

Verbesserung an Absorptions-Gefässen für Gasanalysen-Apparate.

Von

Greiner & Friedrichs.

Die gebräuchlichen Absorptionsgefässen gelangen oft zertrümmert an ihrem Bestimmungs-orte an. Die leichte Zerbrechlichkeit derselben wird durch das Anstossen der inneren Röhrchen gegen die Glaswände bedingt.

Um diesen Übelstand zu beseitigen, empfiehlt es sich an dem unteren Theile der Gefässe einen Tubulus anzubringen, welcher mittels eines Glasstopfens mit Vorstecker, oder eines geeigneten Gummistopfens sicher verschlossen werden kann.

Diese Einrichtung bietet nicht nur den Vortheil, dass die Glasmehrörchen besonders verpackt werden können, es wird dadurch auch ein späteres Herausnehmen oder Auswechseln derselben ermöglicht.

Stützerbach.



Fig. 100.

Leistungen der Sandfiltration.

C. Fränkel und C. Piefke (Z. Hyg. 8, gef. einges. Sonderabd.) führten Versuche über die Reinigung des Wassers durch Sandfiltration aus, weil eine Typhusepidemie anfangs 1889 in Berlin sich auf das ganze Versorgungsgebiet mit filtrirtem Spreewasser ausdehnte, während die mit Tegeler-Seewasser versorgten Stadtgebiete verschont blieben. Die Grundwasserverhältnisse waren zweifellos hierbei unbeteiligt.

Das Wasserwerk vor dem Stralauer Thor besitzt neben 8 offenen Filterbassins 3 überwölbte, welche letzteren gegen das Zufrieren vollkommen geschützt sind und unter allen Umständen während des ganzen Winters betriebsfähig bleiben. Bei den offenen Filtern ist dies nicht der Fall; es bildet sich auf ihnen eine oft sehr starke Eisdecke, welche es wesentlich verhindert, die Filter, sobald sie nicht mehr ordnungsgemäss wirken, zu reinigen. Gewöhnlich erscheint eine derartige Säuberung im Winter nach einer Betriebsdauer von etwa 4 Wochen geboten; dieselbe

muss aber bei den offenen Filtern aus dem genannten Grunde nicht selten um mehrere Monate hinausgeschoben werden, wenn nämlich die Frostperiode sehr anhaltend ist und ohne nennenswerthe Unterbrechungen verläuft. Für diese Zeit bleibt alsdann der grösste Theil der Filterfläche dem Betriebe entzogen, und die Filtration des auch im Winter sehr unreinen Spreewassers muss zuletzt mit den wenigen bedeckten Filtern allein bewirkt werden. Dabei ist natürlich nicht zu vermeiden, dass diese letzteren schliesslich ganz außerordentlich überanstrengt werden, dass man das Wasser durch dieselben geradezu hindurchjagt und mit sehr grossen Filtrationsgeschwindigkeiten arbeitet. Nachdem dieselben beispielsweise schon im Februar d. J. eine Steigerung von 130 auf 160 mm erfahren hatten, nahmen sie im März noch weiter zu und erreichten am 12. März sogar die Höhe von 224 mm in der Stunde. Um nicht in allzu grosse Verlegenheit zu gerathen, liess man deshalb im Februar die der Reinigung schon dringend bedürfenden offenen Filter so lange weiter arbeiten, als sie überhaupt noch Wasser zu liefern vermochten. In Folge dessen stieg die Anzahl der entwicklungsfähigen Keime in 1 cc Leitungswasser von wenig über 100 im Januar auf über 4000 im März, um nach Wiedererlangung der ganzen Filterfläche wieder unter 100 zu fallen. Dazu kam, dass Mitte März das Spreewasser oft über 100 000 Keime in 1 cc enthielt. Diese starke Verunreinigung und mangelhafte Filtration steigerte den Verdacht gegen das Leitungswasser.

Da bei Beginn der Untersuchung der Typhus selbst bereits längst wieder seinen gewöhnlichen Stand erreicht hatte, so konnte eine directe Untersuchung des Wassers auf das etwaige Vorkommen von Typhuskeimen keinen Erfolg versprechen, ganz abgesehen von den in der Natur der Sache liegenden Schwierigkeiten, mit welchen ein derartiges Beginnen stets zu kämpfen hat. Die Dinge verhalten sich ja in der Regel so wie auch in diesem Falle; durch den Ausbruch einer Epidemie wird die Aufmerksamkeit der Forschung auf das Wasser hingelenkt, zwischen Ursache und Wirkung liegt aber meist eine so erhebliche Zeit, dass, wenn die letztere in Erscheinung tritt, die erstere schon als solche nicht mehr nachweisbar ist.

Die allgemeine Annahme, Sandfilter gäben ein keimfreies, hygienisch nicht zu beanspruchendes Filtrat (vgl. d. Z. 1889 S. 546), ist nicht bewiesen, weil man es noch niemals versucht hat, das Verhalten der Sandfilter gegenüber bestimmten, genau bekannten

Mikroorganismen näher zu erforschen und namentlich das Schicksal der für diese ganze Angelegenheit wichtigsten pathogenen Bakterien, der Typhusbacillen und der Cholerabakterien im Verlauf des Filtrationsvorganges Schritt für Schritt zu verfolgen.

