Torfmull als Desinfectionsmittel von Fäkalien nebst
Bemerkungen über Kothdesinfection im Allgemeinen,
über Tonnen- und Grubensystem, sowie über Closet-
ventilation.¹

Von

Prof. Dr. A. Gärtner
in Jena.

Die Deutsche Landwirthschaftsgesellschaft hat die Directoren der hygienischen Institute zu Greifswald, Jena, Marburg, sowie den Director des agriculturchemischen Institutes zu Bonn veranlasst, über Torfmull als Desinfectionsmittel Untersuchungen anzustellen. Diese sind mitsammt einer dasselbe Thema betreffenden Arbeit von Klipstein² von dort aus veröffentlicht.

Ausserdem sind die Untersuchungen von Klipstein³ in der hygienischen Rundschau, die von Stutzer und Bury⁴, sowie die von Fränkel und Klipstein⁵ in dieser Zeitschrift wiederum zum Abdruck gebracht.

Trotzdem, oder vielmehr gerade deshalb, möchte ich die von mir gefundenen Resultate gleichfalls hier der Oeffentlichkeit übergeben.

Alle Autoren haben unabhängig von einander gearbeitet und die Versuchsbedingungen sind recht verschiedene gewesen, was für die Beurtheilung der Resultate, d. h. des Desinfectionswerthes von Torf — und auch von anderen Desinficientien — von Vorthail ist.

¹ Eingegangen am 3. Juli 1894.

² *Arbeiten und Versuche der deutschen Landwirthschaftsgesellschaft.* Berlin 1894. Hft. I.

³ *Hygienische Rundschau.* Bd. III. Nr. 24.

⁴ *Diese Zeitschrift.* Bd. XIV. S. 453.

⁵ *Ebenda.* Bd. XV. S. 333.

Es giebt wohl eine „Normaltonne“ und eine „Normalgrube“, aber es giebt keinen normalen Tonnen- bzw. Grubeninhalt; dieser ist in physikalischer und chemischer Beziehung sehr verschieden, und beide Momente wirken sowohl auf die Desinfectionsmittel als auf die pathogenen im Koth enthaltenen Bakterien ein.

Allen Verhältnissen bezüglich des Grubeninhaltes Rechnung zu tragen ist unmöglich; aber je mehr Arbeiter unter verschiedenen Bedingungen an die Frage der Kothdesinfection herangehen, um so mehr lernen wir, welche Aufgaben ein Desinfectionsmittel zu erfüllen hat, und was bezüglich des Kothes von einem Desinfectionsmittel überhaupt verlangt und erwartet werden kann; gerade in letzterer Hinsicht werden nicht selten zu hohe Anforderungen gestellt.

Die von der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft vorgelegte Frage lautete:

1. Ist die Zwischenstreu von Torfmull im Stande, die Abtödtung der in Fäcalien enthaltenen Keime ansteckender Krankheiten, speciell der Cholera, sicher zu bewirken; unterscheidet sich der Torfmull diesbezüglich je nach seiner Herkunft und Beschaffenheit?

2. Wird die Sicherheit der Abtödtung dieser Krankheitskeime vermehrt oder wird die Abtödtung beschleunigt durch einen Zusatz von Stoffen zum Torfmull, welche dem Wachsthum der Culturpflanzen mindestens nicht schädlich, wenn möglich sogar nützlich sind?

Um der Lösung dieser Frage näher zu treten, standen zwei Arten von Torfmull, sowie Kainit und Superphosphatgyps zur Verfügung.

Die Zusammensetzung der Materialien ist die folgende:

	Torfmull I.	Torfmull II.
Trockensubstanz .	74.42 Procent	66.0 Procent
Asche	1.55 „	1.97 „
Stickstoff . . .	0.52 „	0.39 „
100 ^{grm} Torfmull verbrauchen zur Neutralisation der Säure		
$\frac{1}{10}$ Normalalkali:	19.6 ^{cem}	12.2 ^{cem} ,
100 ^{grm} Torf nehmen auf bis zur vollen Sättigung		
Wasser:	1000 ^{cem}	520 ^{cem} .
I nimmt das Wasser leichter an als II.		

Beide Torfarten sind fast keimfrei, so dass auf die im Torfmull selbst enthaltenen Bakterien keine Rücksicht zu nehmen war.

Der Kainit besteht in der Hauptsache aus schwefelsaurer Kalimagnesia und reagirt neutral. Der Superphosphatgyps reagirt stark sauer und enthält den grössten Theil der Phosphorsäure frei.

Es enthält der		der
Kainit:		Superphosphatgyps:
11.32 Proc. Kali (K_2O),	15.35 Proc. Gesamttphosphorsäure,	
13.25 „ Natron (Na_2O).	12.06 „ wasserlösliche Phosphorsäure,	
10.98 „ Magnesia (MgO),	8.51 „ alkohollösl. Phosphorsäure,	
30.54 „ Chlor (Cl)	56.58 „ Gyps ($CaSO_4 + 2H_2O$).	

Zunächst wurden einige orientierende Vorversuche angestellt, um über die Wirkungsweise der Agentien überhaupt einen Anhalt zu gewinnen. Da aus den Versuchen Schröder's bereits bekannt war, dass die desinficirende Wirkung des Torfes nur eine geringe sei, so wurden der Kainit und das Superphosphat von vornherein mit zu den Vorversuchen herangezogen.

Die Cholerabacillen sind viel weniger widerstandsfähig als die Typhusmikroben, folglich wurde im Beginn nur mit ersteren gearbeitet. Die hierzu verwendeten Cholerabacillen stammten aus einem im September 1892 rasch tödtlich verlaufenen Fall aus Rositz, Sachsen-Altenburg. Die Infection hatte in Hamburg stattgefunden. Die Bouillonculturen, welche zur Verwendung kamen, waren stets 24 Stunden alt.

Wo die Reaction nicht besonders angegeben ist, wurde zu den ersten Versuchen die übliche Bouillon verwendet, die so eingestellt ist, dass rothes Lackmuspapier leicht gebläut wird, die Phenolphthaleinreaction aber noch nicht erfolgt. Wir zogen die Cultur in Bouillon der Suspension der Cholerabacillen in Wasser vor, weil wir durch letztere der Wirklichkeit gegenüber zu günstige Verhältnisse bezüglich des Abtödtens der Bacillen erhalten hätten.

Ein mit der Cholerabouillon getränktes Closetpapier von 10 cm Seite wurde in der Mitte zusammengefaltet, auf zwei ebenfalls zusammengefaltete und mit Leitungswasser gesättigte Papierstücke gleicher Beschaffenheit gelegt und mit zwei in derselben Weise behandelten Papieren überdeckt.

Ein zweites mit Cholerabouillon benetztes Stück kam zwischen vier mit Kainitlösung (1:10) getränkte Papiere.

Ein drittes Cholerapapier wurde zwischen 25 g^{rm} Torf Nr. I, ein viertes zwischen 25 g^{rm} Torf Nr. II gelegt, welche beiden Torfmulle mit je 150 ccm destillirten Wassers angefeuchtet waren.

Die vier Glasschalen mit den Proben standen 24 Stunden lang bei 15—20° C.

Nach dieser Zeit wurden Stückchen von jedem Papier, welches Cholerabouillon erhalten hatte, abgerissen und sowohl in Peptonwasser oder in Bouillon, welche 1 Procent Pepton enthielt, und mit Phenolphthalein eingestellt war, als auch in Nährgelatine übertragen.

Die Bouillonröhrchen wurden mikroskopisch und zur grösseren Sicherheit noch durch die Plattencultur untersucht, indem aus der Bouillon nach 24stündigem Stehen im Brütapparat eine oder mehrere Oesen¹ entnommen und in Nährgelatine übertragen wurden, aus welcher dann die Herstellung von drei Plattenculturen erfolgte.

Zu den Plattenculturen fand nach dem Vorgange Dahmens eine stark alkalische Nährgelatine Verwendung.

In zweifelhaften Fällen wurden Colonieen abgeimpft und davon abermals geringe Mengen in Peptonbouillon und in Nährgelatine übertragen, bezw. nach den sonst üblichen Methoden untersucht, bis absolute Klarheit darüber war, ob Cholera vorlag oder nicht.

Das Resultat der erwähnten Versuche war, dass die Papierstückchen der ersten und zweiten Probe (Wasser bezw. Kainit) in Bouillon und auf Nährgelatineplatten nachweisbare Cholerabacillen und zwar in grosser Anzahl enthielten. Dahingegen war bei den Torfproben (Nr. 3 und 4) keine Cholera mehr nachzuweisen.

Am folgenden Tage, d. h. nachdem die vier Papierstückchen 48 Stunden in ihren betreffenden Lagern gelegen hatten, liess sich bei 1 und 2 noch durch die Bouillonkultur Cholera nachweisen, durch die Plattencultur indessen nicht mehr. Die Papiere, welche zwischen Torf gelegen hatten, ergaben wiederum das Fehlen von Cholera, sowohl mittels des Bouillon- als des Gelatineplattenverfahrens.

Am nächsten Tage wurde ein Versuch in der Weise angestellt, dass je 1 ^g_{mm} Superphosphatgyps und 1 ^g_{mm} Kainit intensiv mit etwa 10 ^g_{mm} Wasser geschüttelt wurden. In die Röhrchen, welche noch ungelöste Reste enthielten, wurden Papierstreifen, die mit Choleracultur getränkt waren, hineingehängt und 24 Stunden darin bei einer Temperatur von 10—20° C belassen.

Als nach dieser Zeit Theile der beiden Papierstückchen in Reagensgläsern übertragen wurden, zeigten einen Tag später diejenigen Röhrchen, welche die dem Kainitrohr entnommenen Proben erhalten hatten, eine üppige Reincultur von Cholera, während die aus dem Superphosphatröhrchen beschickten Gläsern klar blieben und keine Cholerabacillen aufwiesen. (Die Bouillon in letzteren Reagensgläsern war trotz der an den Papierstückchen hängenden Superphosphatlösung alkalisch und, wie die Controlnachimpfung zeigte, zum Wachsthum für Cholera geeignet.)

Aus diesen beiden Versuchen folgt schon, dass Kainit zur Desinfection ungeeignet ist. Wenn 1 Theil Kainit in 10 Theilen Wasser in 24 Stunden die Bacillen nicht abtödtet, so ist der

¹ 1 Oese Flüssigkeit = $\frac{1}{4}$ mg, 1 Oese Koth = 1 mg.

Kainit in der Praxis, wo die Verhältnisse um das Vielfache ungünstiger sind, für unsere Zwecke nicht zu gebrauchen.

Dahingegen bot der Superphosphatgyps anscheinend günstigere Chancen. Der folgende Versuch sollte darüber Auskunft geben.

Etwa 40 ^{gmm} Superphosphatgyps wurden mit 200 ^{gmm} destillirten Wassers stark geschüttelt und 48 Stunden bei 20° C. stehen gelassen. Ein Theil dieser „starken“ Lösung wurde mit 10 Theilen, ein anderer mit 100 Theilen destillirten Wassers gemischt, ferner wurde je 1 ^{gmm} Superphosphat in 100 ^{ccm} Wasser und in 1000 ^{ccm} Wasser gebracht, geschüttelt und ebenfalls 48 Stunden stehen gelassen. Mit den klaren Flüssigkeiten wurden vier Lagen Filtrirpapier als Unterlagen und vier andere Lagen zum Zudecken des mit Cholerabouillon getränkten Papierstreifens benetzt. Die so präparirten Päckchen standen bei Zimmertemperatur. Nach 1, 2, 3, 6 und 8 Tagen wurden Proben und zwar nicht von dem Cholerabouillonpapier selbst, sondern von der dritten darunterliegenden Lage entnommen.

Das + Zeichen bedeutet das Vorhandensein von Cholera, das 0 Zeichen giebt das Fehlen an und ein Strich (—) besagt, dass keine Proben gemacht sind.

Filtrirpapier	1 Tag Ein- wirkung	2 Tage Ein- wirkung	3 Tage Ein- wirkung	6 Tage Ein- wirkung	8 Tage Ein- wirkung
aus starker Lösung . . .	0	0	0	—	—
„ ¹ / ₁₀ starker Lösung .	0	0	0	—	—
„ ¹ / ₁₀₀ „ „ .	+	+	+	+	+
„ 1 procentig. „ .	+	+	+	+	+
„ ¹ / ₁₀ „ „ .	+	+	+	+	+

Aus diesem Versuche folgt zunächst, dass es ziemlich hoher Procente von Superphosphatgyps bedarf, wenn man die Abtödtung von Cholerabacillen bewirken will, welche mit leicht alkalischem Nährmaterial zusammen auf neutrales Papier gebracht sind, und dann folgt weiter, dass kleinere Gaben von Superphosphatgyps selbst in längerer Zeit keinen schädigenden Einfluss ausüben.

Letzteres ist ein bedenkliches Zeichen für die Verwendung des Superphosphats überhaupt und zwar aus folgendem Grunde:

Die Cholerabacillen lieben salzarme Nährböden nicht, dahingegen sind Zusätze von Salzen verschiedener Art, wie unter Anderen Trenkmann gezeigt hat, günstig für ihre Entwicklung.

Wird nun so wenig Superphosphatgyps zugegeben, dass nicht rasch alle Cholerabacillen getödtet werden, dann liegt die Gefahr vor, dass die

vorhandene freie Säure bald abgestumpft wird und aus ihr neutrale und basische Salze entstehen (phosphorsaures Natrium und Calcium, Ammoniakmagnesia etc.), die z. Th. gute Nährmittel für die nicht abgestorbenen Cholera bacillen sind: Das Desinfectionsmittel ist Nährmittel geworden.

In dem ersten Versuch war Cholera bouillon papier zwischen angefeuchteten Torf gelegt und die Bacillen waren in kurzer Zeit abgestorben. Vielleicht besitzt also der Torf als solcher dennoch genügende desinficirende Kraft? Der Versuch musste daher wiederholt werden.

Auf eine Schicht angefeuchteten sowie trockenen Torfmulls wurde eine Doppellage mit Cholera inficirten Papiers gelegt und mit der entsprechenden Torfart wiederum bedeckt. Am folgenden Tage wurde das Papier auseinander geklappt und von der Innenseite, wohin die Cholera bouillon gegossen war, etwas abgekratzt und in Pepton bouillon röhren gegeben.

In der Tabelle bedeutet das + Zeichen die Anwesenheit, das 0 Zeichen die Abwesenheit lebender Cholera bacillen nach 24 Stunden.

Art des Versuchs		Cholera nach 24 St.
25 ^{grm}	Torfnull I trocken	0 ¹
25 "	" II "	0 ²
50 "	" I mit 300 ^{grm} destill. Wasser angefeuchtet	+
50 "	" II " 300 " " " "	0
25 "	" I " 150 " einer 1 proc. Super.-Lösung	0
25 "	" II " 150 " " " "	0

Dieses relativ günstige Resultat führte zu dem folgenden Experiment:

In vier Glasglocken wurden je 25 ^{grm} Torfnull I und II gegeben und in zwei von ihnen je 25 ^{grm} Cholera bouillon direct auf den Torf geschüttet, in die zwei anderen zunächst ein Filtrirpapier gelegt und darauf 10 ^{ccm} derselben Bouillon entleert. Ein Theil des Torfnulls diente zum Bedecken der benetzten Stellen. Nach einem und nach drei Tagen wurde je eine Probe aus den Schalen genommen, die in einem Zimmer bei 15° C. gestanden hatten:

		Cholera bacillen	
		nach 1 Tage	nach 3 Tagen
Torfnull I	0		0
" I mit Papier	+		+
" II	+		0
" II mit Papier	0		0

¹ Der Torf fühlte sich trocken an.
² Der Torf deutlich feucht, klebte am Papier.

Hier hatte sich also in beiden Torfarten die Cholera gehalten, in Torf I sogar drei Tage hindurch.

Aus diesen Vorversuchen folgt, dass bei der von uns gewählten Versuchsanordnung:

1. der Kainit keine,
2. der Torf allein eine geringe,
3. Superphosphatgyps in stärkerer Lösung eine kräftigere desinficirende Wirkung ausübt.

Nunmehr wurde zu Versuchen mit Fäkalien übergegangen, und zunächst angestrebt, dünnflüssigen Koth zu desinficiren. Erst wenn hierbei befriedigende Resultate erzielt waren, sollte versucht werden, in festeren Kothmassen enthaltene Cholerabacillen zu tödten.

Um der Wirklichkeit möglichst nahe zu kommen, um nicht nur Laboratoriumsversuche zu liefern, ist stets mit grösseren Mengen von Fäces gearbeitet worden. Weiter sind, weil es vor Allem darauf ankommen musste, sichere Resultate zu erhalten, Bedingungen gewählt worden, wie sie in der Wirklichkeit nicht günstiger vorkommen; dieses suchten wir dadurch zu erreichen, dass wir den Fäkalien sehr viel Cholerabacillen und zwar für die ersten Versuchsreihen in leicht alkalischer Bouillon beimischten.

Wenn auch bei reichlichem Torfzusatz eine stärkere Alkalescenz der Fäkalien nicht aufzutreten scheint, so ist doch mit dem Factor zu rechnen, dass in der Praxis nicht immer ausreichend Torf zugegeben wird, dass z. B. die automatisch arbeitenden Closetdeckel nicht selten leer sind; es entsteht dann ammoniakalische Gährung und die leichteren Grade der Alkalescenz, welche dem Cholerabacillus angenehm sind, sollten gerade bei unseren Versuchen durch den Bouillonzusatz Berücksichtigung finden.

Der erste Versuch ist in folgender Weise ausgeführt worden: 100^{grm} dünnbreiigen Kinderkoths wurden mit 50^{ccm} Urin und 120^{ccm} Cholera-bouillon zu einem sehr dünnen Brei verrieben, dann wurden in eine Glasschale 100^{grm} Torfmull I allein, in eine zweite 100^{grm} Torfmull I mit Zusatz von 10 Procent Superphosphatgyps gegeben und in jede Schale 135^{ccm} der Kothmischung in dünnem Strahl hineingegossen. Die Masse lief zum grössten Theil rasch durch den trockenen Torf hindurch, sammelte sich am Boden der Glasschale an und wurde von dort erst allmählich aufgesogen. — Wir benutzten von jetzt ab nur den Torfmull Nr. I, weil sein Aufsaugungsvermögen ein erheblich besseres war als das von Nr. II.

Woher man auch 24 Stunden später Proben entnahm, überall, soweit die Flüssigkeit gedrungen war, liessen sich Cholerabacillen nachweisen. Selbst nach Verlauf von drei Tagen zeigten die Proben aus dem benetzten Torf noch lebende Mikroorganismen der Cholera; nur an einer Stelle, ganz am Rande der Flüssigkeit, erwiesen sich letztere als abgestorben.

