[Aus dem staatlichen hygienischen Institut in Hamburg.]
(Director: Prof. Dr. Dunbar.)

Untersuchung von pestverdächtigen Ratten aus in Hamburg eingelaufenen Schiffen.

Von

Dr. Kister,
Abtheilungsvorsteher am Institut.

und

Stabsarzt Dr. Schumacher,
commandirt zum Institut.

In Hamburg werden seit Ende des Jahres 1899 alle aus verdächtigen Häfen einlaufenden Schiffe genaustens auf todte Ratten durchsucht. Alle Cadaver werden, insbesondere, wenn mehrere solcher auf einem Schiffe gefunden werden, den Pestlaboratorien des Hygienischen Instituts überwiesen.

Im Ganzen wurden seit 1900 1537 Rattencadaver zur Untersuchung eingeliefert, ausserdem 196 Mäuse, ferner in 66 Fällen Untersuchungsmaterial von Menschen und schliesslich in 46 Fällen Material verschiedener Herkunft, wie Thierfelle, Rattenkoth u. s. w. Die Vertheilung des Untersuchungsmaterials auf die verschiedenen Jahre ist in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.
Zusammenstellung des von 1900—1904 eingelieferten
pestverdächtigen Materials.

	Material von Menschen	Ratten	Mäuse	Verschiedenes Material
1900	38	4	—	11
1901	15	79	1	1
1902	7	114	1	—
1903	5	571	187	12
1904	1	769	7	22
Summa = 1845	66	1537	196	46

Tabelle II.
Zusammenstellung der Schiffe mit Pestratten.

Name des Schiffes	Datum der Ein- lieferung	Zahl der ein- gelieferten Ratten	Zahl der ein- gelieferten Mäuse	Pestbefund	Kohlen- oxydbefund	Arsenik- oder Phosphor- befund	Pest- und Kohlenoxyd- befund	Pest- und Arsenik- oder Phosphor- befund	Vertheilung der Pestratten auf die verschiedenen Räume
Pergamon:	17. I. 01 bis 29. I. 01	27	1	24 R.	—	9 R. Arsenik	—	8 R.	Pestratten in einem Raum.
Chios:	19. XII. 01 bis 6. I. 02	21	—	1 R.	—	11 R. Phosphor	—	—	Pestratten in einem Raum.
Westphalia:	6. III. 03 bis 19. III. 03	134	181	31 R. 1 M.	101 R. 153 M.	—	4 R. 1 M.	—	29 Pestratten in einem Raum, 2 Ratten i. d. Ladung nach dem Löschen, 1 Maus in einem anderen Raum.
Cordoba:	28. XII. 03 bis 4. I. 04	139	1	3 R.	85 R.	—	—	—	Pestratten in einem Raum.
Bishopsgate:	5. IX. 04 bis 16. IX. 04	129	(1 Katze)	9 R.	7 R.	—	—	—	Pestratten auf 3 Räume vertheilt.
Blagdon:	23. XI. 04 bis 30. XI. 04	107	(1 Katze)	7 R.	88 R.	—	1 R.	—	2 Pestratten in einem Raum, 5 in einem and. Raum.
	Summa:	557	183	75 R. 1 M.					

Anmerkung: Am 10. IV. dieses Jahres wurde auf einem weiteren Dampfer, Desterro, unter 16 Ratten und 2 Mäusen eine Pestratte nachgewiesen.

Unter diesen Fällen wurden, abgesehen von einem Falle von Menschenpest im Jahre 1900, 6 Mal Schiffe mit Pestratten angetroffen (vgl. Tab. II) mit im Ganzen 75 Pestratten und mit einer mit Pest behafteten Maus. 2 Mal wurden Katzen eingeliefert, die sich aber nicht als mit Pest inficirt erwiesen. In einem Falle (Chios) hatte nur 1 Ratte Pest, in deren Organen sich fast ausschliesslich die bekannten Ringformen fanden, andererseits waren in dem ersten Fall (Pergamon) fast alle Ratten mit Pest inficirt. In 3 Fällen (Chios, Cordoba, Bishopsgate) hatte keine der an Bord noch lebenden Ratten Pest, dieselbe war also wahrscheinlich schon im Erlöschen begriffen. In den anderen 3 Fällen hingegen (Pergamon, Westphalia, Blagdon) wurde Pest auch bei Ratten nachgewiesen, die nach Feststellung des ersten Pestbefundes mit Gift oder Kohlenoxyd an Bord getödtet waren, auf dem Dampfer Pergamon waren sogar noch 9 lebende pestinficirte Ratten gewesen. Zwar haben Strassmann und Schulz¹ nachgewiesen, dass Kohlenoxyd auch noch in Leichen einzudringen vermag, doch glauben wir aus dem hochgradigen Kohlenoxydbefunde sowie aus der sonstigen Beschaffenheit der Cadaver und dem Vergleich mit den übrigen negativen, keine anderen pathologisch-anatomischen Veränderungen aufweisenden Rattencadavern sicher schliessen zu können, dass die erwähnten Ratten erst durch das Kohlenoxyd getödtet sind.

Was die Vertheilung der Ratten auf die verschiedenen Schiffsräume anlangt, so waren in 3 Fällen (Pergamon, Chios, Cordoba) Pestratten nur in einem Raume aufgefunden, in den anderen Fällen waren die Pestratten auf 2 bezw. 3 Räume vertheilt. Dass mehrfach die mit Pest inficirten Ratten in ein und demselben Raume aufgefunden werden, während in anderen Räumen zwar auch zahlreiche Ratten, aber keine mit Pest behafteten sich finden, kann nicht Wunder nehmen, da die einzelnen Räume durch Schotten in der Regel so dicht verschlossen sind, dass ein Ueberwandern von einem Raume in den anderen für Ratten unmöglich ist. Dieser Befund ist aber hinsichtlich der Desinfectionsmaassnahmen von besonderer praktischer Bedeutung, denn wenn sich die Pestverseuchung eines Schiffes auf einen einzigen Raum beschränkt, so wird man bei der Desinfection der übrigen Räume, zumal wenn es sich um eine werthvolle Ladung handelt, die durch die Desinfection beschädigt oder werthlos gemacht wird, eine gewisse Beschränkung üben können.

Ueber die Erfahrungen, welche bezüglich der Diagnosenstellung bei den hier genannten positiven Fällen gemacht wurden, ist bereits an anderer Stelle berichtet worden.² Die Untersuchungen und Beobachtungen

¹ Strassmann und Schulz, *Berliner klin. Wochenschrift*. 1904. Nr. 48.

² Dunbar und Kister, Zur bakteriologischen Diagnose bei pestkranken Ratten. *Centralblatt für Bakteriologie*. Orig. 1904. Bd. XXXVI. Nr. 1.

gelegentlich dieser zahlreichen pestverdächtigen Fälle gaben jedoch Anlass, eine Reihe weiterer Versuche vorzunehmen. Zunächst seien diejenigen angeführt, durch welche Stellung genommen werden sollte zu der Frage über die Art und Weise der Verbreitung der Pestkeime unter Beihülfe der Ratten. Diese Versuche verdanken zum Theil ihre Entstehung einer Anregung von Hrn. Geheimrath Koch gelegentlich einer Besprechung dieses Themas mit Hrn. Professor Dunbar.

Dass die Pest durch Ratten verbreitet werden kann, ist so oft erörtert und durch so viele Beispiele belegt, dass darüber wohl kein Zweifel bestehen kann. Den in der Litteratur aufgezeichneten Beobachtungen können wir eine weitere hinzufügen. Am 6. September vorigen Jahres wurden auf einem aus Rosario kommenden Dampfer Bishopsgate im hiesigen Hafen mit Pestbakterien behaftete Ratten aufgefunden. Die Löschung des Dampfers fand unter den vorgeschriebenen Vorsichtsmaassregeln¹ statt. Vor Beendigung derselben und vor der Desinfection der Schiffsräume nahm ein in Hamburg angemusterter Schiffszimmermann an den Aufräumarbeiten theil. Einige Tage später, nachdem das Schiff freigegeben war und sich auf der Reise befand, erkrankte der Betreffende, wie in einem englischen Hafen bakteriologisch festgestellt wurde, an Bubonenpest. Es ist wohl anzunehmen, da Pesterkrankungen bei anderen Menschen auf dem Schiffe nicht vorkamen, dass der Schiffszimmermann sich durch Vermittelung einer Pestratte direct oder indirect, jedenfalls nicht durch einen pesterkrankten Menschen, inficirt hatte.

Wenn also auch wohl feststeht, dass die Ratten eine Rolle bei der Uebertragung der Pest spielen, so fragt es sich doch, ob der Pestkeim stets an den Rattenkörpern gebunden ist oder auch durch Ratten verstreut ausserhalb des Rattenkörpers kürzere oder längere Zeit lebens- und infectionsfähig sich erhält und auch gelegentlich andere Vehikel benutzt. Sind also die Cadaver der gefallenen Pestratten allein oder vorzugsweise die Quelle der Infection oder vermittelt Ungeziefer, insbesondere Flöhe und Wanzen die Uebertragung, oder aber sind es leblose Gegenstände, aufgespeicherte Waaren, wie Getreide, Mais und dgl., welche mit Se- und Excreten kranker Ratten verunreinigt, Anlass zu immer neuen Pestinfectionen geben. In den ersten beiden Fällen würde die Verbreitung der Pest mit der Verbreitung der Pestratten einhergehen, bei uns würden also zunächst nur in den Seestädten Pestfälle zu erwarten sein. Wird aber durch die Ratten infectiöses Material verstreut, so wäre mit der Möglichkeit einer gelegentlichen weiteren Verschleppung der Pest in das Inland unabhängig von Ratten zu rechnen.

¹ Vgl. Nocht, Die Pest unter den Ratten des Dampfers Cordoba. *Deutsche med. Wochenschrift*. 1904. S. 244.

Um den angedeuteten Fragen näher zu treten, haben wir seit längerer Zeit Laboratoriumsversuche angestellt, welche, soweit sie bis jetzt abgeschlossen sind, sich zunächst auf eine Reihe von Rattenfütterungen, ferner auf Versuche mit Ungeziefer und schliesslich auch auf eine grössere Anzahl von Versuchen mit möglichst unter natürlichen Bedingungen inficirtem Mais erstreckten.

I. Zur Frage, welche Bedeutung Rattencadaver bei der Verbreitung der Pest haben.

Nach Angaben in der Litteratur könnte man zu dem Schlusse kommen, dass Ratten bei Verfütterung von Culturmaterial oder von Pestcadavern prompt oder wenigstens in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle an Pest eingehen. Nach unseren Versuchen trifft dieses so allgemein nicht zu. Einmal kommt es auf die Virulenz und die Zahl der verfütterten Bakterien an, dann aber auch auf die Beschaffenheit des verfütterten Materials. Je nachdem ob die Ratte das Infectionsmaterial beim Beriechen und Fressen aspirirt oder sich an spitzen Knochentheilchen im Maule verletzt oder endlich nur weiches Material, Organe, Musculatur, verzehrt, kann der Erfolg ein verschiedener sein. Wie bereits von der Deutschen Commission hervorgehoben¹, sind drei Arten von Infection bei Fütterung von Ratten zu unterscheiden. Es kann eine Pestpneumonie auftreten oder die Infection von den Submentaldrüsen ausgehen oder endlich kann es zu einer Darmpest kommen.² Alle drei Arten der Infection konnten wir bei unseren Fütterungsversuchen auch beobachten. Nach unseren Untersuchungen scheinen zur Erzeugung einer Darmpest grössere Mengen von Bakterien erforderlich zu sein, — es kann hierbei die Entgiftung der Toxine durch die Verdauungssäfte eine Rolle spielen — während nur wenige Pestbakterien zu einer Infection genügen, wenn die Möglichkeit einer Verletzung der Ratten am Maule gegeben ist. Auch zum Zustandekommen einer Pestpneumonie dürften weniger Bakterien ausreichend sein als zur Erzeugung einer Darmpest. Aber selbst wenn die Möglichkeit der Verletzung gegeben ist, und selbst wenn die Cadaver nachgewiesenermaassen voll von virulenten Pestbakterien sind, gehen die Ratten nur in einem verhältnissmässig geringen Procentsatz an Pest ein.

---

¹ *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1899. Bd. XVI. S. 283.

² Die österreichische Commission (Albrecht und Ghon) erwähnt in ihrem Bericht die Pestpneumonie nach Fütterung von Ratten nicht.

Tabelle III. Fütterungsversuche.

Virulente Stämme (Bishopsgate, Blagdon)					
1	Wenig Pestbakterien im verfütterten Material		Reichlich Pestbakterien im verfütterten Material		Ergebniss
	2	3	4	5	
	Wenig virulente (Westphalia, Cordoba)	Verfüttertes Material ist weich (Organe)	Verfüttertes Material ent- hält Knochen (Cadaver ohne Organe, oder nur Kopf oder Brustbein)	Verfüttertes Material ist weich (Brot mit Organsaft getränkt, Organe)	
0	1	8	16	42	positiv
14	4	9	23	31	negativ
			58 +, 54 -		bei Verfütterg. v. reichlichen Pestbakterien
			50 +, 40 -		bei Verfütterg. v. knöchigem Material
			17 +, 27 -		bei Verfütterg. von weichem Material

Gesammtresultat von 148 Versuchen: 67 positive = 45 Procent.
81 negative

Wie die Tabelle III zeigt, in welcher wir nur die Versuche aus den letzten Jahren berücksichtigt haben, weil sie gleichmässig und unter denselben Gesichtspunkten angestellt sind, wurden im Ganzen 148 Ratten und zwar weisse und gefleckte als auch wilde verschiedener Art mit Pestmaterial gefüttert. Von diesen erlagen im Ganzen 67 = 45 Proc. einer Pestinfection. Sehen wir uns aber die in der Tabelle angeführten Versuche näher an, so könnten wir zunächst die 14 Thiere (Columnne 1 der Tabelle) ausscheiden, die mit wenig virulenten Bakterien der Westfalia- und Cordobastämme gefüttert wurden. Die Thiere überlebten sämmtlich die Fütterung. Rechnen wir diese mit wenig virulentem Material gefütterten Thiere nicht mit, so gingen von 134 Ratten 67 = 50 Procent an Pest ein. Von den mit virulenten Pestbakterien gefütterten Ratten können wir eine weitere Gruppe von 22 Ratten abtrennen, welche Material mit nur wenigen Pestbakterien erhielten. Von diesen Thieren blieben 13 am Leben (Columnne 2 und 3). Andererseits gingen aber Ratten prompt ein trotz der geringen Anzahl der verfütterten Bakterien; diese Ratten hatten aber fast alle knöchiges Material bekommen, meist nur den Kopf der Cadaver, welcher zwar wenig Bakterien enthielt, aber Gelegenheit zu

Schleimhautverletzungen an Maul und Nase geben konnte (Columnne 3). Hierbei kam es nicht zu einer Darmpest, sondern die primären Bubonen fanden sich am Halse. Es erhellt daraus die Bedeutung der Beschaffenheit des verfütterten Materials. Wie sehr die Schleimhautverletzungen für den Erfolg der Fütterungen von Einfluss sind, dafür möge eine der von uns wiederholt gemachten Beobachtungen als Beispiel dienen. Eine Ratte erhielt die Organe eines Meerschweinchens mit massenhaft Pestbakterien, eine zweite Ratte dagegen nur den Kopf desselben Meerschweinchens als Futter. Die erste Ratte blieb am Leben, obgleich sie gefressen hatte, die zweite Ratte ging nach 3 Tagen mit typischem Pestbefunde ein. Sehen wir uns nun weiterhin die noch übrig bleibenden Fälle an, in denen den Ratten Cadaver mit reichlichem Gehalt an virulenten Bakterien vorgeworfen wurden, so finden wir, dass selbst von diesen Ratten nur etwa die Hälfte an Pest einging (58 von 114), obgleich wieder die Cadaver in jedem Falle von den betreffenden Ratten verzehrt waren. Darnach muss also bei einer Anzahl von Ratten in gewisser Hinsicht eine natürliche Immunität bestehen. Auch hier ist auffallend der Unterschied zwischen den mit weichem und den mit Knochen enthaltendem Material gefütterten Ratten: bei ersteren verhält sich die Zahl der positiven Fälle zu der der negativen wie 16:23, bei letzteren hingegen wie 42:31. Bemerkenswerth ist noch, dass die Ratten, welche Brot mit zahlreiche Bakterien enthaltendem Organsaft getränkt, also weiches Futter ohne Knochen, erhalten hatten, unter dem typischen Bilde einer Darmpest eingingen. Weil keine Verletzung der Schleimhaut am Maule und an der Nase stattgefunden hatte, blieben die Submentaldrüsen verschont.

