	—	15	—	13 $\frac{3}{4}$
Pflanzkohle	—	—	20	—	18
Epsomsalze*)	—	—	20	—	18
1 Eimer voll einer aus Blut und Thon bestehenden Mischung; darin Blut .	—	—	4	—	3 $\frac{3}{4}$
Flusswasser, wie uns angegeben wurde,	ca. 1,135 gall.			[167 cub.' pr.]	

Durch flüchtige Messungen ermittelten wir, dass die Substanzen ungefähr im Verhältniss von 210 gall. [ca. 31 cub.' pr.] pro Stunde in das Kanalwasser sich ergossen. In Wirklichkeit muss indessen der Ausfluss schneller vor sich gegangen, oder der Rauminhalt des Gefässes kleiner gewesen sein, da es bereits nach Ablauf von 4 Stunden 40 Minuten entleert war; das würde einem stündlichen Quantum von ungefähr 244 gall. [ca. 36 cub.' pr.] entsprechen, wenn man annimmt, dass das Gefäss 1,135 gall. [167 cub.' pr.] enthielt. Hätte aber das stündlich entleerte Quantum in der That 210 gall. [ca. 31 cub.' pr.] betragen, so würde daraus folgen, dass zu den oben genannten Materialien nur 980 gall. [144 cub.' pr.] Flusswasser hinzugesetzt wurden. Unsere eigene Analyse einer aus dem Mischgefäss entnommenen Probe zeigt, dass 1,027 gall. [151 cub.' pr.] Flusswasser zu diesem Zweck verwendet worden waren. Mr. W. C. Sillar theilte uns mit, dass die Filter bald nach unserem letzten Besuch entfernt worden seien, und seitdem nicht mehr funktionirt hätten, da aber ein grosser Theil des unfiltrirten Kanalwassers durch eine Schleuse Zutritt zu den Filterbassins fand, konnte es bei seinem Wiederauftreten am Ende der Filter den nicht eingeweihten Beobachter leicht auf den Gedanken bringen, dass die Flüssigkeit, welche in den Leam eintrat, vorher der Filtration unterworfen worden sei.

*) Der Hauptsache nach aus schwefelsaurer Magnesia bestehend. A. d. Uebers.

Wir müssen den Messrs. Sillar Gerechtigkeit widerfahren lassen und hier konstatiren, dass sie uns bei dieser Gelegenheit weder in Bezug auf den oben geschilderten Vorgang noch in Bezug auf die Verdünnung, welche der Kanalinhalt durch das Flusswasser vom Wasserrade her erfuhr, irgend eine Auskunft vorenthielten; ohne dass wir gefragt hätten, wurden wir bei dem Beginn unserer Arbeiten auf die beiden Umstände aufmerksam gemacht.

Um 12 Uhr Mittags wurde eine Probe des Abflusswassers geschöpft, wie es über ein Staubrett am obern Ende der Filterbassins in den Leam einströmte. Der Geruch der Flüssigkeit war ziemlich unangenehm und längs den Filterbassins schwammen Stücke eines schwarzen, fauligen Schlammes, welcher hier und da durch Gasblasen an die Oberfläche emporgehoben wurde und in den Fluss eintrat; wir trugen indessen Sorge, von jenen Massen nichts in die Proben, welche wir von dem Abflusswasser sammelten, hineinzubekommen. Sowohl bei dem diesmaligen als bei unserem früheren Besuche wurde uns angegeben, dass das Kanalwasser ungefähr eine Stunde nöthig habe, um durch die ganzen Anlagen bis zu deren Endpunkt zu gelangen, und daraufhin hatten wir die Art der Probenentnahme begründet. Wenn man aber die Dimensionen*) der Klärbassins, Gräben und Filter und die Tiefe des abfließenden Kanalwassers über dem abgelagerten Schlamm mit den stündlichen Eichungen des Kanalwasserstromes vergleicht, welche Mr. Robert Davidson, der Aufsichtsbeamte [Surveyor] des Lokalgesundheitsamtes zu Leamington während der Dauer unserer Versuche machte (vergl. Anhang Nr. 28), so ergibt sich, dass der Kanalinhalt bei seiner durchschnittlichen Stromstärke an einem trockenen Tage mehr als sieben Stunden nöthig hat, um die Gräben, die Klär- und die Filterbassins zwischen dem Mischgefäss und der Stelle, wo er sich in den Fluss ergiesst, anzufüllen. Vielleicht ist es nicht richtig anzunehmen, dass wenn die verschiedenen Bassins einmal voll sind, die darin vorhandenen Mengen Tropfen für Tropfen [successively] durch die aufeinanderfolgenden Antheile des in die Anlagen eintretenden Kanalwassers ersetzt werden; wegen der zu seiner Aufnahme und Ansammlung geschaffenen Räume aber werden ohne Frage eine oder mehrere Stunden vergehen müssen (wenigstens fünf oder sechs, wenn man es mit dem gewöhnlichen,

*) Von Mr. W. C. Sillar uns freundlichst mitgetheilt.

bei trockenem Wetter in den Kanälen befindlichen Wasserstrom zu thun hat), bevor ein bestimmtes Volumen des eben zu den Anlagen gelangten Kanalinhaltes den Ausgangspunkt erreicht. Auch während des stärksten Stromes, welchen wir am 11. Mai bei feuchtem Wetter hatten, würden mehr als zwei Stunden dazu nöthig gewesen sein, um die Leitungen und Reservoirs zu füllen. Lässt man ferner die innerhalb des Gehöftes befindlichen Bassins [indoor tanks] ausser Acht, in denen sich der aus dem „A. B. C.“-Verfahren resultirende Schlamm absetzt, bis er später zu seiner weiteren Verarbeitung auf Dünger herausgenommen wird, und nimmt nur auf die aussen liegenden [outdoor] Klär- und Filterbassins und Gräben Rücksicht, so lehrt eine ähnliche Berechnung, dass nachdem die letztgenannten Vorrichtungen den verdünnten Nachtkanalinhalt und das damit sich vermischende Flusswasser aufgenommen haben, der Kanalwasserstrom eines trockenen Tages länger als $5\frac{1}{2}$ Stunde hindurchströmen muss, um die Bassins etc. von ihrem Nachtinhalte zu befreien. Daraus ist ersichtlich, dass das Abflusswasser, welches in den Leam einmündet, den grössern Theil des Tages über in Wirklichkeit sich aus dem verdünnten Kanalwasser, welches am frühen Morgen dem Reinigungsprozess unterworfen wird, und aus einer grossen Menge reinen, von dem vielfach genannten Rade forttrinnenden Flusswassers zusammensetzt; und die verhältnissmässig gute Beschaffenheit des am Mittag des 10. Mai geschöpften Abflusswassers findet in derselben Ursache ihre Erklärung, denn Mr. W. C. Sillar giebt in seinem vom 17. Mai 1870 datirten Schreiben an seine Mitdirektoren (vgl. Anhang Nr. 23) zu, dass an dem Morgen, an welchem wir zu Leamington eintrafen, das Wasserrad $2\frac{1}{2}$ Tage hindurch in Gang gewesen war, und dass erst um 7 Uhr Vormittags die Dampfkraft an seine Stelle getreten sei. Hierdurch wird zugleich bewiesen, wie sehr die analytischen Resultate von einem einzigen Paar Proben täuschen können. Weil endlich das rohe Kanalwasser zwischen 8 Uhr Vormittags und 1 Uhr Nachmittags konzentriert, das Abflusswasser aber verdünnt ist, müssen die zu jener Zeit gesammelten Proben in der Analyse Ergebnisse liefern, welche das dem „A. B. C.“-Verfahren beizumessende Reinigungsvermögen höher erscheinen lassen; die zwischen 1 und 7 Uhr Nachmittags geschöpften Proben dagegen werden in der Regel zu Schlüssen führen, welche der Methode ungünstig sind, denn dann ist das rohe Kanalwasser verdünnter, das Abflusswasser aber konzentrierter.

Am ersten Tage, dem 10. Mai, wurden die Proben des rohen Kanalinhaltcs von 11.30 Uhr Vormittags bis 7 Uhr Nachmittags halbstündlich geschöpft, sie wurden in einem grossen gläsernen Ballon gemischt, und am Ende des Tages wurde hiervon eine Durchschnittsprobe zur Analyse entnommen. Wenn das Kanalwasser während der Nacht der Behandlung nicht unterlag, so wurde auf ähnliche Weise von dem Abflusswasser eine andere Reihe Proben von 12.30 bis 7.30 Uhr Nachmittags gesammelt.

Um 1 Uhr Nachmittags wurde das zweite Mischgefäss in Bereitschaft gesetzt, um sofort nach der Entleerung des ersten benützt werden zu können; es erhielt dieselbe Beschickung, wie jenes, gab aber seinen Inhalt langsamer ab, nämlich innerhalb 5 Stunden 20 Minuten, von denen 3 Stunden 50 Minuten auf den 10. und 1 Stunde 30 Minuten auf den 11. Mai kamen.

Am Morgen des 11. Mai begannen die Maschine und die Mischvorrichtungen in unserer Gegenwart um 5 Uhr zu arbeiten. Um 6.30 Uhr war das zweite, langsam fliessende [slowfeed] Gefäss mit der „A. B. C.“-Mischung leer; und das erste, schnellfliessende [fast-feed], welches während der Nacht ebenso, wie am Tage vorher, gefüllt worden war, wurde dafür in Thätigkeit gesetzt; um 8.30 Uhr Vormittags trat wieder das langsam fliessende Gefäss, welches in der Zwischenzeit beschickt worden war, an seine Stelle. Um 11 Uhr benützten wir jedoch abermals das rascher sich entleerende Reservoir, um mit dessen Inhalt auf das zu dieser Tageszeit angeblich konzentrierte Kanalwasser einzuwirken. Wie am vorigen Tage schöpften wir die Proben des rohen Kanalinhaltcs von 7 und die des Abflusswassers von 8 Uhr Vormittags an, drei Stunden nachdem die ersten Mengen der „A. B. C.“-Mischung zur Anwendung gekommen waren. Am Morgen fiel ein schwacher Regen, der zufolge den Eichungen den Strom des Kanalwassers bis gegen Mittag hin wenig beeinflusste; da es aber von da an stärker regnete, hielten wir es für angemessen, während des Nachmittags eine gesonderte Durchschnittsprobe zu entnehmen. Die Durchschnittsprobe des rohen Kanalwassers vom Morgen umfasste somit die Zeit von 7 Uhr Vormittags bis 12.30 Uhr Nachmittags und die des Abflusswassers die Zeit von 8 Uhr Vormittags bis 1.30 Uhr Nachmittags; die des rohen Kanalwassers vom Nachmittag ferner die Zeit von 1—6 Uhr Nachmittags und die des Abflusswassers die Zeit von 2 bis 7 Uhr Nachmittags. Schliesslich wurden noch einzelne Proben von dem

rohen Kanalrinne um 6 Uhr Nachmittags und von dem Abflusswasser um 7 Uhr Nachmittags geschöpft, und damit die Versuche beendet.

