[Aus dem hygienischen Institut der Universität Breslau.]

Die Filtration bacterientrüber und eiweisshaltiger Flüssigkeiten durch Kieselguhrfilter.

Von

Dr. H. Bitter,

Assistenten am hygienischen Institut zu Breslau.

Die ausgezeichneten Filtrationsleistungen der von Dr. Nordtmeyer beschriebenen Kieselguhrfilter¹ forderten zu Versuchen darüber auf, ob sich etwa auch stark bacterientrübe und besonders eiweisshaltige Flüssigkeiten mittels dieser Filter mühelos keimfrei filtriren liessen. Ich benutzte zu diesen Versuchen Filterkörper, welche mit metallenen Kopfstücken, ähnlich denen der Chamberlandkerzen, versehen waren. In den zum Ablauf der Flüssigkeit dienenden Zapfen war aussen ein Gewinde eingeschnitten. Die Montirung des Filters geschah nun einfach in der Weise, dass zunächst über den Zapfen eine weiche Gummischeibe geschoben, und dann das Filter in einen oben offenen, unten mit einer etwa 1.5^{cm} weiten Bohrung versehenen Metallcylinder eingesetzt wurde, so dass der Auslaufzapfen durch die Oeffnung im Boden nach aussen ragte. Dann wurde mittels eines auf dem Gewinde des Zapfens laufenden Ringes das mit der Gummischeibe versehene untere Ende des Filters gegen den Boden des Cylinders so lange angezogen, bis ein flüssigkeitsdichter Abschluss nach aussen hergestellt war.

Ueber das freie Ende des Zapfens wurde alsdann ein Stückchen starkwandigen Kautschukschlauches gezogen, um demnächst die Verbindung mit der zur Aufnahme des Filtrates dienenden Saugflasche zu bewirken. Zum Zwecke der Sterilisation wurde das Metallgefäss mit Wasser gefüllt²

¹ *Diese Zeitschrift.* Bd. X. Hft. 1. S. 145.

² Die Kieselguhrkerzen vertragen im trockenen Zustande das Erhitzen im strömenden Dampf nicht, ohne zu springen.

und dann der ganze Apparat zwei Stunden lang im strömenden Wasserdampf gehalten. Nach Beendigung der Sterilisation wurde das im Cylinder enthaltene Wasser ausgegossen und rasch das freie Ende des am Filterzapfen befestigten Kautschukschlauches über das Zulaufrohr der gleichzeitig sterilisirten Saugflasche geschoben. Letztere wurde mit der Wasserstrahlpumpe verbunden und damit war das Filter zum Gebrauch fertig. Da es sich in den Versuchen von Nordtmeyer herausgestellt hatte, dass eine Hauptursache der vorzüglichen Leistungsfähigkeit der Kieselguhrfilter in der leichten Regenerirbarkeit der Filterfläche durch Wischen liegt, so wurde von vornherein darauf Bedacht genommen, das Laboratoriumsfilter mit einer Reinigungsvorrichtung zu versehen. Zu dem Zwecke erwies sich ein innen mit Loofah ausgekleideter federnder Messingring, welcher an zwei starken Führungsdrähten befestigt von oben her über die Filterkerze geschoben werden konnte, als sehr zweckentsprechend. Wenn dieser Ring einige Male in Spiraltouren auf dem Filterkörper auf und abgeschoben wurde, so fand durch die enganliegende Loofahmasse eine ausgiebige Reinigung der filtrirenden Oberfläche statt.

Was nun die Resultate der Versuche anlangt, so ist vor Allem zu bemerken, dass jeder Kieselguhrkörper, sowohl der weniger durchlässigen, wie der durchlässigen Sorte, stets ein keimfreies Filtrat gab, mochte die zur Filtration benutzte Probe auch noch so viel Bacterien enthalten. Selbst die kleinsten bis jetzt bekannten Bacterien, die Bacillen der Mäusesepsicämie, werden, wie ich noch speciell feststellte, mit Sicherheit zurückgehalten. Ob das Filtrat keimfrei war, wurde in rigorosester Weise derart ermittelt, dass jedes Mal je 1^{cem} des Filtrates zu 10 Röhrchen mit 10^{cem} Bouillon zugefügt, und diese Bouillon im Brüt-ofen bei 35° mehrere Tage beobachtet wurde. Die Bouillon blieb ausnahmslos steril. Zu gleicher Zeit wurden auch noch öfter Gelatine- und Agarplatten vom Filtrat angelegt, welche ebenfalls dessen absolute Keimfreiheit bestätigten.

Nach diesen Resultaten schien es vor Allem wichtig die quantitative Leistungsfähigkeit der Filter für stark bacterientrübe und eiweiss-haltige Flüssigkeiten genauer festzustellen. Es stellte sich bald heraus, dass gerade in dieser Beziehung die Kieselguhrfilter den bis jetzt zur Gewinnung keimfreier Filtrate ausschliesslich angewandten Chamberland-filtern bei Weitem überlegen sind.