Nach dem völligen Fehlschlagen dieses Experimentes wurde die Menge des Superphosphatgypses gesteigert. Je 75^{grm} Torfmull I wurden mit 10, 20, 30, 40 und 50 Gewichtsprocenten Superphosphatgyps gemischt und in Schalen gefüllt. Dann verrieben wir 650^{cem} eines Gemisches von Koth und Urin mit 400^{cem} Cholerabouillon. 100^{cem} des Filtrats dieser dünnen Brühe erforderten 4.5^{cem} Normaloxalsäure zur Neutralisation (Indicator war Rosolsäure), während 10^{grm} Superphosphatgyps 24 Stunden mit 200^{cem} destillirten Wassers behandelt 25^{cem} Normalnatronlauge beanspruchten.

Wurden die 75^{grm} Torf mit 10 Procent Superphosphat durch die eingeschütteten 200^{cem} Flüssigkeit auch nur zur Hälfte benetzt, dann konnten immerhin 3.75^{grm} Superphosphat ausgelaugt werden, die 9.375^{cem} normale Natronlauge binden, 37.5^{grm} Torfmull I binden weitere 0.75^{cem} Natronlauge, das sind in Summa 10.1^{cem}. Es musste also bei 10 Procent Superphosphatgypszusatz in diesem Falle fast alles Alkali der Kothbouillon gebunden sein, und schon bei 20 Procent Zusatz hätte ein erheblicher Säureüberschuss sich finden sollen. Dennoch trat eine völlige, d. h. sichere Abtödtung nicht ein. Die Schalen mit der Kothtorfmischung hatten bei 15—20° C. gestanden. Spätere Versuche lehrten, dass in den Schalen mit Torf und 20 Gewichtsprocenten Superphosphatgyps bei 15° C. noch kräftige Ammoniakentwicklung stattfindet.

In der nachfolgenden Tabelle bedeutet der Procentsatz die Menge des zugesetzten Superphosphatgypses. A besagt, dass aus der grossen Glasschale, in welcher die Torfkothmischung aufgehoben wurde, ganz oben vom Rande, wohin der flüssige Koth gegossen wurde, eine Probe entnommen worden ist, B bezeichnet die Probe seitlich an der Grenze der Feuchtigkeit, wohin also die Kothflüssigkeit vermöge der Capillarität zuletzt gedrungen ist, C bezeichnet die Probe aus der Tiefe, wo die flüssige Kothmasse in der zunächst etwas schief gestellten Glasglocke längere Zeit gestanden hatte, und von wo sie dann langsam aufgesaugt war.

Bezeichnung der Kothtorfsuperphosphat-Mischung	Es fanden sich Cholerabacillen nach:		
	2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
10 Procent A. oben	+	0	}
	0	0	
	+	0	
20 Procent A. oben	0	0	
	+	0	
	+	0	
30 Procent A. oben	0	0	
	+	0	
	+	0	
40 Procent A. oben	0	0	
	0	0	
	+	0	
50 Procent A. oben	0	+	
	+	+	
	+	+	

Nach zwei Tagen waren somit in der Tiefe der Schale, zwischen den Kothresten, wohin anscheinend die Wirkung des Superphosphatgypses nicht dringen konnte, und wo die desinficirende Kraft des Torfes gegenüber der Menge des Materials zu klein war, überall noch lebende Cholerabacillen vorhanden. Aber auch bei B, wo die Menge der vorgedrungenen Flüssigkeit am geringsten war, fand sich noch häufig Cholera. Am raschesten starb sie in den obersten Partieen des Torfes ab. Auffälligerweise zeigte die mit 50 Procent Superphosphat versetzte Probe noch nach vier Tagen an allen drei Stellen lebende Cholerabacillen; erst nach sechs Tagen war nirgends mehr Cholera zu constatiren.

Obschon mit 50 Procent Superphosphatgyps die Grenze des in der Praxis zulässigen Zusatzes schon weit überschritten sein dürfte, wurde dennoch ein Versuch gemacht mit 100 Procent Superphosphatzusatz. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung dieselbe.

Die Probeentnahme fand nach drei Tagen statt.

20 Proc. Sup.		Cholerabacillen
Probe a) von oben, der Torf war dunkel, stark feucht, Käsegeruch, aber kein Gestank		+ wenig
b) von unten, aus der Mitte der Schale, sonst wie a		0
c) von unten am Rande		+ sehr wenig
100 Proc. Sup. [die Krümelchen des Superphosphatgypses sind überall deutlich sichtbar]		
Probe a) von oben, schwärzlich, Käsegeruch		+ viel

	Cholerabacillen
b) dicht neben a, aber ersichtliche „Kothpartikel“	
enthaltend	+ sehr viel
c) unten am Rande nur leicht feucht	0

Die beiden letzten Experimente lehren, dass bei der angegebenen Versuchsanordnung ein sicheres Resultat nicht zu erreichen ist.

Man muss bedenken, dass man es bei dieser Art der Desinfection nicht mit desinficirenden Lösungen im strengen Wortverstande zu thun hat, wo der einzelne Cholerabacillus in der desinficirenden Flüssigkeit schwimmt. Torf, Superphosphatgyps, Koth und Cholerabacillen sind geformte Elemente, und wenn sie auch umspült werden von einer Flüssigkeit, so neutralisirt diese einerseits die vorhandenen Säuren, andererseits ist sie an manchen Stellen nur in geringster Menge vorhanden und ferner die Flüssigkeit dringt nicht aus dem Torf in den mit Cholera durchsetzten Koth hinein, sondern sie dringt aus dem Koth heraus in den Torf hinein und nimmt in diesem, in den Capillaren rasch weiter dringenden Strom die freie Phosphorsäure mit, nach rückwärts wirkt letztere also nicht; somit werden nur diejenigen Bacillen getödtet, welche mit in den Torf gelangen, aber nicht diejenigen, die in den Kothpartikelchen verbleiben; an diese kann die tödtende Säure höchstens durch Diffusion dringen.

Die Phosphorsäure und noch mehr die Humussäuren des Torfes sind schwache Säuren, welche, wie die Untersuchungen von Kitasato und Anderen für die Phosphorsäure gezeigt haben, eine geringe desinficirende Wirkung ausüben. Daher war es gerechtfertigt, die Versuche mit stärker wirkenden Säuren zu versuchen. Unter diesen versprach von vornherein die Schwefelsäure die besten Resultate. Hr. Dr. Pfeiffer; Professor der Agriculturn-Chemie an der Universität Jena, war so liebenswürdig, uns Torf zu präpariren, welchem auf 100^{grm} 1, bezw. 2, bezw. 3^{grm} SO₃ beigemischt waren.

Noch auf einen Punkt wurde bei diesen und bei allen folgenden Versuchen Rücksicht genommen. Die Lebensfähigkeit der Choleraculturen kann verschieden sein nach ihrer Abstammung, und wenn unsere aus Rositz stammende Cultur in einem Nährmedium versagte, so war eine Cultur anderer Herkunft vielleicht noch im Stande, sich zu halten.

Dieser Möglichkeit Rechnung tragend, kamen von jetzt ab nur Mischungen verschiedener Culturen zur Verwendung, die herstammten von Cholerafällen in Rositz, Weimar, Hamburg, Nietleben, Paris, Spanien, Shanghai; von diesen waren die ersteren seit wenig Monaten auf Gelatine und Agar gezüchtet, während die letzteren schon seit Jahren auf künstlichen Nährböden cultivirt waren.

3^{kg} einer Mischung aus Koth, Urin und Cholerabouillon — wovon das Filtrat von 100^{cem} 3.4^{cem} Normaloxalsäure zur Neutralisation bedurfte — wurden in 15 Glasschalen vertheilt; je drei davon waren beschickt mit 75^{grm} Torfmull I ohne Zusatz (T O), mit 75^{grm} Torfmull und 20 Procent Superphosphatgyps (T + S), mit 75^{grm} Torfmull und 20 Procent Kainit und 20 Procent Superphosphatgyps (T + K + S), mit 75^{grm} Torf, der 1 Procent (T 1 Procent) und mit Torf, der 2 Procent Schwefelsäure (T 2 Procent) enthielt. Die eine Serie der Schalen wurde bei 18 bis 21° C., die andere bei 7 bis 9° C. und die dritte bei 1 bis 2.5° C. gehalten. Nach den in der Tabelle angegebenen Zeiten wurden Proben entnommen a) von der Oberfläche der feuchten Schicht, b) vom Rande, wo der Torf durch die capillar hingezogene Flüssigkeit gerade noch feucht war, c) aus der Tiefe der Glocke, wo die dünnen Fäkalien bis zu ihrer Absorption längere Zeit gestanden hatten. Ein Strich (—) bedeutet: nicht untersucht.

Torfart	Die Schalen standen bei									
	18—21° C.			7—9° C.			1—2.5° C.			
	Cholerabacillen fanden sich nach Tagen									
		1	2	10	1	2	10	1	2	10
T O	a.	0	0	0	+	0	—	+	+	0
	b.	0	0	0	0	+	—	0	0	0
	c.	+	0	0	+	0	—	+	0	0
T + S	a.	0	0	0	0	0	—	+	0	—
	b.	0	0	0	0	0	—	+	0	—
	c.	0	0	0	+	0	—	+	0	—
T + K + S	a.	0	0	—	0	0	—	0	0	+
	b.	0	0	—	0	0	—	0	0	+
	c.	0	0	—	0	0	—	0	0	+
T 1 Proc.	a.	+	0	—	0	0	—	+	0	—
	b.	+	0	—	0	0	—	+	0	—
	c.	0	0	—	0	0	—	+	0	—
T 2 Proc.	a.	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	b.	0	0	0	0	0	—	+	0	0
	c.	0	0	0	0	0	—	0	0	0

Am zehnten Tage wurden aus einigen der Schalen von den verschiedensten Stellen je zehn kleine Proben entnommen und in Röhrchen mit stark alkalischer Peptonbouillon übertragen, aus welchen Plattenculturen gefertigt wurden. Bei der enormen Menge des zu verarbeitenden Materials, welche derartige grosse Versuchsreihen bergen, war es nicht möglich, die letzte Untersuchung auf alle Glocken auszudehnen. — Die Masse der in die Peptonwasser-, Bouillon- oder Gelatineröhrchen übertragenen Proben betrug stets ungefähr 1^{cem}; durch Anwendung von stark alkalischen

Nährmedien und Prüfung der Reaction mittels Lackmus wurde die Wachstumsbehinderung vermieden. Bei den Gelatineröhrchen wurde der Torf kräftig mit sterilisirtem Stab zerdrückt, umgerührt, dann absitzen gelassen, und nach Correction der Reaction nur die obenstehende Gelatine benutzt.

Der Versuch lehrt: 1. dass bei höherer Temperatur das Absterben rascher eintritt, als bei niedriger; die Temperatur von 1 bis 2.5° dürfte im Winter in den Tonnenräumen bzw. Tonnen recht häufig zu finden sein.

2. Dass die negativen Befunde etwas unsicheres an sich haben: in allen Proben, denen Superphosphatgyps zugleich mit Kainit zugesetzt war, kamen Cholera bacillen nicht zur Entwicklung, bis nach 10 Tagen, und zwar gar nicht wenig, in der angesetzten Probe auftraten. An irgend einer geschützten Stelle haben also Cholera bakterien gelegen, welche der Zerstörung entgangen sind. Nebenbei sei erwähnt, dass von allen am zehnten Tage entnommenen Proben nur die mit Kainitzusatz ein positives Resultat gaben.

3. Die Wirkung des Schwefelsäuretorfes war nicht sehr befriedigend; bei niedriger Temperatur war die Wirkung des 1procentigen Torfes sogar auffallend gering. Wahrscheinlich hängt das damit zusammen, dass der mit Schwefelsäure versetzte Torf bei 1 bis 2.5° C. die Flüssigkeit schlecht annahm, erst nach 24 bis 48 Stunden, also nur sehr wenig Schwefelsäure zur Wirkung kam. Auch in dem 2procent. Torf konnten nach 24 Stunden einmal lebende Cholera bacillen nachgewiesen werden.

In einem Rest der Koth-Urin-Bouillon-Mischung, welche im Zimmer, in einem mit Watte verschlossenen Kölbchen stehen geblieben war, fanden sich nach 6 Tagen noch ziemlich viel lebende Cholera bacillen.

Der nächste Versuch wurde mit 3200^{cem} Koth-Urin-Cholera bouillon angestellt. 100^{cem} gebrauchten filtrirt 3.5^{cem} Normaloxalsäure zur Neutralisation. Als der in einem Kölbchen bei 18 bis 21° C. aufgehobene Rest nach drei Tagen wieder untersucht wurde, gebrauchte er dahingegen 7.5^{cem} Normaloxalsäure; nach fünf weiteren Tagen war eine Steigerung der Alkalescenzenz nicht eingetreten.

Wie die Tabelle ausweist, wurden 2 bzw. 3 Procent Schwefelsäure dem Torfmüll zugesetzt, und ausserdem noch jeweils dem Torf Zusätze von Superphosphatgyps gegeben. Die eine Hälfte der Schalen wurde bei 2 bis 3° C., die andere bei 18 bis 21° C. aufgehoben; a) bezeichnet die Probeentnahme von der Oberfläche, b) die aus der Tiefe.

Torfart		Die Schalen standen bei													
		18—21° C.							2—3° C.						
		Cholerabacillen fanden sich nach Tagen:													
		1	2	3	5	7½	14	1	2	3	5	7½	14		
TO		a.	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	0	
		b.	0	+	+	+		0	+	+	+	+	+		
T + 20 % Sup.		a.	0	0	0	+			0	0	0			0	
		b.	0	0	+	+	+	0	0	0	+	+	+		
T + 20 % Sup. + 20 % Ka.		a.	0	0	0		0		0	0	0				
		b.	0	0	+	+	0	verf.	+	+	+	0	+	0	
T 20 %		a.	+	+	0		0		0	0	0		0		
		b.	+	0	0	+	+	0	0	+	+	0			
T 2 % + 20 % Sup.		a.	0	0	0		0		0	0	0		0		
		b.	0	0	0	0			0	0	0	0			
T 3 %		a.	0	0	0		0		0	0	0		0		
		b.	+	+	0	0			0	0	0	0			
T 3 % + 20 % Sup.		a.	0	0	0				0	0	0		0		
		b.	0	0	0	0			0	0	0	0			
Cholerakoth (Controle)		verf.	+	+	0	0			+	+	+	0	0		

¹ Ziemlich viel, ² wenig, ³ viel, ⁴ überhaupt sehr wenig Colon., ⁵ nach 9 Tagen.

Wenn man von den Proben: Torf + 3 Procent Schwefelsäure bei 18 bis 20° C. am ersten und zweiten Tage absieht, so ist, trotzdem eine Mischung nicht stattgefunden hat, die Kothpartikelchen also bei b) theilweise zu Boden gesunken waren, bei 3 Procent SO₃ keine Cholera mehr gewachsen; überhaupt aber ist bei 3 Procent SO₃ das Wachstum so stark vermindert, dass eine Reihe der Culturplatten fast ganz ohne Colonieen gefunden wurde.

Ein ebenso günstiges Resultat ist durch 2 Procent Schwefelsäure unter Zusatz von 20 Procent Superphosphatgyps erzielt worden, dahingegen haben alle anderen Zusätze nicht genügt; am schlechtesten hat sich der Torf ohne jeden Zusatz bewährt; in ihm hielt sich die Cholera länger als in der Controle, dem Gemisch von Koth-Bouillon-Cholera. Bemerkenswerth ist überhaupt, dass in „Koth-Bouillon-Cholera“ die Bacillen schon abgestorben waren, als noch bei den verschiedensten Zusätzen lebende Bacillen sich fanden. Leider haben wir die Reaction des Gemisches nicht bestimmt. Fränkel-Klipstein machen für diese Erscheinung die zu starke alkalische Reaction verantwortlich, eine Auffassung, der wir uns anschliessen können.

Auch darauf sei hingewiesen, dass die Proben in TO und T + 20 Procent Sup. in diesem Versuch mehr lebende Cholerabacillen enthielten als

in dem vorigen, trotz der gleichen Versuchsbedingungen und trotz der gleichen Alkalität.

Bis jetzt ist nur mit dünnen, sorgsam verriebenen Koth-Cholera-massen gearbeitet worden, aus welchen sich höchstens feine Kothpartikelchen absetzten. Die Erfahrungen gerade des vorletzten Winters haben aber gezeigt, dass durchaus nicht selten Cholera-bacillen auch in breiigen Ausleerungen, ja sogar in ganz geformten Stühlen enthalten sind. Ausserdem werden gewöhnlich bei Beginn der Erkrankungen an Cholera und Typhus feste oder mindestens breiige Stühle entleert, welche die Krankheitserreger enthalten.

Auf diesen Punkt musste bei den Versuchen um so mehr Rücksicht genommen werden, als bis dahin mit 3 Procent Schwefelsäure ein gutes Resultat erzielt war. Es kam darauf an, ihre „Fernwirkung“, ihr Eindringen in die Kothmassen zu bestimmen. Zum Vergleich fanden die in der Tabelle angegebenen Zusätze zum Torf, sowie dieser allein Verwendung.

Torfart		Die Schalen standen bei							
		18—21°				2—3°			
		Cholera-bacillen fanden sich nach Tagen:							
		1	2	3	5½	1	2	3	5½
TO	dünn	+	0	0		+	0	0	
	Koth	+	+ ¹	0	0	+	+	+	0
T + 20% Sup.	dünn	0	0	0		0	0	0	
	Koth	+ ¹	+ ¹	0	0	+	+	+	0
T + 20% Sup. + 20% K.	dünn	0	0	0		0	0	0	
	Koth	+	+ ¹	0	0	+ ⁴	+ ⁴	+	0
T 2%	dünn	0	0	0		0	0	0	
	Koth	+ ¹	+ ¹	0	0	+ ⁴	+	+ ⁴	0
T 2% + 20% Sup.	dünn	0	0	0		0	0 ³	0	
	Koth	+ ¹	+	+ ²	0	+	+ ⁴	+ ¹	0
T 3%	dünn	0	0	0		0 ³	0 ³	0 ³	
	Koth	+ ¹	+ ¹	0	0	+ ⁴	0	0	0
T 3% + 20% Sup.	dünn	0	0 ³	0 ³		0 ³	0 ³	0 ³	
	Koth	+	+	0	0	0	+	+ ¹	0
Cholera-koth		+	+	+ ¹	0	+ ¹	+ ⁴	+	0

¹ Wenig, ² eine Colonie, ³ fast steril, ⁴ ziemlich viel.

Anm.: „Dünn“ heisst Proben von Torf, in welchen die dünne Flüssigkeit eingedrungen war.

