

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Leipzig.]
(Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. Hofmann.)

Weitere Studien über den Bakteriennachweis mit dem Berkefeldfilter.

Von

Dr. Erich Hesse,

Oberarzt im 11. Infanterie-Regiment Nr. 139, kommandiert zum Institut.

Bei den früheren Versuchen, die ich mit dem Berkefeldfilter zum Nachweis von Bakterien im Wasser angestellt habe¹, gelang es mir, im Durchschnitt 42 Prozent der Aussaat in der Rückspülflüssigkeit wieder aufzufinden. Wenn ich mit diesem Ergebnis, besonders mit Rücksicht auf die äußerst günstigen Erfolge, die ich bei Untersuchung großer Wassermengen (bis zu 10 Liter) oder mit einer sehr geringen Einsaatmenge (3 Keime in 2 Litern) zu verzeichnen hatte, recht zufrieden sein durfte, wenn sich bei meinen Parallelversuchen diese Methode vor den anderen gebräuchlichen durch Einfachheit, Sicherheit und Schnelligkeit auszeichnete, so bestand doch in Punkt 6 der Zusammenfassung meiner früheren Arbeit (S. 551): „die den Versuchen dienenden Kerzen müssen auf ihre Brauchbarkeit stets erst ausprobiert werden und erheischen auch weiterhin ständige Kontrolle“ eine Schwierigkeit, durch deren Beseitigung der Wert der Methode in erheblicher Weise gesteigert werden konnte.

Auf Grund der Untersuchungen P. Schmidts² durften die Kerzen bei meiner Versuchsanordnung für die von mir verwandten Bakterien als

¹ *Diese Zeitschrift.* Bd. LXIX. S. 522 ff.

² P. Schmidt, Über den Mechanismus der Bakterienfiltration mit Berkefeldfiltern. *Ebenda.* Bd. LXV. S. 423 ff.

nahezu undurchlässig angesehen werden; auch mir ist es nie gelungen, bei recht schlecht ausgefallenen Versuchen die fehlenden Bakterien im Filtrat wiederzufinden. Die Ursache ungünstiger Ergebnisse mußte also im Bau der oberflächlichen Schichten der „schlecht arbeitenden“ Kerzen zu suchen sein. Wie P. Schmidt an Kerzendünnschliffen beobachten konnte, sind auf der Oberfläche der Filterkörper trichterartige Einsenkungen von 10 bis 20 μ Tiefe vorhanden. Im Innern der Kerze konnten ferner Hohlräume und Spalten nachgewiesen werden, die ein Lumen von 2 bis 100 μ hatten. Wenn auch in den Schliffen eine Kommunikation zwischen den oberflächlichen Trichtern und den inneren Hohlräumen nicht bemerkt werden konnte, so ist eine solche bei der Dicke der Schliffe (20 μ) doch keineswegs auszuschließen. Leicht verständlich ist es, daß im Bereich einer solchen Vertiefung, die eine längere Fortsetzung in das Innere der Kerze hat, die Strömung bei der Filtration eine schnellere sein kann, daß infolgedessen gerade an dieser Stelle mehr Bakterien in die Tiefe gerissen und dort so fest eingelagert werden, daß die nachträgliche rückläufige Spülung nicht imstande ist, sie zu entfernen. Es wird also deshalb ein mehr oder weniger großer Teil der Bakterien dem Nachweis entzogen.