Diejenigen Ratten, welche auf die Fütterung reagierten, erlagen derselben meist in wenigen Tagen, frühestens am zweiten Tage, in der Regel (zu 80 Procent) nach 3 bis 5 Tagen, doch muss hervorgehoben werden, dass gelegentlich auch Ratten, obwohl man bei ihnen nicht das typische Bild einer chronischen Pest, wie bei Meerschweinchen findet, erst nach längerer Zeit am achten, neunten oder selbst am elften Tage mit positivem Pestbefunde eingingen. Es scheint als ob die Ratten, welche Darmpest acquirieren, etwas später an Pest zu Grunde gehen. Auch mag es vorkommen, dass Ratten, selbst bei subcutaner Impfung, an Pest erkranken, aber die Infection überwinden und wieder völlig hergestellt werden. Für die Diagnose pestverdächtiger Fälle hat ein solches Vorkommnis, wie nebenbei bemerkt sein mag, keine besondere Bedeutung, da zwecks Feststellung von Pest immer mehrere Ratten in verschiedener Weise und mit verschiedenen Dosen geimpft werden, und wir ferner eine von den mit grösseren Dosen geimpften Ratten, wenn sie nicht prompt eingehen, am zweiten Tage zu tödten und zu untersuchen pflegen.

Wenn nun also bei Verfütterung von Pestratten nur ein gewisser verhältnissmässig geringer Procentsatz der Thiere eingeht, so kann man weiterhin auch bei Vornahme von Reihenfütterungen ein allmähliches Versagen der Infection beobachten. In analoger Weise mag auch bei einer Rattenepidemie unter natürlichen Verhältnissen ein Abklingen der Epidemie erfolgen. Füttert man nämlich Ratten nach einander, indem immer der ganze Cadaver des eingegangenen Thieres einer frischen Ratte vorgeworfen wird, so reisst bald der Faden dieser Fütterungsreihen ab. Schon die dritte Ratte ging in den drei in Tabelle IV aufgezeichneten Versuchen nicht mehr ein. Mikroskopisch und culturell kann man nachweisen, dass die Zahl der Pestbakterien von Ratte zu Ratte eine geringere wird. Es soll damit natürlich nicht gesagt sein, dass immer schon die dritte Ratte am Leben bleibt, es soll durch diese Beispiele nur unsere ganz allgemein gemachte Beobachtung erläutert werden, dass die Infectiosität der Pestbakterien bei fortgesetzter Verfütterung ohne Einschaltung von Culturen allmählich abnimmt. Einen Unterschied in der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Rattenarten gegenüber Pestbakterien haben wir nicht beobachten können.

Tabelle IV. Reihenfütterungen.

Ratte a. Eingelieferte Pestratte. zahlreiche Pestbakterien.	Ratte a. subcutan Organaufschwem- mung; zahlr. Pestbakterien.	Maus a. Eingelieferte Pestmaus; zahlreiche Pestbakterien.
Ratte b. Lunge, Leber Ratte a; todt n. 4 Tag., wenige Pestbakterien.	Ratte b. Cadaver Ratte a; todt nach 6 Tag., zahlr. Pestbakterien.	Ratte b. Cadaver Maus a; todt nach 6 Tag., mässig viele Pestbakt.
Ratte c. Cadaver Ratte b; todt nach 6 Tagen, nur in einer Drüse Ringe.	Ratte c. Cadaver Ratte b, todt nach 6 Tag.; keine Pestbakterien nachweisbar.	Ratte c. Cadaver Ratte b; todt nach 4 Tagen, nur in einer Drüse Pestbakterien.
Ratte d. Cadaver Ratte c; bleibt leben.	Ratte d. Cadaver Ratte c; bleibt leben.	Ratte d. Cadaver Ratte c; bleibt leben.

Die natürliche, individuell verschiedene Resistenz der Ratten scheint nun manchmal durch mehrfache Verfütterung von Pestmaterial gesteigert werden zu können, so dass schliesslich die Ratten auch bei subcutaner Verimpfung grosser, sonst sicher tödtlich wirkender Dosen virulenter Pestbakterien nicht eingehen. In der Tabelle V sind die Versuche zusammengestellt, in denen Ratten 2 bis 5 Mal mit Pestbakterien gefüttert wurden. Von diesen 31 Ratten gingen von 19 2 Mal gefütterten Ratten 8 bei der

Tabelle V.
Mehrfache Rattenfütterungen.

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Wann gefüttert, wann gestorben	Womit gefüttert	Womit war das verfütterte Thier inficirt	Ergebniss d. Fütterg.	Verwendeter Peststamm
1	1962 M. decumanus	12.X.1904	Organe v. R. 1977	R. 1977 subcutan geimpft m. Pestorganen v. R. 1971, todt n. 5 Tg., viele Pestbakt.	—	1725 Bishopsgate
		13.XII.04	M.-S. 542	M.-S. 542 mit Cultur 1713 cutan, todt n. 2 Tg., mässig viel Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
2	1967 M. decumanus	1.X. 04	Organe v. R. 1954	R. 1954 subcut. Cultur 1706, todt n. 72 Std., massenhaft Pestbakterien.	—	1706 Bishopsgate
		13.X. 04 †18.X. 04	Organe v. M.-S. 529	M.-S. 529 subcut. m. R. 1971, todt nach 6 Tagen, viele Pestbakterien.	+	1725 Bishopsgate
3	1969 M. decumanus	17.XI. 04	Brustbein v. M.-S. 538	M.-S. 538 cutan m. Cult. 1725, todt n. 5 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		13.XII.04	Organe v. M.-S. 585	M.-S. 585 cutan m. Cult. 2026, todt n. 4 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
4	1978 M. decumanus	7.XI. 04	Organe v. M.-S. 540	M.-S. 540 subc. m. Cult. 1713, todt n. 6 Tg., wenig Pestbakt.	—	1713 Bishopsgate
		12.XI. 04 †10.XII.04 (keine Pest)	24 stünd. Agarcultur 1713	—	—	1713 Bishopsgate
5	1984 M. decumanus	11.X. 04	Organe v. M.-S. 531	M.-S. 531 subc. m. Cult. 1725, todt n. 4 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		26.X. 04 †30.X. 04	Organe v. M.-S. 533	M.-S. 533 subc. m. Cult. 1725, todt nach 9 Tagen, wenig Pestbakterien.	+	1725 Bishopsgate
6	1996 M. decumanus	11.XI. 04	Organe v. M.-S. 541	M.-S. 541 cutan m. Cult. 1713, todt nach 10 Tagen, viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		27.XI. 04 †28.XII.04 (keine Pest)	Organe v. M.-S. 558	M.-S. 558 cutan geimpft m. Cult. 1713, todt n. 5 Tg., viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
7	1999 M. decumanus	12.XI. 04	Agarcultur 1713	—	—	1713 Bishopsgate
		11.XII.04 †13.XII.04	Organe v. M.-S. 587	M.-S. 587 cutan m. Cult. 2026, todt n. 3 Tg., sehr viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
8	2006 M. decumanus	10.XII.04	Organe v. M.-S. 582	M.-S. 582 cutan m. Cult. 1713, todt n. 8 Tg., mässig viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		5.I. 05	Organe v. R. 2342	R. 2342 subcut. Cult. 2026, todt n. 3 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Wann gefüttert, wann gestorben	Womit gefüttert	Womit war das verfütterte Thier inficirt	Ergebniss d. Fütterg.	Verwendeter Peststamm
9	2016 M. decumanus	25.XII.04	Cadaver R. 2288	R. 2288 subcut. m. Cult. 2026, todt nach 3 Tagen, zahlreiche Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		7.I. 05 †14.I. 05	Organ und Kopf v. R. 2343	R. 2343 Hauttasche, Organ, todt nach 4 Tagen, wenig Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
10	2023 M. decumanus	14.I. 05	Organe u. Kopf v. R. 2263	R. 2263 subc. Organ, todt nach 2 Tag., sehr viele Pestbakterien (u. Diplokokken).	—	1713 Bishopsgate
		12.II. 05 †15.II. 05	Cadaver v. R. 2322	R. 2322 gef. mit Cad., todt n. 4 Tg., viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
11	2181 M. decumanus	14.I. 05	Organe u. Kopf v. R. 2016	R. 2016 m. Organen, todt n. 7 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		8.II. 05	ganzer Cad. v. R. 2006	R. 2006 subcutan m. Organ, todt n. 2 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
12	2265 M. decumanus	17.XII.04	Cadaver v. M.-S. 604	M.-S. 604 cutan Cult. 2026, todt nach 4 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		5.I. 05	Cadaver v. R. 2161	R. 2161 1 Oese 2026 subc., todt n. 3 Tg. mässig viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
13	2273 M. decumanus	20.XII.04	Cadaver v. M.-S. 601	M.-S. 601 Cult. 2026 cut., todt n. 7 Tg., sehr viele Pestbakt.	—	2026 Blagdon
		5.I. 05	Cadaver v. R. 2341	R. 2341 Cult. 2026 subc., todt n. 3 Tg., wenig Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
14	2289 schwarzweiss	22.XII.04	Organe v. M.-S. 610	M.-S. 610 Cult. 2026 cut., todt n. 6 Tg., sehr viele Pestbakt.	—	2026 Blagdon
		9.I. 05	ganzer Cad. v. M.-S. 592	M.-S. 592 Org. cut., todt n. 6 Tg., massenhaft Pestbakt.	—	2026 Blagdon
15	2315 M. decumanus	26.XII.04	Organe v. R. 2264	R. 2264 Org. subcut., todt n. 10 Tg., wenige Pestbakter.	—	1713 Bishopsgate
		10.I. 05	Cadaver v. R. 2350	R. 2350 cut. Schwanz, todt n. 3 Tg., sehr viele Pestbakt.	—	2026 Blagdon
16	2320 M. decumanus	28.XII.04	Cadaver v. M.-S. 630	M.-S. 630 Org. Hauttasche, todt nach 6 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		10.I. 05	Cadaver v. R. 2349	R. 2349 cut. Schwanz Org., todt nach 3 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
17	2322 weiss	22.I. 05	Cadaver ohne Kopf v. R. 2250	R. 2250 gef. Organ, todt n. 7 Tg., wenige Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		8.II. 05 †12.II. 05	ganzer Cad. v. R. 2361	R. 2361 gef. m. Cad. M.-S., todt nach 9 Tagen, viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Idde. Nr.	Nummer der Ratte	Wann gefüttert, wann gestorben	Womit gefüttert	Womit war das verfütterte Thier inficirt	Ergebniss d. Fütterg.	Verwendeter Peststamm
18	2368 M. decumanus	12.I. 05	Organ und Kopf v. M.-S. 598	M.-S. 598 Organ Hauttasche 2026, todt nach 5 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		8.II. 05 † 13.II. 05	ganzer Cad. v. R. 2315	R. 2315 subcut., todt n. 2 Tg., viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
19	2499 schwarzweiss	7.II. 05	Cadaver ohne Kopf v. M.-S. 663	M.-S. 663 Cult. 2026 cutan, todt nach 8 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		17.II. 05 † 20.II. 05	Lunge u. Leber v. M.-S. 673	M.-S. 673 Org. Hauttasche, todt nach 8 Tg., sehr viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
20	1958 M. decumanus	12.X. 04	Halbte der Organe v. M.-S. 528	M.-S. 528 subcut. m. Organ-saft v. R. 1971, todt n. 5 Tg., viele Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		4.XI. 04	Drüsen u. Kopf v. R. 2005	R. 2005 subcut. m. Cult. 1713, todt n. 3 Tg., wenig Pestbakterien in allen Organen.	—	1713 Bishopsgate
		2.XII.04	ganzer Cad. v. M.-S. 563	M.-S. 563 cutan Milz v. Pest-ratte 2024, todt nach 9 Tg., wenig Pestbakterien.	—	2024 Blagdon
21	1974 M. decumanus	5.X. 04	Organe v. R. 1963	R. 1963 subcut. m. Cult. 1725, todt n. 5 Tg., wenig Pestbakt.	—	1725 Bishopsgate
		11.XI. 04	Organe v. M.-S. 541	M.-S. 541 cutan. m. Cult. 1713, todt n. 10 Tg., viele Pestbakt.	—	1713 Bishopsgate
		27.XI. 04 † 1.XII.04	Organe v. M.-S. 554	M.-S. 554 subcut. m. Organ, todt nach 9 Tg., sehr viele Pestbakterien.	+	1725 Bishopsgate
22	1997 M. decumanus	20.X. 04	Organe v. M.-S. 532	M.-S. 532 subc. m. Cult. 1725, todt nach 3 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		7.XI. 04	Organe v. M.-S. 540	M.-S. 540 subc. m. Cult. 1713, todt n. 6 Tg., wenig Pestbakt.	—	1713 Bishopsgate
		27.XI. 04 † 5.XII.04	Organe v. R. 2043	R. 2043 subcut. m. R. 2026 (Organ), todt n. 3 Tg., sehr viele Pestbakterien.	+	2026 Blagdon
23	2012 M. decumanus	25.XII.04	Organe v. M.-S. 624	M.-S. 624 subcut. m. Organ, todt n. 6 Tg., viele Pestbakt.	—	2026 Blagdon
		7.I. 05	Cadaver v. R. 2347	R. 2347 subcut. Organ, todt n. 4 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		24.I. 05	Organe v. M.-S. 629	M.-S. 629 cutan Organ, todt n. 5 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
24	2018 M. decumanus	29.XI. 04	Organe v. R. 2041	R. 2041 subc. m. R. 2026 (Org.), todt n. 5 Tg., viele Pestbakt.	—	2026 Blagdon
		13.XII.04	Organe v. M.-S. 586	M.-S. 586 cutan m. Cult. 2026, todt n. 5 Tg., mäss. viel. Pestb.	—	2026 Blagdon
		5.I. 05	Kopf v. R. 2342	R. 2342 subc. Cult. 2026, todt n. 3 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Wann gefüttert, wann gestorben	Womit gefüttert	Womit war das verfütterte Thier inficirt	Ergebniss d. Fütterg.	Verwendeter Peststamm
25	2019 M. decumanus	19. XI. 04	Organe v. M.-S. 535	M.-S. 535 cutan m. Cult. 1725, todt nach 6 Tagen.	—	1732 Bishopsgate
		3. XII. 04	Cadaver v. M.-S. 564	M.-S. 564 cutan m. Pestratte 2024, todt n. 10 Tg., mässig viele Pestbakterien.	—	2024 Blagdon
		30. XII. 04	Cadaver v. R. 2316	R. 2316 gef. Org. R. 2236, todt n. 4 Tg., mässig viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
26	2226 weisse	25. XII. 04	Cadaver v. R. 2278	R. 2278 Organe cutan (Schwanz), todt n. 4 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		10. I. 05	Cadaver v. M.-S. 636	M.-S. 636 Organe cutan, todt nach 8 Tagen, mässig viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		24. I. 05	Kopf v. M.-S. 625	M.-S. 625 cutan Organ, todt n. 5 Tg., viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
27	2281 M. decumanus	21. XII. 04	Cadaver v. R. 2268	R. 2268 Organ pernasal, todt nach 4 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		9. I. 05	Kopf v. M.-S. 641	M.-S. 641 Cult. 2026 cutan, todt nach 6 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		12. II. 05	Cadaver v. R. 2018	R. 2018 Cult. subc., todt n. 8 Tg., wenige Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
28	2014 M. decumanus	29. XI. 04	Organe v. M.-S. 559	M.-S. 559 cutan m. Cult. 1713, todt nach 7 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		19. XII. 04	Organe v. M.-S. 603	M.-S. 603 subcut. m. Organ, todt nach 6 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		7. I. 05	Cadaver v. R. 2345	R. 2345 Organ pernasal, todt nach 4 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
		24. I. 05	Kopf v. M.-S. 629	M.-S. 629 cutan Organ, todt nach 5 Tagen, viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon
29	2021	19. XI. 04	Organe v. M.-S. 536	M.-S. 536 cutan Cult. 1725, todt nach 6 Tagen, zahllose Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		8. XII. 04	Cadaver v. M.-S. 580	M.-S. 580, cutan Cult. 1713, todt nach 5 Tagen. zahllose Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		22. XII. 04	Organ u. Kopf v. M.-S. 617	M.-S. 617 subcutan Organ, todt nach 6 Tg., sehr viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		9. I. 05	Organ v. M.-S. 641	M.-S. 641 cutan Cult., todt nach 6 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	2026 Blagdon

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Wann gefüttert, wann gestorben	Womit gefüttert	Womit war das verfütterte Thier inficirt	Ergebniss d. Fütterg.	Verwendeter Peststamm
30	1968	1. X. 04	Organe v. R. 1955	R. 1955 subcut., todt nach 72 Std., massenh. Pestbakt.	—	1706 Bishopsgate
		11. XI. 04	Bubo v. M.-S. 541	M.-S. 541 cutan m. Cult. 1713, todt nach 10 Tagen, zahllose Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		17. XI. 04	Organe v. M.-S. 538	M.-S. 538 cutan m. Cult. 1725, todt nach 5 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	1725 Bishopsgate
		28. XI. 04	ganzer Cad. v. M.-S. 560	M.-S. 560 cutan m. Cult. 1713, todt n. 6 Tg., viele Pestbakt.	—	1713 Bishopsgate
		15. XII. 04	Organe v. M.-S. 595	M.-S. 595 cutan m. Cult. 1713, todt nach 5 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
31	1998 M. decumanus	21. X. 04	Organe v. M.-S. 530	M.-S. 530 subcut. m. Organ, todt nach 4 Tg., viele Pestbakterien, meist i. Ringform.	—	1725 Bishopsgate
		4. XI. 04	Organe v. R. 2005	R. 2005 subc. m. Cult. 1713, todt nach 3 Tagen, wenige Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		13. XI. 04	Organe v. M.-S. 542	M.-S. 542 cutan m. Cult. 1713, todt nach 2 Tagen, mässig viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		28. XI. 04	ganzer Cadaver v. M.-S. 555	M.-S. 555 cutan m. Cult. 1713, todt nach 6 Tagen, sehr viele Pestbakterien.	—	1713 Bishopsgate
		8. XII. 04	Cadaver v. M.-S. 581	M.-S. 581 cutan m. Cult. 1713, todt n. 5 Tg., viele Pestbakt.	—	1713 Bishopsgate

zweiten Fütterung, von 8 3 Mal gefütterten 2 bei der dritten Fütterung ein, 2 4 Mal und 2 5 Mal gefütterte Ratten überstanden die vierte bezw. die fünfte Fütterung. Zur Prüfung auf Immunität wurden 16 dieser mehrfach gefütterten Ratten nach 1 bis 4 Wochen subcutan mit in der Regel vielfach tödtlicher Dosis geimpft. Es überstanden die Impfung eine 2 Mal, 3 3 Mal, eine 4 Mal und beide 5 Mal gefütterten Ratten. Eine der 5 Mal gefütterten Ratten vertrug eine ganze Cultur, von der $\frac{1}{4}$ Oese eine andere Ratte in 4 Tagen tödtete.