800^{grm} Koth und Urin wurden mit Cholera-bouillon und Leitungswasser so verdünnt, dass 3 Liter Flüssigkeit entstanden, zu deren Neutralisation auf 100^{ccm} Filtrat nur 1.5^{ccm} Normaloxalsäure erforderlich

waren, und welche auf den Cubikcentimeter 10 Millionen Cholera bacillen enthielten. Je 200^{cem} davon wurden zu 75^{grm} Torf in die Schalen gegeben. Ausserdem aber wurde in den Torf je ein Esslöffel voll dickbreiigen Koths geschüttet, welchem durch Verreiben mit abgekratzten Cholera agar culturen eine grosse Menge Cholera bacillen beigemischt war, und mit Torf bedeckt. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung dieselbe wie früher. Zu den warm gehaltenen Schalen wurde ebenso wie zu den kalt gehaltenen je ein Kölbchen mit dünner Kothbouillonmasse zur Bestimmung der Reaction, und je eine kleine Schale mit einem Esslöffel dicken Koths gesetzt zur Bestimmung der Zahl der Cholera bacillen im Koth ohne jeden Zusatz. Nach vier Tagen gebrauchte das warm gestandene Kölbchen mit der dünnen Masse auf 100^{cem} Filtrat 4.3^{cem} Normaloxalsäure, das kalt gestandene 2.3; nach zwei weiteren Tagen waren 4.6 bezw. 2.6^{cem} derselben Säure erforderlich.

Die Reihe zeigt zunächst, dass schon nach 24 Stunden in dem dünnen Koth in allen Proben, welche nicht bloss Torf enthielten, die Cholera bacillen abgestorben waren. Dahingegen blieben sie in allen Proben aus dem breiigen Koth, wie immer auch die Zusätze zum Torf waren, mindestens zwei Tage, meistens drei Tage lebendig. Die Desinficientien erwiesen sich also gegenüber dem breiigen Koth machtlos. — Nach 5½ Tagen waren die Bacillen zwar überall verschwunden, aber dieses Absterben beruht keineswegs auf der Wirkung der zugesetzten chemischen Agentien, da die Bacillen in der Controle in ganz der gleichen Weise abgestorben waren.

Die höhere Temperatur hatte hier wiederum auf die Cholera bacillen ungünstig, d. h. tödtend eingewirkt.

Bis jetzt war der Versuch noch nicht gemacht, dem Torf grössere Mengen Flüssigkeit zuzugeben, um sein Aufnahmevermögen ad maximum auszunützen und um ihn andererseits gewissermaassen auszulaugen. Möglicher Weise konnte dadurch die Abtödtung der Cholera in kurzer Zeit erreicht werden.

Zu frischem Koth wurde der Cholera rasen mehrerer Agar culturen hinzugefügt und dann aus Urin und Bouillon mit etwas dünnem Koth und viel Cholera eine Flüssigkeit von ganz leicht alkalischer Reaction hergestellt. Von dem Koth wurden 60^{grm}, von der Urinflüssigkeit 200^{grm} zu 75^{grm} Torf, und zu 75^{grm} Torf mit 20 Procent Superphosphat gesetzt. In vier andere Schalen kamen 50^{grm} Torf, bezw. 50^{grm} Torf mit 20 Procent Superphosphatgyps, sowie 500^{grm} der Cholera-Urinflüssigkeit, so dass der Torf ganz mit Feuchtigkeit durchtränkt war. Nach 48 Stunden wurde dann in den feuchten Torf der letzteren Schalen hinein ein Esslöffel voll dicken Koths mit Cholera bacillen versenkt und in jede Schale

noch 100^{cem} einer Cholera-Uri nbouillon gegeben, von welcher 100^{cem} 3.6^{cem} Normaloxalsäure erforderten. Die dünnen Flüssigkeiten enthielten im Cubikcentimeter 3000000 Cholerabacillen.

Torfart	Die Schalen standen bei									
	18° C.					3° C.				
	Cholerabacillen fanden sich nach Tagen									
	1	2	3	5	7	1	2	3	5	7
Torf 0 dünner Koth	+	0	0	0	0	+	+	0	0	0
dicker „	+	+	0	0	0	+	+	+	0	0
T.+20% S.dünnere „	+ ¹	0	—	0	0	0	+	—	0	0
dicker „	+	+	0	0	0	+	+	+	0	0
Nasse Schalen										
T. 0 dünner Koth	0	Zusatz von Flüssigkeit*:	0	—	0	+ ³	Zusatz von Flüssigkeit*:	0	+ ⁵	0
dicker „	+	0	0	0	0	0	+	+	+ ⁵	0
		Zusatz von neuem Koth:	0	0	0		Zusatz von neuem Koth:	+	+ ⁵	+ ⁶
T.+20% S.dünnere „	0	Zusatz von 200 ^{grm} Flüssigkeit:	0	0	0	+ ⁴	Zusatz von 200 ^{ccm} Flüssigkeit:	+	0	0
dicker „	0	+	+ ⁵	+ ⁶	verfl.	+	+	+	+	+ ⁶
		Zusatz von neuem Koth:	0	0	+ ⁵		Zusatz von neuem Koth:	+	+	+ ⁶
Koth allein (Controle)	0	0	0	0	0	+	+ ⁴	+ ⁵	0	+ ⁵

¹ Vielleicht 10 Colonieen, ² nicht viele, ³ 1 Colonie, ⁴ 6 Colonieen, ⁵ sehr wenig Cholera, ⁶ nicht wenig.

Zu diesem Versuch ist zu bemerken, dass sich zunächst ein wesentlicher Unterschied bemerkbar machte in der Weise, dass wiederum die Glocken, welche warm gestanden hatten, bald keine Cholerabacillen mehr enthielten; nur in zwei Proben lebten die Bacillen bis zum 5. bzw. 7. Tage; in der Controle aber waren die Kommabacillen schon innerhalb 24 Stunden abgestorben. Dahingegen enthielten die kalt gestandenen Glocken einschliesslich der Controle vom 3. bis 7. Tage Cholerabacillen, wenn auch in geringerer Zahl.

* Die Reaction in den nur Torf und Kothmischungen enthaltenden Schalen war leicht alkalisch. Dahingegen reagierte die Flüssigkeit in den mit Torf und Superphosphat versetzten Schalen am dritten Tage deutlich sauer.

Die grosse Feuchtigkeit in der einen Gruppe der Schalen hat einen wesentlichen Nutzen auf die Abtödtung weder der in der dünnen Flüssigkeit, noch der in dem Koth enthaltenen Bacillen gehabt, höchstens hat sie das Abtöden etwas verzögert. Jedenfalls dringt in Koth, welcher in grösseren Mengen von Flüssigkeiten liegt, das bactericide Agens nicht merklich ein.

Die geringe Verzögerung des Absterbens in den festeren Kothmassen der feuchten Schalen beruht möglicherweise auf der geringeren Erwärmung. Die Zersetzungswärme des Koths wird in dem gut leitenden nassen Torf intensiver abgeleitet als in dem relativ trockenen Torf.

Das oft rasche Absterben der Cholerabacillen im Koth der Controle, wie das in dem letzten Versuch bei dem warm gehaltenen Koth wieder so deutlich hervortrat, rechtfertigte den Versuch, ob nicht durch einfaches Ablagernlassen der Fäkalien im Torf ein sicheres Absterben der Cholerabacillen erreichbar sei.

Ueber die Ausdauer der Cholerabacillen im Koth giebt es schon eine grosse Zahl von Versuchen, von welchen die meisten eine kurze, andere jedoch eine recht lange Lebensfähigkeit der Cholerabacillen ergeben haben.

Frischer Kinderkoth (hauptsächlich Milchkoth), frischer Koth eines Erwachsenen, und frischer Mischkoth mehrerer Erwachsenen wurden mit den von Agarnährböden abgekratzten Rasen von Cholerabacillen verrieben. Dann wurde Urin mit eben solchen Rasen und einer ganz geringen Menge Koth geschüttelt.

Da sich der Koth als ausreichend alkalisch erwiesen hatte und die Alkalescenz auch im Torf noch zunahm, so liessen wir von jetzt an, d. h. bei diesem und allen folgenden Versuchen die Bouillon vollständig fort. Je 100^{grm} der drei verschiedenen Kotharten wurden das eine Mal direct in zwei Glasschalen, das andere Mal in 50^{grm} Torf gegeben und mit 150^{ccm} des Urins überschüttet; die eine Reihe Schalen wurde bei 18 bis 21°, die anderen bei 5 bis 6°C. aufgehoben.

Das Filtrat von 100^{grm} Kinderkoth bedurfte 6^{ccm}, das von Mischkoth 4^{ccm} Normaloxalsäure. Dahingegen reagierte der Koth des Erwachsenen (starker Fleischesser) sauer; er gebrauchte 4^{ccm} Normalalkali zur Neutralisation (siehe umstehende Tabelle).

In den Schalen ohne Torf bildete der Koth mit dem Urin bald die bekannte übelriechende, dünnschmierige Masse; in den Schalen mit Torf aber hatte der Torf den Urin rasch absorbirt und überdies hatten auch die 100^{ccm} Koth fast das ganze Wasser abgegeben und stellten nach 4 Wochen einen festen, zähen, gelben oder braunen, geruchlosen Streifen von etwa 5^{mm} Dicke dar.

Die Beobachtung ergab:

Koth warm gestanden	Ursprüngl. Anzahl der Cholera- bacillen in 1 ^{me} Koth	Nach 24 Stunden	Nach 8 Tagen	Nach 16 Tag.	Reaction nach 16 Tagen in Cem Normal- oxalsäure	Nach 4 Woch.	
Kinderkoth	2500	ungefähr ebensoviel als am Tage vorher	+	0	8.0	0	Immer und überall viel Proteus.
Fleischkoth	3300	auf der Originalplatte 50 Colonieen. I. und II. Ver- dünnung 0 Cholera	0	+	10.0	0	
Mischkoth	1600	auf der Originalplatte 15 Colonieen. I. und II. Ver- dünnung 0 Cholera	0	0	—	0	
Kinderkoth + Torf.		etwa ebensoviel als am Tage vorher	+	0	7.5	0	
Fleischkoth + Torf.		Originalplatte verflüssigt, 1 Verdünnung, 8 Colonieen	+	0	7.5	verfl.	
Mischkoth + Torf .		überhaupt wenig Colonieen, darunter viel Cholera	0	0	—	„	

A. GÄRTNER:

Kalt gestanden:							
Kinderkoth	wie oben	ungefähr ebensoviel als Tags vorher. Die Keimzahl auf diesen Platten ist über- haupt erheblich höher als die auf den warm gestan- denen.	+	0	Proteus nirgends	0	Der Cholera bacillen enthaltende Kinder- koth + Torf wurde am 28. Tage in zwei Theile getheilt, die Hälfte kalt gehalten (6° C.), die andere Hälfte in den Brüt- apparat bei 37° C. gebracht. Nach 8 Tagen konnten nicht in dem kalt, aber wohl in dem warm gehaltenen Koth Cholera bacillen nachgewiesen werden. — Wieder 8 Tage später fanden sich in beiden Proben noch lebendige Cholera bacillen.
Fleischkoth			+	0		0	
Mischkoth			+	0		0	
Kinderkoth + Torf .			+	1		+	
Fleischkoth + Torf.			0	0		0	
Mischkoth + Torf .			0	0		0	

¹ Auf II. Verdünnungsplatte noch 25 Colonieen. ² Auf I. Verdünnung noch ungefähr 50 Colonieen. ³ Auf I. Verdünnung noch 10 Colonieen.

Bei den warm gehaltenen Kothproben des Kinderkoths hatte nach 24stündigem Stehen ein Absterben der Kommabacillen nicht stattgefunden, was bei den anderen beiden Kotharten in bedeutendem Maasse der Fall gewesen war. Aber die wenigen überlebenden Keime dieser Kotharten waren entweder so widerstandsfähig, oder lagen so geschützt, dass sie einmal nach 8, einmal nach 16 Tagen noch auffindbar waren.

Die kalt gestandenen Glocken hatten innerhalb 24 Stunden eine erhebliche Keimabminderung überhaupt nicht erfahren; es macht sich also wiederum die niedrige Temperatur als conservirend in deutlicher Weise bemerkbar.

Der *Bacillus proteus* hatte sich nur in den warm gestandenen Kothmassen, aber dort sehr reichlich entwickelt. Man hat behauptet, der *Proteus* behindere erheblich das Wachsthum der Choleraerregern; dagegen zeigten unsere Beobachtungen eine starke Abnahme der Cholera schon bevor der *Proteus* überhaupt zum Vorschein kam, und ferner entwickelten sich die Choleraerregern auf den Gelatineplatten ohne jede Störung zwischen den Zügen des *Proteus*.

Nach acht Tagen war noch in sämtlichen vier Proben des Kinderkoths Cholera vorhanden, im Fleischkoth nur zweimal, im Mischkoth sogar nur einmal. Das spricht wiederum dafür, dass der Kinderkoth in diesem Falle den Choleraerregern günstigere Bedingungen geboten hat als die beiden anderen Kotharten. Auffällig ist, dass die Choleraerregern sich in dem im Torf eingebetteten Kinderkoth sechs Wochen hielten und dass sie in dem Koth, welcher die Consistenz zähen fetten Lehms angenommen hatte, sogar 14 Tage lang bei Brutwärme lebendig blieben.

Bemerkenswerth ist ferner die erhebliche Zunahme der Alkaleszenz in dem warmgehaltenen Koth gegenüber dem kühl gehaltenen; auch darf der Einfluss nicht übersehen werden, welchen der Torf in dieser Beziehung ausübte; die Zersetzung der Fäkalien geht in ihm anscheinend weniger intensiv vor sich.

Nach diesem Versuch scheint es, als ob der Alkaleszenzgrad nicht allein das Absterben beeinflusst, denn trotzdem der Fleischkoth des Erwachsenen später viel stärker alkalisch war als der Kinderkoth (10:8), waren im ersteren nach 16 Tagen noch lebende Choleraerregern enthalten, im letzteren nicht mehr. — Man kann hiergegen allerdings einwenden, der Kinderkoth habe möglicher Weise eine höhere Alkaleszenz besessen, welche sich wieder verloren habe, indessen findet sich bei Kinderkoth + Torf und Fleischkoth + Torf dieselbe Alkaleszenz und doch blieben in ersterem die Bak-

terien 6 Wochen lebendig, während sie in letzterem bereits nach 8 Tagen abgestorben waren.

Koth ist ein relativer Begriff; das eine Mal ist er der Conservirung der Kommabacillen günstig, das andere Mal ungünstig; es ist sogar wahrscheinlich, dass sich bei demselben Kranken in dem heute entleerten Stuhl die Bakterien vielleicht lange halten, in dem morgen entleerten vielleicht rasch zu Grunde gehen. Schon der Unterschied in den genossenen Speisen, in der Absonderung der Verdauungssecrete, die An- oder Abwesenheit bestimmter Bakterien mit starker chemischer Wirkung u. s. w. vermögen derartige Differenzen hervorzurufen.

Auf die verschiedene Lebensenergie der Cholerabacillen einzugehen, welche auch die Unterschiede in der Langlebigkeit bewirken kann, hat für unsere Zwecke keinen Werth, denn auf die Lebensenergie haben wir keinen Einfluss und bei der Desinfection ist immer von vornherein mit den kräftigsten, widerstandsfähigsten Mikroorganismen zu rechnen.

Das uns zur Verfügung stehende Material, in welchem sich die Bacillen sechs Wochen lebend erhalten hatten, war nach dieser Zeit verbraucht. Wahrscheinlich hätten sich die Bacillen erheblich länger gehalten; hat doch Dunbar, wie Gaffky inzwischen angegeben hat, im Koth einmal nach drei Monaten, einmal sogar noch nach vier Monaten Cholerabacillen aufgefunden. Es ist auch nicht einzusehen, warum dieselben, nachdem sie einmal die für sie gefährlichste Periode des Absterbens während der ersten Tage überstanden hatten, nun nicht noch länger, z. B. über ein Jahr hinaus unter sonst günstigen Umständen lebendig bleiben sollten.

Ein Desinfectionsverfahren muss so eingerichtet sein, dass das Desinfectionsmittel an jeden einzelnen Krankheitskeim mit Sicherheit gelangen kann.

Bei allen den bislang versuchten Verfahren ist dieses Erforderniss nicht erfüllt worden. Weder dringt das Desinficiens, wie wir gesehen haben, in die festeren Fäces hinein, noch zerfließt der Koth im Torf und bringt so die in ihm enthaltenen Keime in die desinficirende Flüssigkeit hinein, noch auch trocknet der Kot im Torf so aus, dass die Bacillen durch Wassermangel, gegen welchen sie sehr empfindlich sind, zu Grunde gehen.

Hiernach bleibt, um eine sichere Abtödtung aller im Koth enthaltenen Krankheitserreger zu ermöglichen, nichts anderes übrig, als den Koth mit dem Torf allein oder mit Zusätzen ganz innig zu mischen, so dass der Koth in gleicher Weise wie der Torf in feinste Theilchen zerrissen wird.

Löffler und Abel haben absichtlich das Mischen unterlassen, weil ein solches Durchmischen in der Praxis wohl nur in den allerseltensten Fällen durchgeführt werden dürfte. Diese Auffassung ist sicher richtig, wenn man dem Einzelnen die Mischung überlassen wollte. Die Mischung müsste entweder automatisch gleich nach der Defäcation geschehen oder, was besser ist, sie müsste an der Centralstelle vorgenommen werden.

Die Methoden, den Koth zu mischen, können verschiedenster Art sein; es mag sich z. B. ein Desintegrator, oder ein ihm ähnliches Instrument empfehlen; nützlich ist es vielleicht, die Mischung mit einer Schnecke vorzunehmen, die zu gleicher Zeit die Fäkalien und den Torf mischt und aus dem Kothreservoir herauf schraubt, doch liegen uns diese Fragen hier fern.

Für unsere Versuche haben wir zunächst in den Glasschalen mit Holzspateln die Fäkalien und den Torfmull mit oder ohne Zusätze untereinander gemengt und das grobe Gemisch in eine Fleischhackmaschine hineingegeben, wie sie in den Haushaltungen zum Zerkleinern des Fleisches üblich ist. Diese bewirkt eine sehr innige Mischung des Kothes und des Torfes und schiebt das Product in Gestalt eines „Presstorfes“ von 2 zu 6 cm Seite heraus.

Aus der Mitte dieser Stücke wurden von den verschiedensten Stellen in bestimmten Zeiten Proben — wieder jedesmal ungefähr 1 cm — herausgenommen und sowohl direct in Gelatine übertragen, um zu Plattenculturen verwendet zu werden, als auch in Peptonbouillon bzw. Peptonwasser gegeben, von wo aus dann ebenfalls Plattenculturen gemacht wurden.

