XIV.

Die pathogenen Mikroorganismen.

Von allen Bakterien, welche im Wasser vorkommen können, sind diejenigen die wichtigsten, welche Krankheiten zu erregen vermögen, die sog. pathogenen Bakterien.

Von vornherein ist nicht ausgeschlossen, dass unter gewissen Verhältnissen die Erreger der meisten Infectionskrankheiten im Wasser vorkommen und durch dasselbe weiter verbreitet werden. Zur Zeit dürfte es indessen sehr schwer sein, sie im Wasser nachzuweisen.

Leichter gelingt das bei den Erregern der Cholera, des Typhus und des Milzbrandes. Gerade Cholera und Typhus sind die beiden Krankheiten, welche nicht selten durch das Wasser weiter verbreitet werden, und eine sehr grosse Zahl von Wasseruntersuchungen wird vorzugsweise mit Rücksicht auf diese Krankheiten unternommen. Demgemäss müssen wir auch den Erregern derselben an dieser Stelle besondere Aufmerksamkeit schenken.

Was die Uebertragung der erwähnten Krankheitserreger in das Wasser anlangt, so wissen wir von der Cholera, dass sie an die Dejectionen der Cholerakranken, d. h. den Koth und das Erbrochene, gebunden ist, und dass die Erreger der Krankheit mit den Fäces in das Wasser gebracht werden, sei es, dass Koth direct in das Wasser oder am Rande desselben abgesetzt wird, sei es, dass eine nicht genügend filtrirende Erdschicht zwischen Abort und Wasserbezugsquelle sich befindet, oder dass Kommabacillen beim Waschen der mit Fäcalien besudelten Wäsche von Cholerakranken direct in die offenen Wässer und die undichten Brunnen übertragen werden u. s. f. Besondere Beachtung verdienen die Tagewässer und zumal das ablaufende Regenwasser, weil dadurch die ausserhalb der Häuser in Hofräumen, auf Düngerhaufen etc. ausgeschütteten oder abgesetzten Infectionserreger leicht in die zum Trink- und Hausgebrauch dienenden Wässer gespült werden.

Die Thatsache, dass nach Unwettern ein Ansteigen der Choleramorbidität stattfindet, ist schon von früher her bekannt; sie wurde von R. Koch in der zweiten Choleraconferenz nochmals hervorgehoben und durch die Untersuchungen der französischen Commission zur Erforschung der Cholera in Frankreich im Jahre 1884 wiederum bestätigt.

Auf ähnliche Weise können auch die Typhus- und Milzbrandbacillen mit den Abgängen erkrankter Menschen und Thiere in das Wasser gerathen. Für diese beiden pathogenen Keime sind indessen auch noch andere Möglichkeiten gegeben.

Typhus und Milzbrand sind in unseren Breiten endemisch und scheinen sich an gewissen Oertlichkeiten weiter entwickeln oder doch lange halten zu können. Irgend ein Zufall vermag also, lange Zeit nach geschehener Infection eines Ortes, von dort die Krankheitserreger in das Wasser zu tragen.

Im Allgemeinen ist das Wasser ein schlechter Nährboden für die pathogenen Mikroorganismen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen scheinen sie sich darin weder bedeutend zu vermehren, noch sehr lange zu halten.

Einige diese Verhältnisse berührende Versuche sollen der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen Erwähnung finden, wobei zu bemerken ist, dass bei den älteren Versuchen wenig Rücksicht auf die Belichtung genommen ist, die, wie wir Seite 575 gesehen haben, das Absterben der Bakterien wesentlich begünstigt.

Milzbrandbacillen, von Wolffhügel und Riedel[1]) in Wasser von 35° gesäet und gehalten, vermehrten sich von 5 bis 420 Bacillen in 2 bis 4 Tagen auf 16200 bis 34800, in Wasser von 7 bis 10° jedoch waren sie schon nach 2 Tagen bis auf ganz vereinzelte Exemplare abgestorben.

Meade Bolton[2]) brachte 7740 sporenfreie Milzbrandbacillen pro Cubikcentimeter in Leitungswasser und konnte bei + 20° nach 55 Stunden noch 332, nach 6 Tagen indessen keine lebensfähigen Keime mehr nachweisen; die bei 35° C. gehaltenen Proben aber waren schon nach 55 Stunden steril.

Das rasche Absterben des sporenlosen Milzbrandes im Londoner Leitungswasser haben nach Frankland's Angabe[3]) Crookes, Olding und Tidy ebenfalls nachgewiesen.

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1886, Heft 1. Die Vermehrung der Bakterien im Wasser. Experimentelle Ermittelungen.

[2]) Ueber das Verhalten verschiedener Bakterienarten im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene 1, 105.

[3]) The vitality of pathogenic. Microorganism in water. The Lancet, July 31, 1886.

Schon früher war bekannt (Koch), dass Milzbrandsporen sich sehr lange Zeit im Wasser halten können. Dieser Befund ist durch Meade Bolton bestätigt worden, welcher die Sporen noch nach fast einem Jahre lebensfähig fand.

Kraus[1]) stellte Untersuchungen an über das Verhalten von pathogenen Keimen in nicht sterilisirtem Wasser von 10,5°, welche Temperatur der der Brunnen entspricht. Seine Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

1. Typhusbacillen.

Wasserproben	Tage nach der Probeentnahme							
	1.	2.	3.	5.	7.	9.	20.	150.
	Typhusbacillen in 1 ccm Wasser.							
I. Wasser . .	57 960	50 400	15 680	9000	0	0	0	0
II. Wasser . .	57 000	50 840	32 643	8900	0	0	0	0
III. Wasser . .	56 000	35 910	10 010	7060	0	0	0	0
	Wasserbakterien pro 1 ccm Wasser.							
I. Wasser . .	0	0	0	80	288 000	400 000	970 000	1080
II. Wasser . .	0	0	490	Platten verflüssigt	300 000	427 000	unzählbar	1980
III. Wasser . .	0	0	280	500	256 000	Platten verflüssigt	456 000	1050

2. Koch'sche Vibrionen.

Wasserproben	Tage nach der Probeentnahme				
	1.	2.	4.	8.	135.
	Koch'sche Vibrionen in 1 ccm Wasser.				
I. Wasser	10 000	0	0	0	0
II. Wasser	8 700	0	0	0	0
III. Wasser	9 420	0	0	0	0
	Wasserbakterien pro 1 ccm Wasser.				
I. Wasser	30	400	70 000	1 400 000	2040
II. Wasser	80	900	85 000	unzählbar	8100
III. Wasser	250	2000	100 000	„	4100

[1]) Kraus, Ueber das Verhalten pathogener Bakterien im Trinkwasser. Archiv für Hygiene 6, Heft 4, S. 234.