Die Ratten haben vielleicht schon von vornherein eine gewisse Immunität besessen, so dass sie der ersten Fütterung nicht erlagen. Diese Immunität muss aber durch die nächsten Fütterungen erheblich gesteigert worden sein, denn in unseren nach Tausenden zählenden Rattenversuchen haben wir keine Ratte gefunden, die gegen so hohe Dosen virulenter Pestbakterien, wie sie diesen Ratten nach der letzten Fütterung zur Prüfung auf Immunität subcutan einverleibt wurden, sich refractär verhalten hätte.

Ausserdem gingen zur Controle mit kleineren Dosen geimpfte Thiere prompt in wenigen Tagen ein.

Ziehen wir nun das Facit aus den mitgetheilten Versuchen, so ergibt sich, dass die Ratten eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegenüber den Pestbakterien besitzen und durchaus nicht auf jede Einverleibung, insbesondere Fütterung auch virulenten Materials reagiren, und dass somit der Ausbreitung der Pest unter den Ratten eine gewisse Grenze gesetzt wird. Diese Thatsache kann jedoch nicht Anlass geben, die Rolle, welche den Ratten hinsichtlich der Uebertragung und Verbreitung der Pest zukommt, gering anzuschlagen. Die von Robert Koch zuerst recht gewürdigte Bedeutung der Ratten für diese Infectionskrankheit bleibt unbestritten.

II. Insectenversuche.

Es ist ja bekannt, dass Insecten, wenn sie mit Bakterien in Berührung kommen, diese an ihren Beinen und ihrer Körperoberfläche verschleppen und so zur Verbreitung dieser Mikroorganismen beitragen können. Besonders überzeugend und leicht zu demonstrieren sind die in dieser Richtung mit dem *Bacterium prodigiosum* vorgenommenen Versuche. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass auch Pestbakterien sich an der Körperoberfläche von Insecten finden, wenn diese mit pestbakterienhaltigem Material in Berührung kommen, oder in ihren Eingeweiden, wenn die Insecten Pestmaterial in sich aufnehmen. So konnten denn auch von verschiedenen Autoren an und in Fliegen, Mücken, Wanzen und Ameisen Pestbakterien nachgewiesen werden. Es gelang ferner durch Verimpfung solcher pestinfectirter Insecten Pest bei Ratten und Mäusen zu erzeugen. Für den Nachweis der Pestbakterien in den Eingeweiden der Insecten sind allerdings nur die Thierversuche beweisend, bei denen mit Sicherheit die gleichzeitige Verimpfung etwa an der Körperoberfläche der Insecten haftender Pestbakterien vermieden worden ist. Der Aufnahme von Pestbakterien in den Verdauungstractus gegenüber sollen sich nämlich die Insecten verschieden verhalten, Fliegen sollen beispielsweise durch die Pestbakterien zu Grunde gehen, während andererseits in Wanzen die Pestbakterien in kurzer Zeit absterben.¹

¹ Litteratur bei Nuttal, *Hygienische Rundschau*. 1899. Nr. 5—12. — Tiraboschi, *Archiv für Hygiene*. 1903. Bd. XLVI. — *Diese Zeitschrift*. 1904. Bd. XLVIII.

Anders steht es nun mit den Versuchen, experimentell unter natürlichen Verhältnissen entsprechenden Bedingungen Ratten durch inficirte Insecten pestkrank zu machen. Die meisten Autoren, die nach dieser Richtung hin Versuche angestellt haben, kamen zu negativen Ergebnissen. Dem gegenüber stehen positive Erfolge ganz vereinzelt da. Simond¹ will 2 Mal durch inficirte Flöhe Pest auf Ratten bezw. Mäuse übertragen haben, Gauthier und Rayboud² behaupten, dass es ihnen 5 Mal gelungen sei. Simond's Versuche sind aber insofern nicht einwandfrei, als er die Ratte bezw. die Maus zu der mit Flöhen behafteten Pestratte hinzusetzte, so dass eine Infection der Versuchsthiere statt vermittelt der Flöhe durch die Pestratte direct nicht ausgeschlossen erscheint. Derselbe Einwand ist gegen zwei von Gauthier und Rayboud angestellte Versuche zu erheben, während in den zwei anderen die Versuchsratten durch ein doppeltes Drahtgitter von den Cadavern der Pestratten getrennt waren.

In unseren Versuchen haben wir einige Male Flöhe von pestinfectirten Ratten mikroskopisch und culturell oder auch durch Verimpfung auf eine Ratte untersucht. Das Ergebniss war stets negativ. Auch Flöhe und Läuse von Pestratten anderen Ratten zugesetzt führten nicht zur Pesterkrankung der betreffenden Thiere. Vielleicht ist in diesen Versuchen die Zeit nicht richtig gewählt, da wohl anzunehmen ist, dass Flöhe von Pestratten nicht immer und zu jeder Zeit infectionstüchtige Pestbakterien beherbergen. Wir führten daher, um einer möglichst grossen Zahl von auf Pestratten sitzenden Flöhen Gelegenheit zu geben, zu jeder Zeit auf eine andere Ratte überzuwandern und diese zu inficiren, Versuche nach folgender Versuchsanordnung aus. In einem grossen cylindrischen, mit durch Watte gedichteten Drahtdeckel versehenen Glaskäfig, wie wir ihn im Pestlaboratorium für Versuchsthiere zu verwenden pflegen, wurde über einer dünnen Lage Torfstreu ein Drahteinsatz mit weiten Maschen als Unterlage für die Versuchsratten eingebracht. Auf diesem Drahteinsatz ruhte eine dichte Blechwand, durch welche der Käfig in zwei Theile getheilt wurde. Drahtgitter, wie sie Gauthier und Rayboud verwendeten, wurden absichtlich vermieden, um jede Möglichkeit einer directen Uebertragung der Pest von Ratte auf Ratte auszuschliessen. Auf die eine Seite der Scheidewand wurde nun eine durch vorheriges Waschen mit Seifenwasser von Ungeziefer gründlich gesäuberte Ratte gesetzt, auf die andere Seite dagegen eine mit Pest inficirte Ratte, welche möglichst viel Flöhe hatte. Eine directe Berührung der Thiere war ausgeschlossen. Die Flöhe konnten aber durch die weitmaschige Drahteinlage von der einen Seite nach der anderen

¹ Simond, *Annales de l'Institut Pasteur*. 1898. T. XII.

² Gauthier und Rayboud, *Revue d'hygiène* 1903. p. 426.

überwandern. Der Torfmüll verhinderte eine Durchnässung des Bodens des Käfigs und erleichterte gleichzeitig das Ueberwandern der Flöhe von einer Seite auf die andere. Dass dieses in der That stattfindet, hatten wir durch Vorversuche festgestellt. Es liess sich nachweisen, dass die gründlich gewaschene und sicher flohfreie Ratte, wenn neben ihr eine Ratte mit Flöhen sass, nach einiger Zeit ebenfalls solche aufwies. Es wurde auch ferner durch Versuche festgestellt, dass die gewaschene Ratte, wenn keine mit Flöhen behaftete Ratte auf der anderen Käfigseite sass, auf andere Weise, etwa aus dem Torfstreu heraus, keine Flöhe bekam. Nach dieser Versuchsanordnung wurden nun mit Pestratten im Ganzen 23 Versuche angestellt. Starb die mit Pest inficirte Ratte, so wurde der Cadaver noch einen Tag liegen gelassen und so den Flöhen Gelegenheit gegeben, den erkalteten Cadaver zu verlassen, um einen warmen Körper aufzusuchen. In die Abtheilung der Pestratten wurde dann nach dem Tode der ersten Ratte eine neue mit Pest inficirte Ratte gesetzt. Die Käfige wurden während der ganzen Dauer der Versuche nicht gereinigt, damit sich eine möglichst reiche Fauna in denselben ansammeln konnte. Das Ergebniss dieser Versuche war ein absolut negatives, in keinem Falle kam es zu einer Infection der ungeimpften Ratte.

Weiterhin wurden auf Wunsch von Hrn. Professor D'unbar Versuche mit Wanzen angestellt, weil es nach seinen, mit anderen Infectionserregern angestellten Versuchen möglich erschien, dass Bakterien durch Biss von Wanzen von Thier zu Thier übertragen werden. Um zu verhindern, dass die pestinficirten Wanzen, welche an der Glaswandung der Käfige heraufzukriechen und sich auch durch Watte hindurchzuarbeiten vermögen, aus dem Versuchskäfige entkommen, wurde jeder Käfig in ein zweites weiteres Glas gestellt und dieses wieder in eine mit Sublimatlösung gefüllte Wanne. Zu den Versuchen wurden ganz junge weisse Ratten verwendet, einmal weil auf einem weissen Fell die Wanzen sich deutlicher abheben und dann, weil es mehrfach beobachtet war, dass die Wanzen zum Beissen die zarte Haut der Füsse der jungen Ratten bevorzugen. Die Wanzen wurden nun nach mehrtägiger Hungerperiode auf Organe von an Pest zu Grunde gegangenen Ratten oder auch auf mit Pestbouilloncultur getränkten Fleischstückchen gesetzt. Nach 24- bis 72 stündigem Verweilen der Wanzen auf dem Pestmaterial wurden sie auf Ratten gebracht. Manchmal begaben sich die Wanzen sofort auf die Füsse der Ratten, und es schien auch hin und wieder, wie man nach den Abwehrbewegungen der Ratte annehmen durfte, als ob die Wanzen gebissen hätten, mit Sicherheit liess sich dieses jedoch nicht feststellen. Zur Controle wurden Ratten mit und ohne Wanzen unter gleichen Versuchsbedingungen gehalten. Trotz dieser für eine Uebertragung der Pestbakterien sehr günstigen Versuchsbedingungen erkrankte

in keinem unserer 8 Wanzenversuche eine Ratte an Pest. Ueber Versuche mit Fliegen endlich werden wir später berichten.

Unsere unter verschiedenen Modificationen angestellten Insectenversuche konnten also nur dazu beitragen, die Zahl der in der Litteratur bereits niedergelegten negativen Versuche noch zu vermehren. Wenn auch die Möglichkeit einer Uebertragung durch mit Pest behaftete Insecten zugegeben werden muss, so scheint doch dieser Modus der Uebertragung, insbesondere soweit eine solche in Folge von Biss von Flöhen und Wanzen in Frage kommt, kein gewöhnlicher und häufiger zu sein.

III. Nachweis von Pestbakterien im Koth und Urin von Pestratten und Versuche über Übertragung von Pest durch mit Ausscheidungen von Ratten verunreinigten Mais.

Durch die Versuche von Maassen¹ ist nachgewiesen, dass sich Pestbakterien im trockenen Rattenkoth einen Tag lang, im künstlich feucht gehaltenen bis zu 4 Tagen halten, und dass mit Darminhalt von Pestratten vermengtes Getreide nicht länger als 3 Tage infectiös bleibt. Otto² konnte im Koth von an Darmpest eingegangenen Ratten je nach der Temperatur (22° und 6°) Pestbakterien 1 bis 3 Tage lang nachweisen. In feuchter, künstlicher Mischung von Koth oder Urin, Getreide und Pestbakterienreinculturen blieben Pestbakterien 3 bis 9 Tage lang lebensfähig. Dagegen gingen Ratten, welche mit durch Koth oder Urin von Pestratten vermischem Getreide gefüttert wurden, nicht ein, nur wenn künstlich viele Pestbakterien dem Gemisch zugefügt waren, und dieses feucht im Eisschrank aufbewahrt wurde, gelang es noch nach 48 Stunden Ratten damit zu inficiren.

Nach unseren Versuchen können wir bestätigen, dass die Pestbakterien im trockenen Rattenkoth schnell absterben. In den Laderäumen der Schiffe wird diese Austrocknung in der Regel wohl rasch vor sich gehen, wenigstens haben wir in den untersuchten Pestschiffen den zwischen der Ladung verstreuten Rattenkoth mehrfach gesammelt und in der Regel trocken gefunden. Demnach ist von vornherein ein negativer Ausfall der Untersuchungen dieses Koths auf Pestbakterien zu erwarten. Uebrigens haben wir gelegentlich auch feuchten Koth aus Pestschiffen untersuchen können. Im Ganzen standen uns 13 Kothproben aus Pestschiffen zur

¹ Maassen, *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte*. 1903. Bd. XIX.

² Otto, *Festschrift zum 60. Geburtstage von Robert Koch*. Jena 1903.

Verfügung; in keinem Falle aber waren infectionstüchtige Pestbakterien nachzuweisen. Ebenso wenig konnten wir Pestbakterien in dem trockenen Kothe aus den Käfigen von Versuchsratten auffinden. Dagegen gelang es in ganz frischem, eben entleertem Kothe von Pestratten virulente Pestbakterien nachzuweisen. Auch aus dem aus der Blase entnommenen Urin frisch eingegangener Ratten gelang dieser Nachweis.

Vor Allem nun richteten wir unsere Versuche darauf, festzustellen, ob mit Se- und Excreten von Ratten verunreinigte Waaren die Pest zu übertragen vermögen. Dieser Frage wurde einer Anregung von Hrn. Geheimrath Koch zu Folge auf Wunsch von Hrn. Professor Dunbar in einer möglichst grossen Zahl von Versuchen näher getreten. Da nämlich die Beobachtung gemacht ist, dass die Erkrankungen von Menschen an Pest in einen gewissen Zusammenhang zu bringen sind mit den von Ratten gern aufgesuchten Waarenspeichern, so besteht die Vermuthung, dass diese durch Ausscheidungen von Ratten inficirten Waaren zu weiteren Pestinfectionen führen. Da nun die in Hamburg aus pestverdächtigen Häfen einlaufenden Schiffe, welche zahlreiche Ratten beherbergen, häufig als Ladung Mais führen, und die Ratten diesen, wie wir beobachten konnten, oft gerne fressen, so erschien uns der Mais als ein geeignetes Versuchsobject. Um möglichst die natürlichen Verhältnisse nachzuahmen, führten wir die Versuche folgendermaassen aus. Es wurden zu den Versuchen nur gefütterte Ratten verwendet, da nur diese in natürlicher Weise die Pest erwerben, andererseits durch die dann vielleicht auftretende Lungen- oder Darmpest der Mais am sichersten inficirt wird. Sodann wurde Werth darauf gelegt, dass die Versuchsratten nur mit inficirtem Mais, nicht aber mit den Cadavern der Ratten, welche den Mais inficirt hatten, in Berührung kamen. Demnach verfahren wir in der Weise, dass wir zunächst eine Ratte mit dem Cadaver einer Pestratte fütterten. Am nächsten Tage wurde diese Ratte, nachdem festgestellt war, dass sie den ihr vorgeworfenen Cadaver gefressen hatte, in einen frischen Glaskäfig gebracht, dessen Boden in Höhe von etwa 5^{cm} mit Mais gefüllt war. Die Ratte wurde dann, wenn sie der Infection erlegen war, sobald als möglich aus dem Käfig entfernt und auf Pest untersucht. Fiel die Untersuchung positiv aus, so wurde in den Maiskäfig eine ungeimpfte Ratte — es wurden sowohl weisse, gefleckte als auch graue verschiedener Art verwendet — gesetzt. Da unsere gefütterten Thiere, wie oben angegeben, durchschnittlich nach 3 bis 5 Tagen, manehmal auch später eingingen, so konnte der Mais in der Regel 2 bis 4 Tage lang durch die Pestratte inficirt werden. Dieses wird wohl hauptsächlich durch den Koth und Urin der Ratten erfolgen; wir konnten niemals beobachten, dass in sichtbarer Weise Secret aus Mund oder Nase der Pestratten aussfloss. Der Mais wurde während