Es wurden nun zwei Filter von 2,1 m Höhe und 0,75 m Durchmesser genau nach dem Muster der grossen Sandfilter mit 10 cm haselnussgrossen Steinen, 8 cm grobem Kies, 10 cm feinem Kies und 60 cm scharfem Sand beschickt. Das zu filtrirende Wasser wurde mit *Bacillus violaceus* versetzt, weil dieser leicht zu erkennen ist. Bei einer Versuchsreihe wurde z. B. Filter A mit 300 mm stündlicher Geschwindigkeit, entsprechend einer täglich abfiltrirten Wassermenge von 2880 l, Filter B mit 100 mm stündlicher Geschwindigkeit, entsprechend täglich 960 l Wasser 30 Tage lang geprüft:

Juni 1889	Unfiltrirtes Wasser		Filtrirtes Wasser aus Filter A		Filtrirtes Wasser aus Filter B			
	Keime in 1 cc		Keime in 1 cc		verbrauchter Druck	Keime in 1 cc		verbrauchter Druck
	insgesammt	davon viol.	insgesammt	davon viol.		insgesammt	davon viol.	
	mm	mm	mm	mm		mm	mm	
1.	—	—	—	—	70	—	—	32
2.	30000	5200	490	14	68	1400	22	34
3.	7800	380	1600	6	70	1280	2	26
4.	3800	sehr viel	360	8	73	40	3	28
5.	4000	2	210	8	78	36	2	30
6.	7000	90	410	4	77	196	1	30
7.	1800	360	320	2	78	124	0	28
8.	6000	400	140	2	80	440	3	28
9.	14000	fast nur viol.	180	0	85	230	1	30
10.	26000	?	200	0	108	1200	0	30
11.	12000	160	170	6	155	320	14	30
12.	14000	420	432	22	188	256	20	30
13.	4900	350	—	14	210	116	18	30
14.	12000	nur viol.	390	264	230	290	48	32
15.	1920	nur viol	320	70	252	190	50	34
16.	unzählig	unzählig	400	180	274	310	65	37
17.	sehr viel	sehr viel	490	96	304	250	46	40
18.	sehr viel	sehr viel	630	160	337	390	68	44
19.	13200	f. n. viol.	890	110	379	244	48	47
20.	viele	viele	442	22	453	438	11	50
21.	?	?	236	64	520	196	42	51
22.	?	?	1100	96	665	?	50	53
23.	2300	19	1100	160	700	620	40	54
24.	1200	5	190	60	728	190	20	52
25.	980	10	190	22	762	170	16	52
26.	420	0	220	22	800	160	13	53
27.	120	4	214	36	847	96	0	55
28.	460	0	112	21	852	110	1	55
29.	212	0	150	40	858	120	2	57
30.	?	0	130	69	—	110	1	58
			1578		607			

Alle Versuche ergaben, dass die Sandfilter kein keimfreies Wasser erzeugen, dass namentlich der Anfang einer jeden

Periode, der das Filter noch in undichtem Zustande antrifft, und das Ende, welches unter der Pressung der oberflächlichen Sandschichten, vielleicht auch dem Durchwachsen der Bacterien durch den Filterkörper zu leiden hat, gefährliche Zeiten sind; dass die Menge der im Filtrat auftretenden Mikroorganismen unmittelbar abhängig ist einmal von der Menge der im unfiltrirten Wasser vorhandenen Keime und zweitens von der Geschwindigkeit, mit der die Filtration von Statten geht. (Vgl. d. Z. 580.)

Nun wurde das zu filtrirende Wasser mit Typhus- und Cholerabacterien versetzt, so dass dasselbe über 100 000 Keime enthielt. Vom 13. bis 24. August z. B. wurde Filter A auf 300 mm Filtrirgeschwindigkeit eingestellt, Filter B auf 50 mm. Die Untersuchung ergab:

	Filtr. Wasser aus Filter A						Filtr. Wasser aus Filter B					
	1 cc enthielt entwicklungsfähige Keime				verbrauchter Druck	mm	1 cc enthielt entwicklungsfähige Keime				verbrauchter Druck	mm
	inges.	viol.	typh.	chol.			inges.	viol.	typh.	chol.		
	920	—	—	—	140	—	—	—	—	—	—	34
	3500	58	9	14	147	420	4	—	—	—	—	35
	1120	60	9	—	179	190	5	4	—	—	—	37
	430	8	3	1	210	92	10	1	3	2	—	42
	290	38	14	18	245	220	1	—	—	—	—	43
	480	50	15	9	300	43	6	—	—	—	—	47
	110	22	14	56	360	63	1	3	—	—	—	53
	120	20	14	12	425	42	0	4	—	—	—	68
	620	16	58	6	505	92	0	0	—	—	—	74
	290	8	10	2	638	102	0	1	—	—	—	79
	210	6	4	6	806	43	3	0	1	—	—	87
	1300	2	4	—	973	100	1	1	—	—	—	105
	288	154	124	—		31	17	3	—	—	—	—

Eine andere Versuchsreihe mit geringen Filtrirgeschwindigkeiten ergab die in umstehender Tabelle zusammengestellten Ergebnisse.