Um 1 Uhr Nachmittags wurde $\frac{1}{2}$ cwt. [$50\frac{3}{4}$ Pfd. pr.] Alaun und 1 Eimer voll Blut- und Thonmischung in das langsam fließende Gefäß gegeben, und beide Reservoirs entluden nun ihren Inhalt zu gleicher Zeit, da das Kanalwasser offenbar in grösseren Massen den Anlagen zuströmte. Um 3.15 Uhr wurde das schnell fließende Gefäß von Neuem mit den folgenden Quantitäten beschickt:

	cwt.	grs	lbs.	Ctr.	Pfd.
Alaun	4	—	—	4	6
Thon	6	—	—	6	10
Epsomsalze	—	—	20	—	18
Thierkohle	—	—	15	—	13 $\frac{3}{4}$
Pflanzenkohle	—	—	20	—	18
1 Eimer voll Blut- und Thonmischung; darin Blut	—	—	5	—	4 $\frac{1}{2}$

Als um 4 Uhr Nachmittags das langsam fließende Gefäß erschöpft war, wurde das rascher sich entleerende in Thätigkeit gesetzt und bis zum Schluss des Experimentes um 7 Uhr Nachmittags benützt. Der Strom des Kanalwassers erreichte um 6 Uhr Nachmittags sein Maximum (vergl. Anhang Nr. 28), zu welcher Zeit derselbe bis auf 95,595 gall. [$14,052\frac{1}{2}$ cub. ' pr.] pro Stunde stieg. Wir bemerken aber, dass voraussichtlich dieses Quantum dasjenige nicht wesentlich überschritt, welches in den Anlagen bewältigt werden kann, denn Mr. G. W. Wigner giebt an (Anhang Nr. 19), dass man dort 1,500 gall. [220 cub. ' pr.] pro Minute (oder 90,000 gall. [13,230 cub. ' pr.] pro Stunde) mit Leichtigkeit in Behandlung zu nehmen vermag.

Die Mengen der „A. B. C.“-Mischung, welche bei unseren Versuchen zur Verwendung kamen, waren folgende: Am ersten Tage wurden 1,834 lbs. der benützten festen Bestandtheile zu 43,192 cub. ' [Engl.] oder zu 252,352 gall. Kanalwasser [1,664 Pfd. der Bestandtheile zu $37,095\frac{3}{4}$ cub. ' pr. Kanalwasser] hinzugesetzt, das heisst im Verhältniss von etwas weniger als 7.3 lbs. auf 1,000 gall. Kanalwasser [$4\frac{1}{2}$ Pfd. auf 100 cub. ' pr. Kanalwasser]. Letzteres war also mit doppelt so viel Material behandelt worden, als die Patentbeschreibung verlangt; ebenso enthielt die oben aufgeführte

Mischung an ihrem wirksamsten Agens, dem Alaun, 30.5%, während nach der Patentbeschreibung nur 23.2% erforderlich sind.

Am Morgen und bis 1 Uhr Nachmittags wurden am zweiten Tage 1,714 lbs. der festen „A. B. C.“-Mischung zu 214,252½ gall. Kanalwasser [1,555 Pfd. der Mischung zu 31,495 cub. ' pr. Kanalwasser] hinzugefügt, das heisst im Verhältniss von fast genau 8 lbs. der Mischung auf je 1000 gall. Kanalwasser [5 Pfd. auf je 100 cub. ' pr. Kanalwasser.]

Am Nachmittag desselben Tages arbeiteten wegen der grössern Menge des Kanalinhaltcs, wie bereits erwähnt, beide Gefässe, und von 1 bis 7 Uhr Nachmittags wurden 1,816 lbs. der festen Mischung auf 404,861 gall. Kanalwasser [1,647 Pfd. der Mischung auf 59,514½ cub. ' pr. Kanalwasser] angewendet, also im Verhältniss von 4.5 lbs. der Mischung auf je 1,000 gall. Kanalwasser [2¼ Pfd. auf 100 cub. ' pr. Kanalwasser], ein Verhältniss, das immer noch das in dem Patente vorgeschriebene übersteigt. Ausserdem wurde in den am Nachmittag benützten Materialien die Menge des Alauns noch weiter um ein Drittel erhöht, indem 4 cwt. [4 Ctr. 6 Pfd. pr.], anstatt 3 cwt. [3 Ctr. 5 Pfd. pr.] in jedes Mischgefäss eingebracht wurden. Auch der Zusatz an Blut zu der „A. B. C.“-Mischung wurde um ein Viertel vermehrt. Bei unserer Rückkehr nach der Stadt wurden die Proben deren Entnahme wir oben beschrieben haben, der Analyse unterworfen und ergaben folgende Resultate:

Behandlung des Kanalwassers von

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen

Die Probe.	Gelöste		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen. (Verdampfungsrückstand)	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.
Rohes Kanalwasser oberhalb der Anlagen, um 10.55 Uhr V.-M.; 10. Mai 1870	125.8	6.027	2.814
Abflusswasser unterhalb der Anlagen, um 11.55 Uhr V.-M.; 10. Mai 1870	84.4	1.326	.502
Rohes Kanalwasser oberhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 11.30 Uhr V.-M. bis 7 Uhr N.-M.; 10. Mai 1870	125.7	6.657	1.949
Abflusswasser unterhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 12.30 Uhr V.-M. bis 7.30 Uhr N.-M.; 10. Mai 1870	106.2	3.458	1.088
Rohes Kanalwasser oberhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 7 Uhr V.-M. bis 12.30 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	110.5	4.833	2.494
Abflusswasser unterhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 8 Uhr V.-M. bis 1.30 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	96.9	2.203	1.250
Rohes Kanalwasser oberhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 1 bis 6 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	112.0	4.867	2.185
Abflusswasser unterhalb der Anlagen, halbstündliche Proben von 2 bis 7 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	113.0	4.029	1.899
Rohes Kanalwasser oberhalb der Anlagen, 6 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	89.5	3.426	1.962
Abflusswasser unterhalb der Anlagen, 7 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	106.3	3.578	2.203

Leamington mit der „A. B. C.“-Mischung.

Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Stoffe				Suspendirte Stoffe.			Bemerkungen zur Zeit der Probeentnahme.
Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff.	Chlor.	Anorganische.	Organische.	Gesamtgehalt.	
9 910	0	10 975	17.00	17.48	33.20	50.68	Etwas unangenehmer Geruch.
1.110	0 149	1.565	6.10	1.21	1.14	2.35	
9.990	0	10 176	15.30	17.68	33.12	50.80	Unangenehmer Geruch.
5 808	0	5 871	9.69	2.08	2.52	4.60	
7 945	0	9.037	13.00	18.48	28.36	46.84	Unangenehmer Geruch.
3 092	0	3 796	9.22	1.40	3.06	4.46	
6.917	0	7.881	12.60	62.24	53.32	115.56	Sehr unangenehmer Geruch.
8.025	0	8.508	12.20	3.68	5.52	9.20	
2.854	0	4.312	10.30	111.40	86.08	197.48	Sehr unangenehmer Geruch.
3.652	0	5.211	10.25	5.08	5.00	10.08	

Ehe man aus den vorstehenden Resultaten Schlüsse zieht, muss man nothwendigerweise, wie vorhin, die Menge des reinen Flusswassers in Rechnung ziehen, welches durch die Thätigkeit des Wasserrades und durch die Undichtheit der zu demselben führenden Leitungen zwischen den beiden Punkten der Probeentnahme dem Kanalinhalt zugeführt wurde. Wenn man die oben aufgestellte Formel auf die Zahlen in der Kolumne für Chlor anwendet und sich erinnert, dass 100,000 Theile Leamwasser 3.48 Theile Chlor enthalten, so ersieht man, dass 100 Volume des wirklichen Abflusswassers sich mit den folgenden Volumen Flusswassers gemischt hatten:

Die Volume des hinzugetretenen
Flusswassers

Abflusswasser, geschöpft um 11 Uhr V.-M. am 10. Mai 1870	4.16
Abflusswasser, Durchschnitt der halbstündlich von 12.30 bis 7.30 Uhr N.-M. entnommenen Proben; 10. Mai 1870 . . .	90.3
Abflusswasser, Durchschnitt der halbstündlich von 8 Uhr V.-M. bis 1.30 Uhr N.-M. gesammelten Proben; 11. Mai 1870	65.9
Abflusswasser von 2 bis 7 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	nicht zu berechnen.
Abflusswasser, geschöpft um 7 Uhr N.-M.; 11. Mai 1870	nicht zu berechnen.

Die Beimischung einer grossen Menge Leamwassers wird nicht allein durch die Verminderung des Chlorgehaltes in der Probe bewiesen, welche am 10. Mai um 11.55 Uhr V.-M. entnommen wurde, — dieselbe wird auch in schlagender Weise durch die Gegenwart von Nitraten in dem Abflusswasser bestätigt. Während nämlich der Kanalinhalt von Leamington ganz frei von dieser Verbindung ist, und der „A. B. C.“-Prozess ihre Bildung in keiner Weise hervorruft, sind in 100,000 Theilen des Wassers aus dem Leamfluss 0.178 Theile Stickstoff in Form von Nitraten vorhanden; wenn sich daher 4.16 Theile dieses Wassers mit 100 Theilen des Kanalinhalt vereinten, so musste die resultirende Flüssigkeit 0.143 Theile Stickstoff in Form von Nitraten einschliessen, und unsere Analyse auf S. 246 — 247 zeigt, dass sogar 0.149 Theile Stickstoff in der fraglichen Form in 100,000 Theilen Abflusswasser zugegen waren, dass also wahrscheinlich eine grössere Menge Leamwasser

zu den Bassins Zugang gefunden hatte, als durch die auf den Chlorgehalt begründete Rechnung ermittelt worden ist. Die Nitrate können somit sehr gut dazu dienen, das Minimum des den Kanalinhalt verdünnenden Flusswassers zu bestimmen; sie können aber nicht als ein genaues Maass für das entsprechende Maximum gelten, denn sie werden, wie wir an einer frühern Stelle erörtert haben (First Report on the Mersey and Ribble, Vol. I, p. 113)*), bis auf die letzten Spuren in einem Flusswasser zersetzt und zerstört, welches sich mit einem grossen Volumen Kanalwassers vermischt hat. Trotzdem z. B. das Wasserleitungswasser von Leamington 0.191 Theile Stickstoff in Form von Nitraten führt, kann diese Verbindung in dem Kanalinhalte derselben Stadt nicht einmal qualitativ nachgewiesen werden. Deshalb fanden sich die Nitrate des Leamwassers auch in keiner der anderen Proben von Abflusswasser vor, welche viel grössere Mengen von Kanalinhalt einschlossen, als die eben besprochene.

Während der ganzen Dauer unserer Versuche sahen wir den Strom des Flusswassers von dem Rade her sich mit dem behandelten Kanalinhalte vereinen; dass dennoch das Quantum dieses durchgeleckten Wassers in den Proben, welche am Nachmittage des zweiten Tages gesammelt wurden, nicht auf Grund der Chlorbestimmung berechnet werden konnte, ist ohne Zweifel hauptsächlich zwei Ursachen zuzuschreiben, nämlich erstens dem während des Regens stark angewachsenen Volumen des Kanalinhaltes und zweitens der Verminderung seiner Konzentration, welche im Vergleich zu dem ursprünglichen Gehalt des behandelten Kanalwassers eintrat; das letztere gebrauchte nämlich eine gewisse Zeit, um durch die Bassins und Leitungen bis zu der Mündung zu gelangen, wo die Proben des Abflusswassers gesammelt wurden, und ein Waterkloset-Kanalwasser wird im Laufe des Nachmittags beständig verdünnter. Aus demselben Grunde muss eine auf die übrigen analytischen Resultate sich stützende Vergleichung der erwähnten Proben von Abflusswasser mit den dazugehörigen des Kanalinhaltes ungünstig ausfallen; namentlich ist das Abflusswasser des fünften Probenpaares an allen gelösten Stoffen mit Ausnahme des Chlors in der That etwas gehaltreicher, als der nicht behandelte Kanalin-

*) Die angezogene Stelle findet sich in einem der nicht übersetzten Theile des 1. Berichtes.

halt, welchem es in der voraufgehenden Tafel [S. 266—267] gegenübergestellt ist.