der ganzen Dauer der Versuche mit etwas Wasser feucht gehalten. Die in dem Käfig der verwendeten Pestratte gesetzten ungeimpften Ratten kamen stets mit dem Mais in innigste Berührung, indem sie denselben aufwühlten und auch annagten und frassen. Um sie hierzu möglichst zu veranlassen, gaben wir ihnen Anfangs kein weiteres Futter, bis wir einige Todesfälle zu verzeichnen hatten, bei denen eine Pestinfection sicher nicht vorlag, während die Leere von Magen und Darm den Verdacht einer unzureichenden Ernährung rechtfertigte. Deshalb verabreichten wir weiterhin täglich den Thieren eine kleine Ration eingeweichten Brodes. Seitdem haben wir ähnliche Zwischenfälle nicht mehr beobachtet. Nach dieser Methode nahmen wir nun 65 Versuche vor, jeden Versuch dehnten wir nach Möglichkeit von dem Hineinsetzen der Ratten ab gerechnet, auf etwa 3 Wochen aus. Von allen Versuchen fiel nur ein einziger positiv aus, diese eine Ratte ging unter ausgesprochenem Pestbefund mit Pestbakterien in allen Organen ein. Es beweist dieser Versuch, dass in der That eine Infection durch Mais, welcher durch Ausscheidungen einer Pestratte infectirt wird, erfolgen kann, andererseits zeigt jedoch die grosse Anzahl negativer Versuche, dass eine derartige Infection zu den allergrössten Seltenheiten gehört, um so mehr als unter natürlichen Verhältnissen wohl nicht immer der Mais so frisch infectirt ist und dauernd feucht gehalten wird, wie in unseren Versuchen. Unter Umständen, bei Lagerung der Waaren in hellen Speichern, wird ferner noch mit dem schädigenden Einfluss von Licht und Temperatur auf die Pestbakterien zu rechnen sein. Es gelang uns auch nicht, bei Ratten dadurch Pest zu erzeugen, dass wir losen Mais aus einem Pestschiff, der mit reichlichem Rattenkoth untermischt war, gründlich mit steriler physiologischer Kochsalzlösung abspülten und diese Spülflüssigkeit einer grösseren Zahl Ratten subcutan injicirten. Diese Versuche über die indirecte Uebertragung der Pest durch Ratten werden wir noch weiter fortsetzen und darüber, falls wir zu weiteren positiven Ergebnissen kommen, später berichten.

Nach den von uns mitgetheilten Versuchen und nach den Erfahrungen, die wir gelegentlich der Feststellung von Pest auf Schiffen machten, haben wir somit keine Anhaltspunkte dafür, dass die Verbreitung des Pestkeims durch Insecten oder durch Ausscheidungen der Ratte und durch damit verunreinigte Waaren wesentlich in Betracht kommt, wir neigen daher auch der Ansicht zu, dass wenigstens für die Verbreitung der Pest unter den Ratten in erster Linie die Cadaver der Pestratten verantwortlich zu machen sind. Die in der Litteratur verzeichnete Angabe, dass Ratten die Cadaver ihrer eigenen Art ungern verzehren, können wir nach unseren Erfahrungen nicht bestätigen; alle unsere Ratten begannen, sofern sie nicht kurz vor-

her gefüttert waren, sofort den ihnen vorgeworfenen Rattencadaver anzunagen. Allerdings muss man sich bei Versuchen davor hüten, dem zur Verfütterung dienenden Material mit Carbol zu nahe zu kommen, da die Ratten gegen diesen Geruch offenbar, wie wir uns oft zu überzeugen Gelegenheit hatten, einen ausgesprochenen Widerwillen haben. Ebenso wenig darf das verfütterte Material bereits einer stärkeren Fäulniss unterlegen sein, während geringere Grade einer solchen nach den übereinstimmenden Versuchen von Maassen und Otto, die wir bestätigen können, keine Abneigung erwecken. Auch wurden uns häufig aus pestverdächtigen Schiffen von Ratten mehr oder weniger angefressene Rattencadaver eingeliefert, so dass ausser Frage steht, dass die Ratten, selbst wenn ihnen andere Nahrung geboten ist, ihre todtten Kameraden anzufressen nicht verschmähen. Es ergibt sich also daraus die Nothwendigkeit der sorgfältigen Ueberwachung aller Schiffe aus pestverdächtigen Häfen und der Aufsuchung und Unschädlichmachung aller Pestratten auf denselben.

Unsere weiteren Untersuchungen über Rattenpest beziehen sich auf diagnostische Fragen. Sie umfassen insbesondere Versuche über den Nachweis der Pest bei faulen Rattencadavern aus dem makroskopischen und mikroskopischen Befunde und über die Brauchbarkeit verschiedener Impfmethode für die Bestätigung der vorläufigen Diagnose durch den Thierversuch.

IV. Zur Frage der Pestdiagnose bei faulen Rattencadavern.

Naturgemäss befinden sich die aus pestverdächtigen Schiffen zur Untersuchung kommenden Ratten zu einem grossen Procentsatz in einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Zustande der Fäulniss. Ist die Pest unter den Ratten eines Schiffes noch in vollem Gange, so wird man wohl, wie es auch in unseren Fällen zu geschehen pflegte, einige frische Pestrattencadaver darunter auf das Secirbrett bekommen. Aber meist wird dieses erst der Fall sein, wenn nach Stellung der Diagnose die Abtödtung aller Ratten des betreffenden Schiffes durch Gas in's Werk gesetzt ist, und nun die Cadaver beim Löschen der Ladung zwischen dieser aufgefunden werden. Gerade die ersten Ratten hingegen, welche auf der Ladung oder an sonst leicht zugänglichen Stellen gefunden werden, sind manchmal schon vor längerer Zeit eingegangen und je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgrade ihrer Umgebung in vertrocknetem¹ oder fauligem Zustande.

¹ In Laderäumen, in welchen loser, in der Auskeimung befindlicher Mais lagerte, kamen Temperaturen bis 50° und darüber zur Beobachtung.

Welche Schwierigkeiten bei der Untersuchung solcher fauler Cadaver, die in ihnen enthaltenen Fäulnisbakterien, zumal, wenn sie im Ausstrichpräparate die Form und Färbbarkeit der Pestbakterien aufweisen, bereiten können, ist bereits früher an anderer Stelle¹ dargethan worden. Inzwischen ist auch von Maassen², Otto³ und Zlatogoroff⁴ festgestellt, dass die Möglichkeit des Nachweises von Pestbakterien in faulen Cadavern ihre Grenzen hat und abhängig ist von der umgebenden Temperatur, dem Grade der Fäulnis und der Zahl der im Cadaver vorhandenen Pestbakterien. Der Nachweis von Pestbakterien gelingt nach Maassen bei 5 bis 12° 93 Tage, bei 16 bis 28° 30 Tage, nach Otto bei einer Durchschnittstemperatur von 6° 61 Tage, von 22° 30 Tage, nach Zlatogoroff bei 1 bis 3° 140 Tage, bei 3 bis 5° 109 Tage, bei 12 bis 18° 28 Tage und endlich bei 30 bis 35° 5 Tage lang. Im Allgemeinen kann man, wie Otto angiebt, annehmen, dass Pestbakterien in Rattencadavern in der Regel nicht länger als zwei Monate virulent bleiben. Wir sehen daher davon ab, nochmals auf die äussersten Grenzen der Nachweisbarkeit der Pestbakterien einzugehen und wollen in erster Linie eine weitere Frage erörtern, deren Beantwortung uns die Untersuchungen der in den letzten Jahren aus pestverdächtigen Schiffen eingelieferten Ratten wünschenswerth erscheinen liess.

Wenn pestverdächtige Ratten aus Schiffen eingeliefert werden, so kommt es darauf an, in kürzester Frist den Fall auf Grund des makroskopischen Befundes und der mikroskopischen Untersuchung als verdächtig oder unverdächtig anzusprechen, damit bezüglich des Schiffes sofort die erforderlichen Maassnahmen getroffen werden oder im anderen Falle die Löschung der Ladung unbehindert ihren Fortgang nehmen kann. In wie weit wird nun durch die Fäulnis das bekannte typische Bild der Pestinfection bei Ratten verwischt, und auf welche Befunde hin lässt sich noch bei faulen Cadavern der Verdacht auf Pest aussprechen mit solcher Sicherheit, dass diese vorläufige Diagnose durch die nachherige culturelle Untersuchung und durch den Thierversuch auch ihre Bestätigung findet? Diese Fragen sind von grosser praktischer Bedeutung. Einmal könnte man in die Lage kommen, einen Fall nach der vorläufigen Untersuchung als unverdächtig zu bezeichnen, der dann plötzlich nach 3 bis 5 Tagen oder auch erst später durch den Thierversuch sich als positiv erweist. Es ist

¹ Dunbar und Kister, a. a. O.

² Maassen, a. a. O.

³ Otto, a. a. O.

⁴ Zlatogoroff, *Centralblatt für Bakteriologie*. I. Originale. 1904. Bd. XXXVI. S. 559.

dann aber schon die Ladung ganz oder zum Theil gelöscht und den Ratten die Möglichkeit gegeben die Pest zu verbreiten. Andererseits aber könnte man ein Schiff nach der vorläufigen Untersuchung mit Recht als verdächtig bezeichnen müssen, aber nicht im Stande sein, vielleicht weil die Bakterien nicht mehr entwicklungsfähig und infectionstüchtig sind, den vorgeschriebenen Beweis durch die culturelle Untersuchung und durch den Thierversuch zu erbringen. Die bereits hinsichtlich des Schiffes getroffenen Maassnahmen müssten dann also rückgängig gemacht werden. Beides, sowohl die verspätete positive Diagnose, als auch eine Nichtbestätigung der positiven Diagnose durch die culturelle Untersuchung und durch den Thierversuch liegen wohl im Bereiche der Möglichkeit. Bezüglich des letztgenannten Falles verweisen wir als Beispiel auf den Eingangs verzeichneten Fall Chios. Hier war von den 21 Ratten des Schiffes nur eine einzige mit Pestbakterien behaftet und diese zeigten bereits die bekannte Ringform. Es gelang allerdings noch aus der Ratte die Pestbakterien culturell zu gewinnen, und auch der Thierversuch fiel positiv aus. Immerhin hätte jedoch in einem solchen Falle, wenn z. B. der positive Rattencadaver noch etwas älter gewesen wäre, die Bestätigung der vorläufigen Diagnose durch das Culturverfahren und durch den Thierversuch fehlschlagen können. Für die erstgenannte Möglichkeit aber haben wir in unseren Versuchen mit faulen Cadavern eine Reihe von Beispielen gefunden.

In diesen Versuchen mit faulen Rattencadavern gingen wir nun von den oben angedeuteten Gesichtspunkten aus. Wir wollen daher für unsere Schlussfolgerungen ausschliesslich durch Verfütterung von Pestmaterial, oder durch Impfung auf die Nasenschleimhaut eingegangene Ratten heranziehen, denn nur diese entsprechen den unter natürlichen Verhältnissen an Pest verendeten Thieren. Diese Pestcadaver zeigen nämlich, wie schon bei unseren Fütterungsversuchen im ersten Theil unserer Arbeit angegeben, nicht immer denselben makroskopischen und mikroskopischen Befund wie subcutan geimpfte Ratten. So findet man bei Darmpest die Injection der Subcutis in der Regel nicht so ausgesprochen, desgleichen nicht bei einer primären Pestpneumonie, falls sich an diese nicht eine allgemeine Septicämie angeschlossen hat. Auch ist die Vertheilung der Pestbakterien bei den eben genannten Formen der Pestinfection vielfach nicht eine so gleichmässige, wie bei einer nach subcutaner Impfung erfolgten Septicämie. Wir würden also, wenn wir auch faule Cadaver von einer subcutan oder intraperitoneal geimpften Ratte einbezögen, die Bedingungen zu günstig gestalten. Des Weiteren hielten wir es nicht für einwandfrei, von der Zahl der eingegangenen Ratten zur Feststellung, ob in der That Pest vorlag, nur einen Theil der Ratten auf Pestbakterien zu untersuchen, wie es

Otto gethan hat. Wir haben nämlich die Erfahrung gemacht, dass durchaus nicht jede Ratte, welche innerhalb der gewöhnlichen Zeit nach Verfütterung von Pestmaterial einging, auch thatsächlich einer Pest erlegen war. Besonders wilde Ratten leiden oft an allen möglichen anderen Krankheiten, chronischen, glasigen Pneumonien, Bandwürmern und dadurch hervorgerufenen Darmkatarrhen, Trypanosomen u. s. w., so dass die Thiere manchmal zufällig innerhalb der auch für die Pest in Betracht kommenden Zeit, aber ohne Pestbefund eingehen können. Für die Otto'schen Versuche mag allerdings die jedesmalige Untersuchung der eingegangenen Ratten insofern nicht unbedingt erforderlich gewesen sein, als hauptsächlich die Grenzen der Nachweisbarkeit der Pest in faulen Cadavern festgelegt werden sollten. Bei unseren Versuchen kam es aber auf den Befund jedes einzelnen Cadavers und auch darauf an, die Zahl der negativen Fälle im Vergleich zu den positiven zu setzen. Wir führen daher nur Versuche an, in denen wir uns nach einer kleinen Verletzung der Haut von dem Vorhandensein von Pestbakterien in einer Drüse oder in Leber oder Lunge überzeugt hatten. Da ferner die Zahl der im Cadaver enthaltenen Pestbakterien, wie oben erwähnt, von Bedeutung ist, so wurden diejenigen Cadaver, bei denen wir nicht sofort zahlreiche Pestbakterien im Ausstriche fanden, ganz aufgeschnitten und für andere Zwecke verwendet. Fanden sich in einem der genannten Organe massenhaft Pestbakterien, so wurde der Cadaver in seinem Käfig, also auf Torfmoos, bei der betreffenden Temperatur die gewünschte Zeit lang liegen gelassen. Bei der dann später vorgenommenen Section wurde zunächst festgestellt, welche für Pest charakteristische pathologisch-anatomischen Veränderungen der Cadaver aufwies, ferner wurden alle Organe auf Zahl und Art der in ihnen vorhandenen Bakterien untersucht. Die nach dem mikroskopischen und makroskopischen Befunde gestellte Diagnose wurde sodann controlirt durch die culturelle Untersuchung und durch den Thierversuch. Zu letzterem Zwecke impften wir mit dem Organ, welches die meisten pestähnlichen Bakterien enthielt, eine Ratte subcutan und auf die Empfehlung Zlatogoroff's hin eine zweite pernasal, ferner eine dritte Ratte subcutan mit 2^{cem} Organaufschwemmung, und endlich je ein Meerschwein subcutan und cutan.

In einigen wenigen Versuchen liessen wir die Cadaver bei 32° faulen; schon nach vier Tagen waren die Pestbakterien nicht mehr zu gewinnen. Am wichtigsten erschienen jedoch die für unsere Verhältnisse in Betracht kommenden Temperaturen von 10 und 20° C., wir führten daher die Mehrzahl unserer Versuche bei Temperaturen aus, die diesen Graden nahe kamen. Doch ist dabei zu bemerken, dass geringe Temperaturschwankungen um ein paar Grade bei diesen Versuchen unvermeidbar sind und auch

beim Faulen von Cadavern unter natürlichen Verhältnissen vorkommen dürften. Auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist gewissen Schwankungen unterworfen. Dadurch sowie auch aus der Zahl und Art der dem faulen Cadaver anhaftenden Fäulnissbakterien erklärt es sich, dass manchmal weniger alte Cadaver eine weiter vorgeschrittene Fäulniss aufwiesen, als solche, die mehrere Tage länger bei gleicher Durchschnittstemperatur gelegen hatten. Es wäre daher auch richtiger, wenn es angängig wäre, den Grad der Fäulniss anstatt des Alters des Cadavers und der Aufbewahrungstemperatur anzugeben. Im Allgemeinen machten wir die Beobachtung, dass die Aussicht Pestbakterien nachzuweisen gering ist, wenn das Fell beim üblichen Abwaschen desselben mittels Wattebausch sich ablöst, Brust und Bauchhöhle mit fauliger Flüssigkeit angefüllt sind und der Milzabstrich ein schwärzliches Aussehen hat.

Im Ganzen wurden nun 43 Versuche ausgeführt, 22 Cadaver blieben bei einer Durchschnittstemperatur von 10° liegen und zwar 7 bis 37 Tage, 21 Cadaver bei einer Durchschnittstemperatur von 20° und zwar 4 bis 15 Tage lang.

Da bei diesen Versuchen mancherlei Einzelheiten in Betracht kommen, so geben wir unsere Protokolle, in Tabellen zusammengefasst, hier in extenso wieder. Tabelle VI und VII zeigen die makroskopischen und mikroskopischen Befunde, Tabelle VIII und IX die Ergebnisse der Thierimpfungen.

