VIII.

Die Menge der in verschiedenen Wässern gefundenen Bakterien.

Um die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung des Wassers, abgesehen von den pathogenen Mikroorganismen, bei der Beurtheilung seiner Beschaffenheit verwerthen zu können, ist es nothwendig, vorher zu wissen, wie viel entwickelungsfähige Mikroorganismen gewöhnlich oder häufig in den natürlichen Wässern vorkommen, ohne dass eine aussergewöhnliche Verunreinigung derselben anzunehmen ist.

Zuvor sei jedoch Aufschluss gegeben über den Gehalt des Schnees an Mikroorganismen.

Janowski[1]) untersuchte Schnee, welcher bereits einige Zeit am Boden gelegen hatte. Um die Bakterien zu vermeiden, welche nachträglich aus der Luft auf den Schnee gefallen sein konnten, nahm er die obersten Lagen des Schnees fort, füllte dann von den tieferen, also vor zufälligen Verunreinigungen geschützten Lagen in ein Probirgläschen und erwärmte.

Aus 1 ccm des frisch bereiteten Schmelzwassers wuchsen von einem Schnee

Probe	1 Tag alt mittlere Lufttemperatur — 6° C.	2 Tage alt mittlere Lufttemperatur — 6,5° C.	3 Tage alt mittlere Lufttemperatur — 1 ° C.	4 Tage alt mittlere Lufttemperatur — 11,6° C.
I.	2	18	228	145
II.	4	20	—	212

Bakterien zu Colonien aus.

[1]) Ueber den Bakteriengehalt des Schnees. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 2, Nr. 18.

Sogar in einer Höhe von 1800 bis 2000 m ist der Schnee, wenn er einige Zeit gelegen hat, nicht bakterienfrei.

Schmelck[1]) fand in dem Schmelzwasser aus dem Schnee des Jostedalgletschers in Norwegen, welcher eine Fläche von 1600 qkm einnimmt, in zwei Proben je zwei Bakterien und zwei Schimmelpilze pro Cubikcentimeter Wasser.

Ein Gletscherbach, 1600 m über dem Meere und 50 m unterhalb des Gletscherthores, enthielt in zwei Proben vier und sechs Mikroorganismen pro Cubikcentimeter. Die Temperatur des Bachwassers betrug 2° C.

Um in Erfahrung zu bringen, wie viel Keime im frisch gefallenen Schnee enthalten sind, stellte Janowski in der Umgebung von Kiew Untersuchungen an. Ein Cubikcentimeter Schmelzwasser lieferte

Probe	am 2. Febr. 1888 bei mittlerer Lufttemp. von — 7,2° C. und einem Niederschlag von 0,1 mm	20. Febr. 1888 bei mittlerer Lufttemp. von — 11,1° C. und einem Niederschlag von 1,1 mm	28. Febr. 1888 bei mittlerer Lufttemp. von — 12,2° C. und einem Niederschlag von 0,9 mm	29. Febr. 1888 bei mittlerer Lufttemp. von — 3,4° C. und einem Niederschlag von 1,7 mm
I.	34	203	140	134
II.	38	384	168	463

Bakterien. Die letzte Untersuchung wurde während eines Schneegestöbers vorgenommen.

Foutin[2]) untersuchte ein etwa wallnussgrosses Hagelkorn und fand, nachdem das Korn vorher in sterilisirter Kochsalzlösung abgespült war, im Cubikcentimeter seines Schmelzwassers 729 Bakterien, die neun verschiedenen Arten angehörten; Schimmel und Hefen waren anscheinend in dem Korn nicht enthalten.

Wenn selbst frisch gefallener Schnee und Hagel, sowie Schnee aus Regionen, die mit ewigem Eis bedeckt sind, nicht keimfrei ist, dann darf von vornherein angenommen werden, dass in den Wässern, welche Verunreinigungen zugängig sind, viele Bakterien gefunden werden. Indessen nehmen auch die grössten Mengen von Bakterien immer nur einen verhältnissmässig geringen Raum ein.

[1]) Eine Gletscherbakterie. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 1888, S. 545.

[2]) Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 1890, S. 372.

Fol und Dunant[1]) rechneten aus, dass erst 1000 Milliarden von Bakterien, deren jede etwa 0,001 mm Durchmesser habe (0,001 mm = 1 μ = 1 Mikron), genügen würden, einen Cubikcentimeter völlig auszufüllen. Diese hohe Zahl wird aber selbst in den bakterienreichsten Wässern nur zu einem minimalen Bruchtheil erreicht.

Am stärksten mit Bakterien angefüllt sind die Waschwässer. Miquel[2]) untersuchte in drei innerhalb der Stadt Paris in der Seine liegenden schwimmenden Waschanstalten (*bateaux-lavoirs*) die Wässer, welche zum Einweichen des Zeuges vor der Behandlung desselben mit Lauge gedient hatten, und fand in sechs Mischproben 25, 37½, 12, 32, 19 und 40 Millionen Bakterien im Cubikcentimeter. Zum Vergleich giebt er die nachstehenden, wegen ihres allgemeinen Interesses wichtigen Zahlen. Obschon Miquel für seine Versuche eine abweichende Methode benutzt hat, und seine Resultate sich daher mit den durch die Gelatineplattenmethode erzielten nicht vollständig decken, so gewähren sie doch unter sich ein gut vergleichbares Material. Miquel fand als Mittelzahlen aus einer grossen Reihe sehr sorgfältig angestellter Experimente, dass ein Cubikcentimeter

condensirter Wasserdunst (Montsouris)	1,4	Keime	enthielt
Regenwasser (Montsouris, regnerische Zeit)	4,3	„	„
Wasser der Drainröhren der Rieselfelder von Gennevilliers	12	„	„
Regenwasser (Centrum der Stadt, regnerische Zeit)	19	„	„
Wasser der Vanne zu Montrouge . .	120	„	„
Wasser der Seine zu Choisy (oberhalb Paris)	300	„	„
Wasser der Seine zu Bercy (in der oberen Enceinte von Paris) . . .	1200	„	„
Wasser der Seine zu St. Denis (nach Aufnahme des Canalwassers von Paris)	200000	„	„
Canalwasser zu Clichy	6000000	„	„
Waschwasser der schwimmenden Waschanstalten	26000000	„	„

[1]) Effet d'un repos prolongé et filtrage par la porcelaine. Revue d'hygiène et police sanitaire 1885, T. III.

[2]) De la richesse en bactéries des eaux d'essangease. Revue d'hygiène Tom. 8, pag. 388.

Den Waschwässern zunächst stehen die Canalwässer, die Spüljauchen. Seite 547 sind einige Angaben gemacht über die Spüljauche des Druckrohres in Falkenberg, sowie über den Inhalt der Abzugsgräben der Rieselfelder bei Berlin.

Blasius[1]) fand in 1 ccm eines Braunschweiger Fabrikabwassers durchschnittlich 2980000 Bakterien. Wahl[2]) untersuchte die Abwässer der Stadt Essen; dieselben enthielten von 1686000 bis 5248000 Mikroorganismen im Cubikcentimeter. Das Londoner Canalwasser zählte nach Bischoff[3]) 7500000 entwickelungsfähige Keime im Cubikcentimeter. Miquel[4]) fand nach seiner Methode (s. Cap. XV. E. 3 u. 4) im Canalwasser von Paris 20000 Spaltpilze im Cubikcentimeter, wohingegen Proust mittelst der Koch'schen Plattenmethode im Wasser der Seine unterhalb der Auslassmündungen des Sammelcanals 242000 Mikroben im Cubikcentimeter nachzuweisen vermochte.

Wie viel Mikroorganismen das Flusswasser beherbergen kann, zeigte Koch[5]) für die Spree:

Ort der Entnahme:	Colonien:
Spree oberhalb Köpenick	82000
oberhalb der Einmündung der Wuhle	210000 115000
200 Schritte unterhalb der Wuhle-Mündung	118000
Stralauer Wasserwerk vor der Filtration	125000
Spree in der Stadt oberhalb der Einmündung der Panke	940000
unterhalb der Einmündung der Panke	1800000
Spree bei Bellevue,	
erste Untersuchung	1640000
zweite „	4480000
Spree bei Charlottenburg	10180000
Spree bei Spandau,	
erste Untersuchung	220000
zweite „	5000000

[1]) Monatsheft für öffentliche Gesundheitspflege, Nr. 5 u. 6, 1885, Braunschweig. Das Röckner-Rothe'sche Reinigungsverfahren der Abwässer.

[2]) Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege. Bonn 1886, Heft I. Mittheilungen über bakteriologische Untersuchungen der Essener Abwässer.

[3]) Engineering. London 1885.

[4]) Annuaire de l'observatoire de Montsouris 1880, p. 497.

[5]) Bericht der Deputation für die Verwaltung der Canalisationswerke, Berlin 1883.