3. Milzbrandbacillen.

Wasserproben	Tage nach der Probeentnahme				
	1.	2.	4.	8.	130.
Milzbrandbacillen in 1 ccm Wasser.					
I. Wasser	1150	900	0	0	0
II. Wasser	1050	1000	0	0	0
III. Wasser	1180	850	0	0	0
Wasserbakterien pro 1 ccm Wasser.					
I. Wasser	50	800	10 400	1 500 000	2100
II. Wasser	200	1000	9 700	unzählbar	7250
III. Wasser	800	2500	150 000	„	4240

Chemische Untersuchung der drei Wasserproben.

Bezeichnung	Abdampfrückstand	Chlor	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Sauerstoff zur Oxydation der organischen Substanzen
	Milligramme in 100 ccm					
I. Wasser Mangfallleitung . .	27,6	0,41	0,24	0	0	0,0365
II. Wasser Brunnen Findlingstrasse Nr. 36 . .	59,6	2,56	6,96	0	0	0,304
III. Wasser Brunnen hygienisches Institut München	56,0	2,56	0,26	0	Spur	0,620

Der sporenlose Milzbrand hielt sich in diesem Falle also mehr als zwei und weniger als vier Tage in nicht sterilisirtem Wasser.

Hueppe, wir und Karlinski erzielten bei sporenlosem Milzbrand gleiche Erfolge.

Nach Hochstetter[1]) blieben bei einer Temperatur von 11 bis 13° die sporenlosen Bacillen drei Tage lang nachweisbar, während

[1]) Hochstetter, Ueber Mikroorganismen im künstl. Selterswasser etc. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. II.

Milzbrandsporen nach 154tägigem Aufenthalt im Wasser noch vollständig lebens- und infectionsfähig waren.

Uffelmann[1]) brachte Milzbrandsporen in Brunnenwasser, welches er bei Zimmertemperatur hielt, und fand sie nach drei Monaten noch lebensfähig.

De Giaxa sah, dass die Milzbrandbacillen und auch die Milzbrandsporen in Seewasser aus dem Golf von Neapel — seine Temperatur ist nicht angegeben — „in dem Wettkampfe mit den gemeinen Mikroorganismen überflügelt wurden und in längstens 24 Stunden zu Grunde gingen". Im sterilisirten Meerwasser, welches 350 und 50 m vor dem Einfluss eines Abwassercanals geschöpft war, vermehrten sich die eingeführten Stäbchen und Sporen reichlich und waren bisweilen noch nach 36 Tagen nachweisbar. Die in den Magen einiger Fische gebrachten Milzbrandbacillen und -sporen und, was gleich hier erwähnt sei, auch Cholerabacillen waren in wenigen Stunden abgestorben; nur zweimal kamen noch nach vier und fünf Stunden Aufenthaltes im Magen der Fische aus den Milzbrandsporen Colonien zur Entwickelung.

Sehr ausgedehnte und sehr correcte Versuche sind von P. Frankland und M. Ward[2]) angestellt. Die Forscher fanden, dass die Milzbrandbacillen in ein oder zwei Tagen abstarben, wenn dem (Themse-) Wasser keine organische Materie zugesetzt und die Temperatur nicht erhöht wurde. Sie halten es aber nicht für ausgeschlossen, dass der Milzbrand im Wasser unter gewissen Umständen Sporen bildet. Die Milzbrandsporen aber waren sehr widerstandsfähig, sie blieben im Wasser über sieben Monate lebendig und virulent, und zwar ohne bedeutende Zahlverminderung im sterilisirten Fluss- und Seewasser, dahingegen unter oft erheblicher Zahlverminderung im nicht sterilisirten Wasser; bei Kälte hielten sie sich länger als bei Wärme. Getödtet wurden die Sporen in kurzer Zeit, bis längstens in 151 Stunden, durch directes Sonnenlicht, während zerstreutes Tageslicht einen geringen ungünstigen Einfluss ausübte.

Bezüglich des Milzbrandes sind die Resultate somit eindeutig. Die Versuche ergeben, dass sporenloser Milzbrand sich nur wenige Tage im Wasser zu halten vermag, dass indessen Milzbrandsporen unter günstigen Umständen

[1]) Wiener medicinische Presse 1888, Nr. 37.

[2]) Proceedings of the Royal Society, Vol. LIII, p. 164. Second report to the R. Soc. Water research Committee. The vitality and virulence of Bac. anthracis and its spores in potable waters.

durch Monate hindurch im Wasser ihre Lebensfähigkeit bewahren.

Ueber die Ausdauer der Typhusbacillen im Wasser liegt eine Reihe sorgfältiger Versuche vor.

Einige Forscher hielten die Culturen, welche durch Mischen von Typhusbacillen mit sterilisirtem oder nicht sterilisirtem, mehr oder minder gehaltreichem Wasser hergestellt waren, bei einer Temperatur von etwa 10° C., als den Wärmegraden des gewöhnlichen Trinkwassers; andere hielten sie bei Zimmertemperatur, also bei 15 bis 20°, was ungefähr der Temperatur stehender, offener Gewässer in der Sommerzeit entsprechen dürfte; wieder andere brachten die Culturen in den Brütapparat, somit auf etwa 37° C.

Je nach den verschiedenen Versuchsanordnungen sind verschiedene Resultate erhalten worden.

Kraus (siehe die Tabelle) versetzte die Typhusbacillen unter die ungünstigsten Bedingungen, indem er sie in das sehr reine, nicht sterilisirte Mangfallwasser übertrug und darin bei 10,5° C. hielt; nach sieben Tagen waren die Typhuskeime verschwunden. Auch die Uebertragung und Züchtung in den gehaltreicheren Brunnenwässern war ohne Einfluss auf das Absterben. Hueppe wiederholte diese Versuche und gelangte zu ähnlichen Resultaten. Es fand ein langsames Absterben unter steter Zunahme der Wasserbakterien statt, gleichwohl waren am zehnten Tage in fünf von zehn Kölbchen noch vereinzelte Typhuskeime vorhanden, am fünfzehnten Tage indessen keine mehr.

Wolffhügel und Riedel mischten unfiltrirtem, sterilisirtem Pankewasser etwa 2000 Typhusbacillen pro Cubikcentimeter bei und liessen dann dasselbe bei 8° C. stehen; nach fünf Tagen waren die Bacillen um die Hälfte vermindert. Karlinsky[1]) sah die Typhusbacillen in den Innsbrucker Wässern, deren Temperatur 8° C. betrug, in sieben Tagen von 30000 auf 0 zurückgehen.