Aufbauend auf diesen Erwägungen hatte ich früher schon mehrere Versuche mit Kerzen gemacht, die vor Gebrauch mit einer sterilen Aufschwemmung abgetöteter Bakterien verstopft worden waren; ich konnte mich von irgend einem Vorteil dieses Verfahrens nicht überzeugen (S. 549). Wohl waren die Kerzen verstopft, denn ihre Filtrationsgeschwindigkeit war in deutlicher Weise verlangsamt, aber bei rückläufiger Spülung konnten eben nicht mehr Keime nachgewiesen werden als ohne diese Vorbehandlung. Der Mißerfolg war wohl darauf zurückzuführen, daß die abgetöteten Bakterienleiber infolge des auf ihnen lastenden Druckes von annähernd 1 Atmosphäre zu einer klebrigen Cuticula (Schmidt) zusammengepreßt wurden, Poren und Trichter ausfüllten und sich mit den abzufiltrierenden lebenden Keimen ebenso innig verbanden. Die dann folgende rückläufige Spülung war wohl imstande, die oberflächlich niedergeschlagenen Individuen zu entfernen, verfehlte aber jede Wirkung auf die in den Vertiefungen sitzenden fest zusammengeballten Pfröpfe. Und gerade hier konnten nach den oben angestellten Betrachtungen recht zahlreiche Bakterien vorhanden sein.

Mündliche und schriftliche Besprechungen mit dem Direktor der Berkefeldfilter-Gesellschaft, Hrn. Endler in Celle, dem ich auch für die lebenswürdige Überlassung von geschlämmter Kieselgur, Kerzen und eines Apparates zur Filtration unter Druck meinen ergebensten Dank an dieser Stelle aussprechen möchte, veranlaßten mich zu dem Versuch, der

zu filtrierenden Bakterienaufschwemmung Kieselgur feinsten Sorte (geschlämmt) zuzusetzen.

Einige vorbereitende Versuche galten zunächst der Ermittlung von gut und ausgesucht schlecht arbeitenden Kerzen. Letztere lieferten bei dem üblichen Verfahren und unter Verwendung 18stündiger Colibouillonkultur 12 Prozent der ausgesäten Bakterienmenge, die gut arbeitenden 46 Prozent. Die Verdünnungen wurden wie bei den früheren Versuchen mit steriler physiologischer Kochsalzlösung, der $\frac{1}{2}$ Prozent Bouillon zugesetzt war, mit Tropfgläsern hergestellt. Als Nährboden diente für Versuche und Zählplatten Drigalski-Conradi-Agar.

Versuche mit Kieselgurzusatz.

Zunächst wurden die ausgesucht schlechten Kerzen verwandt.

a) Verarbeitung mit dem Tropfglas.¹

Versuch 1. 1 Liter wird mit 257 Colibazillen infiziert. Filtration durch Kerze I. Rückläufige Spülung mit 20 ^{cem}. Verarbeitung eines Teiles der Rückspülflüssigkeit. Resultat: 14 Prozent.

Versuch 2. 1 Liter wird mit 200 Colibazillen infiziert und mit 1.0 ^{grm} steriler Kieselgur versetzt. Es entsteht eine gleichmäßig getrübbte Flüssigkeit, aus der sich beim Stehen einzelne gröbere Partikelchen absetzen. Filtration durch Kerze I. Rückläufige Spülung mit 28 ^{cem}. Resultat: 137 Proz.

Versuch 3. 1 Liter wird mit 200 Colibazillen infiziert. Filtration durch Kerze IV. Rückläufige Spülung mit 20 ^{cem}. Resultat: 7.5 Prozent.

Versuch 4. 1 Liter wird mit 257 Colibazillen infiziert und mit 1.0 ^{grm} steriler Kieselgur versetzt. Filtration durch Kerze IV. Rückläufige Spülung mit 20 ^{cem}. Resultat: 70 Prozent.

Wenn diese vier Versuche zunächst darlegen, daß unter Verwendung von Kieselgur eine ganz erhebliche Vermehrung der Zahl der wiedergefundenen Keime eintritt, so geht andererseits aus ihnen hervor, daß die Anwendung der Tropfglasmethode zum Beschicken der Platten mit der Rückspülflüssigkeit unzweckmäßig ist.