Wir können daher von der Besprechung des ersten und letzten Paares, als vergleichbarer Proben, Abstand nehmen, wollen indessen bemerken, dass das Abflusswasser des ersten Paares trotz seiner Verdünnung mit mehr als dem Vierfachen seines Volumens an Flusswasser immer noch verunreinigend wirken musste und nicht in fließende Wasser eingelassen werden durfte.

Wir haben also nur noch nöthig, die Korrektur für die Vermischung mit dem Flusswasser in den Durchschnittsproben anzubringen, welche am 10 und am Morgen des 11. Mai von dem Abflusswasser gesammelt wurden, und auf der folgenden Tafel sind die demgemäss abgeänderten Resultate denen der entsprechenden Kanalwasserproben gegenübergestellt:

Die eigentliche Wirkung des „A. B. C.“-Verfahrens auf das Kanalwasser von Leamington.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Die Probe.	Gelöste Stoffe.							Suspendirte Stoffe.		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen. (Verdampfungsrückstand.)	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff	Chlor.	Anorganische.	Organische.	Gesamtgehalt.
Rohes Kanalwasser, halbstündliche Proben von 11.30 Uhr V.-M. bis 7 Uhr N.-M.; 10. Mai 1870 .	125.7	6.657	1.949	9.990	0	10.176	15.30	17.68	33.12	50.80
Abflusswasser, halbstündliche Proben von 12.30 Uhr V.-M. bis 7.30 Uhr N.-M. 10. Mai 1870 . .	134.6	6.130	1.929	11.017	0	11.002	15.30	3.96	4.80	8.76

Die Probe.	Gelöste Stoffe.							Suspendirte Stoffe.		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen. (Verdampfungsrückstand.)	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff.	Chlor.	Anorganische.	Organische.	Gesamtgehalt.
Rohes Kanalwasser, halbstündliche Proben von 7 Uhr V.-M. bis 12.30 Uhr N.-M. 11. Mai 1870 . . .	110 5	4.833	2.494	7.945	0	9 037	13.00	18.48	28.36	46.84
Abflusswasser, halbstündliche Proben von 8 Uhr V.-M. bis 1.30 N.-M.; 11. Mai 1870 . . .	111 5	3.325	2.033	5.103	0	6.235	13.00	2.32	5.08	7.40

Es ist klar, dass auch den korrigirten Zahlen auf der vorstehenden Tafel noch eine gewisse Ungenauigkeit innewohnt, weil das Kanalwasser in seiner wechselnden Konzentration ein schwankendes Verhältniss des Chlors zu den übrigen Bestandtheilen zeigen muss, und weil, wie bereits früher auseinandergesetzt worden ist, die Proben des rohen Kanalinhaltens denen des Abflusswassers nicht vollständig entsprechen. Wir hielten es deshalb für angemessen, das „A. B. C.“-Verfahren in unserem eigenen Laboratorium einer Prüfung zu unterziehen, dabei ein Kanalwasser von bekannter Zusammensetzung anzuwenden und unter Bedingungen zu arbeiten, welche in dem Kanalwasser keine Veränderung irgend welcher Art ausser der durch die „A. B. C.“-Mischung hervorgerufenen zuliessen. Wir hatten zu diesem Zweck von den Anlagen zu Leamington Etwas von der „A. B. C.“-Flüssigkeit mit uns genommen, welche in den vorhin aufgeführten Versuchen benützt worden war, und setzten davon 1 vol. zu 100 vol. frischen Londoner Kanalwassers, somit dasselbe Verhältniss innehaltend, wie bei den Versuchen am 10. Mai. Nachdem das Ganze 5 Minuten lang tüchtig umgerührt worden war, blieb es 2 Stunden in einem Glaszylinder sich selbst überlassen. Dann wurde von der Flüssigkeit, welche über dem sich absetzenden Niederschlage stand, eine Probe entnommen,

deren Analyse mit der des benützten Londoner Kanalwassers auf der folgenden Tafel zusammengestellt ist.

Behandlung von Londoner Kanalwasser mit der „A. B. C.“-Mischung.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Die Probe.	Gelöste Stoffe.							Suspendirte Stoffe.		
	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen. (Verdampfungsrückstand.)	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten.	Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff.	Chlor.	Anorganische	Organische.	Gesamtgehalt.
Londoner Kanalwasser, am 23. Mai 1870 entnommen	67 3	3 614	1 886	5 418	0	6 348	10.23	10.30	18 00	28 30
Dasselbe nach der Behandlung mit der „A. B. C.“-Mischung	80 5	2.257	1.878	6.086	0	6 890	10.20	Spuren	Spuren	Spuren.

Die vorstehenden Resultate sind sehr belehrend, sie sind frei von den Fehlerquellen, mit welchen die Versuche zu Leamington behaftet waren; dennoch waren unsere im Laboratorium angestellten Experimente ganz so günstig für das Verfahren, wie die im grossen Maasstabe und mit den vollendetsten Einrichtungen vorgenommenen Operationen, und man kann annehmen, dass sie die wahre Summe der Verbesserung angeben, welche durch die in Rede stehende Methode erreicht werden kann, auch für den Fall dass man das Doppelte der in der Patentbeschreibung genannten Mengen von Chemikalien zur Verwendung bringt.

Aus den obigen Ergebnissen geht nun hervor: —

- 1) Dass die gelösten bei der Verdampfung zurückbleibenden Stoffe an Gewicht zunahmen, und zwar fast um die Hälfte der zu dem Kanalinhalt hinzugefügten Stoffe; denn das Quantum der „A. B. C.“-Mischung, welches zugleich mit dem Kanalwasser, dem es zugesetzt wurde, 100,000

Theile ausmacht, lässt nach unserer Analyse beim Verdampfen 27.8 Theile löslicher Stoffe zurück, und die eben erwähnte und aus der Tafel ersichtliche Vermehrung des Verdampfungsrückstandes beträgt 13.2 Theile.

2) Dass der organische Kohlenstoff der in Lösung befindlichen Stoffe um 37.5% abnahm.

3) Dass der organische Stickstoff in den gelösten Stoffen weder zu- noch abnahm, dass somit die mit Hilfe der „A. B. C.“-Mischung ausgefällten Stoffe nicht stickstoffhaltig, folglich als Dünger werthlos waren.

4) Dass die Menge des Ammoniaks stieg, weil in den Materialien der „A. B. C.“-Mischung mehr davon hinzugesetzt wurde, als durch die Einwirkung derselben aus dem Kanalinhalte niedergeschlagen wurde. Nach der Analyse enthielten 100,000 Theile der Mischung 132.1 Theile Ammoniak, also wurden 100,000 Theilen des Kanalinhaltes 1.32 Theile von dieser Verbindung in den angewandten Chemikalien zugeführt; der Zuwachs an Ammoniak aber, welcher in der obigen Tafel zu erkennen ist, beträgt 0.668 Theile.

5) Dass keine Nitate während der Dauer des Versuches sich bildeten.

6) Dass der Gesamtgehalt an chemisch gebundenem Stickstoff durch das in der „A. B. C.“-Mischung hinzugefügte Ammoniak erhöht wurde. Wenn man daher die löslichen Stoffe als Maasstab für den Dungwerth ansieht, so war der des Abflusswassers grösser, als der des rohen Kanalinhaltes, welcher Umstand durch den Ammoniakgehalt der beim „A. B. C.“-Verfahren angewandten Materialien bedingt ist.

7) Dass der Chlorgehalt unverändert blieb.

8) Dass die suspendirten Stoffe, sowohl die anorganischen als die organischen, fast gänzlich ausgefällt wurden, ob schon das behandelte Kanalwasser immer noch merklich trübe war.

Kehren wir nun zu den am 10. und 11. Mai gesammelten Proben und zu ihren analytischen Resultaten zurück, so ersehen wir, dass das Kanalwasser von Leamington durch die Behandlung mit der „A. B. C.“-Mischung nur eine sehr geringfügige Rei-

nigung erfuhr, zeigte sich doch sogar der Gehalt des Abflusswassers an suspendirten Stoffen noch drei- bis viermal so gross, als nach den von uns gemachten Vorschlägen (Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 216) genügen sollte, um die betreffende Flüssigkeit von den offenen Wasserläufen auszuschliessen. Von den löslichen verunreinigenden Bestandtheilen wurden nur kleine Mengen niedergerissen, auch wenn die Arbeiten bei trockenem Wetter ausgeführt wurden, und wenn das von der „A. B. C.“-Mischung angewandte Quantum das Zweifache des in dem Patente vorgeschriebenen betrug; während eines schwachen Regenfalles ferner (0.386“ [Engl.]) am Nachmittag des 11. Mai enthielt das Abflusswasser, welches sich in den Leam ergoss, fast genau eben so viel lösliche verunreinigende Bestandtheile, als der nicht behandelte Kanalinhalt, obgleich von den Chemikalien ein Achtel mehr hinzugesetzt wurde, als in der Patentbeschreibung bestimmt ist. Bei allen Gelegenheiten, selbst wenn sich das Abflusswasser mit dem Vierfachen seines Volumens an Flusswasser vermischte, war es schon bei seinem Austritt aus den Bassins und Leitungen eine verunreinigende, den Sinnen widerwärtige Flüssigkeit und erwies sich stets als viel zu stark mit Schmutzstoffen beladen, um in einen Stromlauf eingelassen werden zu dürfen.

Wir wollen an dieser Stelle noch hinzufügen, dass wir den Leam oberhalb und unterhalb der Anlagen sorgfältig untersuchten und seine Beschaffenheit feststellten. Oberhalb der Anlagen war das Wasser etwas trübe, hatte aber im Ganzen das Aussehen eines nicht verunreinigten Flusses; es wurden keine Kanalalgen [sewer fungus] oder andere Anzeichen einer Gährung beobachtet. Am 10. Mai ruderten wir um 6 Uhr Nachmittags den Leam von den Anlagen bis zu seiner Vereinigung mit dem Avon hinab. In der genannten Stunde strömte eine grosse Masse Wassers über das dem Gehöfte gegenüberliegende Wehr, während zur Mittagszeit mehrere Stunden lang nur geringe Mengen über das Wehr fielen. Schon der Augenschein lehrte, dass der Fluss unterhalb der Kanal-mündung einen merklich geringeren Grad von Reinheit hatte, als oberhalb des Wehres; Stücke schmutzigen Schlammes schwammen ähnlich, wie in den Filterbassins, hier und da auf der Oberfläche, indem sie von den Fäulnissgasen emporgehoben wurden; obgleich indessen das Wasser dem Auge keinen angenehmen Anblick darbot, war dennoch ein übler Geruch nicht wahrzunehmen. Ueberall

fand sich am Boden des Flusses eine dicke Lage von tiefschwarzem Schlamm, der, mit dem Ruder aufgerührt, grosse Massen höchst widerwärtiger Gase ausstieß. Die Temperatur des Wassers war 14.6° C. (58.3° F.). Etwa 150 yards [437' pr.] unterhalb der Kanal­mündung war eine Kette quer durch den Fluss gezogen, welche die schwimmenden Körper zurückhalten sollte. Kanalalgen wuchsen üppig auf den Gegenständen, welche nahe an den Ufern vom Wasser überspült wurden, und wir beobachteten bei unserer Rückfahrt, dass sie sich um so mehr ausbreiteten, je näher wir den Anlagen kamen. Die Messrs. Sillar bezeichneten uns ungefähr $\frac{1}{3}$ Meile [ca. 1680' pr.] unterhalb des Gehöftes eine Stelle auf dem linken Ufer des Leam, wo, wie sie meinten, ein Kanal von Milverton unter der Oberfläche des Wassers seinen Inhalt an den Fluss abgebe; wir konnten jedoch dort weder eine Mündung noch einen Strom Kanalwassers erkennen (vergl. auch Anhang Nr. 34, Frage 48 und 49*); nichtsdestoweniger schöpften wir die Probe des Leamwassers nach seiner Vermischung mit dem Kanal­inhalte von Leamington an einem Punkte, der oberhalb jener gemuthmassten Kanal­mündung lag.