Somit sind die Sandfilter keine keimdicht arbeitenden Apparate; weder die gewöhnlichen Wasserbacterien noch auch Typhus- und Cholerabacillen werden von denselben mit Sicherheit zurückgehalten. Die Menge der in das Filtrat übergehenden Mikroorganismen ist abhängig von der Anzahl der im unfiltrirten Wasser vorhandenen und von der Schnelligkeit der Filtration. Anfang und Ende einer jeden Periode sind besonders gefährliche Zeiten, weil im erstenen Falle die Filter noch nicht ihre volle Leistungsfähigkeit erlangt haben, im letzteren die Pressung der oberflächlichen Filterschichten, vielleicht auch das selbstständige Durch-

1889	Unfiltrirtes Wasser				Filtrirtes Wasser aus Filter A				Filtrirtes Wasser aus Filter B							
	1 cc enthielt entwickelungsfähige Keime				1 cc enthielt entwickelungsfähige Keime				1 cc enthielt entwickelungsfähige Keime							
	in ges.	viol.	typh.	chol.	in ges.	viol.	typh.	chol.	stündl. Filter-Geschw.	verbrauchter Druck	in ges.	viol.	typh.	chol.	stündl. Filter-Geschw.	verbrauchter Druck
Sept. 16.	3080	?	30	zabir.	35	0	0	1	25	43	118	0	3	1	50	60
" 17.	14490	80	160	"	19	0	0	0	25	57	71	0	1	8	50	78
" 18.	5620	?	55	"	31	0	0	0	25	74	202	0	1	0	50	100
" 19.	5000	?	—	"	32	0	0	1	25	77	119	0	1	0	50	100
" 20.	5291	155	—	"	108	0	0	2	25	78	117	1	0	1	50	102
" 21.	18000	1380	20	"	60	0	1	2	25	78	66	1	0	4	50	102
" 22.	2460	40	21	"	33	0	1	0	25	78	89	0	0	0	50	103
" 23.	19315	1430	150	"	144	0	1	0	25	78	113	1	0	4	50	103
" 24.	38050	3350	65	"	34	0	2	1	25	79	118	1	3	2	50	104
" 25.	19700	1324	100	1000	88	0	0	1	25	79	296	1	2	3	50	104
" 26.	19400	1870	180	1200	73	0	1	1	25	79	458	5	10	16	50	105
" 27.	65200	800	450	zabir.	147	0	1	1	25	79	680	4	9	6	50	105
" 28.	117000	1400	200	"	53	0	3	0	25	79	219	2	8	4	50	107
" 29.	139130	550	300	"	381	0	0	0	25	79	167	2	5	3	50	108
" 30.	101200	1900	400	"	57	0	1	0	25	80	180	3	2	1	50	110
Oct. 1.	44500	10400	473	"	49	0	0	0	25	81	125	2	2	1	50	110
" 2.	55000	2450	376	"	20	0	1	0	25	83	194	2	6	2	50	111
" 3.	30150	1050	450	800	55	1	1	1	25	84	150	1	2	2	50	111
" 4.	53200	600	650	200	68	1	2	0	25	84	93	0	0	0	50	113
" 5.	50500	1113	700	zabir.	49	1	0	0	25	85	102	2	1	1	50	113
" 6.	53200	725	330	400	310	0	0	0	25	85	154	1	2	8	50	114
" 7.	29200	2700	200	zabir.	42	0	0	0	25	86	128	20	12	12	50	115
" 9.	42800	9100	?	?	91	0	0	0	25	87	110	12	10	9	50	116
" 11.	69300	6025	500	400	237	5	0	0	25	88	158	9	13	10	50	117
" 13.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	—	—	50	119

wachsen der Bacterien durch diese ein Abwärtssteigen der Mikroorganismen begünstigen.

Die bisherige Überzeugung, dass die Sandfilter wenigstens auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit eine vollkommene Säuberung des Wassers, d. h. eine Befreiung desselben von sämmtlichen Mikroorganismen zu bewirken vermöchten, gründete sich auf die Beobachtung, dass die Zahl der im Filtrat auftretenden Bacterien zu der Menge der im unfiltrirten Wasser vorhandenen nicht in Beziehung stehe, vielmehr veranlasst werde durch eine unvermeidliche, nachträgliche Verunreinigung des Wassers in den unteren, nicht sterilisierten Filterschichten, den Leitungsröhren u. s. w. Aber bei genauerem Zusehen kann diese Anschauung doch nicht stichhaltig erscheinen, da sie auf falschen Voraussetzungen fußt. Dieselbe war gewonnen bei den regelmässigen Untersuchungen des Spree- bez. Tegelerseewassers einerseits, des Berliner Leitungswassers andererseits die meist so zur Ausführung gelangten, dass die Entnahme der verschiedenen Proben mit wöchentlichen Zwischenräumen an demselben Tage und zu derselben Stunde erfolgte, und die gefundenen Werthe dann mit einander verglichen wurden. Es ist dies aber sicherlich kein einwandfreies Ver-

fahren. Gesetzt den Fall, die Bacterienmenge im Spreewasser habe an dem Tage der Entnahme aus irgend einem Grunde eine erhebliche Veränderung, Verringerung oder Vermehrung erfahren, so ist gar nicht zu erwarten, ist undenkbar, dass diese Thatsache auch in dem Filtrat, das in demselben Augenblicke geschöpft wird, schon zum Ausdrucke komme.

Es ist allerdings eine schwer zu beantwortende Frage, wie viel Zeit die Mikroorganismen wohl gebrauchen, um ein als durchlässig angenommenes Sandfilter zu durchdringen, dass aber die Fortbewegung dieser Körperchen nicht mit der Schnelligkeit erfolgt, mit welcher die Wassertheilchen versickern, ist unzweifelhaft. Selbst im besten — oder wenn man will ungünstigsten — Falle werden Stunden, ja Tage vergehen, ehe die auf die Oberfläche der Sandschicht etwa gerathenen Bacterien sich im Filtrat bemerklich machen, und ausserdem wird dieses Ereigniss nicht mit einem Schlag, nicht in einer genau umschriebenen Frist in die Erscheinung treten, sondern ganz allmälig ablaufen.