Für die erste Versuchsreihe wurde Torf ohne Zusätze verwendet. Der Koth wurde wie immer mit den von Agarculturen abgekratzten Cholerarasen ohne Zusatz von Bouillon angerieben; trotz dieser Vorsicht war die Alkalescenz in einigen Fällen beträchtlich. Dieselbe erklärt sich durch die Sommerwärme, welche dem in einem Nachtgeschirr aufgehobenen Kinderkoth eine lebhafte Bakterienentwicklung in kurzer Zeit gestattete. Der Urin wurde ebenfalls ohne Bouillonzusatz in den Torf hineingeschüttet, wenn der Koth gerade hineingegeben war. Es verhielt sich Torf:Koth:Urin wie 1:2:4.

Da nicht anzunehmen ist, dass in der Praxis der Koth immer sofort nach der Entleerung mit Torf gemischt wird, so wurde er 0—9 Tage zwischen Torf gelagert aufgehoben und dann erst gemengt. In dieser Zeit starb eine grosse Anzahl der Cholerabacillen ab, die Columnen 4 und 6 der Tabelle geben darüber Auskunft.

In der folgenden Tabelle sind vier Versuche zusammengestellt, welche die Einwirkung des innigen Mischens von Cholerakoth und Torf ohne Zusatz

zeigen sollen. Es sei erwähnt, dass von jetzt ab stets alle Schalen während der Zeit der Einwirkung des Desinfectionsmittels im Eisschrank, d. h. bei ungefähr 4° C. aufgehoben wurden, weil sich uns diese Temperatur als am besten conservirend gezeigt hatte.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Versuchsreihe	Gramme Koth in jeder Glocke	Das Filtrat von 100 ^{gramm} Koth gebrauchte ccm Normaloxalsäure	Zahl der Cholera-bakterien sofort nach der Mischung der Cultur mit d. Koth in einer Platinöse	Der Koth hat vorher zwischen Torf bei 3° C. gelegen Tage:	Zahl der Cholera-bacillen in dem Koth gerade vor d. Mischen mit dem Torf	Resultat nach 1 Tag	Resultat nach 2 Tagen	Resultat nach Tagen
I. Vers.	60	8·0	215 000	2	34 000	+		4 T.: 0
II. „ a	50	10·0	200 000	1	60 000	+	0	7 T.: 0
b	50	—	200 000	5	0!	—	0	3 T.: 0
III. „ a	60	3·6	40 000	0	40 000	+	+	6 T.: 0
						viel		9 T.: 0
b	50	—	40 000	4	0!	0	0	4 T.: 0
IV. „	160	9·5	926 000	9	0!	+	—	5 T.: 0
						aber wenig		8 T.: 0

Versuch II u. III sind Doppelversuche; die eine Hälfte des angerührten Koths und Urins blieb 4 bzw. 5 Tage stehen, ehe die Mischung vorgenommen wurde.

Als Resultat aus den sechs Versuchen ergibt sich, dass in drei Fällen schon bei Beginn des Versuchs keine Cholera-bakterien mehr gefunden werden konnten, sie waren während des Lagerns im gehäuften Koth zu Grunde gegangen. Die letzte Beobachtung (Versuch IV) zeigt indessen, dass aus einer dieser Proben 24 Stunden nach der innigen Mischung mit Torf Cholera-keime wuchsen. Es müssen also an irgend einer Stelle des gehäuften Koths doch noch Kommabacillen vorhanden gewesen sein, und die innige Berührung mit Torf genügte in diesem Falle nicht, um innerhalb 24 Stunden die wenigen Cholera-mikroben abzutöten.

Bei den restirenden drei Versuchen, in welchen gleichfalls relativ wenig Bacillen im Koth waren, blieben jedes Mal die Keime mindestens 24, in einem Falle aber 48 Stunden am Leben, später, am sechsten Tage konnten sie nicht mehr gefunden werden; hierbei ist zu bedenken, dass die im blossen Koth vergrabenen Bacillen, wie aus der zweiten Hälfte des Versuches III folgt, auch schon in vier Tagen abgestorben waren; die Höhe der Alkaleszenz scheint von durchschlagendem Einfluss nicht gewesen zu sein.

Rechnet man hierzu die geringen Resultate der zahlreichen Versuche des ersten Theiles der Arbeit mit Torf allein (ohne Zusätze) selbst an den Stellen, wohin durch die Capillarwirkung grössere Kothpartikelchen nicht gebracht werden konnten, so ergibt sich: dass bei Mischung des Kothes mit Torf allein zwar in manchen Fällen die Abtödtung der Cholerabacillen gelingt, dass aber in anderen Fällen die Cholerabacillen lebendig bleiben.

Die Lebensdauer der Cholerabacillen im Torf hängt ausser von der Lebensenergie von unberechenbaren Zufälligkeiten ab. Es sprechen hier mit, die Art des Torfes, die Art des Kothes — von ersterem wird die folgende Versuchsserie ein lehrreiches Beispiel geben, bezüglich des letzteren zeigt der Dauerversuch mit Koth vom Kind, Erwachsenen und mit Mischkoth, wie gross die Differenzen sein können, — die Lagerung der Bacillen, die Alkalescenzen des Kothes, des Urins, zufällige Beimischungen von Asche, Erde, Laugen u. s. w., die sich nie ganz von den Tonnen bzw. Gruben fernhalten lassen, und manches Andere.

Darf man auch dem Torf als solchem eine gewisse keimtödtende Kraft beimessen, die vielleicht im Stande ist den blank daliegenden Cholerakeim zu tödten, so ist diese doch so schwach, dass bereits geringe, den Cholerabacillen günstige Bedingungen genügen, sie aufzuheben.

Aus Allem folgt der Schlusssatz:

Die innige Mischung von Torfmull ohne Zusätze mit den Fäkalien genügt zu einer raschen, **sicheren** Abtödtung der Cholerabacillen nicht.

Kann mit Torf allein eine sichere Desinfection nicht erzielt werden, so erübrigt es nach Zusatz von Superphosphatgyps zum Torf, das Mischverfahren mit Cholerakoth anzuwenden.

Ueber die Versuchsanordnung ist nach den vielfachen Erörterungen auf den vorhergehenden Seiten nichts mehr zu sagen.

Auch dürfte es genügen, nachdem im ersten Theil jedes einzelne Experiment besprochen ist, eine grössere Reihe von Versuchen hier, wie schon bei der Torfmischung allein, in eine Tabelle zusammenzufassen.

Versuche I und II sind wiederum Doppelversuche, indem die eine Hälfte der angerührten Fäkalien erst am folgenden Tage mit Torf und Superphosphatgyps gemischt wurde.

Die Tabelle zeigt, dass stets mit relativ grossen Kothmengen, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ der Kothmasse eines Erwachsenen, in jedem Theil eines Einzelversuches gearbeitet ist; das Verhältniss des Kothes war dasselbe wie früher: 1 Gewichtstheil Torf zu 2 Theilen Koth und 4 Theilen Urin. Das Gewicht des Kothes, welcher durchschnittlich entleert wird, kann man nach den

Versuchsnummer und Art des Torfmulls	Gramme des in jede Glocke gebrachten Kothes	Das Filtrat von 100 ^{grm} Koth gleich nach Zugabe der Cholera- bacillen gebrauchte cem Normal- oxalsäure	Bakterienzahl gleich nach der Zugabe der Cholera- rasen zum Koth in einer Oese	Der Koth hatte vor de Mischung gestanden bei 4° C. Tage:
I. Controle, d. h. Koth ohne Torf oder sonstigen Zusatz . . .	70	3·6	510 000	—
a. T. O.	70	3·6	510 000	0
T. + 10 Procent Sup. . .	70	3·6	510 000	0
b. T. O.	70	?	—	1
T. + 10 Procent Sup. . .	70	?	—	1
II. Controle, d. h. Koth ohne Torf oder sonstigen Zusatz . . .	55	7·6 ¹	1 340 000	—
a. T. O.	55	7·6	1 340 000	0
T. + 10 Procent Sup. . .	55	7·6	1 340 000	0
b. T. O.	55	?	—	1
T. + 10 Procent Sup. . .	55	?	—	1
III. Controle, d. h. Koth ohne Torf oder sonstigen Zusatz . . .	50	1·0	277 000	—
T. O.	50	?	—	1
T. + 10 Procent Sup. . .	50	?	—	1
IV. Controle, d. h. Koth ohne Torf oder sonstigen Zusatz . . .	80	5·0	650 000	—
T. O.	80	?	—	1
T. + 20 Procent Sup. . .	80	?	—	1
T. + 20 Procent Kainit .	80	?	—	1
V. Controle, d. h. Koth ohne Torf oder sonstigen Zusatz . . .	60	6·0	—	1 ²
T. O.	60	6·0	—	1
T. + 20 Procent Sup. . .	60	6·0	—	1
T. + 20 Procent Kainit .	60	6·0	—	1

¹ Sowohl bei Rosolsäure als Lackmus-Zusatz.² In Versuch V wurde der gemischte Torf mit Cholera u. s. w. des vorigen beschüttet wurde. Das Filtrat von 100 ^{grm} T. O. von Versuch IV bedurfte beim Beginn T. + 20 Procent Kainit 5·4 ^{cem} Normaloxalsäure zur Neutralisation, nachdem die Torfschalen, Sämtliche Schalen, auch die mit Superphosphatgyps, rochen, wenn auch nicht stark, so

Bakterienzahl in einer Oese Koth gerade vor der Mischung mit dem Torf	Resultat nach 1 Tag	Resultat nach 2 Tagen	Resultat nach 3 Tagen	Resultat nach 5 Tagen	Resultat nach 6 Tagen
—	38 000—86 000				
510 000	0	0			
510 000	0	0			
38 000—86 000	0	0			
—	+	0			
—	0	0			
1 340 000	+	0	0	0	
1 340 000	+	+	0	0	
0!	0	0	0	0	
0!	+	0	0	0	
—	25 000	77 000	5000	100	0
75 000	0	0	0	0	
75 000	0	verflüssigt	0	0	
—	10 000	vorhanden	vorhanden	vorhanden 500 Colonieen	
10 000	0	0	0	0	
10 000	0	0	0	0	
10 000	0	0	0	0	
5600	200—300	0	0		
5600	0	0	0		
5600	0	0	0		
5600	+	0	0		

Versuches benutzt, so dass der ursprünglich verwendete Torf zweimal mit Urin u. s. w. des neuen Versuches Nr. V 5·2^{ccm}, von 100^{grm} T. + 20 Procent Sup. 4·2^{ccm}, von 100^{grm} die bis dahin bei + 7° C. gestanden hatten, eine Nacht bei 22° C. aufgehoben waren. doch deutlich nach Ammoniak.

Angaben verschiedener Autoren mit etwa 150^{grm} annehmen, der dabei entleerte Urin soll das Doppelte, also 300^{grm} ausmachen. Pfuhl fand, dass in eine Casernengrube, von welcher das Pissoir abgetrennt war, durchschnittlich 400^{grm} täglich von jedem Soldaten entleert wurden. Nach Flügge, Grundriss der Hygiene, beträgt die Menge Torfmüll, welche zugesetzt wird, 50^{grm}. Dieselbe Angabe ist uns von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Sonderausschuss für Abfallstoffe, gemacht worden; weiter theilt uns die Closettfabrik von Fischer-Bremen mit, dass ihre automatischen Apparate 30^{grm} Torfmüll auswerfen. Es stellt sich hier nach in der Praxis das Verhältniss von Torf zu Koth zu Urin, wie 1:3:6, bezüglich wie 1:5:10, bei unseren Versuchen aber wie 1:2:4, also um mindestens $\frac{1}{3}$ günstiger, ein Factor, welcher bei der Abschätzung unserer Versuchsergebnisse mit in Rücksicht zu ziehen ist.

Die Resultate zeichnen sich durch eine gewisse Ungleichmässigkeit aus. Zunächst ist zu constatiren, dass bereits in dem Koth allein, welcher als „Controle“ in einer kleinen Glasschale im Eisschrank bei + 4° C. neben den übrigen Glasschalen stand, oft ein rapides Absterben, z. B. in 24 Stunden von über 1 $\frac{1}{4}$ Million bis fast auf 0 statt hatte bei starker Alkaleszenz der Fäkalien (Versuch II).

In einem anderen Falle (Versuch IV) sank im Koth die Zahl von 650 000 in 24 Stunden auf 10 000, in einem dritten bei geringer Alkaleszenz von 277 000 in derselben Zeit auf 75 000.

Die Einwirkung des Superphosphats, zu 10 Procent dem Torf beigemischt, ist eine sehr geringe, sie macht sich in fünf Versuchen in der Weise geltend, dass dreimal nach 24 Stunden und einmal nach 48 Stunden Cholera bacillen lebendig geblieben sind, während sie in den zu den gleichen Versuchen nur mit Torf angestellten Controlversuchen bloss einmal und zwar 24 Stunden am Leben blieben. Hierzu kommt noch, dass im Versuch II, zweite Hälfte, der Koth vor der Mischung so wenig Cholera bacillen enthielt, dass sie nicht nachgewiesen werden konnten; als aber dieser Koth mit Torf und 10 Procent Superphosphat zermahlen war und 24 Stunden gestanden hatte, gelang der Nachweis.

Sieht man sich die Tabelle an, so scheint es, als ob, wie schon früher erwähnt, der Superphosphatgyps in kleinen Dosen eine conservirende Wirkung ausübt, die zum Theil in der Bindung des entstehenden, die Cholera bacillen schädigenden Alkalis beruht. Indessen sind gerade in dem Versuch mit dem höchsten Alkaligehalt die Cholera bacillen auch in der Torfprobe lebend geblieben; man darf aber nicht vergessen, dass die

Cholerabacillen eine sehr hohe Alkaleszenz vertragen, wenn diese durch Ammoniak und Ammoniaksalze erzeugt wird.

Man könnte sagen, der Koth werde in der Grube oder Tonne gleich mit Torf zusammengebracht und eine Alkaleszenz von 7.6, wie bei unserem Versuch II, sei selten, oder komme in der Praxis nicht vor. Diese Annahme trifft nicht zu; ob das Vorkommniss selten oder häufig ist, hat bei dem Suchen nach einem Desinfectionsmodus keinen Einfluss; auch den seltenen Fällen muss die Desinfection gewachsen sein. Ferner wird in der Tonne oder Grube die Zersetzung und damit die Steigerung der Alkalität gleichfalls vor sich gehen, denn der Torf kann einen Einfluss bis in die Tiefe der Kothballen oder Kothmassen nicht geltend machen und die Untersuchungen des verflossenen Herbstes und Winters haben gezeigt, dass auch im geformten Koth Cholerabacillen enthalten sein können.

Günstigere Resultate sind mit Zusatz von 20 Procent Superphosphatgyps erreicht. In dem Doppelversuch (IV und V), wo sich die Cholera in dem Koth selbst das eine Mal mindestens fünf Tage, das andere Mal einen Tag gehalten hatte, sind beide Male in den mit Superphosphatgyps angesetzten Proben schon nach 24 Stunden keine Cholerabacillen mehr nachzuweisen gewesen; aber dasselbe ist in diesem Versuch auch eingetreten nach dem Mischen mit Torf allein; ja sogar nach Zusatz von Kainit ist nur in einem Falle die Cholera lebend geblieben. Sehr beweisend sind also diese beiden Experimente nicht, und es könnte fast scheinen, als ob sie noch mehr an Werth verlieren, wenn man die früheren Versuche des ersten Theiles ansieht: die dünne Cholerabrühe drang in den mit Superphosphatgyps getränkten Torf ein, und trotzdem blieben nicht selten die Cholerabacillen auch bei erheblich höheren Superphosphatprocenten, bis zu 100 Procent, am Leben.

Allerdings ist bei diesen früheren Versuchen, wie bereits erwähnt, zu berücksichtigen, dass der Superphosphatgyps in dem Torf ungleichmässig vertheilt ist und es so kommen kann, wenn keine mechanische Mischung statt hat, dass ein Cholerabacillus an einer Stelle liegt, welche von Superphosphatgyps frei ist. Bei innigem Mischen muss diese Fehlerquelle fortfallen.

Ein vergleichender Versuch konnte darüber Aufschluss geben.

In je 25^{grm} Torf mit den in der Tabelle angegebenen Zusätzen wurden 100^{ccm} einer Mischung von Cholerarasen, Urin und etwas Koth gegeben; 1 Oese Mischung enthielt 28 000 Cholerabacillen, 100^{ccm} Filtrat gebrauchten zur Neutralisation 9.2^{ccm} Normaloxalsäure. Ausserdem wurden in den Torf 50^{ccm} Koth gelegt, der in 1 Oese 396 000 Cholerabacillen enthielt und der 2.8^{ccm} Normaloxalsäure auf 100^{ccm} zu seiner Neutralisation

bedurfte. Von je zwei so beschickten Schalen blieb die eine, so wie sie war, im Eisschrank stehen; der Inhalt der anderen Schale erhielt ein grosses Stück mit dem erwähnten Koth beschmierten Zeitungspapieres, wurde durch die Fleischhackmaschine gemischt und ebenfalls bei 4° C. aufgehoben. In den angegebenen Zeiten wurden von den Kothhaufen und von dem durch die Urinflüssigkeit angefeuchteten Torf der einen Reihe von Schalen geringe Mengen sowohl direct zu Plattenculturen verarbeitet, als auch zunächst in Peptonwasserröhrchen gegeben.

Aus den Glocken, welche die Mischung enthielten, wurden von verschiedenen Stellen Torfbröckchen und Fetzen des Papieres entnommen und in gleicher Weise verarbeitet.

Cholera bacillen fanden sich nach Tagen:

Art der Probe		1	2	4
Controle (dicker Koth)		+ zahlreich	+ wenig zahlr.	0
T. O.	I { dicker Koth .	+	+	+
	feuchter Torf	+	+	+
	II Mischung . .	+	+	+ ¹
T. + 20 Procent Sup.	I { dicker Koth .	+	0	0
	feuchter Torf	+	0	0
	II Mischung . .	+	+	0 ²
		sehr selten	0	
T. + 40 Procent Sup.	I { dicker Koth .	+	0	+
	feuchter Torf	0		0
	II Mischung . .	0	0	0 ³
T. + 60 Procent Sup.	I { dicker Koth .	+	+	0
	feuchter Torf	+	+	0
	II Mischung . .	0	0	0 ⁴

¹ Nur durch Peptonwasserröhrchen nachweisbar. ² Die Zahl der Colonieen überhaupt ist geringer als bei Mischung T. O. ³ Ueberhaupt wenig Colonieen. ⁴ Steril.

Der Versuch beweist, dass wirklich der feuchte Torf auch bei hohen Procenten von Superphosphatgypszusatz noch 48 Stunden lang lebende Cholera bacillen enthalten kann, während nach der Mischung schon nach 24 Stunden bei 40 und 60 Procent, und in 48 Stunden bei 20 Procent alle Cholera keime abgestorben waren.

25^{gram} Torf der vier Mischungen wurden am vierten Tage den Schalen entnommen, ausgepresst, und die Reaction durch Titriren bestimmt.