Schon von vornherein leisten sie quantitativ bedeutend mehr als z. B. Chamberlandfilter und versetzen sich bei weitem nicht so leicht wie diese. Dann aber kann man bei den Kieselguhrfiltern durch Wischen die filtrirende Oberfläche immer wieder freilegen und so während

sehr langer Zeit durch ein und dasselbe Filter grosse Mengen Flüssigkeit filtriren. Bis zu einem gewissen Grade ist auch bei den Chamberlandfiltern durch Wischen die Leistungsfähigkeit zu regeneriren. Doch versagt das Mittel nach einiger Zeit, weil die viel härtere Porzellanmasse des Filters durch das Wischen mit Loofah nicht angegriffen wird, während bei den weichen Kieselguhrfiltern ausser dem aufgelagerten Schlick auch immer die mit feinsten Schlammtheilchen imprägnirte äusserste Schicht des Filters mit entfernt wird.

Die Chamberlandfilter sind in ihrer Leistungsfähigkeit übrigens durchaus nicht gleichmässig. Bei 9 Kerzen, welche ich untersuchte, schwankte die Durchlässigkeit für reines Leitungswasser bei einem Druck von $2\frac{1}{2}$ Atmosphären zwischen 200 und 40^{cem} pro Minute.

In den meisten Fällen betrug dieselbe 60 bis 80^{cem}. Bei allen nahm nach einige Zeit fortgesetzter Filtration, selbst reinen Leitungswassers, die Durchlässigkeit sehr rasch ab, innerhalb weniger Stunden bis fast auf Null.

I. Vergleichende Filtrationsversuche mit sehr trüber fauler Bouillon

ergaben (bei einem mittels Wasserstrahlpumpe hergestellten negativen Druck von 710^{mm}) folgende Resultate.

A. Chamberlandfilter.

1. Sehr weiche Kerze mit 200^{cem} Wasser Anfangsleistung.

In den ersten 30 Minuten	450 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	180 „
„ „ „ 30 „	90 „
„ „ „ 30 „	40 „
<hr/>	
120 Minuten	760 ^{cem} .

Kerze 2 mit 100^{cem} Wasser Anfangsleistung.

In den ersten 30 Minuten	300 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	160 „
„ „ „ 30 „	80 „

Kerze 3 mit 70^{cem} Wasser Anfangsleistung.

In den ersten 30 Minuten	290 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	135 „
„ „ „ 30 „	50 „
„ „ „ 30 „	15 „
<hr/>	
120 Minuten	490 ^{cem} .

Nachdem die Leistung von Kerze 2 auf 80^{cem} in 30 Minuten zurückgegangen war, wurde dieselbe kräftig mit Loofah gewischt und das Wischen während der weiteren Filtration alle Paar Minuten wiederholt. Dabei filtrirten:

In den ersten 30 Minuten	180 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	140 „
„ „ „ 60 „	120 „
<hr/>	
120 Minuten	440 ^{cem} .

Kerze 3 ergab unter häufigem Wischen:

In den ersten 30 Minuten	320 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	210 „
„ „ „ 30 „	150 „
„ „ „ 30 „	140 „
<hr/>	
120 Minuten	820 ^{cem} .

Wie man sieht, geht auch in diesen Versuchen die Filtratmenge der Chamberlandkerzen schnell auf ein sehr geringes Maass herunter. Durch häufiges Wischen wird zwar die Leistungsfähigkeit etwas erhöht, doch nicht sehr bedeutend.

B. Kieselguhrfilter.

Ein solches von der wenig durchlässigen Sorte, von der Grösse der Chamberlandfilter und etwa derselben Durchlässigkeit für Wasser, wie Kerze 1, lieferte in den ersten 30 Minuten 660 und nach einmaligem kräftigen Wischen mit Loofah in den zweiten 30 Minuten 600^{cem} Filtrat.

Ganz bedeutend ausgiebiger sind aber die durchlässigen Kerzen.

Kerze 25 (von der Grösse der Chamberlandkerzen) ergab z. B. folgende Resultate:

A. Ohne Wischen.

In den ersten 30 Minuten	1350 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	710 „
„ „ „ 30 „	480 „
„ „ „ 30 „	380 „

B. Unter häufigem Wischen.

In den ersten 30 Minuten	1930 ^{cem} ,
„ „ folg. 30 „	1430 „
„ „ „ 30 „	1110 „
„ „ „ 30 „	950 „

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der vergleichenden Versuche nochmals übersichtlich zusammengestellt.

Zeit	Chamber- landkerze 1	Chamber- landkerze 2	Chamber- landkerze 3	Chamber- landkerze 3 (unter Wischen)	Kieselguhr- kerze 25	Kieselguhr- kerze 25 (unter Wischen)
1. 30 Min.	450	300	290	320	1350	1930
2. 30 „	180	160	135	210	710	1430
3. 30 „	90	80 (unter Wisch)	50	150	480	1110
4. 30 „	40	180	15	140	380	950
5. 30 „	—	140	—	—	—	—
6. 30 „	—	120	—	—	—	—
7. 30 „	—	120	—	—	—	—

Fig. 1.

I Kieselguhrkerze 25 ohne Wischen. II Kieselguhrkerze 25 mit Wischen.
III Chamberlandkerze II ohne Wischen. IV Chamberlandkerze II mit Wischen.