Die Mikroorganismen wandern in dem Filterkörper nicht alle mit der gleichen Geschwindigkeit, einige setzen sich hier, andere dort an jenem Sandkorn für einige Zeit fest, um dann die unterbrochene Fahrt

eine Strecke weit wieder aufzunehmen, und wenn ein ganzes Rudel Bacterien gemeinschaftlich auf die Reise gegangen ist, so werden die einen dem Gros weit vorausseilen, andere als Nachzügler eintreffen und es wird schliesslich ganz undeutlich werden, dass alle aus dem gleichen Herkunftsorte stammen und denselben zur nämlichen Zeit verlassen haben. Häufen sich gar die Widerstände im Filter, so werden diese Verhältnisse sich noch schärfer entwickeln, und in der That kann man obigen Versuchen an verschiedenen Stellen die Beobachtung entnehmen, dass auf der Höhe einer Filtrationsperiode bei mittlerer Geschwindigkeit etwa 48 Stunden vergehen, ehe eine Veränderung in der Zusammensetzung des unfiltrirten Wassers, beispielsweise die Zunahme der blauen Keime oder das Auftauchen ausserordentlich grosser Mengen einer wilden Bacterienart in der Beschaffenheit des Filters hervortritt. Alle diejenigen Schlüsse, welche auf derartigen, in weiten Absätzen vorgenommenen Untersuchungen aufgebaut sind, können daher für die Entscheidung der vorliegenden Frage gar nicht in Betracht kommen.

Nun liegen aber auch einige Beobachtungen vor, die über längere Zeit hin die Wirksamkeit eines Filters verfolgten. Auf diese würden die eben gemachten Erörterungen nicht zutreffen, und doch haben dieselben zu den gleichen Ergebnissen geführt, d. h. eine Abhängigkeit der Bacterienzahl im filtrirten Wasser von der des unfiltrirten nicht zu erkennen vermocht. Aber es lässt sich auch gegen sie ein gewichtiger Einwand erheben. Wir wissen, und es ist durch besondere Ermittlungen festgestellt, dass nicht nur an der Oberfläche des Filters eine reichliche Ablagerung der im ungereinigten Wasser enthaltenen Mikroorganismen stattfindet, dass vielmehr auch die höheren Lagen der Sandschicht selbst erhebliche Mengen derselben bergen, denen sie ihre Verschleimung, ihre Filtrirfähigkeit verdanken, und dass endlich auch die tieferen Zonen des Filterkörpers von Bacterienmassen durchsetzt sind, die um so dichter anwachsen, je länger sich das betreffende Filter im Betriebe befindet. Die hier aufgestapelten Keime nun, die, wie man immer stillschweigend zugegeben hat, in letzter Linie doch auch aus dem ungereinigten Wasser, von der Oberfläche des Filters, stammen, dasselbe also durchbrochen haben, werden bei der Strömung der Wassertheilchen von ihren Aufhängepunkten, den Sandkörnchen, mehrfach losgespült und losgerissen, um endlich auch in das ablaufende Filtrat überzugehen. Das Auftreten von Bacterien im filtrirten Wasser wurde ja

bisher überhaupt wesentlich auf diese Ursache zurückgeführt.

Nun soll nicht bestritten werden, dass ein beträchtlicher Theil der im Filtrat erscheinenden Mikroorganismen auch in der That den unteren Filterschichten entstammt; aber nehmen wir einmal an, ein anderer Theil röhre unmittelbar von der Oberfläche des Filters her, bestehe aus Bacterien, die ohne jeden längeren Aufenthalt das Filter durchmessen haben, wie will man bei der gewöhnlichen Art der Untersuchung die letzteren von den ersteren unterscheiden? Nimmt im gegebenen Falle zufällig die Menge der einen ab, die der anderen zu, so bleibt das Gesamtresultat unverändert, und verschiebt es sich, so ist die Frage gar nicht zu beantworten, durch welche Ursache dies gerade geschehen. So lange diese beiden Umstände daher nicht durch irgend ein leicht erkennbares Merkmal von einander getrennt werden, verschleiern sie sich gegenseitig in ihren Äusserungen und machen den Anteil, den ein jedes an dem gemeinschaftlichen Ergebniss hat, undeutlich. Deshalb können hier nur Versuche zum Ziele führen, welche mit bestimmten, wohl bekannten Bacterien arbeiten, die man nicht mit anderen verwechseln, deren Schicksale man im Einzelnen verfolgen kann, und nicht die unkontrollierbaren Wendungen der natürlichen Verhältnisse der Beurtheilung unterwerfen. Trotzdem glauben die Verf., dass die bacteriologische Wasseruntersuchung ein ausreichendes Kriterium an die Hand gibt, um die Leistungen des Filtrationsprocesses bis in seine Einzelheiten verfolgen und beaufsichtigen zu können; die im Filtrat vorhandene Bacterienzahl kann als der beste Gradmesser für die Wirksamkeit des benutzten Reinigungsverfahrens angesehen werden und deshalb genügenden Aufschluss über die hier vorliegenden Fragen verschaffen. Nur wird man in Zukunft noch schärfere eine Thatsache berücksichtigen müssen, dass nämlich die Keimmenge im filtrirten Wasser kein ganz unmittelbarer, absoluter Ausdruck der Filtrationswirkung sei. Man wird sich vergegenwärtigen, dass hier zwei Vorgänge zu einem Ereignisse verschmolzen sind, die freilich von wesentlich denselben Bedingungen in der gleichen Weise beeinflusst werden und deshalb auf diese letzteren einen Rückschluss erlauben. Mängel im Filtrationsbetriebe können das eine Mal gerade die Zahl der von der Oberfläche herührenden Bacterien, das andere Mal gerade die aus den unteren Filterschichten stammenden Mikroorganismen in besonders nachdrücklichem Maasse betreffen, vielfach jedoch, wie namentlich eine übermässig gesteigerte