Holz[2]) inficirte Brunnenwasser und Grabenwasser, ohne es vorher zu sterilisiren, mit Typhusbacillen und hielt die Kölbchen bei 12° C. Der Nachweis gelang in dem ersteren noch nach 18, in dem letzteren nach 14 Tagen.

Karlinski[3]) brachte nach dem Vorgange von Kraus Typhusbacillen in einen Brunnen, welcher 680 Liter Wasser von 8,3 bis 11,0° enthielt. In 10000 Theilen des Wassers waren enthalten:

[1]) Arch. f. Hygiene 9, 113.
[2]) Zeitschrift f. Hygiene 8, 143.
[3]) Arch. f. Hygiene 9, 432 und 10, 464.

77 Theile Gesammtrückstand, 2,3 Chlor, 17 Salpetersäure, die organische Substanz verbrauchte 0,23 O. Die Keimzahl im Cubikcentimeter Wasser schwankte zwischen 930 und 1130.

Nach Zusatz von 5 Litern Bouillon, die 72 Millionen Typhusbacillen im Cubikcentimeter enthielt, stieg der Gehalt an festen Bestandtheilen und die Zahl der Wasserbakterien erheblich, dahingegen sank die Zahl der Typhusbacillen von 500000 in 24 Stunden auf 130000, in 48 Stunden auf 0; „typhusähnliche" Bacillen blieben bis zum elften Tage nachweisbar.

Als nicht Bouillon-, sondern abgestreifte Gelatineculturen eingebracht wurden, sank die Zahl von 5900 in vier Tagen auf 0, „typhusähnliche" Bacillen blieben bis zum fünften bezw. siebenten Tage. Bei der Schwierigkeit der exacten Typhusbacillendiagnose, die damals noch erheblich grösser war als jetzt, ist nicht unwahrscheinlich, dass unter den typhusähnlichen einige, wenn auch wenige Typhuscolonien enthalten gewesen seien.

Karlinski füllte später eine Cisterne mit Fluss- und Regenwasser und setzte Dejectionen hinzu, die im Cubikcentimeter gegen 700 Typhusbacillen enthalten haben sollen. In drei derartigen Versuchen konnten die Bacillen niemals länger als drei Tage hindurch nachgewiesen werden.

In zwei weiteren Versuchen wurden einmal täglich, das andere Mal viermal hinter einander in dreitägigen Zwischenräumen Typhusstühle in das Wasser geschüttet. Die nach kräftigem Umrühren entnommenen Proben liessen in der ersten Versuchsreihe nur bis zum zwölften Tage, trotzdem bis zum fünfzehnten Tage die Einführung der Typhusstühle stattfand, im zweiten ebenfalls nur bis zum zwölften Tage die specifischen Bacillen erkennen.

Karlinski ist der Ansicht, dass die nach der Einführung der Dejectionen in enormer Weise sich vermehrenden Saprophyten die Typhuserreger zerstören.

Bobrow[1]) stellte Untersuchungen an über die Lebensdauer von Cholera- und Typhusbacillen in einem Brunnenwasser von 0,5 bis 2,5° C. Unter Concurrenz der Wasserbakterien, welche etwa 15000 im Cubikcentimeter betrugen und während der Versuchszeit auf ungefähr gleicher Höhe blieben, sank in acht Tagen die Zahl der Typhuskeime von 143000 auf 0 herunter. Der stärkste Abfall, um 100000, trat am ersten Tage ein. Im sterilisirten Brunnenwasser ging die Zahl von $2^1/_4$ Millionen in zehn Tagen

[1]) Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Wasser. Dissertation. Dorpat 1893.

auf 0 herunter, im sterilisirten, destillirten, sonst in gleicher Weise behandelten Wasser sank in fünf Tagen die Zahl von $^1/_2$ Million bis auf 2.

Als Proben bei 14 bis 18° C. im Zimmer gehalten wurden, verschwanden aus dem nicht sterilisirten Wasser 143 000 Typhusbacillen im Cubikcentimeter in 9 Tagen, aus sterilisirtem Brunnenwasser $2^1/_4$ Millionen in 28 Tagen, aus sterilisirtem, destillirtem Wasser $4^1/_2$ Millionen in 11 Tagen.

P. Frankland[1]) sah, dass Typhusbacillen im unsterilisirten, unfiltrirten Themsewasser bei 6° und bei 19° nach 25 Tagen noch lebendig, nach 34 Tagen abgestorben waren, im unsterilisirten Wasser des Katrinesees (Schottland) waren sie bei 6° nach 17 Tagen noch nachweisbar, bei 19° nicht mehr.

Als P. Frankland die beiden Wasser durch Thonzellen keimfrei filtrirte, starben im Themsewasser die Typhusbacillen in 5 bezw. 12 Tagen, im Loch Katrinewasser bei beiden Temperaturen in 21 Tagen ab.

Hochstetter züchtete Typhuskeime bei 12 bis 15° in Selters-, destillirtem und Leitungswasser; dieselben waren in der Regel gegen den fünften Tag abgestorben, ohne dass ein Einfluss der Wasserart zu constatiren war.

Wolffhügel und Riedel benutzten zu zwei bei 16° ausgeführten Versuchen sterilisirtes, unfiltrirtes Pankewasser, dem sie in dem einen Falle die zehnfache Menge destillirten Wassers zugemischt hatten. In dem ersten Versuche stieg die Zahl der Typhuskeime in drei Tagen von 800 auf unzählige, im letzten von 112 in zwei Tagen auf 122 000, um nach weiteren acht Tagen auf 280 zu fallen. Nach Heraeus' Angabe hatten in unfiltrirtem Spreewasser bei 12° C. 12 000 Keime innerhalb 48 Stunden bis auf 87 000 zugenommen; bei den übrigen Versuchen sank die Menge der Bakterien stetig. Bei diesen Temperaturen scheint die Eigenart des Wassers von Bedeutung zu sein; denn nur in den unfiltrirten Wässern stieg die Zahl an.

Die ersten Experimente bei Zimmertemperatur wurden von Wolffhügel und Riedel angestellt, und zwar mit destillirtem, Brunnen- und Berliner Leitungswasser, wobei der Nachweis der Typhusbacillen zuweilen noch nach 32 Tagen gelang. Dabei zeigte sich, dass in einigen Fällen die Erreger des Typhus — in gleicher Weise wie die Kommabacillen — zuerst abnahmen, um dann zuzunehmen, worauf zuletzt wieder Abnahme folgte. Meade

[1]) Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankheiten 19, 393.