Hierbei tritt die bedeutende Ueberlegenheit der Kieselguhrfilter sehr deutlich hervor. Im Anfange leisten dieselben mindestens das Vierfache wie die Chamberlandfilter; während im weiteren Verlaufe der Filtration das Verhältniss sich noch weit günstiger gestaltete. In den Versuchen, welche unter Wischen angestellt wurden, ergaben dann die Kieselguhrfilter mindestens die 7- bis 8-fache Menge Filtrat; in den Versuchen ohne Wischen steigt in der vierten halben Stunde das Verhältniss sogar bis auf 1:25. Noch deutlicher illustriert wird die Ueberlegenheit der Kieselguhrfilter durch die beistehenden graphischen Darstellungen, von welchen Fig. 1 den Gang der Filtration bei Kieselguhr- und Chamberlandfiltern von 10 zu 10 Minuten angiebt, während Fig. 2 einen Vergleich der absoluten Filtratmenge während einer Stunde gestattet.

Fig. 2.

A Kieselguhrfilter 25. B Chamberlandfilter II.

Obenstehende Figuren zeigen, dass ein Kieselguhrfilter im Verlaufe längerer Zeit etwa die zehnfache Filtratmenge wie ein Chamberlandfilter gleicher Grösse liefert.

Grössere Kerzen, mit $2\frac{1}{2}$ mal so grosser Oberfläche, wie die Chamberlandkerzen ergaben entsprechend grössere Mengen Filtrat.

So z. B. eine Kerze von der weniger durchlässigen Sorte Nr. 23.

Unter häufigem Wischen	In den ersten 20 Minuten				860 ^{cem} ,
	"	"	folg. 20	"	780 "
	"	"	" 15	"	400 "
	"	"	" 30	"	750 "
					<hr/>
					85 Minuten 2790 ^{cem} .

Durchlässige Kerze 28a.

Unter öfterem Wischen	In 1 Minute				300 ^{cem} ,
	"	folg. 1	"		200 "
	"	"	3 Minuten		260 "
	"	"	2	"	100 "
	"	"	2	"	200 "
	"	"	2	"	100 "
	"	"	10	"	680 "
					<hr/>
					21 Minuten 1830 ^{cem} .

Durchlässige Kerze 28b.

Unter häufigem Wischen	In den ersten 6 Minuten				900 ^{cem} ,
	"	"	folg. 10	"	750 "
	"	"	" 10	"	650 "
	"	"	" 10	"	600 "
					<hr/>
					36 Minuten 2900 ^{cem} .

II. Versuche mit eiweisshaltigen Flüssigkeiten.

A. Versuche mit Blutserum.

Ziemlich stark blutiges frisches Blutserum.

Chamberlandkerze 1 liefert in 30 Minuten 200 ^{cem}. Dann ist aber die Leistung auch fast auf Null zurückgegangen.

Chamberlandkerze 3 liefert in 2 Stunden nur 130 ^{cem}.

Kieselguhrfilter 28a ergibt unter öfterem Wischen in 30 Minuten 800 ^{cem} klares keimfreies Serum bei dauernd gleich guter Leistung.

Kieselguhrfilter 25 (klein) ergibt unter öfterem Wischen in 30 Minuten 400 ^{cem} klares Blutserum bei dauernd gleich guter Leistung.

Auch stark faules Blutserum filtriren die Filter rasch klar und bakterienfrei; z. B.

Filter 28a. In 25 Minuten 680 ^{cem} bei dauernd gleich guter Leistung.

Filter 28b. In 1 Stunde = 950 ^{cem}.

B. Versuche mit Milch.

Aus frischer Milch, welche durch die Chamberlandfilter und die dichterem Kieselguhrfilter gar nicht filtrirt werden kann, schied

die Kerze 28a in 120 Minuten 300^{ccm},

die Kerze 28b in 120 Minuten 280^{ccm} klares fett- und bacterien-freies Serum ab.

Geronnene Milch kann sehr viel leichter filtrirt werden.

Kerze 28a lieferte in 35 Minuten 500^{ccm} klares keimfreies Serum bei dauernd gleich guter Leistung.

Aus den mitgetheilten Versuchen ist die vorzügliche Brauchbarkeit der Kieselguhrfilter für Laboratoriumszwecke ohne Weiteres ersichtlich. Filtration von Culturen in flüssigem Nährsubstrat behufs Isolirung von Stoffwechselproducten der Bacterien lässt sich mittels derselben in kürzester Zeit ohne Mühe in jeder Quantität bewirken. Von ganz besonderem Vortheil sind die Kieselguhrfilter ferner für die Gewinnung steriler eiweiss-haltiger Nährsubstrate, welche sich bis dahin eigentlich nur auf dem umständlichen Wege der häufig wiederholten Erhitzung auf eine Temperatur von 55 bis 60° zuverlässig keimfrei gewinnen liessen. Mittels einer Kieselguhrkerze grösserer Art lassen sich in einer Stunde mindestens 1000^{ccm} zuverlässig keimfreies, vorzügliches Blutserum gewinnen.