Schnelligkeit der Filtration, auf beide nach derselben Richtung einwirken und also in der Menge der nachgewiesenen Bakterien ihren deutlichen Ausdruck finden. Gröbere Störungen werden sich deshalb auch immer in der Bacterienzahl bemerklich machen, während freilich Unregelmässigkeiten von geringem Umfange, die nur unerhebliche oder rasch vorübergehende Veränderungen hervorrufen, von vornherein leicht übersehen werden können und dies natürlich um so eher, je grösser die Gesammtzahl der im Filtrat gefundenen Mikroorganismen war, je geringer also die Ausschläge sind, welche durch leichte Verschiebungen der bestehenden Verhältnisse veranlasst werden. Man wird schon aus diesem Grunde vielleicht fortan auf eine möglichst geringe Keimzahl im Filtrat ein noch grösseres Gewicht legen als bisher, weil man eben dann hoffen darf, etwaige Abweichungen von der Norm mit um so grösserer Sicherheit zu erkennen.

Man könnte einen Augenblick geneigt sein, die Reinigung des Wassers auf dem Wege der Sandfiltration nach diesen Erfahrungen überhaupt zu verwerfen. Prüft man aber die Ergebnisse, so wird man im Gegentheil eher staunen müssen über die ganz ausserordentlichen Leistungen, mit welchen ein richtig geleitetes Sandfilter aufzuwarten vermag. Muss doch bei genauerer Überlegung die Forderung, dass ein Sandfilter wirklich völlig keimdicht filtriren solle, als eine nach Lage der Dinge gar nicht gerechtfertigte und ausserhalb unserer sämmtlichen sonstigen Erfahrungen stehende bezeichnet werden. Für die Kleinfiltration ist es anerkanntermaassen bisher noch nicht gelückt, die Lösung der grossen Aufgabe zu erreichen und einen Filterapparat herzustellen, der bei mittlerer Ergiebigkeit auch nur für einige Zeit alle Mikroorganismen abzufangen und zu beseitigen vermöchte — um wie viel weniger dürfen wir an den unter erheblich ungünstigeren Bedingungen arbeitenden Grossbetrieb mit einem so weitgehenden Verlangen herantreten.

Freilich sind die Erfolge der Sandfiltration nur dann innerhalb ihrer Grenzen befriedigende, wenn dieselbe in sorgsamer und zielbewusster Weise gehandhabt wird. Es muss gerade dieser Punkt besonders hervorgehoben werden, weil er von Bedeutung für die Praxis ist. In dieser lassen sich gewisse Betriebsstörungen gar nicht vermeiden, wie die Erfahrung zur Genüge gezeigt hat, und jedes Mal, wenn ein solches Ereigniss eintritt, wird auch sofort die Filtrationswirkung in einem mehr oder minder erheblichen Maasse angegriffen und die Mängel,

die schon ein normal wirkender Apparat besitzt, in ganz unberechenbarem Maasse gesteigert. Derartige Zwischenfälle können mit einem Schlage die Ergebnisse langer mühevoller Arbeit vernichten, ganz plötzlich eine Infection der tieferen Filterschichten und des Filtrats veraplassen und so unter Umständen grosse Epidemien hervorrufen. Gerade diese Thatsache ist gewiss, selbst wenn man von allen anderen Bedenken völlig absieht, mehr wie geeignet, das Vertrauen zu den Leistungen des Verfahrens zu erschüttern; auf der anderen Seite fordert uns dieselbe aber eindringlich auf, das Vorkommen solcher Ereignisse nach Möglichkeit zu verhindern.

Manche Betriebsstörungen sind kaum ganz auszuschliessen; Verwundungen des Filters, Verletzungen seiner obersten Schichten, kleine Risse und Sprünge der Deckhaut werden immer einmal vorkommen. Was aber vermieden werden muss, das sind diejenigen Schädigungen, die aus einer übermässigen, schonungslosen Ausbeutung der Filter hervorgehen. Wenn das Wasserwerk Stralau im Frühjahr gezwungen wird, mit seinen wenigen bedeckten Filtern die ganze Arbeit zu leisten, weil die offenen Behälter dienstunbrauchbar sind, wenn im Hochsommer die Anforderungen so gewaltige werden, dass die Filter, bis auf's Äußerste angestrengt, kaum dem Bedarf zu genügen vermögen, wenn Filtrationsgeschwindigkeiten von 200 mm und mehr in Wirksamkeit treten, so darf man sich nicht darüber wundern, dass die Erfolge mangelhafte sind und die Reinigung des Wassers kaum eine oberflächliche genannt werden kann.

Es hat sich ferner ergeben, dass die Menge der die Filter passirenden Mikroorganismen abhängig ist von der Menge der Keime im unfiltrirten Wasser. Diese Beobachtung legt uns die gebieterische Pflicht auf, dafür zu sorgen, dass für die Speisung der Filter stets ein möglichst reines, von organisierten Bestandtheilen freies Wasser zur Verwendung komme, welches den Filtern die Arbeit nicht unnöthig erschwert. Verhältnisse, wie sie zur Zeit für das Wasserwerk vor dem Stralauer Thor zutreffen, müssen auch nach dieser Richtung hin als ganz unlieidliche bezeichnet werden und machen die baldige Eröffnung der neuen Anlage am Müggelsee, der ein erheblich besseres Rohmaterial zur Verfügung stehen wird, besonders wünschenswerth.