Bolton hielt die Typhusbacillen in sterilisirtem, destillirtem Wasser über zwei, in schlechtem Brunnenwasser vier bis sechs Wochen lebendig.

Die Zunahme der Typhusbacillen bei Zimmertemperatur, das heisst 15 bis 22° C., ist nicht constant, aber sicher beobachtet. Ausser von Wolffhügel und Riedel ist eine Vermehrung von Maschek und Hueppe angegeben; Arnold, welcher unter Hueppe's eigener Leitung die Versuche dieses Autors wiederholte, konnte nur Abnahme, keine Zunahme constatiren.

Die nämliche Beobachtung haben wir gemacht. Unter 12 Kölbchen, welche pro Cubikcentimeter gegen 12000 Typhuskeime enthielten, war bei einem am dritten Tage ein geringer, noch innerhalb der Versuchsfehlergrenze liegender Anstieg zu bemerken; in einem der Kölbchen, welche alle mit abgekochtem, von organischen Substanzen nahezu freiem Quellwasser gefüllt waren, wurden nach vier Wochen unter verunreinigenden Kokken noch etwa 30 Typhuskeime pro $^1/_2$ ccm gezählt, während in einem anderen Kölbchen schon am vierten Tage die Bacillen abgestorben waren. Seitz[1]) konnte gleichfalls eine längere Dauer der Bacillen des Typhus constatiren, jedoch giebt er über eine Vermehrung derselben nichts an.

Sehr günstige Resultate erzielte Maschek, welcher den verschiedenen, der Untersuchung unterworfenen, bei 18 bis 22° gehaltenen Wässern die Bacillen in 0,5 ccm Kochsalzlösung hinzusetzte. Am 10. Tage waren die Typhusbacillen in einem Kölbchen, am 40. in drei weiteren, am 60. im fünften und am 80. im sechsten abgestorben. Auch Chantemesse und Widal konnten die Bacillen drei Monate lang bei Zimmertemperatur im Wasser lebendig erhalten.

Hueppe brachte die Typhuserreger in nicht sterilisirtes Brunnenwasser. Bei 16 bis 20° C. zeigten sich in vier von zehn Versuchen nach fünf Tagen die Typhusbacillen abgestorben, in fünf weiteren lebten sie bis über den 10. und in einem Falle bis über den 30. Tag hinaus.

Wir lassen die Zahlen der zuletzt angegebenen Versuchsreihe schon desshalb folgen, weil sie darthun, wie leicht die Typhusbacillen bei der grossen Zahl von Bakterien übersehen werden können, welche sich in nicht sterilisirten Wässern finden, sofern dieselben mehrere Tage gestanden haben.

---

[1]) Bakteriologische Studien zur Typhusätiologie. München 1887, S. 33.

	sofort	1. Tag	5. Tag	10. Tag	20. Tag	30. Tag
Typhusbakterien . .	1600	760	95	96	70	70
Wasserbakterien . . .	720	12 000	160 000	259 000	700 000	500 000

Nach de Giaxa vermehrten sich (anscheinend bei Zimmertemperatur) die im sterilisirten Meerwasser gehaltenen Typhusbacillen, nachdem zunächst eine Abminderung stattgefunden hatte, und zwar um so mehr, je unreiner das Meerwasser war. In einem Falle wurden die Bacillen nach 14, im anderen Falle nach 25 Tagen noch in erheblichen Mengen nachgewiesen.

Bei Bluttemperatur, 37°, sind die Typhusbacillen nur selten gehalten. Wolffhügel und Riedel erzielten in dem verunreinigten Pankewasser, gleichgültig, ob es mit 90 Proc. destillirten Wassers verdünnt war oder nicht, eine Vermehrung. Heraeus erhielt bei unfiltrirtem Spreewasser das gleiche Resultat. Bei Bolton's Versuchen waren die Bacillen bei Brüttemperatur früher abgestorben als bei Zimmerwärme.

Ueberblicken wir die Resultate, welche die zahlreichen Versuche ergeben haben, so erhellt, dass selbst unter den ungünstigsten, bei den verschiedenen Untersuchungen innegehaltenen Bedingungen die Typhuskeime sich ungefähr eine Woche lang im Wasser zu halten vermochten. Unter günstigeren Verhältnissen trat zuweilen eine geringe Vermehrung ein; aber auch dann, wenn diese nicht statthatte, blieb eine Anzahl der eingebrachten Typhusbacillen des Oefteren Wochen lang, zuweilen sogar Monate hindurch entwickelungsfähig. Ein Einfluss der Qualität der Wässer machte sich in einigen Fällen dahin geltend, dass unreine Wässer der Vermehrung bezw. der Conservirung der Typhusbacillen günstiger waren.

Ueber die Lebensdauer der Cholerabacillen im Wasser liegen verschiedene Beobachtungen vor.

Der Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera entsandten Commission enthält folgenden darauf bezüglichen Passus: „Ungleichmässig waren die Ergebnisse einiger Versuche, die Bacillen im sterilisirten Tank- oder Leitungswasser zu cultiviren. Während einige Male unter diesen Umständen eine unzweifelhafte Vermehrung der Bacillen stattfand, schienen sie in einigen Fällen bald abzusterben."

Die Fähigkeit der Cholerabacillen, sich unter günstigen Verhältnissen im Wasser zu halten, wird durch die Angabe S. 182 desselben Berichtes geliefert. Am 8. Februar 1884 wurden in dem Wassertank zu Saheb-Bagan in Calcutta Kommabacillen gefunden und blieben bis zum 23. Februar nachweisbar. Somit waren dieselben mindestens 14 Tage, wahrscheinlich aber viel länger, im Wasser lebensfähig geblieben, denn die erste Choleraerkrankung in Saheb-Bagan fiel auf den 2. Januar, die zweite auf den 10. Januar; von dieser Zeit an war also die Möglichkeit der Besiedelung des Wassers mit Kommabacillen der Cholera gegeben, allerdings hat auch eine wiederholte Neubesiedelung stattfinden können.

Nach Nicati und Rietsch[1]) hielten sich die Cholerabacillen im

sterilisirten destillirten Wasser . . .	20 Tage
Marseiller Canalwasser	38 „
Seewasser	64 „
Hafenwasser	81 „
Bilgewasser[2])	32 „

De Giaxa fand die Cholerabacillen im nicht sterilisirten Meerwasser nach 2 bis 4 Tagen auch dann abgestorben, wenn anfänglich eine Vermehrung stattgefunden hatte. Sie verschwanden um so eher, je mehr fremde Bakterien im Wasser waren. Im sterilisirten Seewasser vermehrten sich die Kommabacillen und hielten sich Wochen hindurch.