Was nun zunächst den makroskopischen Befund anlangt, so fanden wir, dass das für Pest charakteristische Bild schon bei wenig vorgeschrittener Fäulniss undeutlich wird. Eine deutliche Injection der Subcutis ist nur noch in den ersten Stadien der Fäulniss in seiner ursprünglichen Ausdehnung erhalten. Sobald das subcutane Gewebe eine grünliche oder röthliche Tönung angenommen hat, sind höchstens noch Reste der früheren Injection als feinste schwarze Aederchen, manchmal auch als weisse Stränge von der Achselhöhle bis zur Inguinalgegend herabziehend zu erkennen, bis schliesslich auch diese Residuen der bei frischen Thieren auch die feinsten Blutgefässe füllenden Injectionen verschwinden. Wie in Tabelle VI u. VII angegeben, finden sich Reste von Injectionen der Subcutis bei den Cadavern, welche bei 10° lagen, in den ersten 12 Tagen regelmässig, wenn auch in verschiedener Deutlichkeit. Nach dieser Zeit fehlten dieselben mehrfach, waren aber andererseits gelegentlich noch bis zum 27. Tage nachweisbar. Bei den Cadavern, welche bei 20° lagen, verschwanden die Injectionen erheblich früher. Sie waren regelmässig nur bis zum etwa 5. Tage nachweisbar, längstens bis zum 10. Tage. Allerdings fanden wir häufig mehr oder weniger gleichmässig schwarz pigmentirte Partien in der

Tabelle VI.
Makroskopischer und mikroskopischer Befund der Cadaver, welche bei 10° gefault haben.

It. Nr.	Nummer der Ratte	Alter des Cadavers	Injectionenreste	Drüsen-schwellungen	Milz- und Leber-vergrößerung	Nekro-tische Herde in Milz oder Leber	Lungenver-änderungen, herdartige Flecke od. Ver-dichtungen	Erhebliche Schwellung d. Darmplaques u. Mesenterial-drüsen	Pestähnliche Stäbchen
1	2210	7	+	+	—	—	+	+	+ überall.
2	2279	8	+	+	+	—	—	—	—
3	2237	9	+	—	—	—	—	—	+ in Leber und Lunge.
4	2017	12	+	+	+ gering	—	+	—	+ in Lunge und Drüse, in Leber Ringe.
5	2157	12	+	+	+	—	—	—	+ sehr wenige in Lunge u. Leber.
6	2178	15	—	+	+	—	—	—	+ wenige in Lunge.
7	1999	16	—	+	+	—	+	—	—
8	2224	19	—	—	—	—	—	—	+ sehr wenige in Leber.
9	2319	19	+ sehr gering	—	+	—	—	—	+ überall.
10	2295	20	+	+	+	—	+	—	+ besonders in Lunge.
11	2296	22	+	+	+	—	—	—	+ in Halsdrüsen.
12	2568	23	+	+	+	—	—	+	+ wenige in Drüse und Lunge.
13	2493	24	+	+	+	—	—	—	+ in Lunge und Leber.
14	2363	25	+	+	+	—	—	—	+ sehr wenige in Leber.
15	2362	25	—	—	+ gering	—	—	—	+ wenige in Halsdrüse.
16	2251	26	+	+	+	—	—	+	+ überall wenige.
17	2257	26	—	+	+	—	+	—	+ in Lunge.
18	2427	27	+	+	+	—	—	—	+ in Leber und Lunge.
19	2233	28	—	+	+	—	—	—	+ in Lunge einige Polstäbchen und Ringe.
20	2333	29	—	+	—	—	+	—	+ sehr viele in Lunge.
21	2323	29	—	—	—	—	—	—	+ in Lunge.
22	2371	37	+ ganz gering	—	—	—	—	—	—

Tabelle VII.
Makroskopischer und mikroskopischer Befund der Cadaver, welche bei 20° gefault haben.

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Alter des Cadavers	Injectionen	Drüsen- schwellungen	Milz- und Leberver- größerung	Nekro- tische Herde in Milz oder Leber	Lungenver- änderungen, herdartige Flecke od. Ver- dichtungen	Erhebliche Schwellung der Darmplaques und Mesenterialdrüsen	Pestähnliche Stäbchen
1	1984	4	+	+	+	—	—	—	+ in Halsdrüsen
2	2508	5	+	+	+ gering	—	—	+ hämorrhagische Plaques, Schwellung d. Mesenterialdr.	+ sehr viele in Halsdrüsen.
3	2485	6	+	+	+	—	—	—	+ in Halsdrüsen.
4	2490	6	—	+	+	—	—	+ hämorrhagische Plaques	+ in Milz und Leber.
5	2506	6	+	+	+ gering	—	+	+ hämorrhagische Plaques, Schwell. d. Mesenterialdrüs.	+ in Halsdrüsen und Lunge.
6	2011	7	+	—	+	—	+	—	—
7	2020	7	—	+	+ gering	—	—	—	—
8	2367	7	—	—	—	—	—	+	+ in Halsdrüsen und Lunge.
9	2406	7	—	—	—	—	—	—	+ in Halsdrüsen und Lunge.
10	2376	8	—	+	—	—	—	—	—
11	2501	10	+	+	+	—	—	—	+ in Halsdrüsen und Lunge.
12	2497	10	—	+	+	—	—	—	+ in Halsdrüsen und Leber.
13	2513	10	—	—	+	—	—	+	+ in Halsdrüsen und Lunge.
14	2639a	10	—	—	—	—	—	—	+ in Halsdrüsen und Lunge.
15	2689	10	—	+	—	—	—	+	+ in Lunge und Milz.
16	2696	10	—	—	—	—	—	—	+ in Lunge und Leber.
17	2640	10	—	+	—	—	—	+ Injectionenreste, geschwollene Plaques	+ in Halsdrüsen und Lunge.
18	2500	11	—	—	—	—	+	+	wenige in Lunge.
19	2680	11	—	—	+	—	—	+	+ in Halsdrüsen und Lunge.
20	2516	13	—	—	+ gering	—	—	+	+ sehr wenige in Leber und Halsdrüsen.
21	2522	15	—	—	+ gering	—	—	+	+ einige in Lunge und Leber.

Tabelle VIII.

Ergebnisse der Thierversuche bei den Cadavern, welche bei 10° gefault haben.

Lfde. Nr.	Nummer der Ratte	Alter d. Cadav. in Tagen	Resultat des		Pest nachgewiesen durch Impfg. von						Gesamt-Resultat
			makro- skopischen Befundes	mikro- skopischen Befundes	Meersch. cutan	Meersch. Hauttasche	Ratte Hauttasche	Ratte 2 ^{cem} subcutan	Ratte pernasal		
1	R. 2210 gef. m. M.-S. 583 todt n. 3 Tg.	7	verdächtig	nicht ganz unver- dächtig	+ 4	+ 4	—	nicht geimpft	+ 4	Pest	
2	R. 2279 gef. m. M.-S. 619 todt n. 5 Tg.	8	„	unver- dächtig	+ 5	—	—	+ 4 Misch- infection	—	„	
3	R. 2237 gef. m. M.-S. 578 todt n. 3 Tg.	9	nicht ganz unver- dächtig	verdächtig	—	+ 5	—	nicht geimpft	+ 8 Misch- infection	„	
4	R. 2017 gef. m. M.-S. 600 todt n. 3 Tg.	12	verdächtig	„	—	+ 8	— 7	— 9	—	„	
5	R. 2157 gef. m. M.-S. 602 todt n. 3 Tg.	12	„	unver- dächtig	+ 5	+ 2 Misch- infection	+ 4	+ 7	+ 4	„	
6	R. 2178 gef. m. M.-S. 620 todt n. 3 Tg.	15	„	nicht ganz unver- dächtig	—	+ 3 Misch- infection	— 5	— 15	—	„	
7	R. 1999 gef. m. M.-S. 587 todt n. 4 Tg.	16	nicht ganz unver- dächtig	unver- dächtig	— 9	— 5 Diplo- kokken- infection	+ 13	—	—	„	
8	R. 2224 gef. m. M.-S. 611 todt n. 6 Tg.	19	unver- dächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	+ 11	—	—	— 8	„	
9	R. 2319 gef. m. M.-S. 630 todt n. 4 Tg.	19	verdächtig	verdächtig	—	+ 3	—	—	—	„	
10	R. 2295 gef. m. M.-S. 638 todt n. 3 Tg.	20	„	nicht ganz unver- dächtig	— 10	+ 5	—	—	—	„	
11	R. 2296 gef. m. M.-S. 639 todt n. 3 Tg.	22	„	„	—	+ 2 Misch- infection	— 9	+ 5	—	„	

+ = mit positivem Befunde eingegangen. — = negativer Ausfall der Impfung.

Tabelle VIII. (Fortsetzung.)

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Alter d. Cadav. in Tagen	Resultat des		Pest nachgewiesen durch Impfg. von						Gesamt- Resultat
			makro- skopischen Befundes	mikro- skopischen Befundes	Meersch. cutan	Meersch. Hauttasche	Ratte Hauttasche	Ratte 2 ^{em} subcutan	Ratte pernasal		
12	R. 2568 gef. m. M.-S. 690 todt n. 3 Tg.	23	verdächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	—	—	—	—	keine Pest	
13	R. 2493 gef. m. R. 2309 todt n. 5 Tg.	24	„	„	—	— 6	—	—	— 3	„	
14	R. 2363 gef. m. R. 2351 todt n. 5 Tg.	25	„	„	—	—	— 5	—	—	„	
15	R. 2362 gef. m. M.-S. 625 todt n. 7 Tg.	25	unver- dächtig	„	—	+ 6 fast nur Ringe	—	— 5	—	Pest	
16	R. 2251 gef. m. M.-S. 607 todt n. 3 Tg.	26	verdächtig	„	—	—	—	—	—	keine Pest	
17	R. 2257 gef. m. M.-S. 615 todt n. 4 Tg.	26	nicht ganz unver- dächtig	„	—	—	—	—	—	„	
18	R. 2427 gef. m. M.-S. 684 todt n. 4 Tg.	27	„	„	—	—	—	—	—	„	
19	R. 2233 gef. m. M.-S. 640 todt n. 6 Tg.	28	„	„	— 8	+ 8	—	—	—	Pest	
20	R. 2333 gef. m. M.-S. 658 todt n. 3 Tg.	29	„	„	—	—	+ 7	—	+ 6	„	
21	R. 2323 gef. m. M.-S. 664 todt n. 3 Tg.	29	unver- dächtig	„	+ 4	+ 7	+	+ 11	—	„	
22	R. 2371 gef. m. R. 2153 todt n. 3 Tg.	37	nicht ganz unver- dächtig	„	—	+ 6 Misch- infection	—	—	—	„	

Die Zahl hinter den Zeichen giebt den Tag des Todes an.

Tabelle IX.

Ergebnisse der Thierversuche bei den Cadavern, welche bei 20° gefault haben.

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Alter d. Cadav. in Tagen	Resultat des		Pest nachgewiesen durch Impfg. von						Gesamt- Resultat
			makro- skopischen Befundes	mikro- skopischen Befundes	Meersch. cutan	Meersch. Hauttasche	Ratte Hauttasche	Ratte 2 ^{cem} subcutan	Ratte pernasal		
1	R. 1984 gef. m. M.-S. 533 todtn. 4 Tg.	4	verdächtig	verdächtig	—	+ 3	+ 7	nicht geimpft	—	Pest	
2	R. 2508 gef. m. Org. M.-S. 685 todtn. 3 Tg.	5	nicht ganz unver- dächtig	„	+ 11	— 1 (Sepsis)	— 5	—	— 9	„	
3	R. 2485 gef. m. Cad. R. 2471 todtn. 3 Tg.	6	verdächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	+ 4	+ 7	—	— 9	„	
4	R. 2490 pernasal m. Bubo R. 2613 todtn. 4 Tg.	6	„	verdächtig	+ 5	+ 6	—	—	— 5	„	
5	R. 2506 gef. m. Org. M.-S. 688 todtn. 3 Tg.	6	nicht ganz unver- dächtig	„	— 10	+ 6	—	—	—	„	
6	R. 2011 pernasal m. Drüse M.-S. 538 todtn. 6 Tg.	7	verdächtig	unver- dächtig	—	+ 6	— 12	nicht geimpft	—	„	
7	R. 2020 gef. m. Org. M.-S. 535 todtn. 4 Tg.	7	unver- dächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	+ 6	—	„	—	„	
8	R. 2367 gef. m. Kopf M.-S. 664 todtn. 5 Tg.	7	„	verdächtig	—	+ 6	+ 15	—	—	„	
9	R. 2406 pernasal m. Bubo R. 2613 todtn. 3 Tg.	7	„	„	—	— 4	—	—	—	keine Pest	
10	R. 2376 gef. m. Kopf v. R. 2468 todtn. 5 Tg.	8	nicht ganz unver- dächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	+ 2 Misch- infection	+ 3	— 9	—	Pest	

+ = mit positivem Befunde eingegangen.

— = negativer Ausfall der Impfung.

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Lfd. Nr.	Nummer der Ratte	Alter d. Cadav. in Tagen	Resultat des		Pest nachgewiesen durch Impfg. von						Gesamt-Resultat
			makro- skopischen Befundes	mikro- skopischen Befundes	Meersch. w. cutan	Meersch. w. Hauttasche	Ratte Hauttasche	Ratte 2 ^{cem} subcutan	Ratte pernasal		
11	R. 2501 gef. m. Cad. R. 2320 todt n. 3 Tg.	10	verdächtig	verdächtig	—	—	—	— 2	—	keine Pest	
12	R. 2497 gef. m. Brod eingeweicht in Pestsaft todt n. 7 Tg.	10	„	„	—	— 4	— 3	— 1	—	„	
13	R. 2513 gef. m. Org. M.-S. 695 todt n. 6 Tg.	10	nicht ganz unver- dächtig	nicht ganz unver- dächtig	—	—	— 4	— 5	—	„	
14	R. 2639 a gef. m. Org. M.-S. 702 todt n. 3 Tg.	10	„	„	—	— 8	—	—	—	„	
15	R. 2689 gef. m. Cad. M.-S. 695 b todt n. 3 Tg.	10	„	„	—	— 3	—	—	—	„	
16	R. 2696 gef. m. Org. M.-S. 706 todt n. 3 Tg.	10	unver- dächtig	„	—	— 12	—	—	—	„	
17	R. 2640 gef. m. Org. M.-S. 707 todt n. 4 Tg.	10	nicht ganz unver- dächtig	„	—	— 16	—	—	—	„	
18	R. 2500 gef. m. Cad. R. 2289 todt n. 3 Tg.	11	„	„	—	— 2 (Sepsis)	—	—	—	„	
19	R. 2680 pernasal m. Leb. R. 2333 todt n. 6 Tg.	11	„	„	—	— 4	— 3	—	+ 4	Pest	
20	R. 2516 gef. m. Org. R. 2613 todt n. 5 Tg.	13	„	„	—	— 5	— 11	—	—	keine Pest	
21	R. 2522 gef. m. Cad. R. 2614 todt n. 4 Tg.	15	unver- dächtig	„	— 7	— 3	— 4	— 6	—	„	

Die Zahl hinter den Zeichen giebt den Tag des Todes an.

Inguinalgegend. Diese sind aber nicht für Pest charakteristisch, da wir sie auch ebenso häufig bei faulen, nicht mit Pest geimpften Controlratten sahen. Solche faulen Controlratten haben wir zu Beginn unserer Versuche stets, späterhin gelegentlich, zum Vergleich herangezogen; es ist dies unbedingt erforderlich, da man sonst leicht bezüglich der Verfärbungen der Gewebe und Vergrößerungen der Organe zu irrthümlichen Auffassungen kommen kann. Mindestens ebenso lange wie die Injectionen der Subcutis bleiben Vergrößerungen der Drüsen, Milz und Leber erkennbar, erstere treten meist in ihrer schwarzen Färbung deutlich hervor und lassen so manchmal noch Schlüsse auf den primären Sitz der Infection zu, wenn auch hin und wieder die cadaveröse Durchtränkung des fauligen Gewebes die Drüsenanschwellungen erheblicher erscheinen lässt, als sie in der That beim frischen Cadaver waren. Diese Organveränderungen, insbesondere die Drüsenvergrößerungen, waren noch bei mehreren über 20 Tage alten der bei 10° aufbewahrten Cadaver deutlich nachweisbar, selbst bei den ältesten der bei 20° aufbewahrten Cadaver waren sie mehrfach noch deutlich erkennbar. In der Regel sind aber die Vergrößerungen der genannten Organe keine erheblichen, und, zumal denselben auch andere Ursachen zu Grunde liegen können, keine sehr beweisenden. Sehr schnell dagegen werden andere Organveränderungen, die typischen Herde der Milz, Leber und Lunge, unkenntlich, wenigstens konnten wir solche bei keinem unserer Thiere, auch nicht bei den bei 10° aufbewahrten, auffinden, während doch anzunehmen ist, dass wohl das eine oder andere unserer 42 Thiere beim Tode solche Veränderungen aufwies. Manchmal gestattet auch der Lungenbefund die Annahme, dass die Lunge in einzelnen Abschnitten schon bei Lebzeiten der Ratte luftleer war, in 6 (10°) bzw. 3 (20°) Fällen konnten solche hepatitisirt aussehende Parteeen aufgefunden werden, in der Regel jedoch bot sich das Lungengewebe gleichmässig missfarben und durchtränkt dar. Auch die geschwollenen Plaques des Darmes bleiben bei faulen Cadavern lange sichtbar, sie sind aber für die Diagnose nicht immer zu verwerthen, da sie sich auch, sofern sie nicht hämorrhagisch sind, bei anderen, mit dem Befunde von Darmkatarrhen eingegangenen Ratten finden. Auch bei Ratten, welche mit Phosphor vergiftet waren, haben wir hin und wieder grosse halbkugelig vorgewölbte gelbliche Plaques beobachtet, die den nekrotischen Plaques bei Pest sehr ähnlich sehen. So typisch also der makroskopische Befund der frischen Pestrattencadaver in der Regel ist, so wenig sichere Anhaltspunkte bietet der faule Cadaver für eine Diagnose. Nur in den ersten Tagen nach dem Tode, wenn der Cadaver bei nicht allzu hoher Temperatur gelegen hat, lassen sich noch eindeutige, für die Pestdiagnose verwertbare Residuen auffinden.