Wir sahen ferner, dass die Schnelligkeit der Filtration von entscheidendstem Einfluss auf die Beschaffenheit des Filtrats ist und also volle Berücksichtigung bei der

Regelung des Betriebes verlangt. Allerdings ist diese Forderung eine sehr viel eingreifendere, als man auf den ersten Blick vielleicht annehmen möchte. Die Normalgeschwindigkeit, mit welcher die Berliner Sandfilter arbeiten, beträgt 190 mm, und das Tegeler Werk hält dieselbe in der That auch regelmässig ein, während Stralau, der Noth gehorchein, häufig weit über dieses Maass hinausgeht. Nun haben obige Versuche ergeben dass bei der genannten Bewegungsgrösse die Zurückhaltung der Mikroorganismen keineswegs in annähernd vollkommenen Maasse erfolgt. Freilich lieferten erheblich geringere Werthe, 50 mm und selbst 25 mm, auch keine ganz befriedigenden Resultate, aber der Unterschied ist doch ein so grosser, dass er wohl den Wunsch rechtfertigt, die Geschwindigkeit weit unter die bisher übliche herabzusetzen und die Filtration mit höchstens 50 mm stattfinden zu lassen. Das heisst eine Verdoppelung der jetzigen und auch der beabsichtigten Anlagen nach Ausdehnung und Verwaltung, also für Berliner Verhältnisse eine Ausgabe von vielen Millionen Mark. Diese kostspielige Folgerung, welche sich aus der Aufstellung des Satzes: „Nur eine langsame Filtration ist eine wirksame“, ableitet, fällt gewiss nicht eben zu Gunsten der Sandfilter in's Gewicht und macht es begreiflich, dass die Specialtechnik sich sogar bemüht hat, gerade das Gegentheil zu erweisen (d. Z. 1889. S. 547) und darzuthun, das Resultat der Filtration werde nicht geschädigt, selbst wenn man mit Geschwindigkeiten von 400, selbst 500 mm in der Stunde arbeite. Es ist bierauf einmal zu erwidern, dass die Be funde, welche diese Anschaugung erhärten sollen, alle so gewonnen sind, wie die oben ausführlich kritisierten Beobachtungen, d. h. allein auf einer Beurtheilung der unter natürlichen Bedingungen von den Filtern gelieferten Bacterienmengen fußen, also keineswegs einen unbedingt zuverlässigen Einblick in die wirklich vorliegenden Verhältnisse zu thun gestatten. Des Weiteren aber nehmen diejenigen Filter, an welchen diese auftreffenden Ergebnisse ermittelt wurden, insfern eine ganz bevorzugte Ausnahmestellung ein, als sie mit einem besonders vortrefflichen Rohwasser zu rechnen haben, das an und für sich einer Reinigung leicht zugänglich ist. Denn es bedarf wohl kaum einer eingehenden Erklärung, dass wenn die eine der beiden Bedingungen, die für das Zustandekommen eines guten Filtrationserfolges erfüllt sein muss, nämlich die Reinheit des unfiltrirten Wassers, in annäherndem Maasse gewährleistet wird, dann

die andere, die Verlangsamung der Filtration, weit eher vernachlässigt werden oder zurücktreten kann, als im entgegengesetzten Falle.

Für die Einführung möglichst geringer Geschwindigkeiten im Filterbetriebe spricht aber noch ein anderer Umstand. Je energischer die Filter arbeiten, um so kürzer werden auch die einzelnen Perioden. Das hat einmal den Nachtheil, dass die quantitative Leistung auf die gleiche Zeit, beispielsweise das Jahr, berechnet, beim schnellen Filter häufig eine geringere ist, als beim langsamen, welches gleichmässig weiter wirtschaftet und keine Unterbrechungen mit ihren nothwendigen Verlusten erfährt. Vor allen Dingen aber sind kurze Perioden deshalb von ausserordentlich ungünstigem Einfluss auch auf die Gleichheit des Filtrats, weil man bei jeder Eröffnung eines neuen Abschnitts auf eine recht geraume Frist gefasst sein muss, bis das Filter eine wirksame Beschaffenheit erlangt hat. Vorher hat es nur die Eigenschaften eines feinen Siebes und lässt grosse Mengen von Bacterien anstandslos durch. Wohl wird dieser Thatsache auch bei dem bisherigen Betriebe schon Rechnung getragen und das während der ersten 24 Stunden aus den Filtern ablaufende Wasser nicht weiter verworthat. Doch muss diese Schonzeit als eine zu geringe erscheinen, und es sind auch nur die Anforderungen des dringenden Bedarfs, welche diese Grenze festgesetzt haben. Selbst im besten Falle aber, selbst wenn man mehrere Tage hindurch auf den Ertrag der Filter verzichten wollte und könnte, wird damit ein Mangel nicht aus der Welt geschafft, dessen Bedeutung gewiss keine geringe ist, nämlich die Verunreinigung oder, wie wir sagen können, die Infection der tieferen Filterschichten, die im Beginn einer jeden neuen Periode in Folge der Unschärfe der Filteroberfläche statthaben muss. Dieselbe ist um so bedenklicher, als etwaigen Krankheitskeimen, die erst bis hierin einmal vorgedrungen sind, nun kein weiteres Hinderniss mehr in den Weg gelegt werden kann, früher oder später in das Filtrat überzugehen. Es ist das ein Fehler, der in der Natur der Sache selbst begründet ist und sich deshalb vollständig überhaupt nicht beseitigen lassen wird; aber er kann gemildert und in seinen Folgen abgeschwächt werden dadurch, dass man mit möglichst geringen Filtrationsgeschwindigkeiten arbeitet, welche die Einführung langer Perioden gestatten und jene verhängnissvollen Unterbrechungen auf das nothwendigste Maass beschränken.