Die Menge der ausgepressten Flüssigkeit betrug jeweils ungefähr 5^{gram}. Berechnet man auf 100^{gram} Flüssigkeit, so erforderte die Mischung Torf ohne Zusatz: 0.6^{ccm} Normaloxalsäure, Torf + 20 Procent Super-

phosphatgyps: 0.8^{cem} Normaloxalsäure, Torf + 40 Procent Superphosphatgyps: 2.8^{cem} Normallauge und Torf + 60 Procent Superphosphatgyps: 3.2^{cem} Normallauge.

Die Bestimmung der Reaction in dem Torf hat selbstverständlich, da der Torf nicht völlig ausgepresst wurde, nur sehr bedingten Werth, aber sie genügt zum Vergleich der einzelnen Torfarten unter einander. 25^{grm} Torf mit 100^{grm} nicht sterilisirten Wassers ergaben nach 24 Stunden in der ausgepressten Flüssigkeit eine neutrale Reaction. Durch den Zusatz des alkalisch reagirenden Kothes und Urins, wurde unter entsprechender Einwirkung der Kothbakterien in dem Torf ohne Zusatz und mit Zusatz von 20 Procent Superphosphatgyps eine geringe Alkalescens erzeugt, während höhere Procente Superphosphatgyps eine so starke Säuerung bewirkten, dass fast alle Mikroorganismen des Kothes nach vier Tagen in dem Torf zu Grunde gegangen waren.

Nach diesem günstigen und einwandsfreien Versuch war es an der Zeit, auch mit Typhusbacillen zu experimentiren.

In je 25^{grm} Torf allein und mit den in der Tabelle bezeichneten Zusätzen schütteten wir 50^{grm} gekochten Kothes (eines Erwachsenen), der in einer Oese 1 188 000 Typhusbacillen enthielt und von welchem 100^{grm} 1.8^{cem} Normaloxalsäure erforderten, nebst 100^{cem} gekochten Urins, dessen Alkalescenz 9.2^{cem} Normaloxalsäure auf 100^{cem} betrug, und der in einer Oese 180 000 Typhusbacillen enthielt. Die Massen wurden nebst Stücken mit Typhuskoth beschmierten Zeitungspapieres in der Fleischhackmaschine gemischt, bei 4° C. aufgehoben und in den entsprechenden Zeiten in der üblichen Weise auf Typhusbacillen untersucht.

Typhusbacillen fanden sich nach Tagen:

Bezeichnung der Proben	1	2	4
Koth gekocht	0	0	0
Urin gekocht	0	0	—
Koth + Typhus	1 589 000	sehr viel, nicht gezählt	sehr zahlreich, nicht gezählt
Mischung T. O.	+ ³	+ ³	+ ²
„ T. + 20 Procent Sup. . .	+ ¹	0	0 ⁵
„ T. + 40 „ Sup. . .	+ ⁴	0	0 ⁶
„ T. + 60 „ Sup. . .	0	0	0 ⁶

¹ Ziemlich viel. ² Viel. ³ Sehr viel. ⁴ Sehr selten. ⁵ Wenig Colonieen. ⁶ Steril.

Das Resultat ist ein recht befriedigendes. Bereits nach 24 Stunden waren fast alle Typhuskeime in dem 40 proc. Torf abgestorben, nach

48 Stunden waren sie auch aus dem 20 proc. Torf verschwunden, während sie in dem Torf ohne Zusatz noch nach vier Tagen in grossen Massen enthalten waren.

Nach 48 Stunden wurden von jeder Mischung 25 ^{grm} ausgepresst:

1. T. O.	ergab 3 ^{ccm} ; 100 ^{ccm} hätten gebraucht 3.7 ^{ccm} Normalsäure.
2. T. + 20% S.	„ 2 „ ; 100 „ „ „ 3.5 „ „
3. T. + 40% S.	„ 1 „ ; 100 „ „ „ 6.0 „ „
4. T. + 60% S.	„ 5 „ ; 100 „ „ „ 2.2 „ Normallauge.

Die Reaction kann die Veranlassung zum Absterben allein nicht sein, denn im Koth allein existirten die Bacillen bei einer Alkalescenzen von 1.8; im Torf ohne Zusatz gemischt war die Alkalescenzen derjenigen im Torf mit 20 Procent Superphosphatgyps gleich, im ersteren Falle war keine Abminderung der Typhusbacillen zu bemerken, im letzteren sank die Zahl bis zum vierten Tage auf Null; worauf die hohe Alkalität bei 40 Procent Superphosphatgyps beruht, lässt sich nicht sagen, da nicht täglich, sondern nur einmal die Reaction bestimmt worden ist. Die Acidität von 2.2 ^{ccm} Normallauge bei 60 Procent Zusatz war den Bakterien ebenfalls ungünstig.

Els Endergebniss dieser Versuche stellt sich heraus, dass bei der von uns angewendeten Versuchsanordnung, Torfmull, welcher 20 Procent Superphosphatgyps enthält, **nach inniger Mischung** mit dem Koth im Stande ist, Cholerabacillen und Typhusbacillen in zwei Tagen zu tödten. Bei Zusatz von 40 Procent Superphosphatgyps und **inniger Mischung** sind die Cholerabacillen in 24 Stunden, die Typhusbacillen in 48 Stunden abgestorben.

Bei den hohen Procenten von Superphosphatgyps, welche für eine sichere Desinfection von Typhus und Cholera nothwendig sind, fragt es sich, ob nicht mit Schwefelsäure, die billig ist und dem Mull leicht beigemischt werden kann, günstigere Resultate zu erzielen sind. Umsomehr waren dahingehende Versuche gerechtfertigt, als schon bei den früheren Versuchen, bei welchen die cholerabacillenhaltige Flüssigkeit von dem Torf aufgesogen wurde, nach Schwefelsäurezusatz die Cholerabacillen bald verschwanden.

100 ^{grm} Koth wurden sterilisirt, dazu wurden Cholera- und Typhusreinculturen gemischt und 200 ^{ccm} nicht sterilen, aber vor wenig Stunden entleerten Urins hinzugegeben; 100 ^{grm} nicht sterilen Koths unterlagen derselben Behandlung. Die Zahl der Cholerabakterien in einer Oese Koth betrug 538 000, der Typhusbacillen 595 000. Der ungekochte Koth bedurfte auf 100 ^{grm} 3.0 ^{ccm}, der ungekochte Urin 0.6 ^{ccm} Normaloxalsäure zur Neutralisation.

Je 50^{grm} Koth und 100^{grm} Urin wurden in Torfmull geschüttet, der mit 1 Procent und mit 3 Procent Schwefelsäure (SO₃) getränkt war, sofort innig gemischt und bei 4° C. aufgehoben. Dabei stellte sich heraus, dass nach 48 Stunden in dem Torf mit 1 Procent Schwefelsäure die Typhusbacillen noch nachweisbar waren, dass sie hingegen in dem Torf mit 3 Procent Schwefelsäure schon nach 24 Stunden fehlten; die Cholera-bacillen aber waren nach 24 Stunden überall verschwunden.

Ein Unterschied zwischen sterilisirtem und nicht sterilisirtem Koth konnte nicht constatirt werden, es sei denn, dass das Auffinden der Typhusbakterien im nicht sterilisirten Koth erhebliche Schwierigkeiten machte. Die Colonieenzahl bei 3 Procent Schwefelsäurezusatz war überhaupt sehr gering.

Ein zweiter Versuch, welcher unter ähnlichen Bedingungen angestellt war, gab ein gleiches Resultat. Das Filtrat von 100^{grm} des ungekochten Kothes gebrauchte zur Neutralisation 0.6, des gekochten Kothes 0.1, des gekochten Urins 0.2^{ccm} Normaloxalsäure, während der ungekochte Urin 0.4^{ccm} Normalalkali zur Neutralisation beanspruchte. Die Menge der Cholera-bacillen in einer Oese ungekochten Kothes betrug 6.6 Millionen, der Typhusbacillen 1.6 Millionen, im gekochten Koth 554 000 und 161 000.

Cholera- und Typhusbacillen fanden sich nach:

	1 Tag		2 Tagen	
	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus
Controle ungekochter Koth	600 000	600 000	0	vorhanden
Mit Torf ohne Zusatz	0	+	0	+
„ „ „ „ + 1 Proc. SO ₃	0	+	0	2 ¹
„ „ „ „ + 3 „ „	0 ²	nicht zu finden	0 ²	0 ²
„ „ „ „ + 5 „ „	0 ³	0 ³	0 ³	0 ³
Controle gekochter Koth	346 000	173 000	320 000	160 000 ⁴
Mit Torf ohne Zusatz	0	+	0	+
„ „ „ „ + 1 Proc. SO ₃	0	+	0	+
„ „ „ „ + 3 „ „	0 ⁵	0 ⁵	0 ⁵	0 ⁵
„ „ „ „ + 5 „ „	0 ⁵	0 ⁵	0 ⁵	0 ⁵

¹ Bei der grossen Zahl der Colonieen nicht mit Sicherheit mehr zu finden. ² Colonieenzahl sehr vermindert. ³ Steril. ⁴ Nach 11 weiteren Tagen noch eine Cholera- und viele Typhuscolonieen. ⁵ Steril.

In den folgenden Versuchen ist nur mit gekochtem Koth gearbeitet worden, weil es unmöglich ist, zwischen den stark wuchernden Koth-bacillen den Typhus mit Sicherheit zu diagnosticiren.

Versuch I. Zur Verwendung kamen je 40^{grm} Koth, 80^{grm} Urin, 20^{grm} Torf.

Das Filtrat von 100^{grm} gekochten Koths, sowie des gekochten Urins, erforderten 0.2^{cem} Normalnatronlauge. Nach Zusatz der Rasen von Agar-culturen waren in in einer Oese Koth enthalten: 1 Million Cholera- und 1 Million Typhusbacillen.

In Versuch II war unter sonst gleichen Bedingungen für Neutralisation des Koths 0.8^{cem}, des Urins 2.0^{cem} Normaloxalsäure nothwendig. Die Zahl der Cholerabacillen betrug 2 $\frac{1}{2}$ Million, der Typhusbacillen 900 000. (Vgl. Tabelle auf folgender Seite.)

In beiden Versuchen tritt ebenso wie in den vorhin besprochenen deutlich zu Tage, dass die Cholerabacillen in dem gekochten Koth der Controle sich erheblich besser halten als im ungekochten. Ob die hohen Zahlen der Controle des letzten Versuches am zweiten und dritten Tage auf einer Vermehrung, oder auf einer zufälligen Anhäufung eingesäeter Bacillen beruhen, lässt sich nicht entscheiden.

Ganz gleichmässig ist überall die Cholera abgestorben und zwar auch in den nur mit Torf ohne Zusatz beschickten Proben, und ebenso gleichmässig fehlt der Typhus dort, wo die 3procentige Schwefelsäure eingewirkt hat. Bei 1 Procent Schwefelsäure war der Typhusbacillus in dem einen Versuch drei Tage hindurch reichlich vorhanden, während er in dem anderen Versuch sowohl bei 0.5 als 1 Procent am dritten Tage verschwunden war.

Mit diesem Erfolg stimmen die beiden früheren Versuche ebenfalls überein und man darf sagen, dass die Grenze für eine sichere Abtödtung der Typhusbacillen zwischen 3 Procent und 1 Procent Schwefelsäure, aber näher nach 1 Procent hin liegt.

Der nächste Versuch sollte diese Grenze noch näher bestimmen.

Er wurde in doppelter Ausführung gemacht, indem das eine Mal Kinderkoth, das andere Mal Koth vom Erwachsenen zur Verwendung kam. Der gekochte Kinderkoth bedurfte zur Neutralisation 11.4^{cem}, der gekochte Koth des Erwachsenen 4.0^{cem} Normaloxalsäure, der gekochte Urin aber 0.3^{cem} Normallauge.

Der Koth vom Kind enthielt in einer Oese 552 000 Cholera- und 782 000 Typhusbacillen, der Koth vom Erwachsenen 945 000 und 1 215 000 Mikroben.

Ausser dem hellen, leichten, faserigen Torfmull kam in diesem Versuch noch ein Torfmull zur Verwendung, welcher uns von dem Torfstreu- und Mullwerk Haspelmoor in Oberbayern zugeschickt war. Der Torf war dunkel, fein, krümlig, nicht faserig, er nahm Feuchtigkeit schwerer

Versuch I.

		Cholera- und Typhusbacillen fanden sich nach:					
		1 Tag		2 Tagen		3 Tagen	
Controlen		0 Bakterien		0 Bakterien		0 Bakterien	
Gekochter Koth		0		0		0	
Gekochter Urin		Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus
		239 400	239 400	2160	316 440	1285	539 700
Koth gekocht + Cholera + Typhus .							
Proben							
Koth gekocht, Torf ohne SO ₃		0	+	0	+	0	+
" " mit 0.5 Procent		0	+	0	+	0	0
" " " 1 "		0	+	0	+	0	0
" " " 3 "		0	0	0	0	0	0
" " " 5 "		0	0	0	0	0	0

{ nach zwei weiteren
Tagen noch viel
Cholera und Typhus

{ die Platten waren steril

Versuch II.

Controlen		0	0	0		verunreinigt, Kokken	
Gekochter Koth		0	0	0		0	
Gekochter Urin		Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus
		900 000	1 700 000	2 400 000	1 585 000	3 400 000	3 400 000
Koth gekocht + Cholera + Typhus .							
Proben							
Koth gekocht ohne SO ₃		0	+	0	+	0	+
" " mit 0.5 Procent		0	+	0	+	0	+
" " 1 "		0	+	0	+	0	+
" " 3 "		0	0	0	0	0	0
" " 5 "		0	0	0	0	0	0

{ die Platten waren steril

an, als der bis dahin von uns verwendete Torf und vermochte das $4\frac{1}{2}$ -fache seines Gewichtes an Wasser aufzusaugen. 25^{grm} Mull 24 Stunden mit 100^{grm} Wasser gestanden, ergaben ausgepresst ein neutrales Filtrat.

Durch gütige Vermittelung des Herrn Dr. Vogel war uns ein schwefelsäurehaltiger Torf zur Verfügung gestellt aus Helenaveen in Holland; derselbe war ganz trocken anzufühlen — der uns von Prof. Pfeiffer gefertigte Schwefelsäuretorf, welcher ursprünglich feucht war, wurde später auch ganz trocken. — Der holländische Torf war als „Mull“ noch zu grob, enthielt über wallnussgrosse Stücke, ist also als Closettorf noch verbesserungsbedürftig.

Nach der Analyse von Herrn Prof. Pfeiffer-Jena enthielt derselbe 2.1 Procent freie SO_3 , 2.95 Procent freie SO_3 und SO_3 in Form löslicher Salze. Die Trockensubstanz — nicht genau zu bestimmen wegen des Verkohlens — betrug ungefähr 69.5 Procent, der Torf vermochte die 6.8fache Menge Wasser aufzunehmen.¹ (Siehe nebenstehende Tabelle.)

25^{grm} des hier verwendeten gewöhnlichen (faserigen, hellen) Torfmulls — ungefähr entsprechend dem Torfmull Nr. I, welcher im Laufe der Experimente verbraucht war — 24 Stunden mit 100^{ccm} Wasser gestanden und dann ausgepresst, ergaben 8^{ccm} Flüssigkeit, von welcher 5^{ccm} 0.2^{ccm} $\frac{1}{10}$ Normallauge erforderten, auf 100^{ccm} Filtrat wären somit 0.4^{ccm} Normallauge erforderlich gewesen; das Filtrat des Haspelmoortorfes reagierte, wie bereits erwähnt, neutral, Kinderkoth und Urin, mit gewöhnlichem Torf gemischt, verlangten nach 24 Stunden in derselben Weise behandelt und berechnet 1.0^{ccm} Normaloxalsäure.

Am sechsten Tage wurden die Gemische ausgepresst und auf ihre Reaction geprüft; es war erforderlich, auf 100^{ccm} ausgepresster Flüssigkeit berechnet, für:

Erwachsenen-Koth mit Torf ohne Zusatz	. . .	0.6 ^{ccm}	Normallauge
Erwachsenen-Koth mit Hasp.-Torf ohne Zusatz	. 5.5 „		Normaloxalsäure
Kinder-Koth	„ „ „ „	4.4 „	„
Erwachsenen-Koth mit gewöhnl. Torf + 1 % SO_3	2.2 „		Normallauge
Kinder-Koth	„ „ „ „ „ „	0.6 „	„
Erwachsenen-Koth	„ „ „ + 2 % „	3.6 „	„
Kinder-Koth	„ „ „ „ „ „	2.8 „	„
Erwachsenen-Koth	„ „ „ + 3 % „	5.6 „	„
Kinder-Koth	„ „ „ „ „ „	6.4 „	„

Aus dieser zwar nicht genauen, aber für unsere Zwecke genügenden

¹ Fränkel (a. a. O. S. 347) giebt an, das Präparat enthalte nach Mittheilung der Verfertiger auf 100 Theile Torf 2 Theile 60procent. Schwefelsäure und 10 Theile Wasser. Der von uns benützte Torf erhielt also mehr Schwefelsäure.

Cholera- und Typhusbacillen fanden sich nach:											
	1 Tag	2 Tagen		3 Tagen		5 Tagen		6 Tagen			
C o n t r o l l e n:											
Koth, gekocht	0		0		0		—		—		
Urin, gekocht	0		0		0		—		—		
Kinder-Koth + Cholera + Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	Cholera	Typhus	
Erwachsenen-Koth + Cholera + Typhus . .	55 000	270 000	42 000	510 000	36 000	380 000	21 600	480 000	+ ³	+	
	130 000	450 000	48 000	540 000	20 000	141 000	+ ¹	viel	+ ²	viel	
P r o b e n:											
Gew. Torf ohne Zusatz, Kinder-Koth . . .	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	
„ „ „ „ Erwachsenen-Koth . . .	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	
Haspelmoortorf ohne Zusatz, Kinder-Koth . .	+ ⁴	+	+	+	+	+	+	+	+ ¹	+	
„ „ „ „ Erwachsenen-Koth	+ ⁵	+	+ ²	+	0	+	+ ²	+	+ ²	+	
Gew. Torf, Kinder-Koth 1 Procent	0	+	0	+	0	+	0	+ ²	0	0	
„ „ „ „ Erwachsenen-Koth 1 Procent . .	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	
„ „ „ „ Kinder-Koth 2 Procent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
„ „ „ „ Erwachsenen-Koth 2 Procent . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
„ „ „ „ Kinder-Koth 3 Procent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
„ „ „ „ Erwachsenen-Koth 3 Procent . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

¹ Jedes 2. bis 3. Gesichtsfeld 1 Colonie. ² Sehr selten. ³ Mehrere Hundert Colonieen. ⁴ Sehr viel. ⁵ Nicht viel.