Die analytischen Resultate der beiden Proben, welche dort und unmittelbar vor dem gegenüber den Anlagen angebrachten Wehre aus dem Leam entnommen wurden, sind auf der folgenden Tafel zusammengestellt:

*) Auch die Herren Dr Miller und Dr. Odling wurden, als sie die Anlagen zu Leamington besichtigten auf den oben genannten Umstand aufmerksam gemacht, konnten sich aber gleichfalls von dem wirklichen Vorhandensein der Kanal­mündung nicht überzeugen.

Der Einfluss welchen das nach dem „A. B. C.“-Verfahren behandelte Kanalwasser auf den Leamfluss ausübte.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Die Probe.	Gelöste Stoffe.								Härte.		
	Gesamtgeh. an löslichen Stoffen	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesamtgeh. an chem. gebundenem Stickstoff.	Frühere Verunreinigung durch Kanalwasser.*)	Chlor.	Temporäre.	Permanente.	Gesamte.
Der Leamfluss oberhalb der Kanalwasser-Anlagen; 10 Mai 1870	74.8	0.499	0.061	0.040	0.178	0.272	1,790	3.48	15.55	12.51	28.06
Der Leamfluss unterhalb der Kanalwasser-Anlagen; 10. Mai 1870	81.0	0.575	0.102	0.370	0.179	0.586	4,520	3.70	16.40	15.28	31.68

*) Obgleich dieser Ausdruck von Frankland in seinen Arbeiten vielfach benutzt wird, dürfte er dennoch diesem oder jenem Leser unbekannt sein; die Erklärung desselben möge daher hier folgen:

Die stickstoffhaltigen animalischen Substanzen, wie das Kanalwasser, der Mistgrubeninhalt etc. unterliegen, wenn sie auf oder in der Erde der Einwirkung von Luft und Wasser und gewisser überallhin verbreiteter infusorieller Organismen ausgesetzt werden, einer Zersetzung, als deren Produkte Nitrate, Nitrite und Ammoniak auftreten. Sind daher diese Verbindungen in einem Wasser zugegen, so lassen sie mit Sicherheit darauf schliessen, dass es vorher mit irgend welchen stickstoffhaltigen animalischen Stoffen beladen war. Frankland hat hierfür ein Maass eingeführt: Das Kanalwasser von London führt durchschnittlich in 100,000 Theilen 10 Theile chemisch gebundenen Stickstoffs. Neuere Analysen (Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I, S. 115) zeigen allerdings, dass der Kanalinhalt von London verdünnter geworden ist, man kann indessen bei der obigen Angabe stehen bleiben, weil es sich nur um die Fixirung einer Maasseinheit handelt. Enthält nun ein Wasser in 100,000 Theilen n Theile Stickstoff in Form von Nitraten, Nitriten und Ammoniak, so lässt sich berechnen, wie viel Theile durchschnittlichen Londoner Kanalwassers die gleiche Menge (n) Gesamtstickstoff enthalten, nämlich

$$x = \frac{100,000 \times n}{10} = 10,000 n.$$

Aus dem Anwachsen des Ammoniaks im Leamwasser, wie es die Tafel zeigt, berechnet sich, dass 1 vol. des durchschnittlichen unvermischten [nicht mit Flusswasser vermischten — nett effluent sewage] Abflusswassers vom 10. Mai sich mit 32.3 vol. Flusswasser in dem Leam vereint haben. Das Ammoniak im Kanalinhalte verschwindet allerdings allmählich, wenn es in einen Stromlauf eintritt, in welchem das Pflanzenleben thätig ist, oder dessen Wasser sich im Zustande der Gährung befindet. In dem Leam machte sich aber zur Zeit unseres Besuches keine dieser beiden Erscheinungen geltend, und die obige Rechnung, welche sich auf die Ammoniakbestimmungen in den Wasserproben stützt, ist somit wahrscheinlich zutreffend. Der Fluss wird gegenwärtig ohne allen Zweifel sowohl durch die suspendirten als durch die gelösten Bestandtheile des Abflusswassers verunreinigt; weil das letztere jedoch durch ein verhältnissmässig grosses Volumen reinen Flusswassers verdünnt wird, ist die durch die gelösten Stoffe bewirkte Verunreinigung nur eine geringe, so ist der organische Stickstoff um wenig mehr als $60 \frac{0}{0}$ angewachsen. Bedeutsamer sind die suspendirten organischen Stoffe, welche sich in dem Bett dieses

Dieses Resultat kann man so ausdrücken, dass man sagt, das betreffende Wasser weise in 100,000 Theilen eine frühere Verunreinigung durch 10,000 n Theile Kanalwasser (previous sewage contamination) auf.

Die Zahl bedarf jedoch noch einer Korrektur, weil schon das Regenwasser kleine Mengen von Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak einschliesst, welche nicht auf die „Verunreinigung durch Kanalwasser“ zurückgeführt werden können. Der Gehalt des Regenwassers an Stickstoff in den genannten Formen muss nun für jeden Ort besonders ermittelt werden und betrage n' Theile in 100,000 Theilen, so sind zunächst die n' Theile von den n Theilen des fraglichen Wassers in Abzug zu bringen und zu berechnen, wie viel Theile durchschnittlichen Londoner Kanalwassers ($n - n'$) Theile an Gesamtstickstoff enthalten:

$$x = \frac{100,000 \times (n - n')}{10} = 10,000 (n - n')$$

Das Wasser zeigt demgemäss in 100,000 Theilen eine frühere Verunreinigung durch Kanalwasser von 10,000 ($n - n'$).

Die unterhalb der Kanalwasseranlagen geschöpfte Probe z. B. enthält nach der obigen Tafel $0.305 + 0.179$ Theile = 0.484 Theile Stickstoff in Form von Ammoniak und Nitraten und Nitriten ($n = 0.484$.) Das Regenwasser enthält dort nach zahlreichen zu Rothamsted ausgeführten Analysen 0.033 Theile Stickstoff in denselben Verbindungsformen ($n' = 0.033$; $n - n' = 0.453$), also weist das Leamwasser an der bezeichneten Stelle in 100,000 Theilen eine frühere Verunreinigung durch Kanalwasser von $10,000 (n - n') = 4,530$ auf.

A. d. Uebers.

äusserst trägen Stromes ablagern; es war indessen unmöglich zu ermitteln, wie viel von dem gegenwärtigen abscheulichen Zustand des Flussbettes die frühere Art zu verfahren verschuldet hat, und wie viel davon dem Umstande zur Last fällt, dass seit 13 Monaten das mit der „A. B. C.“-Mischung behandelte Kanalwasser in den Leam einmündet.

Es erübrigt uns noch, die in Rede stehende Methode als eine Dünger produzierende zu betrachten, denn wenn wirklich mit ihrer Hilfe ein werthvolles Düngmaterial aus dem Kanalwasser gewonnen werden könnte, so würde es vielleicht vortheilhaft sein, das letztere zuerst der Einwirkung der „A. B. C.“-Mischung zu unterwerfen, und das resultirende Abflusswasser durch ein anderes Verfahren völlig zu reinigen. Es würde sich z. B. empfehlen, die chemische Behandlung der Berieselung voraufgehen zu lassen, da, wie wir gezeigt haben, durch die erstere nur die suspendirten Stoffe aus dem Kanalwasser entfernt werden, während die werthvollen Substanzen, welche darin gelöst sind, unverändert in dem Abflusswasser zurückbleiben. Allerdings ist hier die Aussicht auf ein gewinnbringendes Unternehmen eng begrenzt, weil der Düngwerth des rohen Kanalinhaltens nur zu einem Achtel in den suspendirten Stoffen steckt; wenn man indessen daran denkt, welch ungeheueren Werth das jährlich in ganz Grossbritannien produzierte Kanalwasser repräsentirt, einen Werth, welcher jetzt zum grössten Theil verloren geht, da möchte es wohl der Mühe werth erscheinen, auch nur diesen kleinen Bruchtheil davon zu gewinnen, vorausgesetzt dass es gelingt, ihn in einer genügend konzentrirten und transportfähigen Form auf den Markt zu bringen.

Eine chemische Analyse des niederfallenden Schlammes, welchen wir unter Beihilfe der Messrs. Sillar zu diesem Zweck aus dem Klärbassin am 10. Mai herausnahmen, ermuthigt indessen nicht im Geringsten zu einem solchen Vorgehen. Die Probe, welche mit Schwefelsäure angefeuchtet worden war, um einen Verlust an Ammoniak zu verhüten, zeigte, an der Luft getrocknet, folgende Zusammensetzung:

Organische Stoffe (18.15 Theile Kohlenstoff und 1.55 Theile Stickstoff enthaltend.) .	34.27
Ammoniak	0.16
Phosphorsäure	1 98
Thon und andere werthlose Stoffe anorga- nischer Natur	56.13
Wasser	7.46
	<hr/>
	100.00

Der Gesamtstickstoff als Ammoniak be-
rechnet 2.05%

Zur Gewinnung des Düngers wird bei Leamington der Schlamm in Zentrifugen gepumpt, welche bei unserem letzten Besuche nicht arbeiteten. Es wurde uns jedoch mitgetheilt, dass der Niederschlag in den Zentrifugen die Hälfte seines Wassers oder noch mehr verliert; die ausgeschleuderten Flüssigkeiten, ein schmutziger schwarzer Strom, gelangen in das Mischbassin zurück, um von Neuem behandelt zu werden. Der verhältnissmässig trockene Rückstand in den rotirenden Kästen [revolving cages] wird herausgenommen und ausgebreitet, um einen weiteren Antheil Wasser verdampfen und absorbiren zu lassen; schliesslich wird die Masse dann mit dem Wassergehalt eines gewöhnlichen im Handel vorkommenden Superphosphates, das heisst mit ca. 10—15% Wasser, zum Verkauf gebracht. Trotz der geringen Menge von befruchtenden Stoffen, welche unsere Analyse in dem Schlamme nachweist, wird dennoch behauptet, dass derselbe leicht einen Preis von 3 £. 10 s. pro ton [1 Thlr. 5½ Sgr. pro Ctr. pr.] erzielt habe. Wir müssen uns indessen dahin aussprechen, dass die Beweise für den landwirthschaftlichen Werth des aus dem „A. B. C.“-Verfahren resultirenden Düngers auf sehr schwachen Füßen stehen; auf dem Acker hierüber eine Erfahrung zu gewinnen, war im Jahre 1869 unmöglich, denn wir müssen es für ganz unthunlich erklären, den Werth eines Dungmaterials aus seiner Wirkung auf im Herbst gesäete Nutzfrüchte [catch crops] zu bestimmen, weil deren Erträge weit weniger von der Zusammensetzung des auf das Land gebrachten Düngers, als von den Witterungsverhältnissen abhängen. Die letzteren waren nun im Jahre 1870 bisher derartig, dass, wenn der im Frühling angewandte Dünger auch zu den konzentriertesten künstlichen Produkten gehört hätte, er dennoch ohne Nutzen gewesen wäre. Die erbrachten Beweise beschränken sich somit auf

die in Blumentöpfen und auf Gartenbeeten erzielten Resultate; da es aber kaum einem Zweifel unterliegt, dass in diesen Fällen ungeheure Mengen des Materials pro acre benützt worden sind, kann man in landwirthschaftlicher Beziehung daraus kein Urtheil über den Dünger ableiten.