Auf jeden Fall sind die Sandfilter,

selbst wenn ihr Betrieb von berufenster und sachkundigster Hand, unter Berücksichtigung der oben ermittelten Thatsachen geleitet wird, doch nicht im Stande, eine vollständige Sicherheit für ausreichende Säuberung des Trinkwassers von schädlichen, infectiösen Stoffen zu geben. Mag man auch die Wahrscheinlichkeit des Überganges pathogener Bacterien in das Filtrat als eine sehr geringfügige hinstellen, mag man hervorheben, dass so gewaltige Mengen von gefährlichen Mikroorganismen, wie sie in obigen Versuchen verwendet wurden, um den Durchtritt durch die Filter zu erzwingen, unter natürlichen Verhältnissen niemals vorkommen werden, so muss man doch zunächst die Möglichkeit eines derartigen unglücklichen Zufalls unbedingt zugeben. Und weiter wird uns eine nähere Überlegung dahin führen, auch auf obige scheinbar günstigen Befunde nicht mit allzu grossem Vertrauen hinzublicken. Die Menge des untersuchten Filtrates betrug jedesmal nur 1 cc, war ein verschwindend kleiner Bruchtheil der Gesammtmenge, und wenn sich bier im gegebenen Falle nur wenige pathogene Keime entdecken lassen, so werden daraus doch, auf das Ganze berechnet, recht erhebliche Zahlen, die genügen, um die ausgedehnteste Epidemie zu veranlassen. Nimmt man endlich an, dass die Bacterien sich innerhalb des Filters vermehren und durch dasselbe hindurchwachsen können, so vermag schon ein einziger Anfangskeim auf diesem Wege schliesslich das grösste Unheil anzurichten. Wir wissen gerade von den Typhusbacillen, dass sie nicht eben sehr empfindlicher Natur sind und sich in Concurrenz mit anderen saprophytischen Arten über längere Zeit im Wasser zu halten, ja selbst zu entwickeln vermögen, und namentlich während der Sommermonate sind die für ihr Gedeihen sonst erforderlichen Bedingungen, günstige Temperaturverhältnisse u. s. w., in unseren Filtern jeder Zeit vorhanden.

So muss der unbedingte Glaube an die Zuverlässigkeit der Sandfilter allerdings eine entschiedene Einschränkung erfahren, und es wird die Frage, ob das Berliner Leitungswasser im Zusammenhange mit der im Frühjahr dieses Jahres beobachteten Typhusepidemie gestanden habe, zwar nicht rückhaltlos bejaht, aber sicherlich ebenso wenig kurzer Hand verneint werden können. Im Hinblick auf die epidemiologischen Thatsachen wird man mit Recht sogar der Meinung zuneigen, dass eine derartige Beziehung zwischen Ursache und Wirkung in der That bestanden habe.

Von den Maassnahmen, durch welche die Sandfiltration selbst auf die Höhe erreichbarer Vollkommenheit gebracht werden kann (reines Rohmaterial, langsame Filtration, verständige Behandlung der Filter), haben wir bereits des Eingehenderen gesprochen, und es wird Sache der speciellen Filtertechnik sein müssen, diese Punkte noch im Einzelnen näher zu formuliren und die Überführung der aufgestellten Grundsätze in die Praxis zu bewirken. Will man auf die Benutzung der Sandfiltration ganz verzichten, so kann nur eine Wasserversorgung in Frage kommen, die entweder reines, der nachträglichen Säuberung nicht mehr bedürfendes Oberflächenwasser verwertet, also eine Hochquellenleitung, oder eine Hebung und Verwendung des Grundwasserstromes. Beides hat seine Bedenken; die Mängel der erstgenannten Einrichtung haben Wien, Frankfurt, Wiesbaden und andere Orte erfahren, die alle die Erfahrung haben machen müssen, dass die Menge des so gewonnenen Wassers nur allzu oft dem Bedarf nicht zu entsprechen vermag und dann ein zeitweiliger oder gar dauernder Ersatz durch minderwertiges Wasser eintreten muss, wodurch natürlich die Vortheile der ganzen Anlage illusorisch werden. Das Grundwasser hat an und für sich gewiss alle Eigenschaften, die es zum Gebrauche empfehlenswerth machen. Die atmosphärischen Niederschläge erfahren bei ihrem langsamem Durchgang durch den Boden eine Veredelung in jeder Hinsicht und werden so zu einem wahren Genussmittel, im Gegensatz zum gewöhnlichen Oberflächenwasser, dem Niemand diesen Titel zuerkennen wird, der einmal während der Sommermonate das lauwarme, fade schmeckende filtrirte Spreewasser zu trinken genötigt war. Des Weiteren wird das Wasser auf seinem Wege zu den tieferen Schichten aber auch so vollständig von etwaigen schädlichen Stoffen befreit, wie dies durch kein sonstiges Mittel erreicht werden kann. Unmittelbare Untersuchungen (d. Z. 1890, S. 380) haben gezeigt, dass selbst das verhältnissmässig dicht unter der stark verunreinigten Oberfläche des Berliner Bodens fliessende Grundwasser völlig bacterienfrei ist, eine Thatsache, die ihre Erklärung findet in der filtrirenden zurückhaltenden Kraft des Bodens. Derselbe wirkt wie ein gewaltiges Sandfilter, nur mit dem Unterschiede, dass er unter erheblich günstigeren Verhältnissen arbeitet als ein solches, vor allen Dingen mit einer so verlangsamten Bewegung der Wassertheilchen zu rechnen hat, wie man sie bei der künstlichen Filtration niemals erreichen kann.