Bestimmung folgt ein ganz consequentes Ansteigen des Säuregehaltes in den drei mit Schwefelsäure versetzten Torfarten. Die hervortretenden Differenzen sind wohl hauptsächlich in der Ungleichmässigkeit des Materiales begründet.

Auffällig ist die starke Alkalescenz des Haspelmoortorfes gegenüber dem gewöhnlichen Torf, welcher sofort nach seiner Mischung mit Koth und Urin schwach alkalisch reagierte, später jedoch schwach sauer war. Der Typhusbacillus hielt sich in beiden Torfarten ohne Zusatz von Schwefelsäure ganz vorzüglich, eine Abnahme machte sich in den sechs Tagen kaum bemerkbar; dahingegen war die Cholera in dem gewöhnlichen Torf in 24 Stunden todt, im Haspelmoortorf aber nach sechs Tagen noch, wenn auch in wenig Exemplaren, lebendig. Man greift wohl nicht fehl, wenn man die Alkalescenz des Torfes hierfür verantwortlich macht.

Indessen musste letztere Annahme bewiesen werden, und zwar um so mehr, als die Frage vorgelegt war: ob nicht vielleicht die verschiedenen Torfarten sich bezüglich der Desinfection verschieden verhielten. Zu dem Zwecke wurden wieder je 50^{grm} ungekochten, mit Cholera bacillen infectirten Kinderkoths mit 100^{grm} Urin in den gewöhnlichen Torf und in Torf des Haspelmoors hineingeschüttet und gleich innig mittels der Maschine gemischt; in gleicher Weise wurden zwei weitere Schalen beschickt, nur wurden den beiden Torfarten 20 Procent Superphosphatgyps beigegeben. In einer Platinöse Koth waren 540 000 Cholera bacillen vorhanden; 100^{grm} Urin gebrauchten zu ihrer Neutralisation 5.2^{ccm}, 100^{grm} Koth 2.4^{ccm} Normaloxalsäure. Nach 24 Stunden waren auf allen vier Plattenserien noch Cholera bacillen nachzuweisen, nach 48 Stunden aber nicht mehr; dahingegen gab die Peptonwassermethode noch in allen Serien lebende Bacillen, und zwar in dem gewöhnlichen Torf mit und ohne Zusatz mehr, als in dem Torf des Haspelmoors.

Die nach 48 Stunden ausgepressten vier Torfproben waren alle alkalisch. Schliesst man von den wenigen ausgepressten Cubikcentimetern wiederum auf 100^{ccm} Flüssigkeit, so hätte gebraucht: gewöhnlicher Torf 3.5^{ccm}, Haspelmoortorf 3.0^{ccm}, gewöhnlicher Torf mit 20 Procent Superphosphatgyps 2.2, Haspelmoortorf mit 20 Procent Superphosphatgyps 4.0^{ccm} Normaloxalsäure. Diese Differenzen sind gering.

Ein grosser Unterschied zwischen den beiden Torfarten besteht also nicht; ein eventuell vorhandener Unterschied ist jedenfalls so gering, dass er durch die Einwirkung des zugegebenen Koths und Urins und der darin enthaltenen Bakterien rasch ausgeglichen wird.

Die im vorhergehenden Versuch erhaltene Differenz beruht also jedenfalls auf der Verschiedenheit in der Reaction; wodurch diese entstanden ist, bleibt eine offene Frage, jedenfalls kommt dabei die Bakterienwirkung in Betracht.

Es verdient erwähnt zu werden, dass alle vier Glocken, welche bei einer Temperatur von 10° C. gestanden hatten, deutlich nach Ammoniak rochen, ein Beweis, dass trotz des Zusatzes von Torfmull (und, wie frühere Versuche lehren, trotz des Zusatzes von Superphosphatgyps) ein Stickstoffverlust statt hat. Will man allen Stickstoff behalten, dann genügt gewöhnlicher Torf nicht, dann ist eine kräftige Ansäuerung desselben erforderlich.

Auch aus diesem Grunde dürfte der Torf mit Schwefelsäurezusatz, dem Torfmull ohne Zusatz oder mit Superphosphatgyps vorzuziehen sein.

Eine weitere Erscheinung zeigte sich bei diesem Versuch. In den Controlen enthielt der Koth des Erwachsenen bei der Impfung fast die doppelte Zahl der Cholerabacillen, welche der Kinderkoth enthielt. Jedoch schon nach 48 Stunden waren die Zahlen der Cholerakeime in beiden Kotharten fast gleich und am fünften Tage waren in ersterem die Cholerabacillen so vermindert, dass sie nur durch das Peptonwasserverfahren noch aufgefunden werden konnten, während sie in einer Oese Kinderkoth noch immer in 21 000 Exemplaren vertreten waren. Noch auffälliger machte sich diese Differenz in dem Theil des Versuches mit Torf aus dem Haspelmoor geltend. Bereits am dritten Tage war die Zahl 945 000 auf fast 0 im Koth des Erwachsenen reducirt, während von den 552 000 im Kinderkoth am fünften Tage noch über 100 in einer Oese Koth enthalten waren. Also auch der Koth bietet nennenswerthe Verschiedenheiten für die Entwicklung der Cholerabacillen.

Der gröber organisirte Typhusbacillus hingegen liess wesentliche Wachstumsdifferenzen weder im Koth noch im Torf erkennen.

Aus dem Torfmull, welcher 2 Procent SO_3 enthielt, waren nach 24 Stunden sowohl die Cholera- als die Typhusbacillen verschwunden.

Bei 1 Procent Schwefelsäure im Torf waren die Kommabacillen am nächsten Tage bereits abgestorben, die Typhusbacillen hielten sich bis zum sechsten Tage; die Zahl ihrer Colonieen auf den Platten wurde von Tag zu Tag weniger, so dass die Platten des sechsten Tages steril waren.

Hiernach darf man sagen:

Wenn eine innige Mischung der Fäkalien mit dem Torf stattfindet, so lassen sich bei Anwendung von 2 Procent Schwefel-

säureanhydrid im Torfe die Cholera- und Typhusbacillen im Koth rasch und sicher abtödteten.

Sowohl bei der Desinfection mit Superphosphatgyps, als auch mit Schwefelsäure, ist die **innige Mischung** von Koth und Torf die *Conditio sine qua non*.

Bleibt der Koth in Klümpchen zusammen, so ist, wie unsere Versuche zeigen, ein Eindringen der Desinfectionsmittel nicht zu erwarten und in dem Koth können sicher Wochen hindurch die Krankheit erregenden Bacillen weiterleben. Die Abtödtung, es sei das abermals und nochmals betont, ist nur dann eine sichere, wenn die Mischung der Fäkalien und des Torfes eine sehr gute ist.

Fassen wir alle erhaltenen Resultate zu einer der Fragestellung entsprechenden Form zusammen, so lauten dieselben:

1. Die Zwischenstreu von Torfmull allein ist selbst bei inniger Mischung nicht im Stande, die Desinfection der in Fäkalien enthaltenen Keime ansteckender Krankheiten, speciell der Cholera und des Typhus, sicher zu bewirken. Die Cholerabacillen sterben zwar häufig im Torfmull in kurzer Zeit ab, hier und da bleiben sie jedoch mehrere Tage lebendig. Typhusbacillen halten sich im Torfmull recht lange.

2. Die Abtödtung von Cholera- und Typhusbacillen gelingt rasch und sicher, wenn dem Torfmull mehr als 20 Procent Superphosphatgyps, oder wenn ihm 2 Procent Schwefelsäureanhydrid zugesetzt wird, jedoch nur unter der Bedingung, dass eine ganz **innige Mischung** der Fäkalien mit dem das Desinfectionsmittel enthaltenden Torfmull statt hat.

Vergleichen wir vorliegende Resultate mit den von Stutzer-Burri, Fränkel-Klipstein, Löffler-Abel, sowie Klipstein erhaltenen, so zeigt sich zunächst, dass allgemein dem Kainit jede desinficirende Eigenschaft abgesprochen wird. Stutzer verwendete 7·5 Procent, Fränkel 10 Procent Kainit, trotzdem hielten sich die Cholerabacillen länger als acht Tage; Löffler gab zu 20^{ccm} Cholerabouillon 10^{grm} Torf und je 3^{grm} Kainit und Superphosphatgyps; die Cholerabacillen blieben darin über zehn Tage lebendig.

Der Torf allein übt zweifellos eine desinficirende Wirkung aus, wie gleichfalls von allen Beobachtern mitgetheilt wird.

Dieselbe beruht allein auf der Wirkung der Säuren und ist sehr schwach. Sie geht verloren, wenn die Cholera- und Typhusbacillen mit

Urin und Koth in den Torf gelangen, weil die darin enthaltenen Alkalien die Säure des Torfes rasch binden.

Sollen in den Fäkalien vorhandene Krankheitskeime zerstört werden, ohne dass die Fäkalien ihren Werth als Dungstoffe verlieren, so kommt zur Zeit nur die Anwendung von Säuren und Alkalien in Frage.

Die Zersetzungs Vorgänge in den Fäkalien bewirken eine erhebliche Alkalescenz; es ist also das Nächstliegende, in der gleichen Richtung weiter zu arbeiten und Keimtödtung durch Alkalescenzsteigerung zu erzwingen. Aus diesem Grunde ist auch die Desinfection mit Kalk im Princip richtig, nur besteht der grosse Nachtheil, dass die Kalkalkalität bereits durch Kohlensäure verschwindet; es entsteht wieder Gährung und damit erheblicher Stickstoffverlust. Man ist deshalb gezwungen, mit starkem Ueberschuss von Kalk zu arbeiten.

Leider kann jedoch die Landwirthschaft den stickstoffarmen und sehr kalkreichen Dünger in den meisten Gegenden nicht voll verwerthen.

Die zur Desinfection verwendeten Säuren haben zunächst die bestehende Alkalität der Fäkalien zu überwinden, dann aber erleiden sie durch jede mit Alkalibildung einhergehende Bakterienwucherung eine Einbusse in ihrer Wirkung.

Man wird also auch bei den Säuren einen Ueberschuss anwenden müssen.

In den Versuchen kommt dieses zum Ausdruck. Alle Untersucher konnten constatiren, dass bei höherer Alkalescenz, also bei älterem Koth und in Gährung befindlichem Urin mehr Säure erforderlich war, als bei geringer Alkalescenz und frischen Fäces bzw. Urin.

Streng genommen braucht der Säureüberschuss nur gerade auszureichen, die Typhus- und Cholerabacillen zu tödten. Vom Standpunkte der Desinfection aus könnte es eigentlich gleichgültig sein, ob die übrigen Kothbakterien am Leben bleiben oder nicht. Aber man muss dann die Mittödtung der saprophytischen Mikroben bzw. die vollständige Bindung aller alkalischen Producte verlangen, wenn man nicht sicher ist, dass sämtliche pathogenen Keime durch den Säurezusatz rasch abgetödtet werden.

Wird nämlich der Säureüberschuss durch das von den Saprophyten gebildete Alkali zerlegt, so ist damit eventuell das Desinfectionsmittel in ein nährendes Salz umgewandelt und aus einem oder wenigen übrig gebliebenen pathogenen Keimen entwickeln sich in kurzer Zeit unzählige.

Da ein Theil der Krankheitserreger in Schleimklümpchen, Koththeilchen u. s. w. eingeschlossen ist, so ist auf eine sichere Desinfection überhaupt nicht zu rechnen; es muss also immer mit einem solchen

Säureüberschuss gearbeitet werden, dass durch die lebendig gebliebenen Fäcesbacillen nicht alle Säure neutralisirt werden kann.

Bei unseren Versuchen haben wir mit Torf, welcher 2 Procent, sogar nur 1 Procent Schwefelsäure enthielt, sichere Abtödtung erlangt, während die übrigen Experimentatoren damit noch nicht genügende Resultate erzielten.

Klipstein erhielt sichere Desinfection bei Torf mit 6 Procent Schwefelsäuregehalt. Da 100^{grm} des von ihm in diesem Falle verwendeten Torfes 700 Gewichtstheile Feuchtigkeit aufnahmen, so betrug die Säureconcentration in dem mit dünnen Fäkalien gesättigten Torf 0.75 Procent.

Löffler und Abel haben bei ihren Schlussversuchen 0.33 Procent Schwefelsäure in der Mischung gehabt.

Wir sind mit 0.286 Procent ausgekommen, denn wir verwendeten 25^{grm} eines 2 Procent Säure enthaltenden Torfes auf 50^{grm} Koth und 100^{grm} Urin, d. h. in 175^{grm} Mischung befanden sich 0.5^{grm} Säure. Wir haben indessen unter sonst gleichen Mischungsverhältnissen auch schon mit Torf, welchem auf 100 Theile nur ein Gewichtstheil Schwefelsäure beigemischt war, also mit 0.14 Procent Schwefelsäure sichere Abtödtung in sechs Tagen erlangt.

Diese Differenz liegt in der Versuchsanordnung begründet: Wir haben eine sehr innige Mischung vorgenommen, während die übrigen Untersucher den flüssigen Koth einfach in den Torf geschüttet, bezw. mit Torf überschüttet haben.

Gewisse Differenzen entstehen auch bei Fortlassung dieses wichtigsten Factors, auf welchen wir später zurückkommen, durch die verschiedene Alkalität des Koth-Uringemisches, ein Punkt, über welchen bei den Experimentatoren Meinungsverschiedenheiten nicht bestehen.

Wenn Koth und Urin einige Zeit stehen, so kann die Mischung, wie unsere Versuche lehren, eine sehr hohe Alkalescenz erlangen; so waren in einem Falle auf 100^{grm} Koth 10, in einem anderen 9.5^{cem} Normaloxalsäure zur Neutralisation erforderlich.

Von wesentlichem Belang auf das Absterben erwies sich uns die Temperatur. Die anderen Autoren haben dieses Moment nicht berücksichtigt, aber unsere Resultate sind so eindeutig, so gleichmässig, dass es einer Vergleichung kaum bedarf; ausserdem hat Uffelmann dieselbe Beobachtung gemacht. Ausnahmslos erwies sich uns die Temperatur von 0 bis 4 oder 5° C. als conservirend, den Einfluss des Desinfectionsmittels beschränkend, seine Wirkung verzögernd.

Wenn man Koth-Cholera ohne Desinficiens im Eisschrank und im Zimmer stehen lässt, und es zeigt sich in der letzten Probe ein rasches Absterben, so kann man das ohne Zwang auf die Entstehung einer zu

starken Alkaleszenz der warm gestandenen Mischung zurückführen, aber diese Erklärung fällt fort, wenn Desinfectionsmittel zugesetzt sind wegen der unter diesen Umständen überhaupt geringen Alkalibildung.

Auch die Erklärung, dass in der Kälte das Desinficiens nicht so leicht in Lösung gehe, trifft wenigstens für Phosphorsäure (Superphosphat) nicht zu. Worauf die conservirende Wirkung beruht, ist nicht recht klar.

Jedenfalls muss man damit rechnen, dass im Winter die in Tonnen und Gruben gelangten Cholerabacillen sich dort länger halten, als die im Sommer hineingelangten.

Das Verhältniss des verwendeten Torfes zur Masse der zugesetzten Fäkalien ist überall ungefähr das gleiche gewesen.

Stutzer und Burri, Fränkel und Klipstein haben den Torf ad maximum mit den Fäkalgemischen getränkt.

Löffler und Abel haben bei ihren Schlussversuchen 500^{grm} Fäkalien zugesetzt, wo sie 650 hätten zusetzen können, um Sättigung zu erreichen, wir haben 600^{grm} zugegeben, wo das Maximum bei 680^{grm} lag.

Setzt man zu einer Defäcation von 450^{grm} 50 bis 30^{grm} Torf hinzu, so kann es sich ereignen, dass der Torf nicht hinreicht, um die ganze Flüssigkeitsmasse in sich aufzunehmen. 50^{grm} Torf zu 450^{grm} Flüssigkeit genügen noch gerade, wenn die Aufnahmefähigkeit des Torfes das zehnfache seines Gewichtes beträgt.

Vielfach ist jedoch die Aufnahmefähigkeit um die Hälfte geringer, dann würden 50^{grm} Torf nur 250^{grm} Fäkalien aufnehmen können, während sie 450^{grm} aufnehmen sollten.

Uebrigens scheint es, als ob die Annahme, es würden täglich pro Person 450^{grm} Fäkalien in Tonnen und Gruben entleert (bei Ausschluss der Pissoirs), zu hoch gegriffen sei. Pfuhl fand bei der von ihm untersuchten, von Soldaten benutzten Kasernengrube 400^{grm} und Dr. Vogel,¹ Vorstand des Sonderausschusses für Abfallstoffe, Deutsche Landwirthschaftsgesellschaft, hat bei längere Zeit fortgesetzten Messungen von 32 in Potsdam aufgestellten Torfstühlen die Masse mit 380^{grm} bestimmen können. Bei der letzteren Zahl ist zu berücksichtigen, dass sie einen grossen Theil des Tagesurines der weiblichen Hausbewohner einschliesst.

Aus Löffler's Angaben folgt, dass die grössere Menge des Torfes einen die Desinfection begünstigenden Einfluss ausübt, mit einem gewissen Ueberschuss von Torf sollte daher immer gearbeitet werden.

Was den Säurezusatz angeht, so verwenden Löffler und Abel die Schwefelsäure.

¹ Briefliche Mittheilung.

Stutzer wünscht ebenfalls Schwefel- oder Salzsäure bis zur deutlich sauren Reaction.

Fränkel empfiehlt als ergänzenden Zusatz zur Schwefelsäure den Superphosphatgyps und Klipstein hat in dem 10procentigen Phosphorsäuretorf der Fabrik in Dömitz ein Präparat gefunden, welches ihm wirksamer erschien, als ein 10procent. Schwefelsäuretorf.

Trotzdem möchten wir die Schwefelsäure und zwar ohne Zugabe von Phosphorsäure in die erste Linie stellen und zwar:

1. weil bei zu geringer Zugabe des Desinficiens die Phosphorsäure in ihren normalen und basischen Salzen vorzügliche Nährmaterialien für die Entwicklung etwa überlebender pathogener Bacillen gewährt;

2. weil sie erheblich billiger ist als der Superphosphatgyps und wohl auch als die freie Phosphorsäure;

3. weil der Boden nicht so viel Phosphorsäure gebrauchen kann, als ihm in dem damit behandelten Torf geboten wird, es würde eine zu theuere Luxusdüngung stattfinden.

Wichtiger als die besprochenen Punkte ist aber der folgende:

Stutzer und Burri, deren Versuche vorzüglich theoretisch klärend wirken, aber weniger auf die Praxis zugeschnitten sind, ferner Fränkel und Klipstein haben nur mit dünnflüssigen Fäkalien gearbeitet, die mit dem Torf gemischt worden sind, oder auf den Torf bis zu seiner Sättigung aufgegossen wurden.