Koch[3]) erwähnt, dass die Kommabacillen, in Brunnenwasser übertragen, sich bis zu 30 Tagen nachweisen liessen. Im Berliner Canalwasser hielten sie sich nur 6 bis 7 Tage, mit Koth gemischt nur 27 Stunden und in Abtrittsjauche waren sie schon nach 12 Stunden nicht mehr zu entdecken. Es liegen jedoch jetzt eine Reihe von Beobachtungen vor, nach welchen sich Cholerabacillen Wochen, sogar Monate hindurch in den Fäcalien zu halten vermögen.

Babes[4]) fand die Cholerabacillen noch nach 7 Tagen im Seine- bezw. Berliner Leitungswasser lebend.

Wolffhügel und Riedel zeigten, dass bei einer Temperatur von 16 bis 20° C. die Cholerakeime sich nicht unwesentlich im

---

[1]) Nicati und Rietsch, Revue d'hygiène 1885, Nr. 5. Expériences sur la vitalité du bacille virgule cholérigène.

[2]) Bilgewasser ist das Schmutzwasser in den untersten Schiffsräumen, fälschlich nennt man dasselbe auch Kielwasser.

[3]) Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage. Berliner klinische Wochenschrift 1885, Nr. 37 a und b.

[4]) Babes, Untersuchungen über R. Koch's Kommabacillus. Virchow's Archiv, 99, 1885.

sterilisirten Wasser vermehren. Sie konnten durch das Plattenverfahren noch nach sieben Monaten Cholerakeime darin nachweisen. Die bereits bezüglich der Typhusbacillen angeführte Erscheinung, dass die Zahl der eingesäeten Keime in den ersten Tagen auffällig abnimmt, um dann erst zuzunehmen, trat bei den Cholerabacillen gleichfalls in mehreren Proben auf.

Frankland[1]) bestätigte diese Beobachtung durch einschlägige Versuche und spricht die Ansicht aus, dass alle Mikroorganismen, welche nicht natürliche Wasserbewohner seien, sich analog verhalten.

Als die Cholerabacillen von Wolffhügel und Riedel in nicht steriles Wasser gebracht wurden, unterlagen sie selbst bei Zimmertemperatur in wenigen Tagen, und nur in vereinzelten Fällen wurden Bacillen am 10. und 20. Tage noch lebend gefunden.

Hueppe verwendete ebenfalls nicht sterilisirtes Wasser, am nächsten Tage waren in 8 von 10 Kölbchen die Cholerabacillen abgestorben, in je einem waren sie nach 5 und 10 Tagen noch nachweisbar. Maschek arbeitete mit sterilisirtem, destillirtem Wasser und mit sterilisirtem Brunnenwasser; im ersteren, welchem er $^1/_2$ ccm Kochsalzlösung zugesetzt hatte, liessen sich 40 Tage hindurch Cholerabacillen nachweisen; im letzteren zeigten sie sich in einem Kölbchen bis zum 20., im zweiten bis zum 25., in zwei weiteren bis zum 40., im letzten bis zum 60. Tage. Der Kochsalzgehalt hat bei Maschek's Versuchen entschieden einen günstigen Einfluss ausgeübt.

Nach Hochstetter starben die Mikroorganismen der Cholera in destillirtem Wasser in 5 von 7 Versuchen innerhalb 24 Stunden ab, in einem Falle waren sie noch nach Ablauf eines Tages, in einem anderen noch nach sieben Tagen nachweisbar. Dagegen hielten sich die Cholerakeime im sterilisirten Berliner Leitungswasser sehr lange, trotzdem bei einigen Versuchen fremde Mikroorganismen eingedrungen waren. Die längste, constatirte Lebensdauer betrug 392 Tage.

Kruse[2]) impfte 18 Breslauer Brunnenwässer und hielt die Halbliterflaschen dunkel bei 16° C.; nach zwei Wochen waren noch in neun, nach 4 Wochen noch in drei Flaschen lebende Cholerabacillen nachweisbar. Je grösser die Einsaat war, um so länger hielten sich die Bacillen.

---

[1]) P. Frankland, On the multiplication of microorganisms. Proceedings of the Royal Society 1880, Vol. 40, p. 541.

[2]) Kritische und experimentelle Beiträge zur hygienischen Beurtheilung des Wassers. Zeitschr. f. Hygiene u. Inf. 17, 29.

Alle die erwähnten Experimente beziehen sich auf Wasser, welches bei Zimmertemperatur gestanden hat. Die Resultate wurden ungünstiger, als man die Cholerabacillen in Wasser von Brunnentemperatur brachte.

Wie die Tabelle auf Seite 633 ersehen lässt, waren bei den Versuchen von Kraus die Bacillen schon nach 24 Stunden abgestorben.

Drei von uns mit Quellwasser angestellte Versuche lieferten bei 11,5° dasselbe Resultat. In sechs von Hueppe mit Wiesbadener Leitungswasser angestellten Versuchen waren am dritten Tage alle Cholerakeime abgestorben, in fünf anderen Kölbchen konnten die Cholerabacillen zu derselben Zeit noch aufgefunden werden, wenn auch bereits eine bedeutende Verminderung der Keimzahl stattgefunden hatte; in dem sechsten Fläschchen hielten sich entwickelungsfähige Keime bis zum zehnten Tage. Bei Brunnenwasser von 10° waren nur in einem von acht Versuchen am zwanzigsten Tage einige Cholerabacillen entwickelungsfähig geblieben, bei den sieben übrigen Versuchen waren nach den ersten zwei bis drei Tagen die Bacillen aus dem Wasser verschwunden. Bei Karlinsky's Versuchen war die längste Lebensdauer der Cholerabacillen, welche in den Innsbrucker Quellwässern bei 8° C. gehalten wurden, drei Tage.

Nach Bobrow's Untersuchungen schwanden aus nicht sterilisirtem Brunnenwasser von 1 bis 2° C. 21000 Choleramikroben in 24 Stunden, im sterilisirten Brunnenwasser gleicher Temperatur sank die Zahl von $1^1/_2$ Millionen in fünf Tagen auf 0; im sterilisirten, destillirten Wasser bei 1 bis 2° C. von 13900 in 15 Stunden auf 450, in 39 Stunden auf 0. Ein zweiter Versuch, bei welchem die Kolben bei 14 bis 18° C. aufgestellt wurden, zeigte, dass die Cholerabacillen aus sterilisirtem, destillirtem Wasser schon nach 13 Stunden, aus sterilisirtem Brunnenwasser aber erst nach 12 Tagen verschwunden waren.