Allem Anschein nach hat sich seit jener Zeit durch Regulirung der Zuflüsse und des Flussbettes, Reinigung etc. der Keimgehalt des Spreewassers vermindert. Zwanzig von uns während der Monate December 1884 bis Mai 1885 angestellte Versuche ergaben, dass gegenüber der Entnahmestelle der städtischen Wasserwerke nur in wenigen Fällen mehr als 6000 Bakterien im Cubikcentimeter enthalten waren. Dr. Frank[1]) hat in einer umfassenden Arbeit Bericht erstattet über 22 chemische und bakteriologische Untersuchungen des Spreewassers, welche er innerhalb eines Jahres an je 15 verschiedenen Stellen von dem Eintritt der Spree in Berlin an, über Spandau hinaus, bis in die nächste Nähe Potsdams ausgeführt hat. Auf Seite 549 sind zwei Untersuchungen vollständig mitgetheilt. An dieser Stelle beschränken wir uns darauf, die Resultate der bakteriologischen Forschung anzuführen, und zwar nicht in Durchschnittswerthen, sondern in Einzeldaten.

Ausser der Frank'schen Arbeit liegen nur vier ähnliche, umfassende Untersuchungen über denselben Gegenstand vor, und zwar von Prausnitz, Schlatter, Stutzer-Knublauch, sowie von Fränkel-Dietrich.

Wir lassen diese Angaben in einer gewissen Ausführlichkeit folgen, weil sie vorzügliche Vergleichswerthe darstellen und weil sie die Verunreinigung von Wasserläufen verschiedener Art durch die Städte, sowie die Selbstreinigung der Wasserläufe nach der bakteriologischen Richtung hin klarlegen.

Zum besseren Verständniss der Frank'schen Arbeit haben wir die Entfernungen etc. nach der Kiesling'schen topographischen Karte von Berlin zusammengestellt.

Die Entnahmestelle 1. liegt in dem damals noch nicht vollständig canalisirten Bezirk des Radialsystemes XII. Die Spree empfing in dieser Gegend also einen Theil der Hausabwässer. Die Entnahmestellen 2, 3, 4, 5 befinden sich innerhalb der eigentlichen Stadt und haben vollständig canalisirte Bezirke neben sich. Die Moltke- und Moabiterbrücke liegen unterhalb Berlins, beide in noch nicht vollständig bebauter, bezw. nicht vollständig canalisirter Gegend; unterhalb der Moltkebrücke befindet sich ein sehr besuchter Liege- und Ladeplatz für die zahlreichen Flussfahrzeuge.

Die Entnahmestelle 8 und 9, Hafenplatz und Lichtensteinbrücke, sind in der Mitte und am unteren Ende des Landwehrcanals gelegen. Dieser Canal hat an seiner südlichen Seite zwei

---

[1]) Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlins in bakteriologischer und chemischer Hinsicht. Zeitschrift für Hygiene 3, 355.

noch nicht vollständig canalisirte Radialbezirke und nimmt den schmutzigen Wiesengraben auf. In den Landwehrcanal fliessen nicht mehr als 17,7 Proc. der Gesammtwassermasse der Spree, dennoch münden in ihn 43 der 85 Nothauslässe, welche das Berliner Canalsystem hat.

Die Ruhlebener Schleuse liegt im unteren Spreelauf, genau $1^1/_4$ Meile vom Mittelpunkte der Stadt entfernt. Auf dieser Strecke mündet der sog. schwarze Graben, welcher die Abwässer von Wilmersdorf und Schöneberg (20000 Einwohner) in sich aufnimmt, und ein Arm des Berlin-Spandauer Canals, welcher sehr unreines Pankewasser mit sich führt.

Die Entnahmestelle Spandau liegt $^1/_2$ Meile weiter abwärts und unterhalb des Zusammenflusses von Spree und Havel. Pichelsdorf ist wiederum $^1/_2$ Meile von Spandau entfernt und liegt am Anfange eines 1,5 Meilen langen Havelsees, an dessen Grenze zwischen erstem und zweitem Drittel Gatow, zwischen zweitem und letztem Drittel Cladow und an dessen Ausgang Sacrow gelegen ist. Die Länge des Wasserlaufes von der Oberbaum- bis zur Moltkebrücke beträgt $^3/_4$ Meilen, von der Moltkebrücke bis zur Ruhlebener Schleuse 1,3, und von dort bis Sacrow 2,5 deutsche Meilen.

Die Breite des Havelsees schwankt zwischen 0,06 bis 0,25 Meilen, wenn man die 0,4 Meilen breite Ausbuchtung des Wannsees ausser Acht lässt. Die Menge des Wassers der Havel ist ungefähr der Hälfte des Wassers der Spree gleich; letztere führt im zehnjährigen Durchschnitt gegen 110 cbm pro Secunde. Ueber Strömungen, Tiefenverhältnisse des Seewassers, die Grösse des Wasserabflusses bei Sacrow etc. sind uns ausreichende Daten leider nicht zugänglich gewesen, obgleich es für die Beurtheilung der in Frage kommenden Verhältnisse von Wichtigkeit gewesen wäre, die Angaben nach dieser Richtung hin zu ergänzen.

Nr.	Entnahmestelle	Zahl der aus 1 ccm Wasser entwickelten Keime am:										
		7./4. 86	21./4. 86	5./5. 86	18./5. 86	2./6. 86	16./6. 86	30./6. 86	14./7. 86	27./7. 86	11./8. 86	25./8. 86
1.	Oberbaumbrücke	5 100	4 000	4 320	2 200	26 400	2 800	10 500	8 400	1 900	4 500	4 200
2.	Janowitzbrücke	6 200	7 200	3 000	11 800	24 900	6 300	8 200	18 800	13 200	19 000	9 300
3.	Friedrichsbrücke	11 700	7 500	5 800	5 800	7 600	5 700	8 800	11 500	130 000	27 000	15 400
4.	Ebertsbrücke	10 500	10 920	4 100	8 200	34 000	10 900	25 600	12 100	30 000	45 000	14 400
5.	Marschallbrücke	10 900	19 200	5 300	7 300	80 000	11 300	37 700	49 000	30 000	51 000	17 100
6.	Moltkebrücke	14 200	10 200	7 200	13 300	108 000	9 100	97 200	130 000	64 800	63 000	7 300
7.	Moabiter Brücke	24 700	9 500	5 400	11 200	63 000	16 500	36 400	98 000	72 000	90 000	52 300
8.	Hafenplatz	39 500	31 000	50 000	42 100	351 000	216 000	200 000	150 000	494 000	350 000	200 000
9.	Lichtensteinbrücke	46 100	92 700	32 100	63 700	1 392 000	165 000	38 700	121 000	320 000	90 000	42 500
10.	Ruhlebener Schleuse	—	45 500	97 400	255 000	1 250 000	136 800	140 000	610 000	182 000	200 000	90 000
11.	Spandau	—	—	38 200	370 000	50 000	123 500	230 000	848 400	130 000	190 000	70 000
12.	Pichelsdorf	—	52 500	40 500	250 000	893 800	192 000	7 200	470 000	65 000	110 000	23 500
13.	Gatow	243 000	64 000	54 900	104 000	117 600	486 000	290 000	52 800	400 000	144 000	200 000
14.	Cladow	24 600	30 200	2 900	62 800	verflüssigt	270 000	290 000	1 044 000	330 000	180 000	473 000
15.	Sacrow	3 200	2 400	1 700	21 200	13 400	3 100	4 000	8 300	4 000	—	2 000

Nr.	Entnahmestelle	Zahl der aus 1 ccm Wasser entwickelten Keime am:										
		8./9. 86	22./9. 86	6./10. 86	20./10. 86	3./11. 86	17./11. 86	1./12. 86	15./12. 86	5./1. 87	2./2. 87	2./3. 87
1.	Oberbaumbrücke	7 000	6 700	1 900	2 600	10 300	8 100	5 900	4 800	2 000	8 300	65 000
2.	Janowitzbrücke	21 800	15 000	5 300	6 700	11 100	7 800	4 000	13 600	9 800	7 500	63 000
3.	Friedrichsbrücke	65 000	40 000	75 000	25 900	22 800	15 300	21 000	12 000	9 200	3 900	61 600
4.	Ebertsbrücke	144 000	154 000	50 000	22 800	132 500	8 400	10 100	19 000	14 300	3 200	61 600
5.	Marschallbrücke	136 800	108 000	16 600	15 000	36 500	6 100	4 800	15 800	6 500	3 500	27 300
6.	Moltkebrücke	385 000	143 000	53 200	18 600	240 000	5 800	5 500	32 600	8 600	4 500	104 000
7.	Moabiter Brücke	96 000	154 000	78 500	45 000	51 000	41 400	6 200	42 700	12 800	6 800	105 000
8.	Hafenplatz	200 000	260 000	165 000	300 000	216 000	198 000	27 000	43 100	63 000	23 300	143 000
9.	Lichtensteinbrücke	540 000	356 400	162 000	224 600	—	35 100	19 600	41 100	38 800	24 400	100 800
10.	Ruhlebener Schleuse	200 000	550 800	132 000	457 600	252 000	252 000	37 000	48 500	32 600	19 900	126 000
11.	Spandau	400 000	2 520 000	767 000	verflüssigt	48 800	167 200	39 300	50 200	33 700	21 800	170 100
12.	Pichelsdorf	120 000	435 000	204 000	300 000	525 000	90 200	6 300	18 000	30 700	19 600	119 700
13.	Gatow	200 000	246 400	24 000	9 000	13 800	9 000	29 000	15 500	12 200	18 200	176 000
14.	Cladow	650 000	112 000	9 500	8 400	24 700	6 300	23 900	8 900	10 600	219 Eiswasser geschöpft	96 000
15.	Sacrow	24 700	6 800	12 400	11 100	20 800	3 900	4 500	8 000	6 600	2 200	29 000