Nur wenn die praktische Prüfung eines Düngers sich auf mehrere Acres mit verschiedenen Fruchtarten bestandenen Landes erstreckt und eine Reihe von Jahren hindurch fortgeführt wird, setzt sie den Landwirth in den Stand, sich mit Sicherheit eine Meinung über den Werth des fraglichen Materials zu bilden; in Ermangelung solcher Daten müssen wir nun auf die Zusammensetzung der Probe zurückgreifen, welche wir aus den Bassins zu Leamington entnahmen, und wir wollen den dort gewonnenen Schlamm anderen Düngerarten, wie dem Knochensuperphosphat mit einem Werthe von etwa 90 s. pro ton [1 Thlr. 15 $\frac{3}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] (Engrospreis) und dem Perugano mit einem Werthe von 13 £. pro ton [4 Thlr. 12 $\frac{1}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.], auf der folgenden Tafel vergleichend gegenüberstellen:

Bestandtheile.	Der durch das „A. B. C.“-Verfahren erzielte Dünger.	Knochen-superphosphat.	Perugano.
Chemisch gebundener Stickstoff . .	1.695 %	0.4 %	14 %
Derselbe, als Ammoniak berechnet .	2.05 „	0.5 „	17 „
Phosphorsäure, als lösliches Kalkphosphat berechnet	3.26 „	26.0 „	7 „
Neutrales [unlösliches] Kalkphosphat .	—	10.0 „	22 „
Natronsalze	—	—	} 8 „
Kali	—	—	

Bei Feststellung des Werthes für diese Düngerarten nehmen wir an, dass das Ammoniak mit 56 £. pro ton [18 Thlr. 29 $\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.], das lösliche Phosphat mit 15 £. pro ton [5 Thlr. 2 $\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.], das neutrale [unlösliche] Phosphat mit 5 £. pro ton [1 Thlr. 20 $\frac{3}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] und die Alkalisalze mit 1 £. pro ton [10 $\frac{1}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] zu berechnen sind — das sind ungefähr die Preise, mit denen jene Stoffe in den importirten Düngematerialien bezahlt werden. Der Werth des Superphosphates würde

sich demgemäss auf ca. 4 £. 14 s. pro ton [1 Thlr. 17 $\frac{3}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] stellen, also den auf dem Markte üblichen Engrospreis um ein Geringes überschreiten; nach denselben Sätzen wäre der Werth des Guano 12 £. pro ton [4 Thlr. 2 Sgr. pro Ctr. pr.] und der des „A. B. C.“-Düngers 32 s. pro ton [16 $\frac{1}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] Mit anderen Worten: 160 cwts. des „A. B. C.“-Düngers oder 20 cwts. Guano oder 55 cwts. Superphosphat würden, auf den Acker gebracht und dem Boden einverleibt, die gleiche befruchtende Wirkung hervorbringen; es ist aber klar, dass, ehe die drei Düngerarten, auf und in das zu behandelnde Land gelangen, für den schwächeren Dünger weit grössere Kosten an Fracht und für die Vertheilung auf dem Felde erwachsen, als für den Guano oder das Superphosphat, — Kosten, welche den Handelswerth eines Düngmaterials mit seiner abnehmenden Konzentration sehr rasch annulliren. Der trockene Kalkschlamm aus den Kanalwasser-Anlagen zu Leicester z. B. hat nach der Analyse des Dr. Völcker einen Werth von 15 s. 5 d. pro ton [7 $\frac{3}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.] man erzielt aber auf dem Markte dafür nur 1 s. pro ton [$\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.] Es steht daher ausser Frage, dass der theoretische Werth des zu Leamington produzierten Düngers nicht im Entferntesten zu realisiren sein wird, wenn erst sein Preis auf die gewöhnliche Weise durch die Konkurrenz mit marktfähigen Düngerarten festgestellt worden ist. An dieser Stelle beziehen wir uns auf die Ausführungen der Messrs. Lawes und Gilbert*) (Anhang Nr. 29 und 30);

*) Das Schreiben des Mr. Gilbert lautet folgendermassen:

[Gentlemen,]

Harpenden, St. Alban's, 14 Juni 1870.

Ihr Schreiben vom 9. Juni habe ich erhalten. Sie wünschen darin, meine Ansicht über den Werth der beiden Proben zu hören, deren Analyse Sie uns mitgetheilt haben, und welche von dem mittelst des „A. B. C.“-Verfahrens gewonnenen Dünger stammen, Nr. 1 von dem zu Leicester im Jahre 1868, Nr. 2 von dem zu Leamington im Jahre 1870 fabrizirten; und nachdem ich mir erlaubt habe, Mr Lawes über diesen Punkt zu Rathe zu ziehen, lege ich Ihnen im Folgenden unsere Ansicht vor:

Zunächst hat keine der beiden Proben einen Gesamtgehalt an Stickstoff von 2%, denn die Probe aus Leicester (1868) enthält nur 1.94% und die aus Leamington (1870) nur 1.69%; andererseits enthält jene kaum 0.5% Phosphorsäure, diese dagegen nahezu 2%.

Bei der Werthbestimmung werden diese Unterschiede einander aufwiegen, so dass praktisch an beide Proben derselbe Maassstab gelegt werden kann. Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass, wenn in einem Dünger eine so geringe Menge nutz-

sie betonen noch weit schärfer die verhältnissmässige Werthlosigkeit von Produkten, deren befruchtende Bestandtheile, ganz so wie bei dem „A. B. C.“-Dünger in einer grossen Masse indifferenten Stoffe eingeschlossen sind. Unbestreitbar kann ein höherer Preis erzielt werden, wenn man wie zu Stroud verfährt und einen Dünger fabrizirt, in welchem der aus dem Kanalwasser erzeugte Niederschlag nur einen Bestandtheil ausmacht. Guano oder Superphosphate, Nitrate oder Ammonsalze können dem „A. B. C.“-Schlamm zugesetzt werden, bis die Zusammensetzung des Produktes den Landwirth an Ort und Stelle 3 £. oder noch mehr pro ton desselben [1 Thlr. pro Ctr. pr. oder mehr] zahlen lässt, unbekümmert darum, ob er die Waare mehrere Meilen weit bis zu seinen Feldern zu fahren hat oder nicht.*) In diesem Falle wird jedoch der Landwirth, wel-

barer Bestandtheile mit so grossen Massen werthloser Stoffe gemischt ist, der aus seiner Zusammensetzung ermittelte sogenannte theoretische Werth in der Praxis und im Grossen niemals realisirt werden kann. Wird ein solches Material in grossen Quantitäten produziert, so hat es, unter der Voraussetzung dass darin sowohl die stickstoffhaltigen Substanzen in leicht zersetzbarer und für die Pflanzen vortheilhafter Form, als auch die Phosphorsäure in löslichem Zustande vorhanden sind, unserer Meinung nach sicherlich einen höheren Werth pro ton, als der Stalldünger. Ist das aber nicht der Fall, haben der Stickstoff und die Phosphorsäure nicht die genannten Eigenschaften, dann wäre es noch die Frage, welche von beiden Düngertypen die werthvollere ist; die Entscheidung hierüber würde zum Theil von dem Quantum, in welchem die eine und die andere auf den Markt gebracht wird, von den Kosten, welche aus dem Transport erwachsen, und von weiteren lokalen Verhältnissen abhängen. Der Stalldünger würde indessen auf dem Markte für Gartenkultur immer den Vorzug haben.

Schliesslich wollen wir noch bemerken, dass der Wassergehalt in der Probe „A.“ nicht angegeben worden ist, und dass derselbe in der Probe „B.“ nur $7\frac{1}{2}\%$ betragen soll; es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass der Dünger im Durchschnitt weit mehr Wasser einschliessen wird, und dass demzufolge auch die werthvollen Bestandtheile eine stärkere Verdünnung erfahren werden.

To the Rivers Pollution Commission etc.

I am etc.

(gez.) J. H. Gilbert.

[In dem Englischen Text steht, wo oben „Wassergehalt“ übersetzt ist, „the amount of mixture“; es muss das ein Druckfehler sein für: „the amount of moisture“. Dass übrigens die Voraussetzung von dem grössern Wassergehalt des fertigen Düngers richtig ist, geht aus der Analyse auf S. 285 hervor, nach welcher derselbe 27 54 % Wasser einschliesst]

A. d. Uebers.

*) Ein solches Vorgehen dürfte kaum als rationell angesehen werden, denn es wäre von vornherein zu befürchten, dass die erzielte Anreicherung des Schlammes, und die daraus folgende leichtere und bessere Verwerthung desselben nur scheinbar

cher etwa einen Dünger von geringerer Konzentration anwenden will, noch vorher überlegen müssen, ob er nicht zweckmässiger reinen Guano, Superphosphat, Nitrate oder Ammonsalze auf dem Markte kauft und sie auf seinem Gute mit der erforderlichen Menge verdünnenden Materials mischt.

Eine künstliche Anreicherung des verhältnissmässig werthlosen Kanalwasserschlammes, welcher durch die „A. B. C.“-Mischung ausgefällt wird, ist übrigens gelegentlich wirklich versucht worden. Aus dem Anhang (Nr. 34) ist ersichtlich, dass Dr. A. Miller, F. R. S., und Dr. W. Odling, F. R. S., in dem „A. B. C.“-Dünger von Leamington Krystalle von schwefelsaurem Ammon fanden. Die genannten Herren besuchten die dortigen Anlagen am 2. April dieses Jahres [1870], mit Instruktionen seitens des Metropolitan Board of Works [des Londoner Amtes für öffentliche Bauten] versehen, nach denen sie namentlich den Werth des zu Leamington produzierten Düngers ermitteln sollten. Da bis jetzt kein formeller Bericht über ihre Untersuchungen veröffentlicht ist (vgl. Anhang Nr. 25, 26 und 31), forderten wir Herrn Dr. Odling auf, vor uns zu erscheinen. Die von demselben abgegebenen Erklärungen sind im Anhang Nr. 34 in ihrem ganzen Umfange aufgeführt; einige der auf unsere Fragen gegebenen Antworten haben wir unten zusammengestellt*), und es geht daraus hervor, dass

höhere Erträge verspricht, dass vielmehr in der That eine Verschlechterung und Entwerthung der hinzugesetzten Materialien, des Guano, Superphosphates etc. herbeigeführt wird, und somit Verluste zu erwarten sind. A. d. Uebers.

*) Auszug aus den Aussagen des Dr. Odling:

„Untersuchten Sie auch den Dünger, welcher fabrizirt wurde? — Dr. Miller und ich entnahmen von dem Dünger mehrere Proben, und wir fanden, dass viele derselben grosse Krystalle von schwefelsaurem Ammon enthielten. Hier sind einige solche Krystalle, welche wir aus einem der Haufen in den Trockenschuppen herauslasen (Dr. Odling legt dieselben vor).

„Der Dünger, aus welchem diese Krystalle stammen, befand sich in dem Trockenschuppen? — Ja.

„Fanden Sie solche Krystalle noch in den anderen Düngermassen, welche auf dem Gehöfte hier und da angehäuft waren? — Ja, auch in mehreren anderen Düngermassen.