Länger als der makroskopische Befund bietet der mikroskopische Befund Anhaltspunkte. Allerdings tritt in den Ausstrichpräparaten die mannigfaltigste Flora zu Gesicht. Fast stets ist das Präparat mit Fäulnisbakterien überschwemmt, die je nach Art der auf der Oberfläche der Cadaver gerade befindlichen Mikroorganismen aber auch nach der Temperatur, bei welcher die Cadaver gelegen haben, verschieden sind. Bei niederen und mittleren Temperaturen sahen wir meist kurze schmale Stäbchen in überwiegender Menge, bei höheren Temperaturen beherrschten plumpe grosse Sporenbildner, meist mit endständigen Sporen versehen, das Bild. Hinter diesen Fäulnisbakterien treten die Pestbakterien in der Mehrzahl der Fälle sehr zurück, abgesehen von der geringen Zahl auch in Folge ihrer verhältnissmässig geringeren Grösse und wegen ihrer in faulem Material häufig weniger leichten Färbbarkeit. Vielfach sind nur noch die leichter färbbaren Enden der Polstäbchen deutlich sichtbar, so dass ihr Aussehen dem von Pestbakterien aus Agarculturen gleicht. Andererseits sind aber die Polstäbchen in mehrere Tage alten Cadavern oft noch recht gut erhalten und färbbar, ausnahmsweise sogar so gut, dass das Präparat wie einem frischen Cadaver entnommen aussieht. Wie die Tabellen VI und VII zeigen, fanden wir in der Mehrzahl der Fälle sowohl bei den Cadavern, welche bei 10°, als bei denen, welche bei 20° gelegen hatten, pestähnliche Stäbchen. Am längsten blieben dieselben in der Lunge und in den Drüsen erhalten, während sie in der Leber und Milz viel kürzere Zeit nachweisbar waren, in der Milz nur solange, als dieselbe noch nicht die gleichmässig schwärzliche Färbung angenommen hatte. Nun wissen wir aber, dass eine Reihe von coliähnlichen Bakterien und Fäulnisstäbchen den Pestbakterien mehr oder weniger täuschend ähnlich sehen können, so dass auch Polstäbchen von typischer Form und Färbbarkeit nicht unbedingt Pestbakterien zu sein brauchen. Auch die Gram'sche Färbung hat uns dabei keine Vortheile geboten. Sowohl bei den faulen Cadavern dieser Versuche, als auch bei den aus pestverdächtigen Schiffen eingelieferten, bereits im Zustande vorgeschrittener Fäulnis befindlichen Rattencadavern haben wir in grösserem Umfange Gramfärbungen vorgenommen. Leider aber verhielten sich gerade die pestähnlichen Stäbchen fast durchweg wie die Pestbakterien selbst gramnegativ, so dass mit dieser Färbung eine Differenzirung nicht möglich war. Bei anderem Material, so bei der Untersuchung von Sputum mag die Gramfärbung zur Unterscheidung der Pneumokokken und Streptokokken von den Pestbakterien, die bekanntlich in flüssigen Medien streptokokkenähnliche Formen aufweisen, von Nutzen sein. Bei faulen Rattencadavern dagegen ist sie nach unseren Erfahrungen ohne besonderen Werth. Eher führt die Untersuchung auf Beweglichkeit im hängenden Tropfen zum Ziele. Wenn wir

es also mit nicht ganz frischen Rattencadavern zu thun haben, so müssen wir uns hüten, aus dem Befunde von pestähnlichen Polbakterien in Ausstrichpräparaten allzu weit gehende Schlüsse zu ziehen, dieses um so mehr, wenn bei Anwesenheit solcher Polstäbchen der makroskopische Befund in keiner Weise auf Pest verdächtig erscheint. Wir sind also mit wenigen Ausnahmen nicht in der Lage, auf Grund des makroskopischen und mikroskopischen Befundes eines faulen Rattencadavers mit Sicherheit die vorläufige Diagnose „verdächtig“ abzugeben, selbst wenn nach der einen oder anderen Richtung hin ein Verdacht auf Pest vorliegt.

Wir würden weiterhin auch aus dem Grunde nicht die vorläufige Diagnose stellen dürfen, weil wir nicht immer im Stande sein würden, diese durch die Culturuntersuchung und durch den Thierversuch zu bestätigen. In unseren Versuchen waren die Ratten mit Pest inficirt und alle hatten, wie die Voruntersuchung in frischem Zustande ergab, massenhaft Pestbakterien in den Organen. Es waren also wohl die bei der Section gesehenen Organveränderungen und die in den Ausstrichen gefundenen Polbakterien mit der Pestinfection in Zusammenhang zu bringen. Trotzdem gelang es aber nicht immer durch Reincultur und Thierversuch den Beweis dafür zu erbringen. Gelingt das aber nicht, so kann auch nicht die amtliche Diagnose auf Pest gestellt werden.

Vor Allem lässt die culturelle Untersuchung, wie schon Maassen und Otto hervorgehoben haben, sehr bald im Stich. Unter Umständen werden die Kossel'schen Schleifen das Auffinden von Pestbakterien erleichtern können. Den Hauptwerth legen wir darauf, dass es mit Hülfe dieser Schleifen unter Umständen möglich ist, die Pestdiagnose zu erhärten zu einer Zeit, wo das geringe Wachsthum der Colonieen eine Agglutination noch nicht gestattet. Allerdings haben wir diese Schleifen in so schön ausgeprägter Weise, wie sie Kossel und Overbeck¹ abbilden, nicht darstellen können. Auch steht die durch manche Fäulnisbakterien bewirkte äusserst schnelle Verflüssigung der Gelatine bzw. das schleierartige, den ganzen Nährboden überziehende Wachsthum derselben auf Agar der Beobachtung der Schleifen entgegen. Im Allgemeinen erscheint uns die Gelatine bei faulem Material ein geeigneterer Nährboden zu sein als Agar (32°), wenn es gelingt bei niederer Temperatur die Fäulnisbakterien hintenzuhalten. Aber auch auf Agar traten, selbst wenn zunächst keine Pestbakteriencolonieen sichtbar waren, diese manchmal noch nach 3 bis 4 Tagen zwischen den anderen Colonieen hervor, schon

---

¹ Kossel u. Overbeck, *Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte.* Bd. XVIII. S. 114.

makroskopisch oder bei Lupenvergrößerung kenntlich an dem zarten und unregelmässigen Saum. Verdünnungen des Aussaatmaterials können keinen Erfolg haben, weil in der Regel die Fäulnisbakterien in der Mehrzahl vorhanden sind, die Aussicht nur Fäulnisbakterien in den Culturen zu erhalten, also um so grösser ist, je mehr das Material verdünnt wird.

Den Ausschlag muss daher bei der Stellung der Diagnose der Thierversuch geben, nur wenn dieser positiv ausfällt, ist die Diagnose Pest gesichert. Im Ganzen konnten wir unter 43 Versuchen mit faulen Rattencadavern 26 Mal die sichere Diagnose auf Pest stellen, 17 Mal dagegen verlief der Thierversuch negativ. Bei den bei 10° aufbewahrten Cadavern war der Thierversuch 16 Mal positiv und 6 Mal negativ. Nach 7- bis 22 tägiger Fäulnis bei 10° konnte Pest durch den Thierversuch regelmässig nachgewiesen werden, bei 23 Tagen war der erste negative Ausfall zu verzeichnen und von den 11 länger als 22 Tage aufbewahrten Cadavern wurden nur bei 5, also in etwa der Hälfte der Fälle, Pest mit Sicherheit festgestellt. Der Nachweis gelang aber selbst noch bis zum 37. Tage, gerade bei den vier ältesten Cadavern ergab der Thierversuch noch positive Resultate. Jedenfalls wird also der 37. Tag nicht als die äusserste Grenze der Nachweisbarkeit der Pestbakterien in Rattencadavern, welche bei 10° gelegen haben, anzusehen sein. Von den bei 20° angestellten Versuchen verlief der Thierversuch in 10 Fällen positiv und in 11 Fällen negativ. Hier konnte die Diagnose Pest durch den Thierversuch nur bis zum 6. Tage regelmässig gestellt werden. Bereits nach 7 tägiger Aufbewahrung fand sich neben drei positiven ein negativer Rattencadaver und darüber hinaus konnte unter 12 8 bis 15 Tage alten Cadavern nur 2 Mal, bei einem 8- und bei einem 11 tägigen Cadaver, die Pestdiagnose gestellt werden. Doch wird auch für diese Temperatur der 11. Tag nicht als die äusserste Grenze der Nachweisbarkeit gelten dürfen. Zur leichteren Uebersicht diene die folgende Zusammenstellung in Tabelle X.

Tabelle X.

Nach	10°		20°	
	positiv	negativ	positiv	negativ
4—6 Tagen	—	—	5	—
7—11 „	3	—	5	9
12—15 „	3	—	—	2
16—22 „	5	—	—	—
23—29 „	4	6	—	—
37 „	1	—	—	—
	16	6	10	11

Was nun die verschiedenen Impfmethoden anlangt, so hatten wir in unseren 43 Versuchen unter verschiedenen Bedingungen hinsichtlich Temperatur und Dauer der Fäulniss 6 Mal bei cutaner Impfung von Meerschweinchen, 21 Mal bei Impfung von Meerschweinchen in eine Hauttasche, 8 Mal bei Impfung von Ratten in eine Hauttasche, 4 Mal bei subcutaner Impfung von Ratten mit Organaufschwemmung (in 5 Fällen unterblieb diese Art der Impfung) und 4 Mal bei pernasaler Impfung von Ratten einen positiven Erfolg. Hiernach gab uns bei faulem Material die Impfung von Meerschweinchen in die Hauttasche die bei Weitem günstigsten Resultate. Allerdings findet sich nicht selten eine erhebliche Eiterung an der Impfstelle und eine gleichzeitige Infection durch andere Bakterien. Solchen Mischinfectionen begegneten wir in 5 Fällen. Dadurch kann das charakteristische Bild der Pestinfection nicht unwesentlich getrübt und, weil weitere Thierversuche erforderlich sind, die Diagnose erheblich verzögert werden. Diese Mischinfectionen sind bei der cutanen Impfung von Meerschweinchen kaum zu befürchten. Die Vorzüge dieser Methode für die Isolirung von Pestbakterien aus Bakteriengemischen sind von fast allen Autoren uneingeschränkt hervorgehoben worden. Wir können nach unseren Erfahrungen diesen Anschauungen nur bedingtermaassen beipflichten. Die cutane Meerschweinchenimpfung bietet gute Resultate, wenn die in dem Impfmateriel enthaltenen Bakterien hinreichend virulent sind, also z. B. bei Isolirung von Pestbakterien aus Koth, dagegen versagt diese Impfung häufig, wenn es sich um faules Material handelt, in dem die Pestbakterien abgeschwächt sind. Zlatogoroff hat ähnliche Erfahrungen gemacht, er sagt, bei cutaner Impfung von Meerschweinchen ist eine bedeutende Virulenz erforderlich. Die von Zlatogoroff bei faulem Material besonders empfohlene pernasale Impfung von Ratten hat uns wenig befriedigende Resultate gegeben. Abgesehen von der immerhin etwas umständlichen Impfung erscheint sie uns bei faulem Material zu unsicher. Wir ziehen derselben die Impfung von Ratten in eine Hauttasche und subcutan mit abgestuften Mengen von Organaufschwemmung vor. Bei den mitgetheilten Versuchen haben wir stets ein etwa erbsengrosses Organstück in 2^{cem} physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und diese ganze Aufschwemmung den Ratten injicirt. Bei solchen Mengen gehen aber viele Thiere, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, an Toxinen zu Grunde, es empfiehlt sich daher neben dieser Menge auch solche von 1.0 und 0.5^{cem} Ratten zu injiciren.

Es ist aber nicht allein von Bedeutung, bei welcher Art der Impfung die Versuchsthiere am sichersten an Pest eingehen, sondern auch, im Interesse einer möglichst raschen Diagnosenstellung, innerhalb welcher Zeit. In dieser Hinsicht nun unterschieden sich die verschiedenen Impfmethoden

nicht wesentlich von einander. Die Meerschweinchen gingen in 2 bis 11 Tagen, die Ratten in 3 bis 15 Tagen ein; länger als 7 Tage blieben am Leben: ein cutan geimpftes (11 Tage) und 3 in eine Hauttasche geimpfte Meerschweinchen (8, 8 und 11 Tage), ferner 2 in eine Hauttasche geimpfte Ratten (13 und 15 Tage), eine subcutan mit Organaufschwemmung (11 Tage) und eine pernasal geimpfte Ratte (8 Tage).

Endlich sei es gestattet mit ein paar Worten noch auf die cutane Impfung von Ratten, wenn sie auch für faules Material kaum in Betracht kommt, einzugehen, da sich in der Litteratur, so auch in dem neuesten Handbuch von Wassermann und Kolle, die Angabe findet, dass Ratten dieser Art der Impfung gegenüber sich resistent verhalten. Wir haben eine grössere Anzahl Ratten im Laufe der Zeit cutan geimpft, indem wir unter Vermeidung einer sichtbaren Verletzung nur die Haare an der Schwanzwurzel mittels Scheere abschnitten und dann das Material sorgfältig und kräftig auf die von Haaren befreite Stelle verrieben. Von den so geimpften Ratten gingen uns 48 Procent an Pest ein und sogar 70 Procent, wenn wir solche mit wenig virulentem Material (die auch bei den Fütterungsversuchen als wenig virulent bezeichneten Westphalia- und Cordoba-stämme) geimpfte nicht mitrechnen. Der Sectionsbefund dieser cutan geimpften Ratten war stets ein typischer. Bei einigen derselben fanden wir derartig grosse Inguinalbubonen, wie wir sie bei auf andere Weise geimpften Ratten selten zu Gesicht bekommen hatten. Es steht also ausser allem Zweifel, dass Ratten auch einer cutanen Impfung von Pestbakterien auf die möglichst unverletzte Haut erliegen, wenn auch von dieser Impfmethode dasselbe gilt, was oben von der cutanen Impfung von Meerschweinchen gesagt ist, dass sie nämlich nur bei virulentem Material zu dem gewünschten Erfolge führt. Mit anderen Bakterien ist es aber bislang noch nicht gelungen, dasselbe zu Wege zu bringen, und deshalb scheint uns gerade diese Methode als Ergänzung der übrigen gebräuchlichen zweckmässig zu sein. Ein positiver Ausfall bei dieser Impfung wird von besonderem diagnostischen Werth sein können.

Vergleichen wir nun die Ergebnisse der Thierversuche mit der nach dem makroskopischen und mikroskopischen Befunde gestellten vorläufigen Diagnose, so kommen wir zu dem Schlusse, dass, obgleich der Cadaver nach einer oder der anderen Richtung hin mehr oder weniger pestähnliche Befunde aufwies, was in der Bezeichnung „verdächtig“ bzw. „nicht ganz unverdächtig“ in Spalte 4 und 5 der Tabelle zum Ausdruck kommt, der Thierversuch in einer verhältnissmässig grossen Zahl der Fälle (17 von 34) die Bestätigung der vorläufig gestellten Diagnose nicht ermöglichte. In 17 Fällen hätten wir also die Diagnose Pest nach dem Ausfall des Thierversuchs nicht aufrecht erhalten können, wenn wir in praxi auf den

makroskopischen und mikroskopischen Befund hin den Verdacht auf Pest ausgesprochen haben würden.