Die zweite Reihe von Untersuchungen über den Einfluss von Abwässern auf das Ansteigen des Bakteriengehaltes und das darauf folgende Niedergehen dieser Zahl stammt von Schlatter[1]). Die Limmat tritt mit einem Gehalt von 100 bis 200 Bakterien im Cubikcentimeter in die Stadt Zürich ein. Schon bei der Stadtmühle beträgt die Keimzahl 1000 bis 2000, ohne dass nennenswerthe Mengen von Schmutzwässern zuströmen. Durch die Aufnahme der Abwässer steigt die Bakterienzahl zuweilen bis über eine Million im Cubikcentimeter, um allmählich wieder zu sinken, bis sie bei Dietikon, zehn Kilometer von Zürich entfernt, meistens auf 2000 bis 5000 herabgegangen ist.

Versuch	Stadtmühle (vor den Einlässen)	Brücke			Hard-		Höngger Brücke	Engstringen	Kloster Fährli
		linker	mittlerer	rechter					
		Schmutzstreifen			Mühle	Fähre			
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
		0	0	0	550	750	2500	4000	4600
XIII.	1250	20570	24230	16010	1290	1540	860	800	1980
XIV.	160	2810	17370	35950	340	440	150	250	—
XV.	1020	43980	136080	217700	18650	9840	7250	7500	3600
XVI.	1220	200900	236640	326550	28700	16160	14270	5700	1940
XVII.	1050	9430	10540	17610	2220	2640	4000	2540	5100
XVIII.	—	7400	8470	17900	3000	4380	1650	5560	3950

Bei den beiden letzten Versuchen war der Wasserstand sehr hoch, der Strom reissend. Schlatter folgert daher: „Das Selbstreinigungsgebiet hat sich demnach mit wachsender Strömungsgeschwindigkeit vergrössert".

Prausnitz untersuchte in den Jahren 1887 bis 1889 die Veränderungen, welche die Isar durch die Aufnahme der Abwässer Münchens erlitt. Von dem Canalnetz der Stadt von 205 000 m waren damals nur 80000 m ausgebaut. Sämmtlicher Inhalt derselben wurde durch verschiedene Auslässe direct in die Isar eingeführt. Ausserdem bestanden noch alte Schmutzwassercanäle, welche gleichfalls in die Isar einmündeten. Auch die Stadtbäche nehmen Hauswässer auf und führen sie der Isar zu.

[1]) Der Einfluss der Abwässer der Stadt Zürich auf den Bakteriengehalt der Limmat. Zeitschr. f. Hygiene und Inf. 9, 56.

Tabelle I.

Bakteriologische Untersuchungen von Isarwasser vom linken Ufer am 24. November 1887 bei trockenem Wetter.

Ort der Entnahme	Bakterien pro 1 ccm
Oberhalb Münchens	261
Hinter der Eisenbahnbrücke	799
Hinter der Fraunhofer Brücke	397
50 m vor Einmündung des Canals	1339
Canalwasser direct aus dem Ausfluss in die Isar	121861
150 m hinter dem Canal	33459
40 m vor dem Eisbach	3658
40 m hinter dem Eisbach	2692
Vor Föhring	2084
Aus dem Eisbach 20 m vor seinem Einlaufe in die Isar	2800

Tabelle II.

Entfernung v. München	Entnahmestelle	17. 12. 1887	26. 3. 1888	14. 6. 1888	5. 7. 1888	27. 10. 1888	1. 12. 1888	13. 1. 1889	27. 1. 1889	10. 2. 1889	24. 6. 1889	Durchschnittlich Keime
	Oberhalb Münchens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	305
1	Bogenhäuserbrücke	2050	27247	831	2356	11240	12610	10420	10830	13110	3149	9344
3,1	Hinter dem Eisbach	2521	35970	2887	2001	21120	27870	14850	17210	12655	—	15231
4,4	Oberföhring	1001	32248	3448	1433	25650	27730	—	—	—	3012	13503
7	Unterföhring	1205	32960	2086	3368	16710	19310	—	—	—	—	12607
10	Ziegelstadel	871	17508	2197	2430	12160	17420	—	—	—	—	8764
13	Ismanning	1187	—	—	—	—	19050	9396	8691	7230	—	9111
22	Ereting	—	—	—	—	—	—	4863	7765	—	1759	4796
33	Freising	—	—	—	—	—	—	3221	3221	—	693	2378

Anlässlich der Canalisation Kölns haben Stutzer und Knublauch[1]) den Bakteriengehalt des Rheines untersucht. Ihre abso-

[1]) Untersuchungen über den Bakteriengehalt des Rheinwassers oberhalb und unterhalb der Stadt Köln. Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege, Pettenkofer-Festschrift 1893, S. 95.

luten Zahlen dürften geringeren Werth beanspruchen, da die Proben erst sechs Stunden nach der Entnahme zur Untersuchung kamen, dahingegen sind ihre relativen Zahlen geeignet, ein gutes Bild über die Selbstreinigung des Rheines zu gewähren. Setzt man die oberhalb Kölns bei Marienburg gefundene Zahl von 4400 Bakterien gleich 100, so ergiebt sich folgendes Verhältniss:

Probeentnahme	Entfernung von Marienburg in Kilomet.	Stand		
		linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Marienburg, dicht ober-Kölns	0	100	100	100
Mülheim	8	1295	197	175
Stammheim-Niehl . .	11	615	162	136
Wiesdorf-Merkenich .	17	418	215	182
Rheindorf	19,5	315	198	1265*
Langel	22	354	214	283
Zons	34	186	174	251
Volmerswerth	47,5	122	125	143

* Einfluss der sehr verunreinigten Wupper.

Hiernach ist also, trotz des ungünstigen Einflusses der Wupper, welche ungefähr dieselbe Keimzahl wie die Abwässer Kölns liefert, in 47 km der frühere Gehalt an Bakterien wieder erreicht. Nimmt man den Einfluss der Wupper bei Rheindorf zum Ausgangspunkte der Betrachtung, so ist schon nach 28 km der Rhein der in ihn eingeführten Bakterien wieder entledigt worden. Die Schnelligkeit des Rheines bei Köln beträgt durchschnittlich 1 m in der Secunde.

Von C. Fränkel und Dietrich[1]) wurden während des Sommers aus der Mitte des Lahnflusses wöchentlich Proben geschöpft und chemisch und bakteriologisch untersucht.

Marburg liefert (mit 20000 Einw.) etwa 3000 cbm Canaljauche, die Lahn führt 4 cbm Wasser in der Secunde, d. h. 345 000 cbm in einem Tage, oder die Canaljauche wird um mehr als das Hundertfache verdünnt. Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses beläuft sich auf etwa 6 bis 7 m in der Minute, das Gefälle unter-

[1]) Die Ableitung der Abwässer Marburgs in die Lahn. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin und öffentl. Sanitätswesen, 3. Folge, 7, 2, 1894.

halb Marburgs ist ungefähr 1 : 1000. Die Proben wurden entnommen: I. oberhalb der Stadt, II. und III. dicht an der Einmündung grosser Siele (Weidenhäuser Brücke und Eselsbachgraben), IV. 1 km unterhalb und V. 7,5 km unterhalb der Stadt.