Löffler schüttete auf ein breiiges Kothuringemisch sauren (2 procent.) Torf und die Bacillen blieben 3 und 8 Tage lebendig: „In beiden Eimern hatte sich eine schlammige Masse am Boden gebildet.“ Die Löffler'schen Versuche entsprechen der Wirklichkeit.

In praxi wird der Stuhl zusammen mit dem Urin in das Closet, in welchem sich bereits Torf befindet, entleert, dann wird Papier hinein gegeben und zuletzt fällt der Torf auf das Papier und die Entleerung. Die flüssigen Bestandtheile des Koths breiten sich capillar in dem Torf aus, aber die festeren Bestandtheile bleiben liegen und schliessen sich zu einer dichten Schicht zusammen.

Wir haben den Vorgang bei unseren Versuchen gleichfalls nachgeahmt und dabei ungenügende Resultate erhalten: die capillar abgesogenen Bakterien wurden getödtet, die in den Kothresten, die in dem „Schlamm“ eingeschlossenen, blieben lebendig, was auch Löffler gefunden hat.

In der Wirklichkeit wird es nicht anders sein, selbst bei 10procent. schwefelsäurehaltendem Torf nicht, denn absolut dünn sind die infectiösen Fäces durchaus nicht immer, im Gegentheil, die Fäces, welche von den Kranken in die Tonnen und Gruben entleert werden, sind recht häufig breiig, sogar dickbreiig und fest.

Im Beginn des Typhus, wie in der Reconvalescenz sind breiige bis dickbreiige Stühle die Regel und man darf mit Bestimmtheit Typhusbacillen darin voraussetzen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass in Cholerazeiten eine grosse Anzahl inficirter, keine oder nur geringe Krankheitssymptome bietender Personen breiige und häufig sogar feste Stühle entleert, die jedoch Cholerabacillen sogar in reichlicher Menge enthalten. Selbstredend benutzen derartige Personen die Closets und nicht Steckbecken oder ähnliche Geschirre.

Die Stuhlgänge von intensiv an Typhus und Cholera Erkrankten sind allerdings dünn, wässerig und werden in Nachtgeschirre u. s. w. entleert, dort desinficirt und dann erst in die Tonnen und Gruben geschüttet. Bei den hier vorliegenden Desinfectionsversuchen handelt es sich jedoch um diese Art Stuhlgänge gar nicht. Es wird Niemand einfallen, die Ausleerungen der bettlägerigen Kranken anders als in den Nachtgeschirren und zwar mit Kalk oder Carbolsäure oder einem ähnlichen Desinfectionsmittel, aber nicht mit saurem Torf zu desinficiren.

Dahingegen soll der saure Torf seine Verwendung finden in den Tonnen und Gruben, er soll die undesinficirt dorthin gelangten Fäkalien aufnehmen und somit kommen gerade jene vorhin erwähnten, breiigen, dickbreiigen und festen, aber Infectionserreger enthaltenden Entleerungen in Betracht, und wir dürfen unser Gewissen keineswegs beruhigen mit der Redensart, Cholera- und Typhusstühle seien dünnflüssig; die in der ersten Zeit der Krankheit in die Tonnen und Gruben entleerten Dejectionen sind das durchaus nicht.

Man täuscht sich, wenn man glaubt, ein in eine Tonne oder Grube mit schwefel- oder phosphorsäurehaltigem Torf entleerter Stuhl, werde ohne Weiteres desinficirt.

Will man eine sichere Desinfection erreichen, dann muss eine innige Mischung des Torfes und der Fäkalien, ein intensives Verrühren stattfinden.

Die Desinfection mit Kalkmilch besitzt den grossen Vorzug, dass, wie Pfuhl gezeigt hat, die Kothmassen aufweichen, sich verflüssigen und von selbst mit dem Kalk mischen. Indessen bedarf auch dieses Verfahren einer Nachprüfung. Pfuhl hatte an einer Grube, welche den Urin nur theilweise aufnahm, seine Versuche angestellt. Scheurlen behauptet, dass nur bei dickbreiigem Inhalt die zur Mischung der Fäkalien erforderliche Bewegung durch den Druck der täglich neu hinzukommenden Fäkalien hervorgerufen werde.

Anzugeben, wie die Vermengung ermöglicht werden soll, ist Sache

der Technik, aber es scheint fast ausgeschlossen, dass die Mischung in jeder Tonne, jeder Grube vorgenommen wird.

Die Desinfection in Tonne und Grube wird dort entweder gar nicht oder mangelhaft bewirkt.

Wie man es aufgegeben hat, das Wasser durch Hausfilter zu reinigen, so soll man es auch aufgeben, die Fäkalien der Tonnen und Gruben im Hause zu desinficiren.

Will man die in den Abgängen enthaltenen Keime sicher tödten, so kann das nur an einer Centralstation geschehen.

Indessen ist zunächst die Frage berechtigt und der Erörterung werth, ob denn die Gefahr der Infection durch die pathogenen Keime des Koths und Urins gross sei und ob sie ausser durch Anwendung von Desinfectionsmitteln nicht auf andere Weise beseitigt werden könne.

Im Koth finden sich regelmässig die Erreger der Cholera, des Typhus und der Dysenterie, hier und da auch die der Tuberculose und der Diphtherie, alle übrigen Krankheitskeime sind so selten darin vorhanden, dass sie nicht in Betracht kommen. Ob die Erreger der exanthematischen Krankheiten im Koth oder Urin enthalten sind, ist eine ganz offene Frage.

Im Urin finden sich hier und da die Erreger des Typhus, der Diphtherie, der Tuberculose. Die ebenfalls vorkommenden Kokken der Eiterung sind so weit verbreitet, dass ihre Anwesenheit im Koth und Urin gleichgültig ist.

In der Hauptsache concentrirt sich darnach die ganze Gefahr der Infection auf Cholera, Typhus und Dysenterie, und da letztere zur Zeit aus Deutschland fast vollständig verschwunden ist, auf erstere beiden Krankheiten allein.

Die in ordnungsgemässer Weise in die Sitztrichter und von dort in Tonnen und dichte Gruben entleerten infectiösen Fäkalien sind für die Hausbewohner völlig ungefährlich. Es giebt absolut keine Möglichkeit, dass sie aus dem Kothbehälter oder aus dem Fallrohr heraus wieder zum Menschen zurückkehren könnten.

Im Fallrohr können möglicher Weise Fäkalien zu Krusten antrocknen, aber die Beschaffenheit derselben hindert ein Verstäuben. Sollten Theilchen der Krusten durch einen von unten nach oben dringenden Sturmwind, welcher Dank der geringen, von den Bauleitern und Bauherren den Aborten gewidmeten Rücksichtnahme nicht immer ausgeschlossen ist, abgerissen werden, so sind die darin enthaltenen pathogenen Bakterien unter allen Umständen so lange trocken gewesen, dass sie sicher todt sind.

Gefährlich für die Hausbewohner könnte infectiöser Tonnen- und Grubeninhalt nur werden, wenn er überläuft oder verschüttet wird. Beides

soll nicht vorkommen und ist bei einer gut geregelten Abfuhr ausgeschlossen.

Auf eine gute Abfuhr aber kommt es in erster Linie an.

Möglich wäre eine Infection derjenigen Personen, welche die Tonnen abholen und entleeren bzw. die Gruben ausräumen. Diese Gefahr ist indessen sehr gering, wenn die Leute, welche die Entleerung besorgen, nicht von Fall zu Fall irgend woher entnommen werden, sondern wenn sie sich gewerbsmässig als Angestellte der Stadt oder des Unternehmers mit der Entfernung und Entleerung der Abfallstoffe beschäftigen. Die Leute lernen es, sich nicht zu besudeln, sie kommen dann nicht mehr mit den Infectionserregern in Berührung, als das z. B. Aerzte und geschulte Krankenwärter in ihrer Beschäftigung thun.

Sollten aber die eben erwähnten Personen sich besudeln, oder sollte bei der Entleerung Erdboden, Hof oder Strasse mit Fäkalien beschmutzt werden, dann werden geschickte, für diese Arbeit angestellte Leute, die so sehr einfache Desinfection mit Kalkmilch sicher und erfolgreich ausführen.

Der aus den Häusern abgeholte Koth wird entweder an eine Centralstelle oder direct auf den Acker gebracht.

Das sofortige Unterbringen des Kothes unter den Boden ist ein ausreichendes Mittel, die in den Fäkalien enthaltenen Krankheitserreger unschädlich zu machen, denn entweder sterben letztere bald ab, oder sie können nicht wieder aus dem Boden heraus.

Man darf annehmen, dass die pathogenen Keime im Boden in Folge des Wechsels in der Witterung, der mangelhaften Ernährung, der Concurrenz mit den viel kräftigeren Bodenbakterien in relativ kurzer Zeit zu Grunde gehen.

Die Untersuchungen von Grancher und Deschamps, de Blasi, Uffelman, Karlinsky, Wurtz und Mosny, von welchen allerdings kaum eine den Nachweis der Typhusbacillen vollständig geführt hat, haben gezeigt, dass die Typhuserreger selbst unter den günstigsten Bedingungen sich höchstens mehrere Monate im Boden halten.

Auch die auf den Rieselfeldern gemachten Erfahrungen sprechen für die zerstörende Kraft des Erdbodens, denn noch niemals ist eine infectiöse Erkrankung, welche auf Canaljauche zurückzuführen wäre, bei den Rieselarbeitern beobachtet worden.

Eine gegen die Berliner Rieselanlage erhobene Beschuldigung ist von Virchow gründlich widerlegt.

Die Kasuistik zeigt, dass wohl beim Arbeiten mit Dünger, aber nicht vom Acker aus Infectionen stattfinden.

Die einmal in den Boden übertragenen Krankheitskeime können auch nicht wieder heraus. Durch Grundluftströme können sie nicht fortgeführt werden, und der Wind nimmt wohl von staubiger Fahrstrasse aber nicht vom Acker Partikel mit.

An die Feldfrüchte können die pathogenen Keime auch nicht kommen; höchstens könnten sie zum Menschen zurückkehren mit solchen Gemüsen, welche mit menschlicher Cloake gejaucht und kurz nachher roh genossen werden, z. B. Salate, Radieschen u. s. w.

Die nicht gleich unter den Boden gebrachten Fäkalien bieten dann eine Gefahr, wenn Thiere: Hunde, Hühner, Insecten u. s. w. die pathogenen Bakterien verschleppen können. Verhindert man diese Möglichkeit, z. B. durch Sammlung der Fäkalien in gedeckten Gruben, oder durch Compostirung, d. h. Mischen des Kothes mit Erde, Torf, Streu und Bedecken des Haufens mit Erde, so können die pathogenen Keime gefahrlos liegen bleiben. Durch die stattfindende Gährung werden die Krankheitskeime getödtet. Sollte das wider Erwarten nicht geschehen, so gehen sie später im Acker zu Grunde.

Werden die Fäkalien an eine Central- oder Sammelstelle gebracht, so sind sie dort ebenfalls so lange ungefährlich, als Thiere nicht dazu können. Bleiben die Fäkalien dort für sich, oder werden sie mit Müll, Erde, Torf u. s. w. gemischt, so gehen sie eine Zersetzung mit Entwicklung so starker Alkalescenzen ein, dass darin enthaltene Cholera- und Typhusbacillen bald absterben.

Da der Dung nur zwei Mal im Jahre, im Frühling und Herbst, Verwendung findet, so ist eine genügend lange Zeit zur Zerstörung der pathogenen Keime gegeben.

Das Eindecken des nicht gleich verwendeten Dunges mit dicht schliessenden Brettern oder mit Erde u. s. w. ist erforderlich.

Hiernach ist also eine Gefahr der Infection durch ordnungsgemäss in Tonnen und dichte Gruben entleerte Fäkalien bis zu ihrer Fortschaffung überhaupt nicht vorhanden.

Die Möglichkeit einer Gefahr beginnt erst mit der Entfernung der Fäkalien. Geschieht diese durch geschulte Leute und wird der Dung sofort unter die Erde gebracht, oder unter Abschluss aufgehoben, dann sterben die pathogenen Keime bald ab, oder sind wenigstens unschädlich.

Einer Desinfection der Fäkalien — mit Ausnahme der Abgänge der notorisch Kranken — bedarf es also gar nicht, wenn nur für ihre entsprechende Auffassung, ihren sicheren Transport und gute Verwahrung gesorgt ist.

Mit diesen Maassnahmen lässt sich mehr erreichen, und

ein besserer Schutz erzielen, als durch Desinfectionsmittel, deren Anwendung immer resultatlos bleiben muss, sofern nicht die Fäkalien dünnflüssig sind, oder eine intensive maschinelle Durchmischung vorgenommen wird.

Auf einige Punkte mag noch näher eingegangen werden:

Vielfach sind auf dem Lande die Closets, wenn überhaupt vorhanden, so eingerichtet, dass die Fäkalien in die allgemeine Dungstätte fallen. Das ist unzulässig. Durch die Zersetzung des thierischen Duges entsteht eine ganz bedeutende Wärmeentwicklung. Kommen nun pathogene Keime in diesen Brütöfen hinein, so finden sie gute Chancen für ihre Entwicklung, und so erklären sich die z. B. von Uffelmann angeführten Fälle, wo Personen den Typhus acquirirten beim Aufladen von Mist, welcher erwiesenermaassen ungefähr ein Jahr vorher mit den Stuhlgängen eines Typhuskranken inficirt war.

Es ist unbedingt erforderlich, dass allgemein, auch auf dem kleinsten Dorf, und dort erst recht, die Forderung gestellt und befolgt werde, den menschlichen Unrath gesondert in wasserdichten Behältern aufzufangen und gesondert aufzubewahren.

Sehr viele Infectionen ereignen sich auch dadurch, dass der Koth der bettlägerigen Typhuskranken undesinficirt auf den Dunghaufen geschüttet wird; von dort gelangen die Bakterien oberirdisch oder unterirdisch mit dem Regenwasser auf den Hof oder in die Brunnen. Dem ist vorgebeugt, wenn eine besondere wasserdichte, gegen das Eindringen von Insecten geschützte Grube für den menschlichen Unrath geschaffen ist und die ländliche Bevölkerung zu einer grösseren Reinlichkeit in Haus und Hof angehalten wird.

Die Hygiene des platten Landes lässt nach dieser Richtung viel mehr zu wünschen übrig als die der Städte, und wenn die Infectionen auf dem platten Lande seltener sind, so liegt das nur an der geringeren Wohnungsdichtigkeit, die Infectionen treffen nicht so grosse Bevölkerungskreise.

Man könnte die Gegenforderung aufstellen, die Leute möchten die Fäkalien der Kranken desinficiren. Gewiss, das sollen sie auch, aber es gelingt, wie wir gezeigt haben, die Desinfection bei nicht ganz dünnflüssigen Stühlen nicht, und ferner holen die Leute den Arzt erst in einem vorgerückteren Stadium der Krankheit, wo schon eine beträchtliche Anzahl infectiöser Stühle entleert ist.

Daher ist es richtiger, auf die vorstehend angegebene Weise die Gefahr zu beseitigen.

Grössere Gemeinwesen schreiben vielfach wasserdichte und von oben her gut eingedeckte Gruben oder Tonnen vor, seltener jedoch ist die Abfuhr sorgfältig geregelt.

Man glaubt von Seiten der Ortsbehörden, es sei schon genug geschehen, wenn die Einrichtung guter Gruben und Tonnen vorgeschrieben sei, entweder mit oder ohne spätere Revision und wenn eine gute Entleerungseinrichtung geschaffen werde, welche nach Belieben zur Verfügung stehe.

Dieser Auffassung ist nicht beizustimmen, denn das ist keine „ge-regelte“, sondern eine höchst unregelte Abfuhr. Die Abfuhr muss, was die menschlichen Fäkalien angeht, nach Möglichkeit centralisirt sein. In einer Stadt darf nicht jeder Hausbesitzer nach seinem Belieben seine Grube entleeren, seine Tonnen abholen lassen. Entleerung und Abholung muss nach einer ganz bestimmten Reihenfolge von der Stadtverwaltung selbst oder im Nothfalle von Unternehmern mittels eingelernten Personals besorgt werden.

Ferner müssen von Seiten der Gemeindebehörden genaue Vorschriften bezüglich der Aufbewahrung, Compostirung und Verwendung in eigener Regie erlassen und es muss die Ausführung der Anordnungen überwacht werden.

Der Desinfection bedürftig sind eigentlich nur die in besondere Geschirre hinein entleerten Stühle der Typhus- und Cholerakranken. Sie enthalten unzählige Infectionserreger auf engem Raum und meistens in dünnflüssige Massen eingebettet, also in einer den Desinfectionsmitteln leicht zugängigen Form. Sollten die Fäces breiig sein, so lässt sich sogar eine mechanische Mischung unschwer vornehmen.

In diesen Fällen hat also die Desinfection in der That Aussicht auf Erfolg, und wenn man Krankheitserreger sicher, leicht und rasch tödten kann, so ist das einem langsamen Zugrundegehen durch natürliche Einflüsse vorzuziehen.

Ferner sind zu desinficiren die Aborte der inneren Abtheilungen der Krankenhäuser, einerseits weil sie regelmässig undesinficirte infectiöse Fäkalien von Leichtkranken und Reconvalescenten aufnehmen, andererseits weil dahinein die Steckbecken der Kranken entleert werden, und es erwünscht sein muss, in den Gruben oder Tonnen die Desinfection fortsetzen zu können für den Fall, dass die Abtödtung der Krankheitserreger in den Steckbecken u. s. w. nicht vollständig erreicht wurde.

In gleicher Weise sind auch die Closets derjenigen Familien, in welchen Typhus- und Cholerakranke vorhanden sind, zu behandeln.

Das geeignetste, weil sicherste, handlichste, billigste und stets vorhandene Desinfectionsmittel für diese Verhältnisse ist zweifellos die Kalkmilch.

Will man noch weiter gehen, so mag man, wie auch das Cholera-regulativ wünscht, die Aborte der Gasthöfe, Eisenbahnen — und Schulen — desinficiren, man muss sich nur darüber klar sein, dass eine Garantie

der Abtödtung von Krankheitskeimen nicht gegeben ist, und also die vorher erwähnten Maassnahmen der Auffangung, Aufbewahrung und Verwendung dennoch entsprechende Anwendung finden müssen. Ob man zu diesen Desinfectionen sauren Torf oder Kalkmilch verwendet, ist nicht von wesentlichem Belang.