Von den 12 Cadavern, welche nur nach dem makroskopischen Befunde verdächtig erschienen, verlief der Thierversuch in 4 Fällen negativ, von den vieren, welche nur nach dem mikroskopischen Befunde verdächtig erschienen, in einem Falle. In 6 Fällen konnten die Cadaver sowohl nach dem mikroskopischen als auch nach dem makroskopischen Befunde als „pestverdächtig“ gelten und doch war bei zweien derselben der Thierversuch ein negativer. Diese 6 Fälle betrafen 2 Cadaver, welche bei 10° 10 und 19 Tage gelegen hatten, — diese waren beide im Thierversuch positiv — und 4 Cadaver, welche bei 20° 4, 6, und in 2 Fällen 10 Tage gelegen hatten, von diesen waren die beiden 10 Tage lang aufbewahrten Cadaver im Thierversuch negativ.

Andererseits war aber auch eine Anzahl Cadaver makroskopisch ganz unverdächtig und mikroskopisch nur wenig verdächtig, oder umgekehrt nur makroskopisch nicht ganz unverdächtig, so dass man sich daraufhin kaum entscheiden würde, den Fall in praxi als „pestverdächtig“ anzusprechen, und doch wurde durch den Thierversuch bei einigen die Diagnose Pest ausser Zweifel gestellt. Dieses war 5 Mal der Fall, 4 Mal bei Ratten, welche bei 10° 16 bis 29 Tage gelegen hatten und 1 Mal bei einer 7 Tage lang bei 20° aufbewahrten Ratte. Erwähnenswerth ist dabei noch, dass bei zweien dieser Cadaver (Versuch Nr. 7 und 8 der Tabelle VIII) der positive Nachweis erst am 11. bzw. 13. Tage durch den Thierversuch erbracht wurde. 11 bis 13 Tage lang könnte sich also in einem solchen Falle die definitive Diagnose verzögern.

Ziehen wir aus den hier mitgetheilten Untersuchungen die praktischen Consequenzen, so kommen wir zu dem Ergebnisse, dass wir uns bezüglich der Diagnosenstellung bei faulen pestverdächtigen Cadavern anders zu verhalten haben, als wenn es sich um frische Cadaver handelt. Liegen frische Cadaver zur Untersuchung vor, so werden wir nach dem mikroskopischen und makroskopischen Befunde uns mit Sicherheit aussprechen können, ob der Fall pestverdächtig ist oder nicht. Es liegen dann nach unseren zahlreichen praktischen Erfahrungen nur zwei Möglichkeiten vor: entweder finden wir einen für Pest hinreichend charakteristischen Befund und in mindestens einem Organe viele nach Form und Färbbarkeit typische Polstäbchen oder der Befund ist ein in jeder Hinsicht negativer und der Tod des Thieres durch eine leicht erkennbare Ursache, wie Trauma oder Phosphor, erklärt. In dem einen Falle hat unser Urtheil „verdächtig“, im anderen Falle „unverdächtig“ zu lauten. Wir sehen hier ab von dem wohl äusserst seltenen Vorkommen pestähnlicher Stäbchen in frischen Cadavern.

Anders ist es bei faulen Cadavern. Hier kommen mehrere Möglichkeiten in Frage. Zunächst kann der makroskopische und mikroskopische Befund ganz unverdächtig sein: es findet sich keine einzige auf Pest hinweisende pathologisch-anatomische Veränderung und in den Ausstrichpräparaten sind ausschliesslich in jeder Beziehung sich als Fäulnisbakterien documentirende Stäbchen vorhanden, oder der Cadaver ist so hochgradig faul bezw. vertrocknet, dass die Organe nicht mehr zu unterscheiden sind, und während sich zugleich in den Ausstrichpräparaten von den noch vorhandenen unkenntlichen Massen nichts Pestverdächtiges findet. In diesen Fällen kann ebenfalls die Diagnose „unverdächtig“ gestellt werden.

Als zweite Möglichkeit kommt ein theilweiser also entweder makroskopisch oder mikroskopisch verdächtiger Befund in Betracht. Hier ist nach der einen oder anderen Richtung hin ein bestimmter Entscheid nicht möglich, denn einerseits kann der Fall nicht als „unverdächtig“ bezeichnet werden, weil die Fäulnis den makroskopischen Befund undeutlich gemacht oder im mikroskopischen Präparat die Pestbakterien mehr oder weniger verändert haben könnte, andererseits kann nicht der Verdacht auf Pest bejaht werden, weil bei faulem Material es oft fraglich erscheinen muss, ob nicht die etwa vorhandenen Organveränderungen auf andere Ursachen, die mit einer Pestinfection nichts zu thun haben, zurückzuführen und etwaige Polstäbchen im Ausstrichpräparat nur als pestähnliche Fäulnisbakterien zu deuten sind. Selbst wenn die pestähnlichen Stäbchen wirklich Pestbakterien sind, wissen wir nicht, ob dieselben in dem faulen Material noch so virulent sich erhalten haben, dass die Diagnose durch Cultur und Thierversuch bestätigt werden kann. Gelingt aber dieses nicht, und können wir den sicheren Nachweis von Pestbakterien mit allen uns zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln nicht erbringen, so kann auch nach unseren jetzigen Kenntnissen in dem Vorhandensein dieser Cadaver auf dem Schiffe keine Gefahr für eine Verbreitung von Pestkeimen erblickt werden.

Dasselbe gilt von der dritten Möglichkeit, wenn sich nämlich sowohl der makroskopische, wie auch der mikroskopische Befund in gewisser Hinsicht als verdächtig erweist. In denjenigen Fällen also, in denen bei faulem Material entweder der makroskopische oder mikroskopische Befund oder beide die Annahme, dass es sich um eine Pestinfection der betreffenden Ratten gehandelt hat, nicht unbedingt von der Hand weisen lassen, können wir nur sagen, dass der Fall „nicht ganz unverdächtig“ ist. Wir werden aber daraus Anlass nehmen, sofort um Einlieferung weiteren Materials zu ersuchen. Handelt es sich in der That um einen positiven Fall, so ist, da ein Schiff in der Regel sehr viele Ratten beherbergt, anzunehmen, dass nunmehr, bei genauem Durchsuchen, auch ein frischer Pestcadaver ge-

gefunden wird, welcher sofort die vorläufige und bald auch die definitive positive Diagnose ermöglichen wird. Man wird so sicherer und schneller zum Ziele kommen, als wenn man nach einer vergeblichen culturellen Untersuchung des faulen Cadavers den Ausfall des Thierversuches abwartet. Natürlich muss aber letzteres ebenso eingehend ausgeführt werden wie bei einem von vornherein sicher verdächtigen Fall. Werden aber keine frischen Pestcadaver oder nur ebensolche faule, mehr oder weniger verdächtige aufgefunden, indem vielleicht die Pest unter den Ratten bereits erloschen ist, und führt die weitere Untersuchung der Cadaver nicht zum Nachweis von Pestbakterien, so würde der Fall ebenso als negativ anzusprechen sein, wie in dem Falle, dass nur unverdächtige Cadaver gefunden wären.

Diese hier entwickelten Anschauungen mag folgendes Schema veranschaulichen.

**Schema zur Beurtheilung frischer und fauler Rattencadaver
bezüglich der vorläufigen Pestdiagnose.**

	I.	II. Faule Cadaver			III.
A. Befund der Cadaver	frischtodte Thiere, makro- skopisch und mikroskopisch negativ (Trauma, Gift u. s. w.)	a) makro- skopisch und mikroskopisch negativ	b) theil- weise, ma- kroskopisch oder mikro- skopisch verdächtig	c) makro- skopisch und mikroskopisch verdächtig	frischtodte Thiere, makro- skopisch und mikroskopisch verdächtig
B. Unter- suchungs- ergebniss nach der makro- skopischen u. mikroskop. Untersuchung	unverdächtig		nicht ganz unverdächtig		verdächtig
C. Meldung	unverdächtig		Ersuchen um weiteres Material		verdächtig

In der Rubrik A sind unter I die sicher unverdächtigen, unter III die sicher verdächtigen Fälle zusammengefasst, während von den unter II aufgeführten faulen Cadavern die Unterabtheilung a zu I zu rechnen sein wird, die Unterabtheilung b und c hingegen eine besondere zwischen „verdächtig“ und „unverdächtig“ stehende Gruppe bildet. Diesen so gebildeten drei Gruppen (B) entsprechend hat die Meldung wie unter C angegeben zu erfolgen. Wir sind der Ansicht, dass es praktisch zweckmässig ist und in aller Interesse liegt, bei der Untersuchung fauler Rattencadaver in denjenigen wenigen Fällen,

in denen solches nöthig sein wird, die vorläufige Diagnose „nicht ganz unverdächtig“ zu stellen und es erst von dem Befund weiterer Rattencadaver abhängig zu machen, ob ein Verdacht auf Pest ausgesprochen werden soll oder nicht. Dadurch wird sowohl eine verspätete positive Diagnose als auch die Zurücknahme einer als vorläufig positiv gestellten Diagnose vermieden werden können. Von welcher praktischen Bedeutung dieses ist, braucht nicht näher erörtert zu werden.

Weiterhin haben wir Versuche ausgeführt, welche im Zusammenhang mit der Behandlung der Pestratten beherbergenden Schiffe stehen. Diese die Ratten betreffenden Maassnahmen bei Pestschiffen bestehen bekanntlich im Wesentlichen darin, dass sämtliche auf dem Schiffe befindliche Ratten abgetödtet und dann alle Räume des Schiffes, insbesondere die Laderäume, in denen sich ja die Ratten vornehmlich aufhalten, desinficirt werden. Die folgenden Abschnitte beziehen sich also auf Untersuchungen über den Nachweis von Pestbakterien in durch Gift getödteten Pestratten und auf Versuche über die Leistungsfähigkeit der hier gebräuchlichen Methode der Desinfection von Laderäumen der Pestschiffe.

V.

Ueben die für die Rattenabtödtung auf Schiffen gebräuchlichen Mittel einen Einfluss auf den nachherigen Nachweis von Pestbakterien in den Cadavern aus?

Die Abtödtung von Ratten auf Schiffen geschieht einmal durch metallische Gifte, sodann durch gasförmige Gifte. In Hamburg wurde Anfangs (Dampfer Pergamon) ein Gift gelegt, welches aus kohlensaurem Baryt und Arsen bestand, später (Dampfer Chios) wurde eine Phosphorspeise angewandt, die auch jetzt noch in Hamburg in ausgiebigem Maasse und mit bestem Erfolge für die Rattenvertilgung benutzt wird. Auf Schiffen jedoch, in denen Pestratten nachgewiesen sind, werden die Ratten neuerdings nach dem von Nocht und Giemsa angegebenen Verfahren vernichtet, welches in der Einleitung eines Gemisches von Kohlenoxyd, Stickstoff und Kohlensäure besteht. Dieses Verfahren hat den Vorzug, dass es in kürzester Zeit mit aller Sicherheit sämtliche Ratten abtödtet und dass es Waren, auch empfindliche Nahrungsmittel, durchaus nicht beschädigt. Vielfach werden Schiffe auch mit schwefliger Säure ausgeräuchert; bei dem Clayton'schen Verfahren wird solche unter Druck in die Schiffsräume eingeleitet. Schliesslich hat man auch daran gedacht, Formaldehyd allein oder mit anderen Gasen gemischt in Pestschiffe einzuleiten, um so gleichzeitig eine ober-

flächliche Desinfection zu erzielen. Was nun die baktericiden Fähigkeiten der genannten Mittel anlangt, so gilt das Arsenik als ein brauchbares bakterienfeindliches Conservierungsmittel, durch Phosphor gelingt es nicht, Fäulnisprocesse hintenanzuhalten; von den Gasen ist der Stickstoff völlig indifferent, dem Kohlenoxyd wird höchstens eine schwach entwicklungshemmende Wirkung auf Bakterien zugeschrieben, Kohlensäure, selbst unter Druck, hat keine oder nur eine unsichere baktericide Wirkung. Stärker ist letztere bei der schwefligen Säure, wenn dieselbe in genügender Concentration und längere Zeit zur Einwirkung kommt, dagegen ist Formaldehyd als gutes Desinficiens, wenn auch nur mit geringer Tiefenwirkung, bekannt.

Der Sectionsbefund wird bei Vergiftung mit manchem dieser Mittel dem bei Pestinfection mehr oder weniger ähnlich sein. Bekanntlich rufen Arsenik und Phosphor eine starke Injection der Gefäße der Subcutis und Blutungen in den Organen hervor, und, wie bereits erwähnt, haben wir bei Phosphorvergiftungen auch Schwellungen der Darmplaques gesehen, die den nekrotischen Plaques bei Pest durchaus gleichen. Schweflige Säure und Formaldehyd geben, indem sie eine Erstickung der Thiere herbeiführen, den Lungen ein fleckig geröthetes Aussehen, während Kohlenoxyd nur eine gleichmässig hellrothe Färbung der Organe bewirkt. Wenn also demnach auch diese Gifte manchmal den Pestbefunden ähnliche pathologisch-anatomische Veränderungen hervorrufen, so werden sie doch, wenn man den ganzen Sectionsbefund in Betracht zieht, kaum diagnostische Schwierigkeiten bereiten, vor Allem wird der mikroskopische Befund den Ausschlag geben. Es könnte nun aber die Züchtung der Pestbakterien aus dem Organismus und ihr Nachweis durch den Thierversuch eine Beeinträchtigung erfahren. Es war daher von Interesse festzustellen, ob diese Mittel von irgend welcher Bedeutung für den schnellen und sicheren Nachweis von Pestbakterien im Cadaver der mit Pest infectirten Ratten sind. Zu dem Zwecke wurden Thierversuche an Ratten mit jedem dieser Mittel angestellt.

Zunächst erhielten Ratten gleichzeitig mit einer subcutan einverleibten tödtlichen Dosis Pestcultur, Brod, welches mit einer 0.1 $\frac{\text{g}}{\text{cm}}$ arsenige Säure enthaltenden Lösung getränkt war, als Futter. Die Thiere gingen nach 1 bis 2 Tagen mit typischem makroskopischen und mikroskopischen Pestbefunde zu Grunde. Die Culturen ergaben reichliche Colonieen von Pestbakterien; eine Einwirkung dieses Giftes auf die Entwicklungsfähigkeit der Pestbakterien konnte nicht nachgewiesen werden. Sodann wurden Ratten mit tödtlichen Dosen Pestculturen subcutan geimpft und am 2. bzw. 3. Tage durch Leuchtgas getödtet. Zur Controlle wurden Ratten nur mit einer gleichen Dosis Pest geimpft. Der Befund war auch bei

den durch Leuchtgas getödteten Thieren ein ausgesprochener Pestbefund, culturell konnten bei diesen Thieren ebenso reichlich Colonieen nachgewiesen werden, wie bei den Controllratten. Also auch dem Kohlenoxyd konnte kein Einfluss auf die Entwicklungsfähigkeit der Pestbakterien zugeschrieben werden. Des Weiteren wurden Versuche mit Phosphor angestellt. In den ersten 30 Versuchen wurden Pestculturen in abgestuften Mengen von $\frac{1}{4}$ bis 1 Oese subcutan injicirt und gleichzeitig eine Phosphorspeise in Mengen von 100 mg bis 1.5 gm verfüttert. Von diesen 30 Ratten blieben 8 am Leben. Von den übrigen 22 zeigten 6 einen Pestbefund, 16 hingegen nur einen Phosphorbefund, während Pestbakterien weder mikroskopisch noch culturell nachgewiesen wurden. Aus diesen Befunden hätte man nun einen Einfluss des Phosphors auf die dem Organismus einverleibten Pestbakterien herauslesen können. Aber diese Versuche wurden wieder zu einer Zeit ausgeführt, als noch der schon mehrfach als wenig virulent bezeichnete Cordobastamm in Gebrauch war. Der häufige negative Ausfall derselben schien diesem Umstande zur Last gelegt werden zu müssen, weshalb später die Versuche mit virulenten Culturen wiederholt wurden. Diese ergaben nun, dass die Vergiftung von Ratten mit Phosphor in keiner Weise den Nachweis der Pestbakterien im Organismus beeinträchtigt, die Colonieen der Pestbakterien gingen bei den vergifteten Thieren ebenso gut auf den Nährböden auf, wie bei den nicht vergifteten, und die Virulenz der Pestbakterien wurde, wie die Thierversuche ergaben, nicht geschädigt.

Schliesslich wurden mit Pestmaterial gefütterte Ratten, nachdem sie deutliche Krankheitserscheinungen aufwiesen, durch schweflige Säure, die durch Verbrennen von Schwefel in dem möglichst abgedichteten Käfig hergestellt wurde, oder durch Formaldehydwasserdampf getödtet. In beiden Fällen waren die Pestbakterien leicht durch Cultur zu gewinnen und ihre Virulenz war nicht herabgesetzt.

Wir haben somit die Ueberzeugung gewonnen, dass keines der genannten rattentödtenden Mittel eine Verzögerung oder Erschwerung der Pestdiagnose herbeizuführen geeignet ist.

VI.

Zur Desinfection der Laderäume von pestverseuchten Schiffen.

Von Dr. Kister und Dr. Trautmann.