Entnahmestellen	Abdampfrückstand			Ammoniak	Salpetrige Säure	Chlor	Kaliumpermanganat	Bakterienkolonien im ccm	Bemerkungen
	Gesammt	Glührückstand	Glühverlust						
	mg	mg	mg						
I	127,6	107,6	20,0	frei	frei	7,1	5,3	1200	3. Mai. Temp. 16°.
II	126,0	105,6	20,4	fast frei	„	7,8	5,9	14000	Wasser nahezu
III	123,0	101,5	21,5	„	„	8,5	5,3	4320	klar; wenig schwe-
IV	127,0	106,0	21,0	„	„	8,5	5,3	1575	bende Theile, völlig
V	124,0	103,0	21,0	„	„	8,5	5,9	2300	geruchlos.
I	144,0	120,0	24,0	fast frei	frei	9,2	7,9	4280	14. Juni. Tempera-
II	136,4	116,0	20,4	„	fast frei	9,9	8,2	4560	tur 14°. Sehr
III	139,0	115,0	24,0	sehr wenig	sehr wenig	10,6	8,5	11200	schwach getrübt; geruchlos.
IV	137,0	112,0	25,0	„	„	10,6	8,5	6500	
V	138,0	113,0	25,0	„	„	10,6	8,2	3220	
I	142,0	117,0	25,0	fast frei	frei	9,9	4,9	700	11. Juli. Tempera-
II	135,0	115,0	20,0	wenig	„	9,9	5,6	3200	tur 15°. Nahezu
III	145,0	123,0	22,0	sehr wenig	„	9,9	7,2	1400	klar; geruchlos.
IV	144,0	122,0	22,0	„	„	9,9	6,2	1400	
V	149,0	129,0	20,0	„	„	9,9	8,5	2400	
I	144,0	120,0	24,0	frei	frei	8,1	5,3	650	24. August. T. 19°.
II	136,4	116,0	20,4	wenig	„	9,9	8,3	17800	Nahezu klar; ge-
III	139,0	115,0	24,0	sehr wenig	„	9,9	7,7	22900	ruchlos.
IV	137,0	112,0	25,0	„	„	9,9	6,2	22850	
V	138,0	113,0	25,0	fast frei	„	9,9	8,0	1340	
I	148,0	134,0	14,0	fast frei	frei	8,5	5,7	1380	12. October. Temp.
II	149,0	136,0	13,0	„	„	8,8	4,8	7345	14°. Schwach ge-
III	152,0	134,0	18,0	wenig	„	8,5	5,7	10430	trübt; geruchlos.
IV	154,0	128,0	16,0	fast frei	„	8,5	5,1	4200	
V	148,0	136,0	12,0	„	„	8,5	4,4	1560	

Von Wichtigkeit sind die Resultate der Sächsischen Commission [1]), welche den Gehalt des Elbwassers bestimmte:

	15. April 1891			30. September 1891		
	Gesammt-trocken-rückstand	Verbrauchter O, mg im Liter	Bakterien	Gesammt-trocken-rückstand	Verbrauchter O, mg im Liter	Bakterien
	g	mg		g	mg	
Herrnskretschen	—	—	—	0,170	5,0	über 400 000 im Cubikcentimeter
Krippen . . .	0,118	4,97	38 000	0,165	4,92	
Schandau . . .	0,121	4,31	40 000	0,166	4,93	
Pirna	0,117	4,28	40 000	—	—	
Pillnitz	0,117	4,10	12 000	0,164	4,64	
Dresden:						
Saloppe	0,116	4,33	20 000	0,163	5,00	
Marienbrücke .	0,119	4,25	20 000	0,171	5,13	
Uebigau . . .	0,128	4,43	38 000	0,174	5,42	
Niederwartha .	0,114	4,13	10 000	0,168	5,50	

Bei der ersten Untersuchung war die Wassertemperatur + 6° C., der Wasserlauf 650 cbm in der Secunde. Die Menge des suspendirten Schlammes betrug pro Liter 0,13 ccm. Bei der zweiten Untersuchung wurde die Wassertemperatur mit 18° C. bestimmt, der Wasserlauf betrug nur 135 cbm in der Secunde.

In Dresden selbst wurden folgende Bestimmungen gemacht:

	15. Juni 1890			5. November 1891		
	Gesammt-rückstand	Verbrauchter O, mg im Liter	Bakterien	Gesammt-rückstand	Verbrauchter O, mg im Liter	Bakterien
	g	mg		g	mg	
Saloppe	0,144	6,1	55 000	0,183	6,5	3 000
Marienbrücke .	—	—	—	0,181	5,0	4 000
Uebigau . . .	0,140	5,2	76 000	0,185	5,9	10 000
Schleuse . . .	0,140	7,0	—	—	—	—
Schusterhaus .	—	—	—	0,190	5,4	6 000
Niederwartha .	0,144	5,1	42 000	0,187	5,6	3 000

[1]) 23. Jahresb. über d. Medicinalwesen im Königreich Sachsen f. d. J. 1891.

Die Wassertemperatur betrug bei der ersten Untersuchung + 22°, bei der zweiten 0° C., der Secundenlauf des Wassers bei der ersten 220 cbm, bei der zweiten 105 cbm; letztere Zahl entspricht einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 1,2 Secundenmetern.

Frank[1]) fand am 7. October 1891 im Rhein bei Worms 1500, am 17. October 2700, bei Hattenheim am 16. Januar des folgenden Jahres 2500, am 2. Februar 20000 Keime im Cubikcentimeter; Moers hingegen fand im Rheinwasser bei Mülheim bei einer je einmaligen Untersuchung im April, Juni, Juli, August, October und November 1885 stets zwischen 17000 bis 23000 Bakterien.

Rosenberg[2]) untersuchte das Mainwasser sowohl oberhalb Würzburgs, wo also eine Verunreinigung durch die Stadt noch nicht hatte eintreten können, als auch 50 m unterhalb der Einmündung der Canäle.

Zahl der aus 1 ccm Wasser im Februar und März entwickelten Colonien:

oberhalb der Stadt	unterhalb der Stadt	oberhalb der Stadt	unterhalb der Stadt	oberhalb der Stadt	unterhalb der Stadt
520	15 500	680	22 000	640	35 000
355	2 950	680	15 000	950	11 500
680	16 000	740	17 000	800	18 500
780	6 600	830	13 500	525	17 000
640	6 400	2 050	9 500	385	16 200
720	18 000	610	7 100	750	15 000
565	17 200	910	23 000	830	19 000
1 020	14 000				

Nach dem Einfluss der Canäle war die Zahl der verflüssigenden Arten und der nicht verflüssigenden Bacillen gegenüber den Kokken um ein Bedeutendes gestiegen und ausserdem waren Schimmelpilze sowie Hefen in beträchtlicher Menge hinzugekommen.

Noch belangreicher sind die Angaben Lehmann's. Er untersuchte das Mainwasser an der Heidingsfelder Brücke 1 km unterhalb Heidingsfeld und 1,5 km oberhalb Würzburgs, ferner das Wasser aus dem grossen Canal oberhalb der neuen Brücke, und

[1]) Hygienische Rundschau, Nr. 10, 1893.

[2]) Rosenberg, Ueber die Bakterien des Mainwassers. Archiv für Hygiene 1886, S. 448.

[3]) Der Einfluss des Würzburger Canalwassers auf den Main. Festschrift zur Versammlung des Deutschen Vereins f. öffentliche Gesundheitspflege 1893.

110 m unterhalb dieses Einflusses (Neue Brücke), und zwar 4 m vom Ufer und in der Mitte des Stromes. Die Schnelligkeit in der Mitte betrug bei Niedrigwasser zwischen 0,22 m und 0,7 m in der Secunde, am Ufer höchstens 0,2 bis 0,3 m. Die Schnelligkeit in den Canälen ist mit 0,35 bis 0,8 m angegeben. In Folge des langsamen Abflusses bilden sich Schlammbänke im Flusse.

	Schwebende Bestandtheile	Abdampfrückstand	Sauerstoffverbrauch	Bakterien im ccm	Bemerkungen
Heidingsfeld . . .	16	296	2,8	5 200	Frost, vorher viel Schnee, Treibeis.
Canal	106	500	20,2	548 000	
Neue Brücke, Ufer	20	298	2,9	27 000	18. Februar — 7,9° C.
„ „ Mitte	17	302	2,8	16 000	
Heidingsfeld . . .	18	319	3,6	1 900	Sommerwetter ohne Niederschläge. 28. Mai + 22° C.
Canal	117	636	21,3	671 000	
Neue Brücke, Ufer	19	349	4,0	19 800	
„ „ Mitte	16	345	3,8	4 600	

Bezüglich der Seine und des Wassers der Vanne sind folgende Durchschnittszahlen mehrerer Jahre von Interesse[1]).

Entnahmestelle	Entwickelte Keime pro Cubikcentimeter	Entnahmestelle	Entwickelte Keime pro Cubikcentimeter
Vanne-Reservoir . .	1 240	Marne bei St. Maur .	58 550
Vanne-Canal	2 565	Drain von St. Maur .	2 375
Dhuis-Reservoir . . .	2 900	Seine bei Ivry . . .	56 185
Dhuis-Canal	3 615	„ „ Austerlitz .	73 500
Ourcq bei Vilette . .	76 545	„ „ Chaillot . .	177 625

Die Newa führte nach Poehl innerhalb der Stadt Petersburg am 1. October 1883 312 bezw. 332 Keime, die kleine Newa 5772, der Fluss Wolkowo aber, welcher ebenso wie die Canäle durch Stadtabflusswässer verunreinigt wird, enthielt an demselben Tage 483 560, der Canal Fontanka 10504 und 21 632 Bakterien im Cubikcentimeter.