Rob. Koch[1]) giebt an, dass am 31. Januar 1893 in einem Altonaer Brunnen Cholerabakterien gefunden wurden. Ein Liter dieses Brunnenwassers wurde bei 3 bis 5° C. aufgehoben und von Zeit zu Zeit auf Cholerabacillen geprüft. Sie konnten 18 Tage lang nachgewiesen werden, während dem Brunnen selbst entnommene Proben keine Cholerabakterien mehr aufwiesen.

Können sich hiernach auch die Bakterien längere Zeit im kühlen Brunnenwasser halten, so erscheint im Allgemeinen eine

---

[1]) Die Cholera in Deutschland während des Winters 1892/93. Zeitschr. f. Hygiene und Infectionskrankheiten 15, 120.

Vermehrung unter diesen Umständen ausgeschlossen; Fischer[1]) hielt Choleraculturen bei 6 bis 7° C. in Bouillon, ohne dass er ein Auswachsen der Bacillen constatiren konnte, während bei 9° C. ein Wachsthum auf Gelatine durch mikroskopische Beobachtung erkennbar war.

Nach Uffelmann[2]) hielten sich in dem ziemlich stark verunreinigten Hafenwasser von Rostock die Cholerabacillen bei Zimmertemperatur 2 Tage lang, bei 10° C. 5 Tage, im Wasser der Oberwarnow blieben sie bei Zimmertemperatur 2 Tage, bei 10° C. 6 Tage lebendig; bei 4 bis 7° C. konnten sie im Wasser der Oberwarnow wenigstens 20 Tage, im Leitungswasser (aus der Oberwarnow filtrirt) mindestens 23 Tage, im Sielwasser mindestens 7 Tage lang nachgewiesen werden.

Diese Versuche in Verbindung mit den Winterepidemien in Nietleben und Altona mit ihren positiven Bacillenbefunden beweisen deutlich, dass die Cholerabacillen im kalten Wasser schwer absterben, sich vielmehr in demselben anscheinend besser conserviren als in dem wärmeren, vielleicht weil sie der Concurrenz mit den Wasserbakterien, die sich ebenfalls in einer Art Kältestarre befinden, nicht ausgesetzt sind.

Ueber die Ausdauer der Kommabacillen im Eise selbst haben Uffelmann, Weiss und Renk Versuche angestellt und hat Koch Beobachtungen gemacht.

Zur Zeit der Epidemie in Nietleben (Koch, l. c. S. 158) Mitte bis Ende Januar 1893 kamen in Cröllwitz, 2 km, Trotha, 5 km, Lettin, 6 bis 7 km, und Wettin, 20 km von Halle-Nietleben entfernt, Cholerafälle vor, welche auf den Genuss von Saalewasser zurückgeführt werden mussten. Zu jener Zeit betrug die Lufttemperatur während der Nacht mehrmals — 20° C., die Saale war mit Eis bedeckt, und trotzdem hielten sich Cholerabacillen in ihr lebendig.

Die in und bei Nietleben gemachten Befunde (Seite 465) beweisen ebenfalls, dass der Cholerabacillus in eiskaltem Wasser unter Schnee und Eis existiren kann.

Uffelmann[3]) liess Wasser, welchem Cholerabacillen beigegeben waren, im Reagensröhrchen gefrieren, täglich thaute er nur so viel Tropfen auf, als gerade zur Untersuchung nothwendig waren. Trotz

---

[1]) Ueber einige bemerkenswerthe Befunde bei der Untersuchung choleraverdächtigen Materials. Deutsche med. Wochenschrift 1893, Nr. 23 ff.

[2]) Berl. klin. Wochenschr. 1892, S. 1210 und 1893, S. 916.

[3]) Weitere Beiträge zur Biologie des Cholerabacillus. II. Einfluss der Kälte auf seine Lebensfähigkeit. Berliner klinische Wochenschr. 1893, Nr. 7, S. 158.

einer Kälte, die in der Nacht bis —24,8° C. betrug, hielten sich die Choleramikroben drei bis fünf Tage lebendig.

Renk[1]) ordnete seine Versuche ähnlich an wie Uffelmann, nur thaute Renk die ganze $^3/_4$ bis $1^1/_2$ Liter betragende Masse auf, ehe er Proben entnahm. In einem Versuche waren die Cholerabacillen bei 9,6° C. Kälte in 39 Stunden abgestorben. In einem zweiten Versuche wurde eine aus Viehsalz und Eisstückchen hergestellte Kältemischung benutzt; nach drei Tagen waren alle Kommabacillen zu Grunde gegangen. In einem dritten Experiment wurde zuerst mit einer Kälte von — 7° C., als der Inhalt der Flaschen nach zwei Stunden vollständig gefroren war, mit — 2° C. und am dritten Tage mit — 0,5° C. gearbeitet. Nach 24 Stunden waren 1 500 000 Kommabacillen bis auf 12 000 bis 14 000, nach drei Tagen waren alle bis auf vereinzelte Exemplare verschwunden. In dem vierten Versuche sank die Zahl von 1 Mill. Cholerakeimen in 24 Stunden auf 24 400; nach vier Tagen waren alle abgestorben; in diesem und dem folgenden Versuche war die Temperatur wenig unter 0° C. gehalten worden. Im letzten Versuche zeigte sich, dass nach fünf Tagen ununterbrochener Frostwirkung alle Cholerabacillen getödtet waren, dass aber die Abtödtung erst nach sechs bis sieben Tagen eintrat, wenn die Frostwirkung täglich unterbrochen wurde. Die Einsaat hatte $1^1/_2$ Mill. auf den Cubikcentimeter betragen.

Weiss[2]) brachte Röhrchen mit Cholerabacillen, die in Wasser, Bouillon oder Cholerakoth suspendirt waren, in Kältemischungen hinein. Die Temperatur blieb einige Male mehrere Tage lang unter 0° C., andere Male aber hob sie sich im Verlaufe jedes Tages wieder bis über den Nullpunkt. Im Wasser hielten sich die Bacillen längstens 7 Tage, in Bouillon 21 Tage, in wenig Bouillon und Wasser 5 Tage, und im Cholerakoth nur 3 Tage.

Aus der Reihe aller dieser Versuche folgt, dass die Cholerakeime sich im Wasser sehr verschieden verhalten. Sie gehen darin häufig in kürzester Zeit zu Grunde, halten sich darin in anderen Fällen bei 0° mindestens mehrere Tage, bei 10° Wochen und bei 20° Monate hindurch, und zwar zuweilen selbst dann, wenn andere Organismen zugleich in grösserer Zahl zugegen sind.

Neben den vorstehend angegebenen, hauptsächlich experimentellen Untersuchungen stehen die früher bereits erwähnten

---

[1]) Ueber das Verhalten der Cholerabacillen im Eise. Fortschritte der Medicin 1893, Nr. 10, S. 396.