Im Laufe der letzten 5 Jahre sind in Hamburg wie Eingangs angegeben 7 Mal Schiffe eingelaufen, welche, wie die Untersuchungen des hiesigen Institutes ergaben, an Bord pestinficirte Ratten beherbergten und daher nach Löschen ihrer Ladung desinficirt werden mussten. Wie bei

jeder Desinfection, so ist auch für Schiffe zunächst die sichere Wirksamkeit des Desinficiens erforderlich, sodann ist aber auch eine möglichst schnelle Erledigung der Desinfection wünschenswerth, da man die Schiffe nicht allzu lange einer oft recht störenden Ausserverkehrsetzung unterwerfen kann, und endlich darf das Mittel auf die zu desinficirenden Gegenstände nicht schädigend einwirken. Seit Langem ist in diesem Sinne zur Desinfection von Laderäumen der Schiffe die Kalkmilch in Gebrauch. Um jedoch sicher eine hinlängliche Wirkung zu erzielen, muss sie einmal jeden einzelnen Punkt des zu desinficirenden Schiffsraumes benetzen, andererseits eine gewisse Zeit lang zur Einwirkung kommen. Den Erfordernissen einer wirksamen und doch möglichst schnellen Vertheilung des Desinfections-

mittels konnte ein Verspritzen oder Anstreichen der Kalkmilchlösung an die Wände mittels Pinsel nicht in gewünschtem Maasse Rechnung tragen. Das Bedürfniss nach einer zweckmässigeren Methode machte sich bald geltend. So hat denn auf Anrathen des Hafenarztes Dr. Nocht, der Leiter der hiesigen Desinfectionsanstalten, Hr. Inspector Zorn, seit einiger Zeit auch für die Desinfection mit Kalkmilch einen Sprayapparat verwendet, welcher, anderen Sprayapparaten nachgebildet und in seiner Construction ähnlich wie die für Wohnungsdesinfectionen¹ zur Versprühung

¹ Kister und Matthes, *Gesundheitsingenieur*. 1903. Nr. 7.

von Kresolwasser von Inspector Zorn verwendeten im Laufe der Zeit mehr und mehr vervollkommenet worden ist, und sich vorzüglich bewährt hat. Er ermöglicht eine völlig gleichmässige Benetzung aller Theile des Raumes und die Erledigung der Desinfection in kürzester Zeit, so dass jedes Schiff in einem Tage völlig desinficirt werden kann. Der Apparat, wie er jetzt hier in Gebrauch ist, wird durch die Abbildung veranschaulicht.

In einem Eimer wird reiner, gebrannter Kalk (Fettkalk) mit 4 Theilen Wasser, nach Löschung des Kalkes mit einer geringen Menge dieses Wassers, zu Kalkmilch verrührt, letztere in einen eisernen Kübel geschüttet und sodann mit 5 Theilen Wassers weiter verdünnt, so dass die Mischung 4 Procent Kalk enthält. Diese Kalkmilchverdünnung wird durch einen in den Kalkmilchkübel tauchenden Schlauch mittelst einer Handpumpe, an der zwei Männer arbeiten, in ein eisernes mit Manometer versehenes Gefäss gepumpt, welches als Windkessel dient. Mit diesem sind vier lange Schläuche, die in einen Spritzenansatz auslaufen, verbunden. Die Luftpumpe arbeitet so kräftig, dass aus allen vier Schläuchen die Kalkmilch in kräftigem Strahl herausgespritzt wird, und auf diese Weise eine völlig gleichmässige energische Benetzung aller Theile des Raumes in sehr kurzer Zeit bewerkstelligt werden kann.

Der Gang der Desinfection war anfänglich folgender: Alle zu desinficirenden Räume werden mit der in oben angegebener Weise hergestellten 4 procentigen Kalkmilch gründlich bespritzt, sodann 3 Stunden sich selbst überlassen, darauf abermals mit frisch bereiteter 4 procentiger Kalkmilch besprüht und endlich noch bis nach Ablauf von 24 Stunden der Nachwirkung des Desinfectionsmittels ausgesetzt. Erst dann durften die Räume durch Abwaschen von der Kalkmilch befreit und von neuem in Benutzung genommen werden.

Eine der letzten derartigen Desinfectionen wurde Anfang Januar 1904 auf dem von Brasilien in den Hamburger Hafen eingelaufenen Dampfer „Cordoba“ ausgeführt, da die bakteriologische Untersuchung in einem seiner Laderäume pestinfectirte Ratten ergeben hatte. Bei dieser Gelegenheit wurden in einem Laderaum vor Beginn der Desinfection Testobjecte untergebracht, zur Prüfung, ob der Effect der Desinfection ein ausreichender sei. Um die natürlichen Verhältnisse möglichst nachzuahmen, wurden Bretter und Holzstäbe, die mit Bouillonculturen oder Agarculturaufschwemmung bestrichen waren, ferner Agarplatten und mit Culturmaterial getränkte Seidenfäden ausgelegt. Da es nicht angängig war, Pestbakterien zu verwenden, dienten statt ihrer das *Bacterium coli* und der *Staphylococcus pyogenes aureus* als Testobjecte. Die Gegenstände wurden an verschiedenen Stellen des Raumes in wechselnder Höhe ausgelegt, und blieben auch später dauernd unter unserer Aufsicht. Die Desinfection ging in der oben

beschriebenen Weise von statten. Nach Beendigung der zweiten Versprühung von Kalkmilch wurden die Objecte eingesammelt, bis zum Ablauf von 24 Stunden nach Beginn der Desinfection bei Zimmertemperatur aufbewahrt und dann sorgfältig von der anhaftenden Kalkmilch mit sterilem destillirten Wasser gesäubert. Die Seidenfäden und die Agarculturen, sowie das von den Brettern und Holzstäbchen mit sterilem Messer abgeschabte Culturmaterial wurde darauf in Bouillon gebracht und mehrere Tage bei 37° bebrütet. Aus den getrübten Bouillonculturen wurden die gewachsenen Keime durch Aussaat auf Platten identificirt. Als Resultat dieses Versuchs ergab sich, dass das *Bacterium coli* überall abgetödtet, der *Staphylococcus pyogenes aureus* jedoch in 5 Proben (= 38 Procent) am Leben geblieben war.

Die Pestbakterien gehören nun bekanntlich zu den weniger widerstandsfähigen Bakterien, während gerade die Staphylokokken oft als recht widerstandsfähig sich erweisen. So durfte man immerhin hoffen, dass durch die geübte Desinfection alle in dem zu desinficirenden Raum etwa vorhandenen Pestkeime abgetödtet sein würden. Doch gab dieser Versuch Anlass zu einer Reihe von Laboratoriumversuchen mit Pestbakterien, damit die thatsächliche Widerstandsfähigkeit derselben gegenüber der verwandten Kalkmilchlösung genauer festgestellt würde.

Diese Versuche zur Abtödtung von Pestbakterien mittels Kalkmilch wurden nach folgender Versuchsanordnung ausgeführt: Organe von an Pest gestorbenen Meerschweinchen oder Ratten wurden an vierkantigen kleinen Holzstäbchen, die etwa 4^{mm} breit und dick und etwa 14^{cm} lang waren, derart aufgetragen, dass das untere Drittel ringsum mit dem Infectionsmaterial bedeckt war. Diese Holzstäbchen wurden nun in Reagensröhrchen eingetaucht, welche 15^{cm} einer frisch bereiteten Kalkmilch enthielten, und darin während der gewünschten Zeit belassen. Nach Ablauf derselben wurde das Holzstäbchen dem Kalkmilchröhrchen entnommen, sorgfältig in sterilem destillirten Wasser abgespült und auf Vorhandensein entwicklungsfähiger Pestbakterien untersucht. Hierzu bestrichen wir zunächst mit dem Stäbchen eine Agarplatte, manchmal auch noch eine Gelatineplatte, darauf wurde es auf der von den Haaren befreiten Bauchhaut von Meerschweinchen verrieben. Bei jedem Versuch wurden immer zwei Holzstäbchen in ganz gleicher Weise behandelt, ausserdem zur Controlle in gleicher Weise mit Infectionsmaterial beschickte Holzstäbchen auf Agarplatten und Meerschweinchen verrieben; auch wurde durch Controllstäbchen festgestellt, dass nicht durch das Abspülen in Wasser das Infectionsmaterial abgeschwemmt wurde.

Um die Verhältnisse der praktischen Schiffsdésinfection nach Möglichkeit nachzuahmen, wurden die mit Organsaft von Pestthieren be-

hafteten Holzstäbchen zunächst einige Minuten lang in der Kalkmilchlösung belassen, dann herausgenommen und mit dem anhaftenden Ueberzug von Kalkmilch 3 Stunden lang in ein leeres steriles Reagensglas gestellt. Darauf wurden sie von neuem einige Minuten lang in frisch bereitete Kalkmilch getaucht und nun die noch an 24 Stunden fehlende Zeit hindurch wiederum in einem leeren Reagensglas aufbewahrt. Es geschah dies in der Ueberlegung, dass in der Praxis die Kalkmilch nach dem Versprühen abläuft und nur ein Rest von Kalk an den Wänden und Planken des Schiffes zurückbleibt. Das zweite Eintauchen entsprach der zweiten Versprühung in der Praxis.

Die Tabelle XI zeigt an einem Beispiele das Ergebniss:

Tabelle XI.

Art der Untersuchung	4 procent. Kalkmilch (24 stdg. unterbrochene Eintauchung)		Controle
	Stäbchen I	Stäbchen II	
Culturell	—	—	+
Thierversuch	—	—	+

Wie aus der Tabelle hervorgeht, waren bei dieser Versuchsanordnung alle Pestbakterien abgetödtet; die Agarplatten blieben sämmtlich steril, während die Controlplatte reichliches Wachstum von Pestbakterien aufwies; die geimpften Meerschweinchen erkrankten nicht an Pest, während das Controlmeerschweinchen nach der Impfung mit typischem Befunde einging.

Um nun weiterhin festzustellen, ob schon eine einmalige Besprühung mit Kalkmilch gegebenenfalls zur Abtödtung der Pestbakterien genügen würde, wurde in weiteren Versuchen 4 proc. Kalkmilch 5, 10, 15 Minuten und 3 Stunden lang mit und ohne Nachwirkung zur Anwendung gebracht. In ersterem Falle verblieb das Holzstäbchen 5, 10 und 15 Minuten lang in der Kalkmilch, und darauf noch 3 Stunden hindurch in einem leeren Reagensröhrchen. Wie die Tabelle II zeigt, waren die Pestbakterien nach Behandlung mit Kalkmilch abgetödtet, während die Controlen die Entwicklungsfähigkeit und Virulenz der nicht mit Kalkmilch behandelten Bakterien ergaben.

Wir sehen, um Wiederholungen zu vermeiden, davon ab, sämmtliche unter gleichen Versuchsbedingungen angestellte Versuche anzuführen, zumal bei diesen eine nicht sehr virulente Pestcultur zur Verwendung kam, so dass eine Anzahl von Versuchen, weil auch die Controllmeerschweinchen am Leben blieben, nicht verwerthet werden konnte. Es geht aus Tabelle XII zur Genüge hervor, dass die 4 procentige Kalkmilch

selbst bei kurz dauernder Einwirkung die Pestbakterien abzutöten im Stande ist. Feine Organbröckchen werden wohl von der Kalkmilch durchdrungen, ob eine weitere Tiefenwirkung zu Stande kommt, haben wir bislang nicht festgestellt.

Tabelle XII.

Impfmateriäl	Art der Untersuchung	4 procentige Kalkmilch												Controlen		
		ohne Nachwirkung								mit 3 std. Nachwirkg.						
		5 Min.		10 Min.		15 Min.		3 Std.		5 Min.		10 Min.			15 Min.	
		Stäbch. 1	Stäbch. 2	Stäbch. 1	Stäbch. 2	Stäbch. 1	Stäbch. 2	Stäbch. 1	Stäbch. 2	Stäbch. 1	Stäbch. 2	Stäbch. 1	Stäbch. 2		Stäbch. 1	Stäbch. 2
Meerschw. Nr. 387, Milzsaft.	cult. Unters.								—	—						+
	Thierversuch								—	—						+
	cult. Unters.								—	—						+
	Thierversuch								—	—						+
Meerschw. Nr. 399, Lungensaft.	cult. Unters.	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	+
	Thierversuch	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	+
	cult. Unters.	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	+
	Thierversuch	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	+

+ = Pestbakterien lebend nachgewiesen. — = Pestbakterien abgetödtet.

Die Versuche wurden wieder aufgenommen, nachdem inzwischen wieder zwei Schiffe mit Pesttratten an Bord, Bishopsgate und Blagdon, in den hiesigen Hafen eingelaufen waren, bei denen die Laderäume nach einem von den oben geschilderten abweichenden Desinfectionsmodus behandelt wurden. In diesen beiden letzten Fällen wurde nur eine einmalige Besprühung mit 4 procentiger Kalkmilchverdünnung, der eine 24stündige Nachwirkung folgte, vorgenommen. Bei den Versuchen, die in Tabelle XIII zusammengestellt sind, wurde der die Pestbakterien enthaltene Organsaft auf das untere Drittel von Holzstäbchen aufgetragen, welche etwa 2^{cm} breit, 4^{mm} dick und 17.5^{cm} lang waren. Auf Wunsch von Hrn. Professor Dunbar wurde die Zeit der Kalkmilcheinwirkung hier noch kürzer als in den früheren Versuchen gewählt, um die Chancen für die Kalkmilch keinesfalls zu günstig zu gestalten. Die Holzstäbchen wurden nur ganz kurze Zeit, etwa 1/2 Minute lang, in die frisch bereitete 4 procent. Kalkmilchverdünnung getaucht und darauf 24 Stunden lang in einem leeren Glase stehen gelassen. Mit den Controlstäbchen wurde in gleicher Weise verfahren, nur wurden diese statt in Kalkmilch in physiologische Kochsalzlösung eingetaucht. Nach 24 Stunden wurden die Stäbchen nach

Anfeuchtung mit sterilem Wasser mit einem Messer abgeschabt und das Material je einer Ratte und einem Meerschweinchen subcutan einverleibt.

Tabelle XIII.

Holzstäbchen, mit Pestmaterial beschickt, ca. 1 Minute in 4 procentiger Kalkmilchverdünnung und 24 Stunden im leeren Glase.

Nr. des Versuchs	I m p f m a t e r i a l	Mit 4 procentiger Kalkmilch behandelt		Control-Stäbchen
		Holzstäbchen 1	Holzstäbchen 2	
1	Milz, Meerschweinchen 540, wenig Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	—
2	Leber, Meerschweinchen 541, mässig viele Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	—
3	Leber, Meerschweinchen 538, zahlreiche Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	+
4	Leber, Meerschweinchen 579, zahlreiche Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	+
5	Leber, Meerschweinchen 579, zahlreiche Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	+
6	Leber, Meerschweinchen 584, zahlreiche Pestbakterien (Cultur: Blagdon)	—	—	+
7	Leber, Meerschweinchen 595, zahlreiche Pestbakterien (Cultur: Bishopsgate)	—	—	+

+ = Pestbakterien lebend nachgewiesen. — = Pestbakterien abgetödtet.

Nach Ausweis der Tabelle XIII führten die mit Kalkmilch behandelten Pestbakterien in keinem Falle zu einer Pestinfection der Versuchsthiere, in den beiden ersten Versuchen gingen zwar auch die Controlthiere nicht ein, was aber in diesen Fällen nicht Wunder nehmen kann, da nur verhältnissmässig wenig Material auf die Stäbchen gebracht worden war, und die Organe beide Male, wie die mikroskopische Untersuchung ergeben hatte, nur mässig viele Pestbakterien enthielten. In den anderen fünf Versuchen waren die Pestbakterien an den zehn mit Kalkmilch behandelten Holzstäbchen abgetödtet, während alle Controlstäbchen noch mit virulenten Pestbakterien behaftet waren. Die Versuche werden noch, nach der einen oder anderen Richtung hin modificirt, weiter geführt.

Wir können jedoch schon jetzt aus unseren Versuchen den Schluss ziehen, dass die Kalkmilch in einer Concentration von schon 4 Procent ein sicher wirkendes Desinfectionsmittel gegenüber den Pestbakterien ist, indem es diese wenig widerstandsfähigen Mikroben in verhältnissmässig kurzer Zeit vernichtet; sie eignet sich also zumal bei ihren sonstigen Vorzügen besonders gut für die Desinfection pestverseuchter Schiffe.

Die zweimalige Versprühung der Kalkmilch hatte vornehmlich den Zweck eine ganz gleichmässige Benetzung aller Theile des Raumes zuverlässig zu bewirken, diese lässt sich aber mittels des oben beschriebenen Sprayapparates auch bei einmaliger Besprühung erzielen, wenn sie mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt wird; von Wichtigkeit ist jedoch, dass die Kalkmilch aus reinem Fettkalk und frisch bereitet wird. Da neuerdings statt der 4procentigen eine noch stärkere bis zu 10procentige Kalkmilchverdünnung angewandt werden soll, so dürfte bei diesem Verfahren nicht nur eine schnell ausführbare Desinfection, sondern auch eine sichere Abtödtung der etwa in den Laderäumen der Schiffe befindlichen Pestkeime gewährleistet sein.