Theobald Smith[2]) fand durchschnittlich im unfiltrirten Potomacwasser in Washington im Januar (2 Unters.) 3774 Bakterien,

[1]) Miquel, Note sur l'altération progressive de la Seine etc. Revue d'hygiène 1890, p. 838.

[2]) Quantitativ Variations in the Germ. life of Potomac water during the Year 1886. Medical News, April 9, 1887, p. 404.

Februar (5 U.) 2536, März (4 U.) 1210, April (4 U.) 1521, Mai (3 U.) 1064, Juni (2 U.) 348, Juli (2 U.) 255, August (1 U.) 254, September (2 U.) 178, October (3 U.) 75, November (1 U.) 116, December (2 U.) 967.

Die Rhone (Fol und Dunant) barg an der oberen Entnahmestelle des Genfer Wasserwerkes vom April bis Ende Mai in fünf Proben je 24, 43, 39, 25, 75 Bakterien, die Arve führte zwischen 63 und 125 Mikroorganismen im Cubikcentimeter Wasser.

In der Limmat wies Cramer in sieben Proben zwischen 30 und 548 Mikrophyten im Cubikcentimeter Wasser nach.

Em. Roth stellte die Menge der Mikroorganismen im Leitznitzbach am 25. August mit 24000 pro Cubikcentimeter fest, während das Wasser der fünf aus der Leitznitz gespeisten Leitungsbrunnen, wohin es durch hölzerne Röhren mit eingeschobenen Schlammkästen geführt wird, zu ungefähr derselben Zeit 1000 bis 6000 Bakterien im Cubikcentimeter enthielt.

Bischoff constatirte im Spätherbst 1885 in der Themse zwei Stunden nach Hochwasser an London bridge 45000 entwickelungsfähige Keime pro Cubikcentimeter. Das Wasser des River Lea aber führte an der Lea bridge 4200000 Mikroorganismen pro Cubikcentimeter.

Weil es von Nutzen sein kann, als Vergleichsobject eine grössere Reihe von Zahlen zur Verfügung zu haben, so entnehmen wir die folgende Tabelle dem Bericht: „Ueber die Beschaffenheit des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom 1. April 1886 bis März 1889 von Dr. Proskauer“[1]), indem wir anführen, dass die Fortsetzung dieser Zahlenreihen — in etwas veränderter Anordnung, sich auf Seite 548 findet. Der Chlorgehalt, 2,0 bis 3,0 auf 100000 Theile bei dem Stralauer, 1,4 bis 1,7 bei dem Tegeler Werk, zeigt an, dass die Entnahmestellen 8 und 10 von der Stralauer Leitung, die Entnahmestellen 6, 7 und 9 von der Tegeler Leitung versorgt werden.

Hiermit correspondirt auch der hohe Keimgehalt am 15. März, wo eine Betriebsstörung in der Stralauer Anlage eingetreten war.

Zu gleicher Zeit wird durch die Spalten 2 und 4 in klarer Weise die Wirkung der Sandfiltration dargelegt.

---

[1]) Zeitschrift für Hygiene 9, 103.

Datum der Entnahme	I. Wasser von den Stralauer Werken		II. Wasser von den Tegeler Werken			III. Wasser aus der Stadt				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	unfiltrirtes Spreewasser (Schöpfstelle)	filtrirtes Spreewasser (Windkessel)	unfiltrirtes Seewasser (Schöpfstelle)	filtrirtes Seewasser (Windkessel)	Charlottenb. Hochbehälter (Saugekessel)	*W* Wilhelmstrasse Nr. 75	*SW* Friedr.-strasse Nr. 41/42	*SO* Schmidstrasse Nr. 16	*N* Friedr.-strasse Nr. 126	*C* Weinmeisterstrasse Nr. 15
1887										
3. October	29 700	28	18	17	36	37	28	45	34	10
15. „	8 460	18	62	4	2	5	9	22	30	7
1. November	12 000	120	14	4	8	6	4	32	2	42
15. „	4 340	180	90	29	14	3	6	11	6	40
1. December	10 340	42	38	39	24	6	171	142	38	—
15. „	11 000	130	43	3	29	8	53	78	8	14
1888										
3. Januar	4 500	168	58	14	49	13	18	72	81	42
17. „	4 300	14	112	8	112	4	18	22	9	19
1. Februar	8 500	68	30	32	48	54	14	28	39	28
15. „	11 000	48	8650	18	100	9	12	42	12	45
1. März	1 400	16	82	14	8	9	14	140	11	210
15. „	11 000	3600	120	8	140	12	20	2250	6	5214

Das Seewasser enthält eine geringere Menge Schizophyten als das Flusswasser. Wie die Verhältnisse für den Tegeler See liegen, dessen Proben dicht am Schöpfwerk, also hart am Ufer und wenige Centimeter unter der Oberfläche entnommen wurden, ist ausser in der vorstehenden Tabelle auch auf Seite 507 und 548 angegeben. Ausserdem sei erwähnt, dass in 60 Untersuchungen des Tegeler Seewassers in der Zeit vom 1. April 1889 bis 1. October 1891 nur dreimal über 1000, fünfmal zwischen 500 und 1000, zwölfmal zwischen 1000 und 500 und vierzigmal unter 100 Bakterien enthalten waren[1]). Bezüglich des Havelsees zwischen Spandau und Potsdam sind die Nrn. 12 bis 15 der Tabelle von Frank (Seite 549) zu beachten.

Der Züricher See weist nach ungefähr 50 Versuchen, welche Cramer[2]) im October, December 1884 und Januar 1885 anstellte, einen Durchschnittsgehalt von 168 Keimen pro Cubikcentimeter auf. In der Zeit vom 13. bis 24. Juni 1884 ergaben 42 Versuche nur 71 Bakterien als Mittelzahl. Bertschinger[3]) fand in den folgenden Jahren bei 4 m Tiefe 22 bis 622, bei 12 m Tiefe 39 bis 388, und bei 16 m, d. h. 1 m über dem Boden, 58 bis 634 Bakterien im Cubikcentimeter Wasser, während bei Küssnacht 80 m tief nur 30 gefunden wurden. Im October 1884 enthielt eine Wasserprobe aus dem Vierwaldstättersee 8, eine andere 51 entwickelungsfähige Mikrophyten pro Cubikcentimeter.

Der Genfer See barg während der Zeit vom 12. April bis 21. Mai in 10 Proben, welche meistens etwas entfernt vom Ufer geschöpft wurden, durchschnittlich 38 Bakterien pro Cubikcentimeter[4]).

Karlinski[5]) berichtet über den etwa 26 ha grossen Borkesee (Herzegowina), dass sich an der Oberfläche in der Nähe des Ufers etwa 16000, in der Mitte 3000 bis 4000 Bakterien fanden; während an der Oberfläche 4000 Bakterien vorhanden waren, die nur aus aëroben Mikroben bestanden, waren in 5 m Tiefe kaum 1000, darunter eine Art anaërober, in 10 m noch etwa 600, und in 15 m, dicht über dem Boden, nicht mehr als 200 bis 300, und zwar nur

[1]) Proskauer, Zeitschr. f. Hygiene 14, 259.

[2]) Die Wasserversorgung von Zürich. Bericht der erweiterten Wassercommission an den Stadtrath von Zürich und Entgegnung der „erweiterten Wassercommission" von Zürich auf die Angriffe des Herrn Prof. Dr. Klebs.

[3]) Untersuchungen über die Wirkung der Sandfilter des städtischen Wasserwerkes in Zürich. 1889, S. 14.

[4]) Fol et Dunant, Recherches sur le nombre des germes vivants que renferment quelques eaux de Genève. Genève 1884.

[5]) Centralblatt f. Bakteriologie 12, 223.

anaërobe Bakterien. Wurde der Boden berührt, so stieg die Zahl durch das Aufwirbeln des Schlammes auf 6000 an.

Russell[1]) fand in einer Entfernung von 4 bis 15 km vom Lande an der Oberfläche des Wassers im Golf von Neapel etwa 50 Bakterien im Cubikcentimeter. Die Untersuchung des Wassers bis zu 800 m Tiefe gab wechselnde Resultate, so dass der Autor erklärt, es lasse sich der Einfluss der Tiefe nicht sicher bestimmen. Die Zahlen schwanken zwischen 3 und 260. Dahingegen fand er im Schlamme am Meeresboden stets sehr viele Mikroben: in Tiefen von 80 bis 200 m etwa 200000, von 100 bis 200 m 70000, von 200 bis 1100 m gegen 20000. Mindestens 35 Proc. der Bakterien gehörten 3 im Schlamme, nicht aber im freien Wasser vorkommenden Bacillenarten an. Nach demselben Autor[2]) betrug die Bakterienzahl im Atlantischen Ocean bei Woods Hull, Mass., überall in den bis 20 m tiefen Wasserschichten bis zu 120 im Cubikcentimeter. Auch der Schlamm enthielt hier weniger Keime, als im Golf von Neapel, nämlich nur 17000. Dagegen war das Verhältniss der Schlammbakterien zu den Wasserbakterien beiderseits gleich.