[2]) Zeitschr. f. Hygiene 18, 442.

Beobachtungen, wo man Cholerabacillen in Wassergefässen, Reservoiren, in Brunnen, Bächen und Flüssen aufgefunden und zum Theil sogar längere Zeit beobachtet hat. Sie zwingen zu dem Schluss, dass die Cholerabacillen noch häufiger im Wasser vorkommen und sich länger darin zu halten vermögen, als aus den Resultaten der Experimente allein hervorzugehen scheint.

Im Allgemeinen erwies sich das destillirte Wasser als am wenigsten zuträglich für die Cholerabacillen, meistens starben darin die Keime sofort, einmal indessen blieben sie drei Wochen (Nicati und Rietsch), ein anderes Mal sogar sieben Wochen (Maschek) am Leben. In dem letzteren Falle war dem Wasser etwas Kochsalzlösung hinzugesetzt.

In notorisch schlechtem Wasser, See-, Hafen-, Canalwasser (siehe z. B. die Versuche von Nicati und Rietsch) war die Lebensfähigkeit eine erhöhte. Diese Erscheinung passt zu den Angaben von Bolton, welcher erst bei einem Gehalt von etwa 40 Theilen organischer Substanz auf 100000 Theile Wasser Vermehrung constatiren konnte.

Ueber den Einfluss der Salze liegt eine Beobachtung von Dahmen[1]) vor, welcher fand, dass ein Zusatz von 1 Proc. krystallisirter Soda die neutrale Nährgelatine in hervorragendem Maasse zur Anzucht der Cholerabacillen geeignet mache. Weiter zeigte Aufrecht-Magdeburg[2]), dass eine Nährgelatine, mit Elbwasser hergestellt, in gleicher Weise wie 1 Proc. Soda wirkte. Hueppe führte aus, dass durch den hohen Kochsalzgehalt des Elbwassers bei Hamburg im August 1892 — bis zu 814 mg im Liter — sowie durch das in Folge der hohen Wassertemperatur (22°) bedingte Absterben mancher Wasserorganismen für die Erhaltung der Cholerabacillen im Elbwasser, in der Hamburger Leitung und den Hausreservoiren sehr günstige Bedingungen geschaffen worden seien.

Einen werthvollen Beitrag zu der Einwirkung von Salzen auf das Wachsthum von Cholerabacillen im Wasser lieferte Trenkmann[3]).

Er setzte zu 10 ccm Brunnenwasser eine durch die Plattencultur sofort bestimmte Anzahl Cholerabakterien und fügte einzelnen Röhrchen Salze hinzu. Sämmtliche Proben standen bei 21 bis 22° C.

---

[1]) Centralblatt f. Bakt. und Parasitenk. 12, Nr. 18.
[2]) Centralblatt f. Bakt. und Parasitenk. 13, Nr. 11/12.
[3]) Centralblatt f. Bakt. und Parasitenk. 13, Nr. 10.

Auf den Controlplatten fanden sich etwa 1600 Cholerabakterien.

Nach 24 Stunden waren enthalten in

10 ccm sterilen Brunnenwassers		580	Cholerabac.
„ „ + 1 pro Mille	Chlornatrium . . .	9 240	„
„ „ + 1 „ „	salpetrigs. Natrium .	17 600	„
„ „ + 1 „ „	salpeters. Natrium . .	20 940	„
„ „ + 1 „ „	kohlens. Natrium . .	31 000	„
„ „ + 1 „ „	Dinatriumphosphat .	6 540	„
„ „ + 0,6 Proc.	Chlornatrium + 0,3 kohlens. Natrium .	54 720	„
„ „ + 1 pro Mille	Chlorkalium	43 320	„
„ „ + 1 „ „	salpeters. Kalium . .	22 740	„
„ „ nicht ster. Brunnenwassers . . .	216 Cholerabac.	19 300	Saprophyten
„ „ + 1 pro Mille Chlornatrium . . .	10 000 „	32 400	„
„ „ + 1 pro Mille Chlornatrium + 1 pro Mille Schwefelnatr.	28 100 „	2 160	„

Als 10 ccm nicht sterilen Brunnenwassers + 0,6 pro Mille Chlornatrium + 0,3 pro Mille kohlensaures Natrium + 0,6 pro Mille Schwefelnatrium inficirt und bei 10 bis 12,5° C. gehalten wurden, fanden sich nach 24 Stunden 108 Cholera- und 54 andere Colonien, nach 4 Tagen 162 und 13 700; nach 7 Tagen waren die Cholerabacillen verschwunden. Bei 12,5 bis 16,0° C. hielten sich die Cholerabakterien in ähnlicher nicht steriler Lösung 9 Tage, während sie in dem nicht sterilisirten Brunnenwasser schon nach 2 Tagen abgestorben waren.

Klett[1]) setzte zu filtrirter Berliner Canaljauche Leitungswasser im Verhältniss von 1 Theil Jauche zu 5, 50, 100, 500, 1000 und 4000 Theilen Wasser und impfte mit Typhus- und Cholerabacillen. Nach vier Tagen waren noch überall Typhuskeime vorhanden, eine allmähliche Abnahme, dem Grade der Verdünnung entsprechend, liess sich nicht nachweisen; Cholerabacillen waren nach 24 Stunden in allen bei 16° C. gehaltenen Proben vorhanden, nach 48 Stunden noch in den Mischungen 1:5, 1:10, 1:50, nach vier Tagen waren sie auch dort verschwunden.

Kruse[2]) brachte die gleiche Menge Cholerabacillen in keimfrei filtrirtes, chemisch schlechtes, und auf die Hälfte concentrirtes,

---

[1]) Die Frage der Flussverunreinigung. Dissertation. Berlin 1893.

[2]) Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten 17, 31.

sodann in dasselbe aber nur filtrirte und zuletzt in das nicht filtrirte Brunnenwasser hinein. In der ersten Probe begann sowohl bei 22° als bei 37° unmittelbar nach der Einsaat das Wachsthum. Im einfach filtrirten Wasser machte sich bei 22° zuerst eine deutliche Verminderung und dann erst eine Vermehrung der Keime geltend, bei 37° begann sofort eine langsame Vermehrung. Im unfiltrirten Wasser trat bei beiden Temperaturen sofort eine stetige Verminderung der eingesäeten Cholerabacillen ein, während die im Wasser vorhandenen Saprophyten sich üppig vermehrten. Als ähnliche Experimente mit dem chemisch sehr reinen Leitungswasser angestellt wurden, fand überall bei beiden Temperaturen ein rasches und stetiges Absterben der Choleramikroben statt.