Beim rückläufigen Spülen heben sich der die ganze Kerze überziehende Mantel von Kieselgur und somit die in ihm befindlichen Bakterien ab. Man hat also bei einer Rückspülmenge von 20 ^{cem} in ihr 1.0 ^{grm} Kieselgur suspendiert. Diese Flüssigkeit ist nach kräftigem Umschütteln völlig undurchsichtig. In der Ruhe fallen aber fast augenblicklich so erhebliche Mengen von Kieselgur zu Boden, daß man das Tropfglas nach einer Entnahme von höchstens zwei Tropfen von neuem schütteln muß. Mit ungleicher Verteilung der Kieselgur geht

¹ Siehe *diese Zeitschrift*. Bd. LXIX. S. 532 ff.

aber ungleiche Verteilung der Bakterien Hand in Hand. Es ist daher völlig unmöglich, wie ich an einer Anzahl von Platten feststellen konnte, in einer bestimmten Tropfenzahl auch nur annähernd die gleiche Menge von Keimen wiederzufinden. Daher in dem einen Fall 137 Prozent der Aussaat, im anderen Fall vielleicht, wie die späteren besseren Erfolge vermuten lassen, aus dem gleichen Grunde nur 70 Prozent. Zudem tritt durch gröbere Kieselgurpartikelchen sehr leicht eine Verstopfung der Tropfglasausflußöffnung ein. Ich entschloß mich daher, angesichts dieser ungünstigen Momente in Zukunft den Rückstoß direkt auf Drigalski zu verarbeiten.

Ich möchte hier einige Beobachtungen über die mit Kieselguraufschwemmung beschickten Drigalskiplatten vorausschicken.

Bei der Tropfglasmethode, wo z. B. von 20^{cem}, die 1.0^{grm} Kieselgur enthielten, nur je 1^{cem} auf die Platten verarbeitet wurde, waren die Platten nur mit einem zarten Schleier von Kieselgur überzogen.

Die direkte Verarbeitung des Rückstoßes, bei der das auf den ersten Kolbenstoß in toto entfernte gesamte Material der α -Platte zugeführt wird, bedingt einen ziemlich dicken Belag, der das Auszählen der Kolonien von der Rückseite aus erschwert. Außerdem können infolge der Dicke der Schicht die an ihrer Oberfläche gelegenen Keime dem eigentlichen Nährboden soweit entrückt sein, daß ihr Aufgehen in Frage gestellt wird. Ich verwandte daher bei den folgenden Versuchen geringere Kieselgurmengen von 0.5 bis 0.05^{grm}, und wie sich herausstellte, mit bestem Erfolg.

Wie ich schon erwähnte, überzieht sich die Kerze während der Filtration, deren Dauer durch den Kieselgurzusatz kaum beeinträchtigt wird, mit einem feinen Mantel schlammiger Masse, die sich bei rückläufiger Spülung sofort abhebt. Wie die Versuche im einzelnen zeigten, läßt sich tatsächlich beim ersten Kolbenstoß mit etwa 2^{cem} Wasser das gesamte Bakterienmaterial entfernen. Platte β und γ zeigen meist nur noch vereinzelte Kolonien — sofern für jede Platte ein neuer Spatel verwandt wird.

Kieselgurmengen von 0.5^{grm} abwärts beeinträchtigen die Übersichtlichkeit der Platten kaum, solche von 0.1^{grm} liefern tadellose Platten, deren Oberfläche nur leicht getrübt erscheint. Ein sehr angenehmer Nebenumstand bei der Kieselgurmethode ist darin zu erblicken, daß infolge der fein verteilten Partikelchen der Substanz eine sehr große Oberfläche geschaffen wird, die die Verdunstung und somit das Trocknen der Platten in einer hervorragenden Weise befördert. Sehr interessant ist ferner die Beobachtung, daß sämtliche Colikolonien eine bis mehrere Gasblasen an ihrer Oberfläche tragen, wahrscheinlich da-

durch bedingt, daß die Eiweißstoffe des Nährbodens mit der Kieselgur bei der Eintrocknung ein Häutchen bilden, durch das die bei der Vergärung des in dem Nährboden vorhandenen Milchzuckers entstehende Kohlensäure nicht entweichen kann. Bei anderen durch zufällige Verunreinigungen bedingten Kolonien war eine Gasbildung nicht zu beobachten (weil diese eben den Zucker nicht vergären).

b) Verarbeitung direkt auf Drigalski.