Die bedeutendsten Untersuchungen über die Bakterien des Meeres sind von B. Fischer[3]) angestellt auf einer Reise von Kiel nach Westindien und bei der Plankton-Expedition im Jahre 1886 (Kiel—Südspitze von Grönland—Bermudas-Capverden—Ascension—Para—Azoren—Kiel). Fischer fand an der Meeresoberfläche mehr als drei Meilen vom Lande 7 mal 0, 49 mal 1 bis 25, 12 mal 26 bis 50, 8 mal 51 bis 100, 13 mal 101 bis 250, 7 mal 251 bis 500, 13 mal 500 bis 1000, 6 mal 1000 bis 5000, 4 mal 5000 bis 10000, 1 mal 18900 und 1 mal 28000 Bakterien. Die höchsten Zahlen wurden an den Grenzen der Meeresströmungen, besonders in den Bezirken der Stromkabbelungen gefunden; in den Breiten über 50° waren durchweg unter 100 Keime im Cubikcentimeter Meerwasser enthalten. In 200 m Tiefe fanden sich in 11 Versuchen von 3 bis 789 Bakterien, bei 400 m in 4 Versuchen von 46 bis 221, bei 800 bezw. 1100 m betrug die Keimzahl 12 und 8, in grösseren Tiefen war das Wasser keimfrei, ebenso wie der Bodenschlamm in 4 Proben bei Tiefen von 1500 bis 5250 m.

---

[1]) Zeitschrift f. Hygiene **11**, 175.

[2]) The botanical Gazette 1893, **18**, 383, 411, 439 ref. im Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde **15**, 558.

[3]) Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition. 1894. Lipsius und Tischer. Kiel.

Es sei hier eine Beobachtung von Chasanow[1]) angeschlossen, welcher im Schlamme des Reservoirs der Dorpater Universitätsleitung 900 Bakterien pro Cubikcentimeter fand, während das zugeleitete Tiefbrunnenwasser nur 6 enthielt.

Sehr verschieden ist der Reichthum der Brunnen an lebensfähigen Mikroorganismen.

Brunnenzahl	Bakterienzahl
Roth-Belgard	
3	4 500 bis 5 000
6	7 800 „ 15 000
6	18 000 „ 35 000
1	130 000
De Blécourt-Groningen	
1	7
9	bis 100
18	100 bis 500
24	500 „ 1000
15	1000 „ 2000
8	2000 „ 3000
6	3000 „ 4000
2	4285 bez. 6790
Dr. Becker-Gotha	
2	0 bis 5
2	5 „ 10
4	10 „ 20
26	20 „ 100
6	100 „ 200
5	200 „ 300
4	300 „ 400
1	400 „ 500
2	500 „ 1000
1	unzählige

Brunnenzahl	Bakterienzahl
Dr. Egger-Mainz	
1	0
3	0 bis 5[2])
4	5 „ 10
10	10 „ 20
16	20 „ 100
9	100 „ 200
7	200 „ 300
2	300 „ 400
1	400 „ 500
4	500 „ 1000
3	1000 „ 2000
4	2000 (unzählige)
Maschek[3])-Leitmeritz	
1	10 bis 20
2	30 „ 50
1	100 „ 300
8	300 „ 500
15	500 „ 1000
21	1000 „ 2000
11	2000 „ 5000

Brunnenzahl	Bakterienzahl
Dr. Link-Stettin	
6	unter 100
21	100 bis 500
4	500 „ 1 000
8	1 000 „ 2 000
3	2 000 „ 3 000
2	3 000 „ 4 000
1	4 000 „ 5 000
1	11 000
1	18 000
Dr. Steinberg-Rastatt	
4	50 bis 100
3	100 „ 200
2	200 „ 400
1	8160
Bokorny-Kaiserslautern	
13	0
22	0 bis 10
11	11 „ 20
13	21 „ 100
7	101 „ 200
5	201 „ 500
2	501 „ 1000
5	über 1000

[1]) Dorpater Dissertationen 1892.

[2]) Finden sich auf einer Platte nur fünf oder sechs Colonien, welche alle oder fast alle an der Oberfläche liegen, so hat man dieselben als Verunreinigungen aufzufassen, welche bei der Anfertigung der Platten hinzugekommen sind.

[3]) Bakteriologische Untersuchungen der Leitmeritzer Trinkwässer. Jahresbericht der Oberrealschule Leitmeritz 1887. — Ausserdem ausführliche briefliche Angaben des Herrn Prof. Maschek.

In der vorstehenden Tabelle giebt die in der ersten Rubrik enthaltene Zahl die Anzahl der Brunnen, die in der zweiten Rubrik stehende die auf den Cubikcentimeter Brunnenwasser entfallende Bakterienzahl an; der erste Name ist der des Autors, der zweite derjenige der betreffenden Stadt.

Die Beobachtungen Bokorny's erhalten dadurch noch besonderen Werth, dass der ersten Untersuchung nach zehnstündigem Stehen des Wassers eine zweite Untersuchung folgte. Die meisten der Wässer, welche gleich nach der Entnahme gar keine Bakterien gezeigt hatten, erwiesen sich 10 Stunden später wiederum keimfrei.

Wir fanden das Wasser eines 14 m tiefen, neu angelegten grossen Kesselbrunnens zur Versorgung der Stadt Zerbst in zwei ein Jahr aus einander liegenden Untersuchungen völlig keimfrei, ebenso die Kesselbrunnen der neuen Wasserversorgung der Stadt Trier nach drei Wochen dauerndem Abpumpen.

B. Fischer[1]) stellte für Kiel fest, dass

51	Brunnen	bis zu	500		
34	„	zwischen	500	und	1 000
64	„	„	1 000	„	10 000
22	„	„	10 000	„	20 000
8	„	mehr als	30 000		entwickelungsfähige Keime

im Cubikcentimeter enthielten.

Als weitere Beispiele, wie keimhaltig die Brunnen einer Stadt sein können, wenn sie — zum grösseren Theil wenigstens — in der bakterienhaltigen Bodenschicht stehen, mögen die Angaben von Wolochinsky und Heymann, Seegrön, Brasche, Zimmermann[2]) über Dorpat dienen. Es fanden sich:

15	Brunnen	mit	0	bis	100	Keimen	pro	Cubikcentimeter
37	„	„	100	„	1 000	„	„	„
43	„	„	1 000	„	10 000	„	„	„
42	„	„	10 000	„	100 000	„	„	„
5	„	„	100 000	„	797 000	„	„	„

Grandhomme[3]) unterzog sich der sehr mühsamen, aber dankenswerthen Arbeit, die sämmtlichen öffentlichen Brunnen der 21 Ortschaften des Kreises Höchst a. M. chemisch und bakteriologisch zu untersuchen.

---

[1]) Zeitschr. f. Hygiene 13, 292.

[2]) Dorpater Dissertationen 1892.

[3]) Der Kreis Höchst a. M. in gesundheitlicher und gesundheitspolizeilicher Beziehung. Frankfurt a. M.

Unter 118 Pumpbrunnen enthielten:						Der Abfluss oder Verschluss war schlecht bei	Das Pumpenrohr bestand aus Holz bei
2	zwischen	30	bis	50	Bakterien	1	0
14	„	50	„	100	„	2	9
61	„	100	„	200	„	17	31
31	„	200	„	500	„	7	10
10	„	500	„	1000	„	4	6

Die Zahlen sind Mittelzahlen aus je zwei zu verschiedenen Jahreszeiten unternommenen Untersuchungen. Nur dreimal wurde die Zahl 1000, und zwar nur unerheblich überschritten.

Bei diesen Untersuchungen wurde auch den örtlichen Verhältnissen die nothwendige Aufmerksamkeit geschenkt und bei jedem Brunnen angegeben, aus welchem Material die Pumpe und der Pumpenstock besteht, wie der Verschluss und der Abfluss ist, ob die Umgebung schmutzig oder reinlich erscheint; endlich wurden auch die Tiefen der Brunnen und die Bodenschichten notirt.