„Und Sie haben nachgewiesen, dass es schwefelsaures Ammon ist? — Ja; ich kann angeben, dass wir uns infolgedessen entschlossen, einfach eine Probe des Düngers zu entnehmen, wie er auf den Wagen geladen wird, und diese allein zu untersuchen.

sich für die von dem eigentlichen Dünger entnommene Probe aus der Analyse*) ein Werth berechnet, welcher etwa $\frac{1}{24}$ von dem des Perugano beträgt, oder ca. 11 s. 3 d. pro ton [$5\frac{3}{4}$ Sgr. pro Ctr. pr.]; das wäre ein weit geringerer Preis, als der aus unseren Analysen hervorgehende. Die letzteren wurden allerdings nicht an Proben des fertigen Düngers ausgeführt, sondern an dem rohen Kanalwasserschamm, wie er durch die „A. B. C.“-Mischung niedergeschlagen wurde; ausserdem wurden die flüchtigen Bestandtheile desselben durch die Behandlung im Laboratorium weit sorgfältiger festgehalten, als dies bei der gewöhnlichen Düngerfabrikation im Grossen möglich ist. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen,

„Haben Sie dieselben untersucht? — Ich übergebe Ihnen hiermit die Analyse. (Dieselbe ist am Schlusse des Protokolls abgedruckt.)

„Welcher Ansicht sind Sie über den Werth der von Ihnen analysirten Probe? — Ich möchte darüber in folgender Weise urtheilen: Der Dünger enthält ca. $\frac{1}{4}$ von dem im Guano vorhandenen Stickstoff und weniger als $\frac{1}{4}$ von dem darin sich findenden Phosphat, so dass, wenn man nur diese beiden Bestandtheile in Rechnung zieht, dem fraglichen Material etwa $\frac{1}{4}$ des für den Guano bekannten Werthes beizumessen ist, und dabei ist noch keine Reduktion wegen der Verdünnung angebracht.

„Können Sie die Gegenwart jener Krystalle von schwefelsaurem Ammon in dem Dünger aus einem der Prozesse erklären, welchen das Kanalwasser in den Anlagen [zu Leamington] unterworfen wird? — Nein; ich kann indessen anführen, dass, als wir die Krystalle entdeckt hatten, Mr. Wigner, welcher die dortigen Arbeiten leitete, uns gegenüber behauptete, er wisse nicht, wie sie da hineingekommen seien, sie müssten aber nach seiner Ansicht zufällig hinaufgefegt worden sein. Das war die erste Angabe, die uns gemacht wurde; als wir dann darauf hinwiesen, in welchen Mengen das schwefelsaure Ammon sich vorfinde, und in wie vielen Haufen es auftrete, wurde uns gesagt, dass es schwefelsaure Magnesia sei, welche man wegen der leichteren Austrocknung des Düngers und der Fixirung des Ammoniaks hinzugesetzt habe. Nachdem wir die Anlagen verlassen hatten, wurde uns schliesslich noch mitgetheilt, dass der Direktor (Mr. G. W. Wigner) beabsichtigt hätte, das Magnesiasalz zu bestellen, dass er aber aus Versehen „schwefelsaures Ammon“ anstatt: „schwefelsaure Magnesia“ geschrieben habe.

„Bei dieser Gelegenheit war es Ihr Hauptzweck, den Werth des durch das Verfahren gewonnenen Düngers festzustellen? — Ja, das war unser Hauptzweck.

„Würde der Zusatz von schwefelsaurem Ammon den Werth des Düngers erhöhen? — Der Werth würde mit der Menge der hinzugefügten Ammonsalze steigen.

„Wogen Sie während Ihrer Versuche die Chemikalien, mit welchen das Kanalwasser behandelt wurde? — Nein?

*) Folgendes sind die Analysen des Dr. W. Odling.

dass die von uns gewonnenen Resultate als für den „A. B. C.“-Dünger und seine Eigenschaften ganz besonders günstig angesehen werden müssen.

Kanalwasser von Leamington.

Nr. 1 ist ein Durchschnitt von 6 Proben Kanalwasser, welche von 8.30 Uhr V.-M. bis 1.30 Uhr N.-M. entnommen wurden. Nr. 2 ist ein Durchschnitt von 5 Proben des am Ausgange der Filter austretenden Abflusswassers welche von 10.30 Uhr V.-M. bis 2.30 Uhr N.-M. stündlich geschöpft wurden.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

	Nr. 1. Kanalwasser.	Nr. 2. Abflusswasser.
Gesamtrückstand ,	233.1	149.4
Asche (Anorganische Stoffe)	166.6	123.7
Chlor	16.1	9.0
Schwefelsäure (S O ₄)	17.7	32.0
Stickstoff in Form von Ammoniak und organischen Verbindungen	12.0	3.0

Der zu Leamington gewonnene Dünger.

Nr. 1 ist eine Probe des Düngers, wie er zum Verkauf gelangte, aus einem schon auf dem Wagen befindlichen Sack. Nr. 2 ist eine Probe des aus dem behandelten Kanalwasser sich absetzenden Schlammes; dieselbe wurde aus den Klärbassins der Anlagen entnommen. Nr. 3 ist eine Probe des mittelst der „A. B. C.“-Mischung aus dem oben aufgeführten Kanalwasser erzeugten Niederschlages, den wir bei einem in unserem Laboratorium angestellten Versuche erhielten.

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Wasser	27.54 °	24.80 °	24.80 °
Organische Stoffe	10.90 „	18.98 „	33.00 „
In Säuren lösliche Stoffe	15.48 „	11.48 „	19.32 „
Thon und Sand	46.08 „	44.74 „	22.88 „
Stickstoff	0.68 „	0.86 „	1.72 „
Phosphorsäure (P O ₄)	0.59 „	—	—

A. d. Uebers.

Wir halten es für zweckmässig, an dieser Stelle auch das Gewicht und den Werth des „inländischen Guano“ [„native guano“], welcher aus einem gegebenen Quantum Kanalwasser resultirt, und die Kosten für die Materialien in Betracht zu ziehen, welche zur Gewinnung desselben erforderlich sind. Leider haben unsere Daten für diese Berechnung nicht die wünschenswerthe Vollständigkeit, wir konnten aber offenbar das Verfahren nach dieser Richtung hin nicht ebenso genau erforschen, wie in chemischer Beziehung, oder wir hätten mehr Zeit darauf verwenden müssen, als wir uns für berechtigt halten durften, diesem einen Gegenstande zu widmen. Die Menge der suspendirten und der anderen ausfällbaren Stoffe schwankt in dem Kanalwasser von Leamington zweifellos von Tage zu Tage, und die angewandten Mengen des Thons und der Chemikalien werden, wie bereits erwähnt, je nach der Konzentration und dem Volumen des zu behandelnden Kanalwassers abgeändert. Wenn man trotzdem den 10. Mai als Beispiel gelten lässt, so werden die folgenden Angaben eine annähernde Schätzung ermöglichen: Im Verlaufe von $8\frac{1}{2}$ Stunde wurden 2,523,520 lbs. [2,289,338 Pfd pr.] Kanalwasser der Behandlung unterworfen; darin waren 1,262 lbs. [1,145 Pfd. pr.] suspendirte Stoffe enthalten, von denen $\frac{5}{8}$ oder 1,052 lbs. [954 Pfd. pr.] in den Bassins niedergeschlagen wurden; von der „A. B. C.“-Mischung wurden 1,834 lbs. [1,664 Pfd.] verbraucht und bestanden aus 1,215 lbs. [1,102 Pfd. pr.] (oder bei 100° C. getrocknet, 925 lbs. [839 Pfd. pr.]) unlöslicher Stoffe — Thon und Kohle — und aus 619 lbs. [562 Pfd. pr.] (oder bei 100° C. getrocknet, 501 lbs. [454 $\frac{1}{2}$ Pfd. pr.]) löslicher Stoffe — Ammoniak, Alaun, Epsomsalze [schwefelsaure Magnesia] und Blut. Wenn Nichts von den zuletzt aufgeführten löslichen Substanzen in den Niederschlag miteinging, so musste der Gesamtgehalt der 2,523,520 lbs. Abflusswasser [2,289,338 Pfd. pr.] an löslichen Stoffen (Verdampfungsrückstand) um 501 lbs. [454 $\frac{1}{2}$ Pfd. pr.] zunehmen, die analytische Tafel auf S. 270 beweist aber, dass sich derselbe nur um 225 lbs. [204 Pfd. pr.] vermehrte; folglich sind 276 lbs. [250 Pfd. pr.] mitausgefällt worden, und die am 10. Mai produzierte Menge trockenen Düngers setzte sich somit aus folgenden Theilen zusammen:

	lbs.	Pfd. pr.
Suspendirte Stoffe in dem behandelten Kanalwasser	1,052	954
Unlösliche in der „A. B. C.“-Mischung hinzugesetzte Stoffe	925	839
Lösliche durch die „A. B. C.“-Mischung niedergeschlagene Stoffe	276	259
Gesammtgewicht des bei 100° C. getrockneten Düngers	2,253	2,043

Wird aber der Schlamm nur an der Luft getrocknet, um zum Verkauf fertig gemacht zu werden, so enthält er noch $7.46\frac{0}{0}$ Wasser, welches erst bei 100° C. ausgetrieben wird (vergl. S. 279); demnach würden, dem eben gefundenen Quantum entsprechend, von dem Dünger, wie er auf den Markt kommt, 2,435 lbs. oder 1 ton 1 cwt. 2 qrs. 27 lbs. [22 Ctr. 9 Pfd. pr.] gewonnen worden sein.

Der Werth dieser ganzen Masse berechnet sich aus der chemischen Zusammensetzung auf 1 £. 14 s. 9 d. [11 Thlr. $29\frac{3}{4}$ Sgr.]; nach der Schätzung der Messrs. Lawes und Gilbert würde jedoch dafür auf dem Markte noch nicht ein Drittel jener Summe erzielt werden.

Ausser den Kosten für Brennmaterial, Arbeitslohn, Verzinsung des Anlagekapitals und Abnutzung, stellen sich die Ausgaben für das am 10. Mai dargestellte Produkt, wie folgt:

	£.	s.	d.	Thlr.	Sgr.	Pf.
577 lbs. [523½ Pfd. pr.] Ammoniakalaun à 7 £. pro ton [2 Thlr. 11½ Sgr. pro Ctr. pr.]	1	16	1	12	13	2
34 lbs. [30.8 Pfd. pr.] Epsomsalze à 20 s. pro ton [10 Sgr. pro Ctr. pr.]	—	—	4	—	3	5
26½ lbs. [20.4 Pfd. pr.] Thierkohle à 6 £. pro ton [2 Thlr. 1 Sgr. pro Ctr. pr.]	—	1	5	—	14	8
34 lbs. [30.8 Pfd. pr.] Pflanzenkohle à 2 £. pro ton [20½ Sgr. pro Ctr. pr.]	—	—	7	—	6	—
1,155 lbs. [1,047.8 Pfd. pr.] Thon	—	—	—	—	—	—
7 lbs. [6½ Pfd. pr.] Blut	—	—	—	—	—	—
Zusammen	1	18	5	13	7	3

Von einem andern Gesichtspunkt aus betrachtet, können die Ergebnisse dieses Arbeitstages folgendermassen formulirt werden:

Der Düngerwerth der hinzugesetzten Chemikalien betrug:

	£.	s.	d.	Thlr.	Sgr.	Pf.
21.3 lbs. [19 $\frac{1}{3}$ Pfd. pr.] Ammoniak à 56 £. pro ton [18 Thlr. 29 $\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.] im Ammoniak- alaun	—	10	8	3	20	4
21.3 lbs. [19 $\frac{1}{3}$ Pfd. pr.] unlösliches Phosphat à 5 £. pro ton [1 Thlr. 20 $\frac{1}{3}$ Sgr. pro Ctr. pr.] in der Thierkohle	—	—	11	—	9	6
Zusammen	—	11	7	3	29	10