Hiermit ist aber genug geschehen. Gewöhnlich wird beim Ausbruch einer Epidemie die Verordnung erlassen, gründlich zu desinficiren und es wird vielfach auf die Aborte besonders hingewiesen. Sofern die Fäkalienwirthschaft gut geregelt ist, erscheint das überflüssig. Im Gegentheil, das Publikum muss sogar darauf aufmerksam gemacht werden, dass ihm von Seiten des regulär in die Closets entleerten Koths keine Gefahr droht, dass es daher nicht in die Sitztrichter hinein, sondern daneben desinficiren soll, dass Sauberkeit auf dem Closet und Entfernung jeden Koths, sowie Desinfection von Sitzbrett und Fussboden, Reinheit und Trockenheit des Hofes, der Umgebung der Abortgruben und Tonnenräume, der Dungstätten, der Ausgussöffnungen u. s. w. nothwendig sind. Nach dieser Richtung geschieht bislang entschieden zu wenig.

Das Publicum verwendet Geld, Sorgfalt und Kraft bei der Verhütung von Cholera und Typhus zu gern an dem falschen Ort, und dem muss entschieden entgegen getreten werden. Zu Typhus- und Cholerazeiten ist der Schutz der Nahrungsmittel vor Infection und ihre Desinfection, oder allgemein gesagt, die Desinfection in der Küche wichtiger als die Desinfection der Closets und der Fäkalien; an die Stelle der letzteren hat eine rationelle Behandlung der Fäkalien zu treten.

Stellen wir jetzt noch einmal die Frage auf, welche die Landwirthschaftsgesellschaft gestellt hat: „Ist die Zwischenstreu von Torfmull im Stande, die Abtödtung der in Fäkalien enthaltenen Keime ansteckender Krankheiten, speciell der Cholera und des Typhus, sicher zu bewirken?“ so wird die Antwort anders lauten müssen.

Wir müssen sagen: „Torf, auch mit Zusatz von Säuren in hoher Concentration ohne innige Mischung mit den Fäkalien desinficirt nicht sicher; die in den Kothbröckchen enthaltenen Bacillen bleiben so lange lebendig, bis sie durch neue Schädigungen, insonderlich durch die starke Alkalität getödtet werden.

Die Eigenschaft, in breiigen oder festen Koth nicht einzudringen, theilt die Schwefelsäure oder Phosphorsäure des Torfes mit allen anderen Desinfectionsmitteln.

Zur Desinfection des Koths der an Typhus und Cholera notorisch Erkrankten findet aus mehrfachen Gründen am besten die Kalkmilch Verwendung. Sie ist also zu gebrauchen zur Desinfection der Koth-

recipienten der Kranken, der Closets der Hospitäler und der Closets derjenigen Familien oder Häuser, in welchen infectiöse Kranke sich befinden.

Der gesammte übrige Koth bedarf einer Desinfection nicht, dahingegen ist erforderlich, dass durch eine auf das Genaueste geregelte Abfuhr ein Ueberlaufen der Tonnen und der gut eingedeckten, wasserdichten Gruben, sowie eine Besudelung von Tonnenraum und Umgebung der Grube, von Hof und Strasse vermieden werde.

Kommt diese Besudelung dennoch vor, so ist zu reinigen und durch Kalkmilch zu desinficiren.

Der abgefahrene Koth kann in Gruben noch eine gewisse Zeit der Gährung überlassen werden, wodurch die pathogenen Keime absterben; um Ammoniakverlust zu vermeiden werde das Reservoir, mit Ausnahme der Einschüttstelle, mit einer Schicht schwefelsäurehaltigen Torfes überschüttet. Nachher können die Fäcalien gefahrlos abgefahren oder zu Compost verarbeitet werden.

Wird die Aufhebung in grossen Reservoirs nicht beliebt, dann müssen die Fäcalien entweder sofort unter die Erde gebracht oder zu Compost verarbeitet werden. Der Composthaufen ist mit einer mehrere Centimeter dicken Schicht Erde oder Torf zu bedecken, er ist öfter umzuarbeiten und muss mehrere Monate liegen, damit eventuell noch vorhandene Krankheitserreger allmählich absterben.

Soll saurer Torf als Zwischenstreu benutzt werden, um Ammoniakverluste zu vermeiden, oder um prophylaktisch ein Desinfectionsmittel anzuwenden, wenn es auch einen vollen Erfolg nicht hat, dann betrage die Schwefelsäure etwa 0.2 Procent der Gesamtmasse (450 ^g Fäcalien + 50 ^g eines 2proc. schwefelsäurehaltigen Torfes).

Um mit Sicherheit dann, wenn Cholera und Typhus am Orte vorhanden sind, die Krankheitskeime zu tödten, bedarf es einer maschinellen Mischung des Koths und des sauren Torfes.

Menschlicher und thierischer Dung muss gesondert aufgefangen, gesondert aufgehoben werden. Einer Vermengung beider direkt vor dem Gebrauch steht nichts im Wege.

II.

Wie gezeigt worden ist, kommt es in erster Linie auf eine gute, geregelte Abfuhr an. Das „System“, ob Tonne ob Grube, ist von geringer Bedeutung, doch sei bezüglich der Abschätzung der Systeme gegen einander noch Folgendes erwähnt.

Die Tonne wird so oft entleert, dass hineingelangte pathogene Bakterien in vielen Fällen lebend fortgeführt werden, während bei den

Gruben die Zeiten der Entleerung so weit auseinander liegen, dass wenigstens der grösste Theil der hineingekommenen Krankheitskeime abgestorben ist.

Das Leben oder das Abgestorbensein der mit dem Tonneninhalt fortgeschafften Krankheitserreger ist jedoch, wie vorher gezeigt worden ist, von geringem Belang.

Das Ueberlaufen kann bei Tonnen und Gruben vorkommen, aber nur bei schlechtem Betrieb, und da ereignet es sich bei Tonnen häufiger, bei Gruben intensiver. Wird die Grube z. B. durch Einschütten des Wassers seitens der Dienstmädchen überfüllt, dann dringt der Grubeninhalt durch die Deckel unter der aufgeschütteten Erde in den Boden hinein und durchsetzt ihn auf grosse Entfernung. Eine regelrecht angelegte Grube ist auf ihre Anfüllung kaum zu controliren. Es kommt vor, dass Grubeninhalt bis in den Sitztrichter der Erdgeschosselosets hineindringt. Wird eine Tonne zum Ueberlaufen gebracht, so wird das in längstens 2 bis 3 Tagen gemerkt, wenn die Tonne abgeholt wird. Die Beschmutzung lässt sich aus dem cementirten Tonnenraum leicht entfernen, der Raum bequem desinficiren, und damit ist der Schaden beseitigt und zwar auf lange Zeit, denn das Dienstpersonal wird sich vor einer zweiten Ueberfüllung hüten.

Die Besudelung des Erdbodens bei dem Transport voller Tonnen ist wenig zu befürchten. Denn Deckel und Ueberlaufröhrchen werden verschraubt. Sollten wirklich einige Tropfen bei dem Transport auf die Erde fallen, dann genügt $\frac{1}{4}$ Liter Kalkmilch zur Beseitigung jeder Gefahr.

In gleicher Weise sind die Fäcalreste zu desinficiren, welche bei der Entfernung des Schlauches der Latrinenpumpe verspritzt werden.

Nach dieser Richtung hin unterscheidet sich das Gruben- und Tonnen-system nicht wesentlich.

Eine Gefahr soll darin liegen, dass bei dem Tonnen- und Kübel-system ein Haus nicht stets dieselben Kübel oder Tonnen wieder bekomme, d. h. also, dass einmal in ein Haus eine Tonne gebracht werde, die aus einem anderen Hause stammend vorher Cholera- oder Typhuskeime aufgenommen hat.

Um eine Infection zu vermeiden, werden daher in einigen Orten die Tonnen in ihrem Innern desinficirt, sogar keimfrei gemacht; Greifswald verwendet dazu pro Kübel 26 Liter eines 130° heissen Dampfwassergemisches.

Die Gefahr einer Infection von dem Innern der Wechseltonnen aus erscheint mir imaginär.

Wenn wirklich in einer Tonne oder in einem Kübel einige Typhus-

und Cholerabacillen haften geblieben sind, so können sie gar nicht aus der Tonne heraus, und ferner kommt mit dem Innern der Tonne weder das Hauspersonal noch die Bedienungsmannschaft in irgend eine Berührung. Die Desinfection des Innern der Tonne ist also überflüssig. Dahingegen werde, um die Bedienungsmannschaft zu schützen, der Deckel innen und aussen, sowie die Aussenseite der Tonne mit irgend einer Lösung von Rohcarbol oder mit Kalkmilch eingepinselt; das genügt vollständig. Man darf die Hygiene nicht theurer machen, als sie schon ist, denn nicht am guten Willen, sondern am mangelnden Gelde scheitern die hygienischen Maassnahmen.

Die einzige Gefahr, welche die Tonnen gegenüber den Gruben bieten, liegt bis jetzt im Kleinbetriebe, wo es möglich ist, dass der Tonneninhalt unbedeckt im Garten oder auf dem Acker liegen bleibt. Aber wenn irgendwo in entsprechender Entfernung von Bäumen und Wohnstätten ein Loch gegraben wird von 1^m Tiefe und Seite, so kann dahinein der Tonneninhalt mit oder ohne Torfzwischenstreu entleert und mit den Abfällen aus dem Garten und Hause, mit Torf u. s. w., sowie einem Theil der ausgeworfenen Erde bedeckt und so ohne Mühe und ohne Raumvergeudung in gefahrloser und geruchloser Weise compostirt werden.

In den Lehrbüchern der Hygiene findet man jetzt vielfach angegeben, nachdem die Periode, wo man alles Heil in faecalibus von der Einrichtung des Tonnensystems erwartete, glücklich vorüber ist, ein gut ausgeführtes Grubensystem habe vor einem gleichfalls vorschriftsmässig betriebenen Tonnensystem keinerlei Vorzüge.

Das ist bis zu einer gewissen Grenze ganz richtig.

Wenn aber irgendwo von der Einführung eines Abfuhrsystems die Rede ist, so hat man es, sofern nicht ganz neue Stadttheile in Betracht kommen, mit einem schon bestehenden, so schlechten Grubensystem zu thun, dass die Zustände unhaltbar geworden sind, und die Frage ist, sollen nun — wenn eine Schwemmcanalisation nicht möglich ist — Tonnen eingeführt oder die Gruben beibehalten werden?

In Städten, welche vor dieser Frage stehen, sind die Gruben alle miteinander undicht und gar nicht oder schlecht eingedeckt, sie lassen unter sonst günstigen Bodenverhältnissen so viel faulfähige Substanz aussickern, dass sich — die Infection oder Verunreinigung der Brunnen mag ganz unberücksichtigt bleiben — vom Boden her üble Gerüche entwickeln. Vielfach sind die Gruben mit den Fundamenten der Häuser in directer Berührung, sie befeuchten die Mauern, die in den alten Stadttheilen selbstredend keine Isolirschrift haben und geben ihre Dünste in die Häuser ab. Manche Gruben sind im Laufe der Zeit ganz überbaut worden, eine grosse Menge der entwickelten Gase dringt in die Häuser

hinein, und in allen Stockwerken macht sich der widerlich süßliche Geruch der alten gährenden Fäces bemerkbar, von denen nach Erismann 1^{cbm} bis zu 18^{cbm} Gas in 24 Stunden entwickeln kann. Soll man nun diese Gruben umändern bezw. erneuern? Das ist recht schwierig, denn in den meisten Fällen müsste eine Umlagerung der Grube stattfinden, müssten wasserdichte Schichten eingeschoben werden u. s. w.; jedenfalls würde eine den sanitären Anforderungen entsprechende Umänderung sehr theuer werden. Man muss auch bedenken, dass die glücklichen Besitzer derartiger Gruben sich so an den Geruch und die Unannehmlichkeit gewöhnt haben, dass eine Umänderung nichts bessern würde. Da nützt nur die Umänderung des ganzen Systemes, da ist einzig und allein Tonne oder Kübel mit häufigem Wechsel am Platz. Zudem lassen sich die alten schlechten Gruben unter entsprechender Mauerung mit Cement leicht und relativ billig in brauchbare Tonnenräume umwandeln.

Unter diesen, wie gesagt häufigsten, Verhältnissen ist das Tonnen-system entschieden dem Grubensystem vorzuziehen. Bei Neubauten mag man Gruben einrichten; da kann man sie ausserhalb der Häuser anbringen, sicher isoliren, gut eindecken — obgleich die Eindeckung der Gruben mit Erde auch in neuen Stadtvierteln nicht gerade häufig ist — kurzum, da kann man die gesundheitlichen Schäden und Belästigungen mit Sicherheit vermeiden.

Die Schwierigkeit der definitiven Beseitigung der Unrathstoffe ist für die Städte bei beiden Systemen die gleiche.

III.

Mit einigen Worten möge noch der Ventilation gedacht werden.

Viefach besteht die Vorschrift, das Fallrohr über Dach zu leiten, die Grube luftdicht abzudecken, und den Tonnenraum möglichst dicht zu halten, in der Erwartung, dass dann die entstehenden Gase an den Sitztrichtern vorbei in das Freie ziehen. Nun liegen meistens die Closets entweder in einem Anbau oder dicht an der Aussenmauer, und schüchtern erhebt sich höchstens 1^m über das Dach des Anbaues oder über die Dachrinne fort das mit einer Haube oder in seltenen Fällen mit einem Aspiratorkopf versehene Fallrohr.

Stösst der Wind gegen die entsprechende Hauswand oder die Dachseite, so entsteht ein Ueberdruck und die Luft stürzt in jede ihr zugängige Oeffnung, also auch in den Aspiratorkopf, von dort in das Fallrohr und zum Sitztrichter heraus.

Da hilft auch eine Erwärmung des Rohres nichts. Das einzige Mittel, um diesem weit verbreiteten Uebelstand entgegenzutreten, ist das

Hinaufführen des Fallrohres bis über den Dachfirst hinaus, so hoch wie ein gutziehender Schornstein reicht.

Bei Blechrohren hat das allerdings seine Schwierigkeiten und Schlote zu mauern ist oft nicht angängig, weil sie nicht die nöthige Unterlage haben; ausserdem sehen derartige dünne lange Rohre bezw. Schlote an der Aussenmauer des Hauses schlecht aus und lassen sich nicht leicht befestigen; aber es sei nochmals gesagt, die verlängerten Fallrohre haben bis über den Dachfirst zu reichen, wenn sie einen Effect haben sollen.

Eine andere Vorschrift oder Lehre ist die, man solle das Fallrohr an den Küchenschornstein anlegen, von welchem es nur durch eine eiserne Platte geschieden ist, damit durch die Wärme eine Aufdrift der Luft statt habe.

Nun, ein Fallrohr, welches naturgemäss mit Koth besudelt wird, gegen eine heisse Eisenplatte legen, dürfte seine Unannehmlichkeiten haben. Man kann sich wenigstens ohne Anstrengung vorstellen, dass in dieser Weise kräftig angewärmter Koth nicht gerade geringe Mengen unangenehmer Dünste exhalirt, die zu Zeiten, z. B. bei trübem, nebligem Wetter, oder auch des Morgens bei prallem Sonnenschein (es sei an das Rauchen der Kamine bei starker Besonnung erinnert), in die Häuser eindringen.

Aber die Erfüllung des Vorschlages stösst noch auf eine andere Schwierigkeit. Wenn man sich von einem hochliegenden Dachfenster aus die Dächer und die zu gewissen Tageszeiten deutlich kenntlichen Küchenschornsteine ansieht, dann findet man, dass die Küchenschornsteine relativ selten am Rande der Dächer, fast immer in der Mittellinie oder zur Mitte hin liegen, und mit Recht, denn der Baumeister wünscht „Zug“ für den Herd zu haben, deshalb muss er mit dem Schornstein über die Firsthöhe hinaus. Das ist technisch aber am leichtesten auszuführen, wenn die Essen möglichst zur Mitte hin liegen, ausserdem sehen hoch hinaufragende freistehende Schornsteine schlecht aus, sind schwer zu reinigen, müssen gesonderte Blitzableiter haben u. s. w.

Das Resultat ist, die Küchenherde mit ihren Essen liegen bis auf wenige Ausnahmen centralwärts, die Closets aber, besonders bei Grubenanlagen, fast stets lateralwärts.

Der Vorschlag, das Fallrohr neben den Küchenschornstein zu legen, wird also in weitaus den meisten Fällen ein frommer Wunsch bleiben.

Die von d'Arcet angegebene Methode ist mit nachfolgenden Modificationen der vorgenannten entschieden vorzuziehen.

Man führt das Fallrohr nur bis zum oberen Closet und setzt den obersten Falltrichter direct darauf. Die Sitze versieht man mit möglichst

dicht schliessenden Deckeln, schliesst auch die Sitztrichter eventuell mittels elastischer Packung an die Sitzbretter thunlichst luftdicht an und führt von dem untersten Theil des Fallrohres ein schräg an einer Kellerwand aufsteigendes, weites und glattes Ventilationsrohr in den neben dem Küchenschornstein liegenden, beim Bau bereits vorgesehenen Ventilations-schlot, dessen ihn von dem Küchenschornstein trennende, nur $\frac{1}{4}$ Stein starke Wange im unteren Theil durch eine Eisenplatte ersetzt sein mag. Die Grube muss mittels Erd- oder Sandschüttung, die Thür des kleinen Tonnenraumes durch Filzpackung und Vorreiber nach Möglichkeit luftdicht abgeschlossen sein.

Die dichten Abschlüsse haben den Zweck, die Wärme des Schlotes zu conserviren und eine möglichst leichte Luftsäule in dem Schlot zu behalten, damit eine bedeutende und nicht versagende Aspirationswirkung von den Closeträumen aus durch die Sitztrichter hindurch in das Fallrohr hinein gesichert ist.

Als Adjuvantien und bei verfehlter Anlage können Desodorisationsmittel Verwendung finden. Unter ihnen kommen hauptsächlich in Betracht Sapol und Torf. Ersteres wirkt in vorzüglicher Weise dadurch, dass es einerseits über den flüssigen Fäkalien eine undurchlässige Schicht bildet, andererseits durch die reiche Abgabe der in ihm enthaltenen Kresole in die flüssigen Massen das Bakterienleben und damit die Gasentwicklung, wenn auch nicht völlig hindert, so doch wesentlich beschränkt. Vorbedingung für die Verwendung des Sapols ist die Anwesenheit grösserer Flüssigkeitsmengen, es eignet sich daher in erster Linie für Gruben, welche neben dem Koth noch den grösseren Theil des Urins aufnehmen, oder für Gruben mit Wasserspülung.

Der Torf an sich hindert schon bis zu einem gewissen Grade die Geruchsentwicklung, wesentlich gesteigert wird diese Eigenschaft durch Zusatz von Schwefelsäure. Zunächst wird die Bakterienwucherung in den dünneren Fäkalien unmöglich gemacht und dann werden die aus den dickeren Kothmassen sich entwickelnden Gase, vor Allem das Ammoniak, gebunden.

Sauerer Torf ist sowohl für Gruben als auch für Tonnen ein sehr gutes Desodorans.