Die Versuche Kowalsky's[1]) beanspruchen noch insofern ein besonderes Interesse, als dabei zum ersten Male versucht wurde, die accessorischen Bakterien durch Ausbrennen der Pumpenrohre mit Spiritus auszuschalten. Wiener-Neustadt birgt in seinem Geröllgrunde einen See Bergwassers, welcher seine Zuflüsse von den Ausläufern der steierischen Alpen empfängt. Das Culturverfahren ergab im Monat Juli aus durchschnittlich 10 Versuchen im Brunnen Nr. I im Mittel 33, in Nr. II 23, in Nr. III 27, im Monat August aus 30 Versuchen im Brunnen A. 19, Brunnen B. 18 Bakterien pro Cubikcentimeter. Nach Desinfection der Pumpe hingegen lieferte der Brunnen A. als Mittel aus je 10 Versuchen nur noch je 5, B. je 3 Colonien pro Cubikcentimeter. Eine später unter den gleichen Bedingungen angestellte Versuchsreihe liess bei 50 Proben des Brunnens A. durchschnittlich nur 1,1 Colonie zum Wachsen kommen.

Ueber den Gehalt der Tiefbrunnen an Mikroorganismen macht unter Anderen Frankland[2]) Angaben; er führt bezüglich eines von ihm untersuchten Brunnens die Zahl 182 pro Cubikcentimeter an und berichtet über die Tiefbrunnen von Kent, dass in ihrem Wasser zwischen 6 und 26 Bakterien gefunden wurden.

Egger[3]) fand in einem artesischen Brunnen von Mainz nur 4 Keime pro Cubikcentimeter.

---

[1]) Referat über die Wiener-Neustädter Tiefquellenleitung, erstattet von den Doctoren Krauss, Kowalsky, Schlöser.

[2]) Chemical News, Nr. 1338 und 1339. 1885.

[3]) Sammelforschung; Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt, 1, 546.

Hueppe (l. c. S. 24) erwähnt den Tiefbrunnen des Wiesbadener Schlachthauses mit 4 Bakterien pro Cubikcentimeter. Breunig untersuchte die artesischen Brunnen der Gasanstalt in der Stadt Kiel und fand zwischen 6 und 30 Keime pro Cubikcentimeter[1]).

Nach B. Fischer[2]) enthielten von 11 artesischen Brunnen Kiels einer 2000, einer 350 Keime, die übrigen dagegen nur 1, 14, 7, 82, 90, 33, 10 bezw. 9.

Während die Flachbrunnen Dorpats eher Pfützen als Brunnen darstellen, führen die dazwischen gelagerten artesischen Brunnen ein keimfreies Wasser. Es wurden in den auf Körber's Veranlassung gemachten Beobachtungen gefunden 0, 2, 7, 33, 72 in je 1 Cubikcentimeter eines Brunnenwassers, in je einem anderen Wasser 1, 1, 8, 34 und 15 Bakterien.

Da die artesischen Brunnen meistens in erheblichere Tiefen gehen und Röhrenbrunnen sind, so hat der geringe Bakteriengehalt nichts Auffallendes. Ueber einen sehr tiefen bakterienhaltenden Brunnen siehe S. 524.

Die Quellen führen ebenfalls sehr wenig Bakterien.

Fol und Dunant fanden in der Quelle des Batiolettes 57, in der Dorfquelle von Thoiry 47 Mikrophyten pro Cubikcentimeter.

Das Wiener Hochquellenwasser birgt beim Eintritt der Rohrleitung in die Stadt, also nach seiner Magazinirung, zwischen 0 und 180 Keime (Kowalsky und von Frisch).

Cramer fand in 7 Quellen in der Nähe von Zürich 9, 17, 17, 31, 36, 182, 3425, wir in Rudolstadt 15, 25 und 45 Bakterien im Cubikcentimeter.

In 10 Versuchen von Malapert-Neufville enthielt das in dem Stollen der Wiesbadener Wasserleitung hervortretende Wasser zwischen 0 bis 4 Bakterien, während an der Oberfläche des Sammelbehälters 5, in der Tiefe 15, in den Leitungsröhren der Stadt zwischen 13 und 66 Mikroben vorhanden waren.

Frommelt[3]) konnte in dem Leitungswasser der Stadt Altenburg, welches tief gefassten Quellen, bezw. in den Sandstein getriebenen Stollen entstammt, nur 28, 35 und 25 Bakterien pro Cubikcentimeter nachweisen.

Grandhomme fand das Wasser der kohlensäurereichen Quelle Warmbrunn in Soden in mehreren Proben keimfrei.

---

[1]) Bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers der Stadt Kiel im August und September 1887. Kiel 1888.

[2]) Zeitschr. f. Hygiene 13, 292.

[3]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, 1, 546. Erfahrungen über den Keimgehalt brauchbarer Trink- und Nutzwässer.

Im Kreise Höchst finden sich nach Angabe desselben Forschers 24 laufende Brunnen, welche ihr Wasser in Thon-, Eisen- oder Holzröhren zugeführt erhalten. Von diesen enthielten 1 unter 50, 13 zwischen 100 und 200 und 10 von 100 bis 200 Bakterien. Ueber die Länge der Leitung fehlen Angaben, das Material derselben hatte keinen erweislichen Einfluss.

Dr. Libbertz[1]) constatirte in mehreren Proben des Wassers der Vogelsberger Quellwasserleitung zu Frankfurt a. M., welche an verschiedenen Tagen des Monats Mai entnommen waren, das völlige Fehlen von Mikroorganismen, während er in drei anderen Proben, welche gesammelt waren, nachdem es einige Tage im August stark geregnet hatte, 60, 45 und 50 Colonien pro Cubikcentimeter nachwies.

Freimuth[1]) untersuchte zu vier verschiedenen Malen das Danziger Leitungswasser (Prangenauer Quellen), nachdem er den Auslasshahn hatte abscheuern und das Wasser längere Zeit hatte fliessen lassen. In drei Fällen wuchsen keine, in einem Falle zwei Colonien pro Cubikcentimeter.

Dr. Buchner[1]) berichtet über die Brunnthaler Quelle, dass er aus Wasser von drei Ausflüssen im Garten von Brunnthal 4, 35 und 9 Colonien pro Cubikcentimeter erhielt, während das Wasser aus den beiden Brunnen der Giesinger Quellen 0 und 5 Colonien pro Cubikcentimeter aufwies.

Die Quelle, welche Whylen mit Wasser versorgt, entströmt einer in den Fels gehauenen Grotte. Schottelius nimmt an, dass die 63 Mikroorganismen pro Cubikcentimeter mit dem Sickerwasser von dem oberhalb liegenden Weinberg durch Spalten und Risse in die Quelle gelangen.

Die vier Quellen, welche Innsbruck[2]) mit Wasser versorgen, enthalten 7 bis 9 Bakterien im Cubikcentimeter.

Wir selbst[3]) fanden in 11 Quellwasserproben aus dem 80 m tief unter die Stadt Luxemburg getriebenen Stollen 0 bis 8 Bakterien.

Die Schlossbergleitung der Stadt Freiburg i. B. führt nur Grundwasser, kein durchgesickertes Flusswasser. In 47 während eines Jahres ausgeführten Untersuchungen fanden sich je einmal 194, 87 und 57 Bakterien, 14mal lag die Zahl zwischen 10 und 18, in allen übrigen Untersuchungen waren weniger als 10 Bakterien vorhanden.

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, 1, 546. Erfahrungen über den Keimgehalt brauchbarer Trink- und Nutzwässer.

[2]) Karlinsky, Archiv f. Hygiene 9, 114.

[3]) Acten des hygienischen Institutes zu Jena. 1893.

Die Grundwasserleitungen Pfaffenborn[1]) und Adamsthal bei Wiesbaden ergaben in 13 Untersuchungen 7mal unter 100, 4mal zwischen 100 und 200 und 3mal über 200 Bakterien.

In Leitmeritz treten innerhalb der Stadt drei Quellen zu Tage, von denen die eine, welche 200 Hectoliter in 24 Stunden liefert, durchschnittlich über 1000 Keime im Cubikcentimeter enthält. Nach Mittheilungen von Maschek leidet diese Felsenquelle durch darüber liegende Düngerhaufen. Die zweite Quelle, mit einem Tagesquantum von 160 Hectolitern, enthält durchschnittlich zwischen 2000 bis 3000 Keime. Die dritte Quelle, mit 120 Hectolitern Tagesleitung, führt in jedem Cubikcentimeter gegen 700 auf Gelatine auswachsende Bakterien. Die Sommer- und Wintertemperaturen dieser Quellen schwanken um 3,7°, 3,4° und 3,7°; die höchste gemessene Temperatur war 11,9° C.

Von vier Quellen ausserhalb Leitmeritz enthalten zwei zwischen 2 und 6, eine zwischen 7 und 13, eine zwischen 15 und 27 wachsthumsfähige Keime, die Jahrestemperatur, durchschnittlich 9°, schwankt nur um 0,3°, 0,2°, 0,4° und 0,8°.

Einige weitere Daten sind S. 529 und 530 angegeben.

Ueber den Gehalt einiger Mineralquellen an Bakterien macht Malapert-Neufville[2]) einige Mittheilungen, wobei erwähnt sei, dass die Quellen Salpeterigsäure, Ammoniak und organische Substanzen entweder gar nicht oder nur in Spuren enthielten.