Wenn man demnach den oben gegebenen theoretischen Werth von 1 £. 14 s. 9 d. [11 Thlr. 29 $\frac{3}{4}$ Sgr.] gelten lässt, so ist der wahre Betrag des Dungwerthes, welcher aus dem Kanalinhalt von Leamington durch die Arbeit eines Tages gewonnen worden ist, 1 £. 3 s. 2 d. [7 Thlr. 29 Sgr. 9 Pf.]. Nun wird zwar die Annahme, dass in den 8 $\frac{1}{2}$ Tagesstunden, während deren gearbeitet wurde, die Hälfte des gesammten dort produzierten Kanalwassers die Anlagen durchströmte, eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein, lässt man sie aber zu, so würde daraus folgen, dass von den 20,000 Einwohnern jener Stadt mit Hilfe des „A. B. C.“-Verfahrens jährlich eine Quantität Dünger gewonnen wird, deren theoretischer Werth sich auf 845 £. 11 s. 8 d. [5,826 Thlr. 26 Sgr. 8 Pf.] oder 10 d. [8 Sgr. 7 Pf.] pro Kopf und Jahr beziffert. Aus der vorangehenden Zusammenstellung der Kosten, in welcher mehrere nicht unbedeutende Posten gar nicht in Betracht gezogen worden sind, geht aber weiter hervor, dass die Methode Ausgaben verursacht, welche trotz der Gewinnung von Düngerbestandtheilen und ihrem Werthe pro Kopf die Einnahmen weit überschreiten, selbst wenn man für die letzteren die überaus günstige theoretische Schätzung zur Basis der Berechnung wählt. Der reale Werth der erzielten Massen würde sich freilich bei einem Preise von 7 s. pro ton [3 $\frac{1}{2}$ Sgr. pro Ctr. pr.] (vergl. Anhang Nr. 30 [Seite 281 dieses Werkes]) im Ganzen nur auf 255 £. 10 s. [1,760 Thlr. 19 $\frac{1}{2}$ Sgr.] oder auf 3 $\frac{1}{2}$ d. [3 Sgr.] pro Kopf und Jahr belaufen, und der faktische Verlust, welcher durch das Verfahren herbeigeführt wird, würde sich demnach als um so viel grösser herausstellen. — Das ist ein noch weniger befriedigendes Resultat, als man es auf Grund der gewöhnlichen Abfuhrunternehmungen in den Städten von Lancashire erreicht hat (vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 49). Dort wird von einer Bevölkerung von mehr als

einer Million Seelen jährlich ein Quantum Dünger produziert, dessen Erträge 5 d. [4 Sgr. 4 Pf.] pro Kopf und Jahr ergeben.

Unser schliessliches Urtheil über den Werth des durch den „A. B. C.“-Prozess gewonnenen Düngers muss daher ebenso ungünstig lauten, wie über das Reinigungsvermögen derselben Methode, welches im Stande sein sollte, die Flüsse vor der Verunreinigung mit dem Kanalwasser zu bewahren. Das eine dieser beiden Resultate ergänzt übrigens in gewissem Sinne das andre, denn je grösser die Menge der befruchtenden Bestandtheile ist, welche der Einwirkung der angewandten chemischen Agentien entgeht, um so werthloser muss der kleine Rest werden, welcher von ihnen ausgefällt wird.

Auch den Anlagen zu Hastings, welche grösstentheils zu dem besondern Zwecke hergerichtet wurden, das „A. B. C.“-Verfahren zur Anwendung zu bringen, statteten wir einen Besuch ab; jedoch wurden unsere Erfahrungen über die Methode dadurch nicht vermehrt. — Es wurde uns die Mittheilung gemacht, dass der Prozess in den dortigen Anlagen seit einiger Zeit gehandhabt werde, und dass wir eine Besichtigung vornehmen könnten; wir fanden aber, dass die Einrichtungen noch nicht in den Besitz der Hastings Sewage Manure Company [Gesellschaft für Gewinnung eines Düngers aus dem Kanalwasser von Hastings] übergegangen seien, und dass sie bei unserer Ankunft nicht in Wirksamkeit waren. Ausserdem erkannten wir, dass eine solche Prüfung des Verfahrens, wie zu Leamington, hier wegen der Tiefe der Bassins und der Lage der Kanäle und ihrer Mündungen nicht durchführbar gewesen wäre, weil das Abflusswasser bei dem tiefsten Stand der Ebbe [at extreme low water] in das Meer abgelassen wird, und dieser Umstand die Probeentnahme sehr erschwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht hätte.

Endurtheil.

Unsere Forschungen über das Sillar'sche oder „A. B. C.“-Verfahren zur Behandlung des Kanalwassers, wie dasselbe zu Leicester und zu Leamington seit beinahe zwei Jahren gehandhabt wird, haben uns zu den folgenden Schlüssen geführt:

1) Der Prozess entfernt einen grossen Theil der suspendirten Schmutzstoffe aus dem Kanalwasser; in keinem von den Fällen aber, in denen wir die Methode in Thätigkeit sahen, war ihre Wirkung nach dieser Richtung hin eine so vollständige, dass das Abflusswasser in die Stromläufe hätte eingelassen werden dürfen.

2) Der „A. B. C.“-Prozess entfernt einen sehr kleinen Theil der löslichen verunreinigenden Bestandtheile aus dem Kanalinhalt. Das dabei resultirende Abflusswasser ist nicht viel reiner, als wenn man das rohe Kanalwasser in Klärbassins sich absetzen lässt.

3) Der Dünger, welcher mit Hilfe des Verfahrens gewonnen wird, hat einen sehr niedrigen Marktwert und kann die Fabrikationskosten nicht bezahlt machen.

4) Die zum Sammeln und Trocknen des Düngers nothwendigen Operationen sind von widrigem Geruch begleitet, namentlich bei warmem Wetter, und würden zur Entstehung ernstlicher Schäden Veranlassung geben, wenn die Fabrikanlagen sich in der Nähe einer Stadt befinden.

Man würde offenbar voreilig verfahren, wenn man der Möglichkeit chemischer Erfindungen irgend welche Grenzen stecken wollte. Vielleicht mögen später Substanzen entdeckt werden, welche im Stande sind, sich mit den im Kanalwasser unserer Städte enthaltenen Schmutztheilen zu verbinden und sie unlöslich zu machen, aber die gegenwärtig uns von der Chemie gebotenen Hilfsquellen — das muss zugegeben werden — lassen der Hoffnung wenig Raum, dass man die im Kanalinhalt gelösten Unrathstoffe durch die Anwendung von chemischen Agentien werde niederschlagen und bewältigen können. Die chemischen Verwandtschaften dieser verunreinigenden Bestandtheile sind so gering, und sie selbst finden sich in einem so ungeheueren Volumen Wassers aufgelöst, dass ihre Ausfällung eine mit den äussersten Schwierigkeiten verknüpfte Aufgabe ist.

Hiermit übergeben wir Ew. Majestät in Ehrfurcht die vorstehenden Resultate unserer Untersuchungen über das „A. B. C.“-Verfahren zur Behandlung des Kanalwassers; wir waren bemüht, uns darin auf positive Ermittlungen über den Gegenstand zu beschränken, halten es indessen für sachgemäss, bevor wir schliessen, die mit dieser Methode erreichten Erfolge, den bei der Berieselung beobachteten vergleichend gegenüberzustellen. Bei der letzteren handelt es sich nicht um die Einwirkung welche von abgemessenen Mengen von Chemikalien auf das Kanalwasser in einem Reservoir ausgeübt wird, sondern um die Anwendung ausgedehnter Landflächen, welche mit einer durch das Kanalwasser ernährten Pflanzenkultur bedeckt und von deren hungrigen Wurzeln tief durchsetzt sind, und um die Benützung des Erdbodens, welcher in seiner Gesamtmasse unendlich viel mehr Material zur Reinigung der Schmutzflüssigkeiten darbietet, als durch irgend eine der hierzu bereits erfundenen oder noch zu entdeckenden chemischen Behandlungsweisen beschafft werden kann.

Wenn wir die in unserm ersten Bericht beschriebenen Laboratoriumsversuche (Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 120 — 137) ausnehmen, welche sich auf die Reinigung des Kanalwassers durch eine absteigende, intermittirende Filtration beziehen, so kann sich keine andre Methode zur Befreiung des Kanalinhaltens von seinen Schmutztheilen der Berieselung in der Gleichförmigkeit und Vorzüglichkeit ihrer Resultate an die Seite stellen. Im Interesse derjenigen Städte, in welchen das Kanalwasser nicht zur Berieselung verwendet werden kann, ist es ohne Zweifel wünschenswerth, dass ein Versuch mit der absteigenden, intermittirenden Filtration in einem der Praxis entsprechenden Maasstabe ausgeführt wird, weil dann erst alle die Schwierigkeiten hervortreten, die man bei einem Versuche im Laboratorium nicht zu überblicken vermag, und weil es sich dann erst erweisen wird, ob die Methode auf das Kanalwasser von 20,000 Personen mit demselben Erfolge, wie bei unseren im Kleinen vorgenommenen Versuchen, und ohne sich zu einem öffentlichen Schaden zu gestalten, zur Anwendung gebracht werden kann. Aber auch im günstigsten Falle wird man auf diesem Wege immer nur das eine Ziel erreichen, dass man einen verunreinigenden Strom Wassers in einen nicht verunreinigenden verwandelt. Man würde allerdings damit die Uebelstände beseitigen, welche jetzt durch die städtischen Auswurfstoffe [town sewage] hervorgerufen werden, der landwirthschaftliche

Werth der letzteren jedoch ginge vollständig verloren. Wird der Kanalinhalt dagegen zur Berieselung verwendet, so werden seine schädlichen Einflüsse vernichtet, während ihm zugleich seine befruchtenden Eigenschaften bewahrt bleiben und zu Nutze gemacht werden.

Durch das „A. B. C.“-Verfahren wird, wie aus unseren Untersuchungen hervorgeht, weder die eine noch die andre der eben genannten beiden Aufgaben gelöst. Die Wirksamkeit der Methode in Bezug auf die Reinigung des Kanalwassers haben wir auf den untenstehenden Tafeln mit der bei der Berieselung beobachteten verglichen, indem wir das Abflusswasser aus den Anlagen zu Leicester und Leamington und das von den Rieselfeldern zu Norwood und Croydon — jene mit thonigem, diese mit offenem, sandigem Boden — einander gegenüberstellten.

Reinigung des Kanalwassers durch die Berieselung.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Ort und Jahreszeit.	1. Gesammte Geh. an löslichen Stoffen	2. Organischer Kohlenstoff.	3. Organischer Stickstoff.	4. Ammoniak.	5 Stickst. in Form v Nitraten und Nitrigen.	6. Gesammte Geh. an chem. gebund. Stickstoff.	7. Chlor.
Norwood: Rohes Kanalwasser . . .	94.9	3.972	1.586	6.032	0	6.554	8.66
Norwood: Abflussw. im Frühling	88.1	1.500	0.303	0 816	0.220	1.194	8.37
„ „ Sommer	88.6	1.883	0.312	0 462	0.657	1.361	11.03
„ „ Herbst .	87 0	1.349	0.203	0 835	0.734	1.629	8.94
„ „ Winter .	87.0	1.271	0.273	0,876	0,313	1,255	7,71
„ nach siebentägigem Frost .	88 8	1.356	0.413	1,145	0,156	1,534	8,84
Croydon: Rohes Kanalwasser	45.7	2.508	1.051 *	3.006	0	3.527	4.23
Croydon: Abflussw. im Frühling	35.4	0.594	0.104	0.072	0.225	0.388	2.32
„ „ Sommer	35.4	0.607	0.126	0.069	0.155	0.300	2.57
„ „ Herbst	43.1	0.690	0.138	0.185	0.589	0.792	3.20
„ „ Winter	40.6	0.612	0.145	0,204	0,533	0,846	2,72
„ nach siebentägigem Frost	45.6	0.591	0.239	0,371	0,448	0,992	2,88

*) Auf S. 88 im 1. Bande unseres ersten Berichtes über die Becken des Mersey und Ribble ist der durchschnittliche Gehalt des rohen Kanalwassers von

Reinigung des Kanalwassers durch den „A. B. C.“- Prozess.