Die nachstehende Tabelle gibt in Kürze die Resultate der angestellten Versuche mit direkter Verarbeitung des Rückstoßes auf die Drigalskiplatten wieder. Die Bezeichnungen „gut“ und „schlecht“ beziehen sich auf die Brauchbarkeit der Kerzen zum Bakteriennachweis ohne Kieselgur. Die Menge der jeweilig in Anwendung gebrachten Kieselgur findet sich in Klammern hinter der Prozentzahl.

Kerze Nr.	I (schlecht)		IV (schlecht)		VI (schlecht)		II (gut)		III (gut)	
	mit Kieselgur	ohne	mit Kieselgur	ohne	mit Kieselgur	ohne	mit Kieselgur	ohne	mit Kieselgur	ohne
Prozentzahl der wiedergefund. Keime	78 (0.1)	14	109 (0.3)	7.3	80 (0.1)	13	71 (0.05)	21	77 (0.05)	21
	73 (0.1)	10	88 (0.5)	7.5	100 (0.1)	5	75 (0.05)	74	120 (0.05)	69
	82 (0.25)	32		19	100 (0.3)		89 (0.3)		96 (0.3)	
	100 (0.3)	6		9	96 (0.5)					
	88 (0.5)			10	109 (0.5)					
	100 (0.5)									
Durchschnitt Prozent	87	15	98	11	97	9	78	47	98	45

Wie aus diesen Zahlen einwandfrei hervorgeht, ist bei Verwendung eines Zusatzes von Kieselgur die früher unbedingt notwendige Auswahl geeigneter Kerzen absolut überflüssig. Selbst die ohne Kieselgur am schlechtesten arbeitenden Kerzen lassen mit dieser Modifikation im Durchschnitt über 92 Prozent der ausgesäten Bakterienmenge wiederfinden (ohne Kieselgur 12 Prozent). Der Unterschied bei gut arbeitenden Kerzen muß naturgemäß, wie auch die Tabelle zeigt, erheblich geringer sein. Wenn bei der Kerze II trotz Kieselgurzusatz nur 78 Prozent der Aussaat im Durchschnitt wiedergefunden werden konnten, so dürfte der Grund in der Anwendung der sehr geringen Menge

von 0.05 gr^{m} zu suchen sein. Ich möchte sowohl auf Grund der Zahlenergebnisse wie auch anderer Beobachtungen, die ich bei den Versuchen machen konnte, eine Menge von 0.1 gr^{m} für die angewandte **Kerzengröße** für die geeignetste halten. Denn nur die Größe der Kerze kann für die notwendige Menge der Kieselgur ausschlaggebend sein, nicht etwa das Quantum der zu filtrierenden Flüssigkeit.

Wenn es vielleicht auf den ersten Blick etwas bedenklich erscheinen mag, daß ich für die prozentuale Berechnung auch die Versuche, wo bis zu 120 Prozent der Aussaat wiedergefunden wurden, mit verwannt habe, so möchte ich das mit folgenden Tatsachen rechtfertigen: Die Prozentberechnung wurde auf Grund gleichzeitig angelegter Zählplatten vorgenommen. Es wurden bei jedem Versuch mehrfach 1 ccm der letzten Verdünnungsstufe (aus dem Tropfglas, mit dem das zu filtrierende Wasser infiziert wurde) auf Drigalskiplatten gebracht und die aufgegangenen Kolonien am nächsten Tag gezählt. Ihre Zahl auf den verschiedenen Platten war trotz intensivsten Durchschüttelns der verwandten Flüssigkeit nie die gleiche, sie differierte bisweilen um 30 Prozent. Da nun die Keimzahl in der zur Infektion des zu untersuchenden Wassers benutzten Tropfenzahl denselben Schwankungen unterliegen muß, so kann eben tatsächlich die Zahl der eingesäten Keime in einem Fall eine größere sein und im Vergleich zu den Zählplatten 120 Prozent betragen. Was aber einmal an Material zu viel zugesetzt wird, kann ein anderes Mal (aus dem gleichen Grunde) fehlen und dadurch einen schlechteren Prozentsatz bedingen.