Das Wasser der Quelle von Schlangenbad führte 2, 51, 5, 0, der Stollenquelle 2000, der Marienquelle sehr viele (letztere beiden Quellen sind durch fremdes zugeleitetes Wasser verunreinigt), der Mineralquellen zu Schwalbach 28, 118, 16, der Mineralquellen zu Soden 7, 12, 20, 13, 16, der Mineralquellen zu Weilbach 16, 25 Bakterien im Cubikcentimeter.

Aus den vorstehenden Angaben dürfen wir folgern, dass, abgesehen von den Wasch-, Spül- und Abwässern von Fabriken und Städten, das Flusswasser die meisten Bakterien führt.

Die Zahl derselben schwankt indessen sehr erheblich. Diejenigen Flüsse, welche in volkreicher Ebene liegen, an deren Ufern sich Fabrik an Fabrik, Dorf an Dorf, Stadt an Stadt reiht, und welche direct oder indirect die Abfallstoffe der Bevölkerung in sich aufnehmen, enthalten bei Weitem die meisten Mikroorganismen.

---

[1]) Frank, Wiesbadener Quellwasser 1886 bis 1891. Jahrbücher des Nassauischen Vereins f. Naturkunde, Jahrgang 15.

[2]) Bakteriolog. Untersuchungen der wichtigsten Quellen der städtischen Wasserleitung zu Wiesbaden, sowie einer Anzahl Mineralquellen. Zeitschr. f. analyt. Chemie von Fresenius, Heft I, 1886.

Diejenigen Wasserläufe jedoch, welche sich in wenig bebauter, wenig bewohnter Gegend finden, führen weniger Keime. Die Wässer des Rheins, der Oder, der Spree, der Seine, der Themse haben für gewöhnlich einen Bakteriengehalt von mehreren Tausenden im Cubikcentimeter. Die Limmat, die Arve, die Rhone, ja schon Saale und Main enthalten viel weniger Mikroben; nicht häufig wird dabei die Zahl von 500 überschritten. Ausser durch die später zu berücksichtigenden, die Erhaltung und Vermehrung der Organismen betreffenden Umstände wird der Bakteriengehalt erheblich durch das Verhältniss der zugeführten Schmutzstoffe zur Wassermasse beeinflusst. Am ungünstigsten ist es natürlicherweise, wenn grosse Schmutzmengen, z. B. durch Stadtcanäle oder durch Oberflächenwässer in Folge starker Regengüsse, in relativ kleine Wasserläufe hineingebracht werden. Die Einschaltung von grossen Wassermassen, also von Seen, in den Flusslauf wirkt klärend auf den Gehalt an Mikroben, wie sich besonders aus den Zahlen der Frank'schen Tabelle ergiebt.

Aehnlich wie bei den Flüssen liegen die Verhältnisse bei den Seen. Aus den zur Zeit vorliegenden Beobachtungen darf man folgern, dass die Lage von erheblichem Belang ist. Die Gebirgsseen enthalten wenig Bakterien, der Züricher See z. B. von 8 bis zu 160 im Durchschnitt, indessen der Tegeler See, in der Ebene gelegen, mit der Havel in breiter Berührung, als niedrigstes Monatsmittel 127, als höchstes 890 Bakterien im Cubikcentimeter während des Jahres 1885/86 ergab. Der Erwähnung werth ist die Thatsache, dass das Ufer eines Sees und eines Flusses, bei diesem jedoch nicht so ausgesprochen, keimreicher ist als die Mitte. Ausser Karlinsky haben Fol und Dunant hierüber Vergleiche angestellt; am Ufer des Genfer Sees wurden 150000, in der Mitte aber nur 35 Bakterien im Cubikcentimeter Wasser gefunden.

Das bessere, concentrirtere Nährmaterial, der Schutz, welchen abgestorbene Pflanzentheile, Steine etc. den Mikroorganismen gewähren, und hauptsächlich das Aufrühren der am Boden gelagerten Bakterien durch alle die Momente, welche das Wasser bis zu einer gewissen Tiefe bewegen, sind der Grund für diese Erscheinung.

Arm an Bakterien sind im Allgemeinen die Quellwässer. Eine nicht unbeträchtliche Anzahl derselben ergab bei der Untersuchung Keimfreiheit. Gewöhnlich jedoch findet sich eine beschränkte Zahl von Keimen; die Zahl 50 pro Cubikcentimeter wird selten überschritten. Hier und da jedoch begegnet man Quellen, welche viele Mikroorganismen, ja bis zu 3000 im Cubikcentimeter enthalten.

Wie wir später sehen werden, ist das Quellwasser principiell (*sit venia verbo*) keimfrei. Die gefundenen Bakterien sind wahrscheinlich immer als zufällige Verunreinigung aufzufassen. Dieselben können von schlechter Fassung der Quelle oder längerem Stagniren in der Brunnenstube herrühren, oder aus den oberflächlichen Erdschichten stammen, welche die Quellen mehr oder minder weit vor ihrem Austritt aus dem Erdinnern durchfliessen, oder sie können sich durch Spalten und Risse im Gestein dem Quellwasser beimischen u. s. f.

Auffällige Beispiele für die Verunreinigung von Gebirgsquellen führt Cramer in seiner schon oft citirten Arbeit an; für Verunreinigungen aus der nächsten Umgebung der Quellen sprechen die Beobachtungen von Maschek und Schottelius.

Sehr schwankend ist der Keimgehalt der Brunnen; es wurden bei den Untersuchungen derselben sowohl gar keine, als auch unzählige Keime gefunden. Durchmustert man die auf vorstehenden Blättern angegebenen und die im Capitel XI aufgeführten Zahlen, so stehen oft unvermittelt die niedrigsten Befunde den höchsten gegenüber; gleichwohl lassen sich zuweilen gewisse Beziehungen zwischen dem Bakteriengehalt der Brunnen und den örtlichen Verhältnissen nicht verkennen. An einzelnen Orten finden sich constant wenig Keime, an anderen ebenso constant viele, und an wieder anderen Orten ist der Gehalt an Mikroorganismen ein schwankender. Auffallend viel Bakterien sind z. B. in den 16 Brunnen von Belgard enthalten, keiner derselben hat unter 4500; Belgard zunächst steht Leitmeritz, von 59 Brunnen enthalten nur drei unter 100, dahingegen 32 über 1000.

Auffallend wenig Bakterien wurden in den Brunnen von Gotha gefunden, von 53 Brunnen enthielten 34 zwischen 0 und 100 Bakterien und nur einer über 1000.

Auch Rastatt, Mainz und Kaiserslautern hatten relativ viele bakterienarme Brunnenwässer.

Der Kreis Höchst hat unter 118 Brunnen 16 mit weniger als 100 und keinen mit mehr als 1000 Mikroorganismen.

Worin diese örtlichen Differenzen begründet sind, lässt sich nicht sagen.

An anderen Orten, z. B. in Dorpat und Kiel, war die Befundzahl sehr ungleichartig, in einigen Brunnen fanden sich sehr grosse, in anderen geringe Mengen von Keimen; auch hierfür ist die Ursache in den meisten Fällen unklar.

Die Bakterienvegetation in den Brunnen ist von so vielen Factoren abhängig (siehe die folgenden Capitel), dass man gar

nicht sagen kann, wie viel Bakterien in einem „guten oder schlechten" Brunnenwasser enthalten sein dürfen, bezw. enthalten sein können.

Eine Grenzzahl, über welche hinaus ein Brunnenwasser als minderwerthig, unter welcher es als noch brauchbar angesehen werden kann, existirt nicht, kann auch nicht existiren; ja, es lässt sich nicht einmal eine brauchbare Vergleichszahl aufstellen, d. h. eine Zahl, welche den mittleren Keimgehalt guter, notorisch schon lange ohne gesundheitliche Schädigung genossener Brunnenwässer angiebt und zugleich hygienischen Werth besitzt, denn eine hohe Bakterienzahl in einem Brunnen beweist noch nicht eine gesundheitlich bedenkliche Verunreinigung, während andererseits selbst fast keimfreie Brunnenwässer die Gesundheit zu schädigen vermögen, sofern nur pathogene Bakterien in dem Wasser bereits enthalten sind oder bei ungenügender bezw. mangelnder Filtration hineingelangen können.

Die Tiefbrunnen, vielfach in Gestalt der Rohrbrunnen, führen mit wenigen Ausnahmen ein an sich keimfreies Grundwasser, ausserdem sind sie durch ihre Construction und ihre Tiefe meistens vor eindringenden Bakterien geschützt. Die vom Gestänge der Pumpe oder von den Brunnenwandungen aus in das Wasser gelangenden Mikroben dürften die Zahl 50 im Cubikcentimeter nicht überschreiten.