Die Zahlen geben die in 100,000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Die Probe.	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen,	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff,	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten u. Nitriten	Gesamtgeh. an chem. gebund. Stickstoff,	Chlor.
Zu Leicester.							
30. u. 31. Juli } Rohes Kanalwasser	111.5	3.641	0.735	1.725	0.015	2.166	—
1868. } Abflusswasser . .	121.0	2.541	0.335	2.25	0	2.188	—
Zu Leamington							
11. Decbr. } Rohes Kanalwasser	83.5	4.355	2.890	5.971	0	7.807	11.0
1869. } Abflusswasser . .	99.2	3.379	1.652	5.815	0	6.392	11.0
10. u. 11. Mai } Rohes Kanalwasser	118.1	5.745	2.221	8.967	0	9.606	14.15
1870. } Abflusswasser . .	123.05	4.727	1.892	8.060	0	8.530	14.15

Aus den Zahlen auf diesen beiden Tafeln und namentlich aus denen in der 1. 2. und 3. Kolumne geht nicht allein hervor, dass der „A. B. C.“-Prozess in seiner Wirksamkeit als Mittel zur Reinigung des Kanalwassers durchaus der Berieselung nachsteht, sondern auch dass die Methode, nicht einmal in ihrer Maximalleistung, das Wasser auch nur annäherungsweise auf denjenigen Grad der Reinheit zu bringen vermag, welcher in unseren Vorschlägen (Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 216) als die Grenze für die Zulässigkeit eines Wassers zu den Stromläufen bezeichnet wurde. Sollte man es versuchen, diesen Misserfolg auf angebliche Unzu-

Croydon an organischem Stickstoff irrthümlicherweise auf 1.576 Theile in 100,000 Theilen angegeben. Diese Zahl ist aus einer fehlerhaften Berechnung hervorgegangen, deren richtige Grundlagen sich in einer frühern Tafel (S. 29 desselben Berichtes) finden. [Vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 184 und 185.]

träglichkeiten bei der Ausführung der Experimente zu Leicester und Leamington zu schieben, so müsste darauf geantwortet werden, dass, als der Versuch im Laboratorium unter Bedingungen wiederholt wurde, welche alle denkbaren Fehlerquellen ausschlossen, dieselben Resultate nur noch unverkennbarer hervortraten, und der Gegensatz zwischen letzterem und der Gleichmässigkeit der mittelst der Berieselung erzielten günstigen Ergebnisse sich um so schärfer abzeichnete.

Wir haben in unserm ersten Bericht die Zusammensetzung von 31 Abflusswasserproben aufgeführt (vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 184 und 185) welche in regelmässigen Zwischenräumen ein ganzes Jahr hindurch von den Rieselwiesen zu Croydon entnommen wurden; nur einmal genügte die Beschaffenheit des Wassers den an sie zu stellenden Anforderungen nicht, war aber auch bei dieser Gelegenheit nicht weit davon entfernt. Während der strengen Kälte im vergangenen Winter [1869—70] wurden ebenfalls zwei Proben des Abflusswassers analysirt, weil anzunehmen war, dass die reinigende Kraft des Bodens und der Pflanzen dann ihr Minimum erreichen würde, dennoch war das Wasser, selbst unter so ungünstigen Verhältnissen, vollkommen befriedigend und stand den Grenzen, welche wir in unserm ersten Bericht für die Reinheit der in die Stromläufe einzulassenden Flüssigkeiten gegeben haben, fern genug. Die mit der Berieselung betrauten Behörden wurden mit Ausnahme zweier Fälle nicht davon in Kenntniss gesetzt, dass unsererseits Proben entnommen werden sollten.

In Croydon sind allerdings die äusseren Umstände für die Reinigung der Schmutzflüssigkeit sehr vorthellhaft: der Boden ist äusserst porös, und das rohe Kanalwasser stark verdünnt; in Norwood dagegen sind die Bedingungen weniger günstig: Die Farm besteht zum grössten Theil aus einem dichten Thon, und das rohe Kanalwasser ist konzentrirt. Demzufolge hätte man erwarten sollen, dass an letzterem Orte das Abflusswasser nicht so gut gereinigt sein würde, wie an ersterem; aber auch hier, unter den ungünstigsten Verhältnissen, leistete die Berieselung mehr, als durch irgend ein anderes Mittel in der Praxis bisher erreicht worden ist. In Norwood wurde gleichfalls eine längere Reihe von Proben, dreissig an der Zahl, im Laufe eines Jahres in regelmässigen Zwischen-

pausen entnommen, und der Pächter wurde nur in einem Falle vorher davon benachrichtigt.

Andrerseits haben wir nie ein Abflusswasser in die Hände bekommen, welches aus der Behandlung des Kanalinhaltes nach einer der übrigen Methoden hervorgegangen und nicht noch in so hohem Grade mit fäulnissfähigen Stoffen beladen gewesen wäre, dass es unmöglich in fließende Wässer eingelassen werden durfte.

Die Berieselung ist das einzige zur Reinigung des Kanalwassers zu benützte Verfahren, welches sich an dem Prüfstein der Erfahrung bewährt hat; und wenn es nicht ganz allgemein eingeführt wird, so ist nur wenig Hoffnung auf eine wesentliche Verbesserung unserer durch die städtischen Auswurfstoffe [town sewage] verunreinigten Flüsse vorhanden.

Vergleicht man ferner die beiden Methoden, indem man allein auf die Verwerthung der im Kanalwasser enthaltenen nutzbaren Dungstoffe Rücksicht nimmt, so tritt der Gegensatz zwischen dem „A. B. C.“-Prozess und der Berieselung nicht minder klar zu Tage. So geht aus der 6. Kolumne in der ersten Tafel [S. 292] hervor, dass zu Norwood (wo die Resultate von jeder Beirung durch die Vermischung des Abflusswassers mit nicht verunreinigtem Grundwasser frei sind) während des Herbstes und Winters etwas weniger als $\frac{3}{4}$ und während der Jahreszeiten, in denen das Pflanzenleben thätig ist, nahezu $\frac{5}{6}$ von dem im Kanalinhalt vorhandenen Gesamtstickstoff durch die Berieselung ausgeschieden und landwirthschaftlich verwerthet wurden. Durch den „A. B. C.“-Prozess dagegen wurde zu Leamington im Durchschnitt der drei auf der zweiten Tafel [S. 293] aufgeführten Versuche nicht $\frac{1}{8}$ des Stickstoffs gewonnen, und das im Laboratorium angestellte Experiment bewies, dass ein Kanalwasser in seinem Gehalte an Stickstoff — also gerade an demjenigen Körper, welcher seinen landwirthschaftlichen Werth bedingt, — gar keine Veränderung erleidet, wenn es mit der „A. B. C.“-Mischung behandelt wird. Die Menge des in dem ursprünglichen Kanalwasser gelösten Stickstoffs war sogar um so viel höher geworden, als in den hinzugefügten Chemikalien enthalten war. Somit ist der mittelst des „A. B. C.“-Verfahrens erzeugte Dünger in Wirklichkeit kaum etwas Anderes, als die Gesamtmenge der in dem rohen Kanalwasser sich findenden suspendirten Stoffe *plus* den unlöslichen Substanzen, welche in der „A. B. C.“-Mischung hinzugesetzt werden, denn $\frac{1}{20}$ der letztern sind blosser Thon. Der erst-

genannte Bestandtheil des resultirenden Schlammes, die suspendirten Stoffe, gelangen zu den Anlagen, nachdem sie in starkem Strome durch die Kanäle einer Stadt gespült worden sind (10 cwt. werden von 1,000 tons Wasser [$\frac{1}{2}$ Ctr. pr. von 1,000 Ctr. Wasser] fortgeschafft), und man kann sich nicht recht vorstellen, dass sie schliesslich nach Zurücklegung ihres Weges noch viel auflösbare und werthvolle Bestandtheile einschliessen sollten. Unterliegt das Kanalwasser dann der Behandlung mit der „A. B. C.“-Mischung, so fallen die suspendirten Stoffe zugleich mit einer ihnen an Gewicht gleichen Menge Thons nieder. Ihre Ausscheidung wird durch den Zusatz von Alaun wesentlich beschleunigt, welcher ausserdem einen sehr kleinen Antheil des im Kanalwasser gelösten organischen Stickstoffs mitniederschlagen kann; und obgleich dessen Menge im Vergleich zu der in Lösung bleibenden höchst unbedeutend ist, kann sie dennoch bei den ungeheueren Massen, welche durch die Endkanäle einer grösseren Stadt fliessen, leicht genügen, um den Stickstoffgehalt des sich absetzenden Schlammes um 1—2 $\frac{0}{0}$ zu erhöhen. Das Endprodukt ist bei alledem ein Dünger, welcher theoretisch wahrscheinlich um die Hälfte mehr werth ist, als der durch den Kalkprozess in Leicester gewonnene; während aber von diesem nach chemischer Werthschätzung 20 tons etwa gleich 1 ton Perugano zu setzen wären, wollen die dortigen Landbebauer höchstens 1 s. pro ton [ca. 6 Pf. pro Ctr. pr.] dafür zahlen.

Und diesen Thatsachen stelle man nun die Erfolge gegenüber welche man mit Hilfe der Berieselung, als eines Mittels zur Verwerthung der städtischen Auswurfstoffe [town sewage], erreicht hat! Die Berieselung schafft dieselben in ihrer Gesamtheit auf das Land und verbraucht davon im Winter $\frac{3}{4}$ und im Sommer $\frac{4}{5}$ oder $\frac{5}{6}$ zur Ernährung der Pflanzen, während der Rest eine keinen Anstoss weiter erregende Flüssigkeit bildet. Die Dungstoffe werden herangeführt, vertheilt, der Erde einverleibt und ohne die theuere Arbeit des Mistwagens, des Dungvertheilers oder des Pfluges unmittelbar den Wurzeln zur Aufnahme dargeboten; die Fruchtbarkeit und die Ergiebigkeit der Felder aber, welche die Berieselung schliesslich hervorruft, steht in der landwirthschaftlichen Erfahrung Englands beispiellos da. Niemand, der nicht etwa dicht an die Bassins und Gräben herangeht, wird durch die Rieselfelder belästigt, und der Betrieb kann, wie das durch jahrelange Beobachtungen in Edinburgh und Croydon festgestellt worden ist, ohne Gefahr für die Ge-

sundheit gehandhabt werden, (vergl. Reinigung und Entwässerung Berlins, Anhang I, S. 190—197). Wir stehen daher nicht an, die Berieselung als die einzige Methode zur Behandlung des Kanalwassers unter den uns bis jetzt bekannt gewordenen zu empfehlen, welche zu gleicher Zeit ein öffentliches Aergerniss beseitigt und ein sonst werthloses Material in nutzbringender Weise verwerthet.

Das Alles unterfertigen wir in Ehrfurcht vor Ew. Majestät mit unserer Unterschrift und unserem Siegel.

W. DENISON, Major-General. (L. S.)

E. FRANKLAND. (L. S.)

JOHN CHALMERS MORTON. (L. S.)

S. J. Smith, Sekretär.

4. Juli 1870.



Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351803

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000314593

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351804

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000314594

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351802

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299397