Es ist daher, da die weniger guten Zahlen verrechnet werden müssen, bzw. ihr ursächlicher Zusammenhang mit schlecht verteiltem Ausgangsmaterial nicht nachgewiesen werden kann, notwendig, ihnen die über 100 Prozent betragenden Resultate gegenüberzustellen.

Das Gesamtergebnis der mit Kieselgur wiedergefundenen Keime konnte ich demnach bei obigen 19 Versuchen auf **91 Prozent** berechnen. Daß dieses sehr günstige Resultat tatsächlich nur auf die Möglichkeit zurückzuführen ist, mit der Kieselgurhaube die darin locker eingeschwemmten Bakterien, und zwar auf den ersten Kolbenstoß, nahezu vollständig zu entfernen, daß insonderheit nicht etwa mangelhafte Bakteriendichtheit der Kerze die Schuld an einem schlechten Resultat trägt, beweist, daß ich auch in einem Fall, wo ich mit der sehr schlecht arbeitenden Kerze I ohne Kieselgur nur 6 Prozent der Aussaat wiederfand, in dem steril aufgefangenen Filtrat auch

nach längerer Brutofenbehandlung keine Colibazillen nachweisen konnte.

Verschieden große Einsaatmengen konnten mir darlegen, daß auch bei einem geringen Keimgehalt die Ergebnisse ebenso günstig ausfallen.

Den in meiner vorigen Arbeit erwähnten „Rest“, der bei geringer Einsaat unter Umständen eine nicht zu vernachlässigende Menge von Keimen enthalten kann, schaltete ich dadurch aus, daß ich die abdichtende Gummischeibe zwischen Kerze und Glaszylinder parallel zu ihrer Peripherie um etwa 3^{mm} verkleinerte. Der Rest wird dann durch die Bodenfläche der Kerze vollständig abgesaugt.

Die von mir verwandte geschlämmte Kieselgur wurde in abgewogenen Dosen vor Gebrauch im Trockenschrank 1 Stunde bei 150° sterilisiert. Im Interesse gleichmäßiger Verteilung, die nur nach völliger Benetzung der feinen lufthaltigen Elemente möglich ist, erwies es sich als notwendig, die jeweilige Menge in einem Kölbchen mit etwa 50^{ccm} steriler Kochsalzlösung aufzukochen und diese erst dann gleichmäßig getrübe Flüssigkeit (nach dem Erkalten) dem zu filtrierenden Wasser zuzusetzen.

Filtration unter Druck.

Wenn durch den Kieselgurzusatz die Nachweismethode von Bakterien im Wasser um mehr als das Doppelte in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert worden ist, so liegt der Schwerpunkt der Bedeutung vor allem in dem Umstand, daß auf diese Weise jede, auch eine nach früherer Ansicht unbrauchbare Kerze die gleichen guten Resultate liefert.