Gegenüber diesen Vorzügen hat das Grundwasser der Umgebung Berlins¹⁾ den Mangel, dass es eisenhaltig ist. Die in ihm gelösten Eisenoxydulverbindungen gehen mit dem Augenblick, wo sie an die Oberfläche gefördert werden und in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft kommen, in die Oxyde über und fallen als solche aus. Der auf diese Weise in den Leitungen abgelagerte Eisenschlamu dient regelmässig dem Brunnenfaden, der Crenotrix polypora als Brutstätte; der Fadenpilz verstopft die Röhren, bräunlich gefärbte Theile des Eisenatzes trüben das Wasser, und so kommt es zur Ausbildung aller jener Übelstände, welche Berlin veranlasst haben, von dieser Art der Wasserversorgung abzugehen. Man verfügt aber über Mittel, diesem Mangel dadurch fast vollständig zu begegnen, dass man das Wasser, bevor es in die Leitungen eintritt, von seinem Eisengehalt befreit, und von dieser Seite wäre also wohl gegen den Gebrauch des Grundwassers nichts mehr einzuwenden. Dagegen ist das Bedenken schwerwiegender, dass so erhebliche Mengen von Wasser, wie sie eine grosse Stadt täglich verbraucht, sich dem Grundwasserstrom nicht entnehmen lassen, ohne dass er unter Umständen leidet und schliesslich in Gefahr geräth, zu versiecken, eine Möglichkeit, die jedenfalls in Betracht gezogen werden muss, damit man vor unliebsamen Enttäuschungen bewahrt bleibe. Wo der Bedarf freilich kein so gewaltiger oder der Strom des Grundwassers ein so mächtiger ist, dass eine Erschöpfung desselben nicht zu befürchten, da wird sich die Aufmerksamkeit der beteiligten Kreise mit Vortheil wieder mehr dem unterirdischen Wasser und seiner Verwerthung zuwenden, und die immerhin unzuverlässigen Erfolge der Sandfiltration mögen das ihrige dazu beitragen, uns von einem unnöthigen Verzicht auf die unter unseren Füssen strömenden Wasservorräthe abzuhalten.

Brennstoffe, Feuerungen.

Das Brandeisl-Kladnoer Steinkohlenwerk wird beschrieben (Bergh.-Ztg. 1890 S. 68); es lieferte im J. 1887 663 000 t Steinkohle.

¹⁾ In Hannover und vielen anderen Städten ist das nicht der Fall; vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie des Wassers, S. 103 u. 298.

Zur Herstellung von Presskohlen will J. Bowing (D.R.P. No. 51099) 1 hl Kohlen oder Kokksgrus mit 4 hl Wasser und 1,5 bis 5 k Theer mischen, dann formen und trocknen. Der Zusatz dieser grossen Wassermengen soll die Vertheilung des Theeres erleichtern.

Erdöl und Erdwachs in Österreich. Im Jahre 1888 wurden 648824 hk Erdöl gewonnen bei einem Mittelpreise von 3 Fl. 26 kr. für 1 hk. Ausserordentlich ergiebig waren die selbstthätig fließenden Quellen in Wietrzno.

Von Erdwachs wurden 87828 hk gewonnen, bei einem Mittelpreise von 26 Fl. 66 kr. (Österr. Ztg. Bergh. 1889 S. 72).

Paraffin. Weisses Ozokeritparaffin von 64 bis 65° Schmelzpunkt, welches 84,86 Proc. Kohlenstoff und 15,02 Proc. Wasserstoff, also keinen Sauerstoff enthielt, wurde von Br. Pawlewski (Ber. deutsch. G. 1890 S. 327) nach Raoult's Gefrierverfahren untersucht. Darnach liegt die Moleculargrösse des Paraffins zwischen den Formeln $C_{24}H_{50}$ und $C_{27}H_{56}$. Gegen Benzol und Xylol verhält sich das Paraffin wie ein colloidaler Stoff, woraus sich auch das Vorkommen von Paraffin im Erdöl erklärt. (Vgl. d. Z. 1888 S. 192 u. 318.) Die Löslichkeit des Paraffins bei 18 bis 22° ist im

käufl. Benzol	1,99 : 100
käufl. Xylol	4 : 100
Chloroform	2,42 : 100

Ungarischer Ozokerit liefert nach Thede (Pharm. Centr. 1890 S. 81) 60 Proc. Paraffinmasse und 27 Proc. Leuchtöle, welche aber beide viel weniger werthvoll sind als die aus Braunkohlentheer erhaltenen.

Die Schweröl- und Erdöllampen auf der russischen Ausstellung für Beleuchtungsgegenstände in St. Petersburg erforderten nach R. Luther (Dingl. 275 S. 563) bei den damit ausgeführten Versuchen für 100 Kerzenstunden 299 bis 707 g Erdöl; die meisten blieben unter 400 g. (Vgl. Fischer's Jahresb. 1883 S. 1229.)

Die Gewinnung von Ammoniak bei Erzeugung von Heizgasen von L. Mond beschreibt kurz Dittmar (Chem. Ind. 1890 S. 85) nach dem von Mond gemachten Angaben. (In d. Z. 1889 S. *513 bereits ausführlich gebracht.)

Zur Ölgaserzeugung soll man nach P. Suckow & Co. (D.R.P. No. 50947) würfelförmige Retorten verwenden.