Nach diesen Untersuchungen lässt sich der Einfluss der organischen und anorganischen Stoffe im Wasser auf die Cholerabacillen nicht verkennen: gehaltreiche Wässer sind den Mikroben der Cholera förderlich.

Ferner ist in Rücksicht zu ziehen, dass die Choleramikroben wohl niemals ohne alle Beimischung in das Wasser gelangen. Sie kommen dorthin mit Schmutzwasser, oft sogar mit Fäcalien; sie befinden sich also entweder in einer mehr oder minder guten Nährlösung oder doch in der Nähe von Nahrungscentren. Die erstere kann in stagnirendem Wasser recht lange concentrirt bleiben, während sie in fliessendem Wasser allerdings bald verdünnt werden dürfte. Die Nahrungscentren bleiben jedoch auch dort bestehen, und diesen ist gerade für die Cholera eine hohe Bedeutung zuzusprechen. Die Kommabacillen haben das Bestreben, sich an feste Punkte anzuschliessen; die im Wasser vorhandenen oder an der Oberfläche schwimmenden Partikel, die abgestorbenen Pflanzentheile des Ufers, die modrigen Holzschichten des Pumpenrohres bilden solche Punkte für die Kommabacillen; dort vermögen sie sich vielleicht zu vermehren oder doch einige Zeit zu halten, während sie im freien Wasser einem rascheren Absterben entgegen gehen.

Aber alle diese Momente genügen nicht, um die auffallenden Unterschiede im Wachsthum und in der Dauerhaftigkeit der Cholerakeime im Wasser zu erklären. Wahrscheinlich spielt die den einzelnen Keimen innewohnende Lebensenergie in dieser Beziehung eine hervorragende Rolle. Aus einer grossen Reihe von Beobachtungen darf man folgern, dass ein Mikroorganismus, welcher längere Zeit ausserhalb des Thierkörpers gezüchtet ist, seine Infectionskraft und seine Wachsthumsfähigkeit in mehr oder minder hohem Grade, ja vollständig verlieren kann. Für die Cholera führt Frankland ein Beispiel von geringer Ausdauer an: Eine

auf Gelatine gewachsene ältere Cultur ging zu Grunde, als sie in Wasser übertragen wurde, sie wuchs aber nach dem Einimpfen in Bouillon zu kräftigen Bacillen aus, welche sich nun im Wasser zu halten vermochten.

Dass viele Cholerabacillen reines Wasser nicht als zuträglich empfinden, zeigt ihre oft sehr starke Abnahme in den ersten Tagen. Man bekommt den Eindruck, als ob ein Desinfectionsmittel auf die Cholerakeime eingewirkt hätte. Nur die kräftigsten Bacillen überstehen den Eingriff und wachsen dann unter sonst günstigen Bedingungen in den nächsten Tagen zu neuen zahlreichen Individuen aus.

Man hat der Concurrenz ein grosses Gewicht beigelegt und behauptet, „Fäulnisskeime", Saprophyten überwucherten die Cholera-erreger. Gewiss wird das in manchen, vielleicht in vielen Fällen vorkommen, in anderen jedoch nicht. Ausser vielen sonstigen Umständen, welche in Rücksicht zu ziehen sind, ist auch die Art der Saprophyten von Belang. Nach dieser Richtung hin hat die Giaxa[1]) Versuche angestellt, die indessen noch nicht ausgedehnt und eindeutig genug sind, um hier näher darauf einzugehen. Während z. B. die Kommabacillen von den nach Hauser so benannten Proteusarten in kürzester Zeit überwuchert und unterdrückt werden sollen, vermögen sie neben einigen Kokken, Schimmel- und Hefearten sehr wohl weiter zu existiren. Auch die frühere Annahme, dass Fäulniss als solche die Cholerakeime rasch zum Absterben bringt, dürfte nicht immer zutreffen. Jedenfalls konnten Schottelius, Gruber und Andere in bereits mehrere Tage altem, flüssigem, „faulendem" Koth eine Vermehrung der Choleravibrionen nachweisen.

Da man nach den vorstehenden Erläuterungen durchaus nicht immer auf ein schnelles Absterben der Cholerabacillen rechnen darf, und da ausserdem stets die für die pathogenen Bakterien günstigsten Bedingungen vorauszusetzen sind, so erhellt, dass die Cholerakeime bei Wasseruntersuchungen gegebenen Falles die ernsteste Beachtung verdienen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, erscheint es zweckmässig, nicht an dieser Stelle, sondern später, wenn von dem Nachweis der pathogenen Keime im Wasser die Rede ist, auf die sonstigen morphologischen und biologischen Verhältnisse der Infectionserreger einzugehen.

[1]) Zeitschrift f. Hygiene 6, 204. Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser.

Ueber die Veränderungen, welche die pathogenen Bacillen im Wasser erleiden, über die Art ihres Zerfalles berichtet C. Braem[1]). Die Milzbrandbacillen färben sich, wenn sie länger als 48 Stunden im Wasser gelegen haben, weniger dunkel, oder sie bekommen kleine, nicht färbbare Lücken, „Vacuolen"; die Färbung nach Gram-Günther mit Pikrocarminvorfärbung lässt zunächst einen körnigen Zerfall des Zellprotoplasmas erkennen, dann verschwindet allmählich die violette Färbung und die todten Stäbchen färben sich rosa, und zwar um so schwächer, je länger sie im Wasser verweilt haben. Inzwischen haben die Stäbchen auch im Längs- und Querdurchmesser zugenommen, oft verschwinden die scharfen Ecken, und die ursprünglich geraden Begrenzungslinien sind bogenförmig geworden.

Die Cholerabacillen verdicken und verlängern sich im Wasser, werden plumper, verlieren oft die Krümmung und werden zu kurzovalen, sogar zu fast kugeligen Elementen. Ihre Contouren werden immer undeutlicher. Die Färbbarkeit nimmt mehr und mehr ab, bis sie zuletzt ganz verschwindet.

Aehnlich verhalten sich die Typhusbacillen. In dem Maasse, wie sie aufquellen, verlieren sie an Färbbarkeit, bis zuletzt verschwommene, blasse Gebilde übrig bleiben.

Bei allen drei Mikroorganismen fanden sich auch nach langer Zeit noch eine Reihe von Individuen, welche weder in der Form, noch in der Farbe von den lebenden abwichen. Die Cultur allein bewies, dass auch diese Mikroben abgestorben waren.

---

[1]) Untersuchungen über die Degenerationserscheinungen pathogener Bakterien im destillirten Wasser. Königsberg 1889.