Ich hatte bereits in meiner ersten Arbeit auf den Wert der Methode zur Bestimmung des Colititers bei Talsperren- oder filtrierten Flußwässern hingewiesen. Ich hatte damals daran gedacht, ob nicht eine Vorrichtung konstruiert werden könnte, die, an einem Wasserleitungshahn befestigt, direkt durch den natürlichen Wasserdruck (an Stelle der Saugstrahlpumpe) die Filtration vorzunehmen gestattete. Die Berkeleyfilter-Gesellschaft stellte mir einen nach diesen Gesichtspunkten angefertigten sehr handlichen Apparat zur Verfügung. Er besteht aus einem oben konisch verengten Metallzylinder von 11^{cm} Höhe, 6^{cm} Durchmesser und etwa 270^{ccm} Inhalt. Durch einen mit Klemmschraube versehenen Druckschlauch kann der Zylinder, das konische Ende nach oben gekehrt, absolut dicht mit dem Wasserleitungshahn verbunden werden. Das unten offene Ende des Zylinders wird durch eine in der Mitte durchbohrte Metallscheibe mit Gummidichtung durch zwei Flügelschrauben ver-

geschlossen. Im Innern findet sich die Berkefeldkerze, deren Ausflußzapfen durch die Bohrung des Metallbodens herausragt und hier in der üblichen Weise durch eine Schraubenmutter gehalten wird. Läßt man, nachdem der Zylinder vor der Befestigung zur Entfernung der natürlich störenden Luft mit Wasser gefüllt ist, durch Anstellen der Leitung Wasser nachströmen, so wird der natürliche Druck dieses durch die Kerze pressen und die etwa vorhandenen Keime müssen sich auf der Kerzenoberfläche niederschlagen. Von hier werden sie durch rückläufige Spülung, nachdem der Boden des Zylinders samt der Berkefeldkerze herausgenommen ist, entfernt und in entsprechender Weise weiter verarbeitet.

Bei eingehender Erwägung dieser Methode glaubte ich aber bereits in dem Umstand einen bedenklichen Faktor erblicken zu müssen, daß, während ich bei meinen bisherigen Versuchen stets nur mit dem atmosphärischen Luftdruck von 1^{kg} auf den Quadratcentimeter gearbeitet hatte, die meisten Wasserleitungen doch einen zum Teil erheblich höheren Druck aufzuweisen haben. Die Zahl der Keime, die schon bei einer Atmosphäre so tief in die Spalten und Hohlräume der Kerzen eingepreßt wurden, daß sie durch die rückläufige Spülung nicht mehr entfernt werden konnten, muß bei Anwendung eines höheren Druckes naturgemäß selbst bei einer sonst tadellos arbeitenden Kerze eine wesentlich größere sein!

Diese Vermutung wurde bestätigt durch mehrere Versuche, die ich mit den vorzüglich arbeitenden Kerzen II und III anstellte. Es wurde mit der Luftpumpe ein Windkessel auf 1.8 Atmosphären aufgepumpt und dieser Druck auf ein Metallgefäß übertragen, in dem sich eine Bakterienaufschwemmung befand. Durch ein Rohr stand dieses Metallgefäß mit dem oben beschriebenen Apparat in Verbindung. Die auf 1 Liter bemessene Flüssigkeitsmenge wurde in 4 bis 5 Minuten durch die Kerze gepreßt. Die Handhabung der Apparate war eine sehr einfache und sichere. Das Ergebnis der so angestellten drei Versuche: Trotz Verwendung der gut arbeitenden Kerzen 13 Prozent der Einsaat. Es war also der Beweis erbracht, daß ein höherer Druck die Keime so tief in die Poren der Kerzen hineinpreßt, daß eine Entfernung derselben durch rückläufige Spülung nur in unzulänglicher Weise möglich ist.

Ich durfte von vornherein hoffen, daß gerade unter diesen Umständen ein Zusatz von Kieselgur recht zweckmäßig sein würde: Bei fünf Versuchen mit den gleichen Kerzen (II und III) bei Zugabe von 0.3^{grm} Kieselgur konnte ich im Durchschnitt 84 Prozent der Aussaat wiederfinden!

Daß ein noch höherer Druck bei Verwendung von Kieselgur die Resultate im ungünstigen Sinne beeinflussen wird, halte ich auf Grund der mechanischen Vorgänge bei diesem Verfahren für unwahrscheinlich.

Praktisch wird man die Untersuchung so gestalten, daß man den Metallzylinder, in dem die Kerze sich befindet, mit einer Aufschwemmung von Kieselgur füllt und an dem Wasserleitungshahn befestigt. Das nachströmende Wasser wird zunächst die Kieselgur auf der Kerze niederschlagen. Die gröberen Poren werden verstopft und die erst später zur Kerze gelangenden Bakterien des zu untersuchenden Wassers finden in dem nunmehr bereits vorhandenen schlammigen Belag einen Schutzmantel, der ein tieferes Eindringen in die Kerze verhindert und somit ihre sofortige und nahezu vollständige Entfernung durch rückläufige Spülung gewährleistet. Es ist dabei die Vorsicht anzuwenden, daß man, nachdem die gewünschte Menge filtriert ist, den (noch mit Wasser gefüllten) Metallzylinder möglichst vorsichtig abnimmt, das (obere) Schlauchende mit einem sterilen Kork verschließt und nun erst den Apparat zwecks Öffnens und Herausnehmens der Kerze recht langsam herumdreht. Andernfalls ist es zu befürchten, daß ein Teil der Kieselgurhaube vorzeitig abgespült wird und dadurch ein Teil der Bakterien dem Nachweis verloren geht. Ein unter den Kerzenausflußzapfen gestellter Maßzylinder gibt die Menge des filtrierten Wassers zwecks quantitativer Untersuchung auf seinen Keimgehalt an.

Ich möchte die ausgesprochenen Vorteile, die der Zusatz von Kieselgur zu der zu filtrierenden Bakterienaufschwemmung bietet, kurz zusammenfassen:

1. Durch Zugabe von etwa 0.1^{grm} geschlämmter und subtil verteilter steriler Kieselgur wird die Prozentzahl der in der Rückspülflüssigkeit nachweisbaren Keime von 42 auf 91 erhöht.

2. Eine Auswahl der Kerzen und eine ständige Kontrolle ihrer Leistung erweist sich als überflüssig, da auch schlecht arbeitende Kerzen mit Zusatz von Kieselgur hervorragend gute Resultate liefern.

3. Die Filtration unter höherem Druck liefert ohne Kieselgur selbst bei tadellosen Kerzen schlechte Ergebnisse, mit Kieselgur aber vorzügliche. Diese Tatsache sichert der Methode ihre Verwendbarkeit zur Bestimmung des Colititers bei Nutzwasseranlagen, die einer Verunreinigung zugänglich sind und daher einer ständigen

Kontrolle unterworfen sein müssen. Mit einem sehr einfachen Apparat, der direkt an die Leitung angeschlossen wird, kann ein sicherer qualitativer und quantitativer Nachweis geführt werden.

4. Der erste Stoß mit der Druckpumpe entfernt bei der rückläufigen Spülung unter Ablösung der Kieselgurhaut fast sämtliche Keime.

5. Der feine Kieselgurbelag von 0.1 bis 0.3 μm auf den Drigalskiplatten beeinträchtigt ihre Übersichtlichkeit in keiner Weise, er befördert aber ihr Abtrocknen.

6. Durch die Verwendung von Kieselgur wird die Filtrationsgeschwindigkeit nicht merklich beeinträchtigt. Die für Untersuchung eines Liters Wasser (einschließlich der Verarbeitung auf Nährboden) notwendige Zeit beträgt bei Verwendung der Saugstrahlpumpe für eine normal arbeitende Kerze 10 bis 20 Minuten, bei Verwendung eines Druckes von 1.8 Atm. etwa 7 Minuten.

Am Schluß der Arbeit gestatte ich mir Hrn. Geheimen Rat Prof. Dr. Hofmann für entgegengebrachtes Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen.
