

Neuere
Wasserreinigungs-Verfahren.

Von

Prof. A. Schattenfroh.

Vortrag, gehalten den 9. Dezember 1903.

Die Bestrebungen des Einzelnen wie der kleineren und größeren Gemeinwesen, gesunde Lebensbedingungen zu schaffen, sind vielfach von Erfolg gekrönt worden, und es bietet die Assanierung mancher Stadt, die ehemals die Brutstätte gefährlicher Seuchen gewesen, ein Beispiel für die Aussichten und das Nützliche solcher Versuche. Zu den notwendigsten Bedingungen für eine in gesundheitlicher Beziehung einwandfreie Lebensführung gehört nun vor allem die Beschaffung eines guten Trink- und Brauchwassers. Nicht stets aber bietet die Natur tadelloses Wasser in genügender Menge, daß es für die Versorgung einer größeren Stadt in Verwendung gezogen werden könnte, und ist nicht selten auch reichlich vorhandenes Wasser in qualitativer Hinsicht nicht einwandfrei, so daß die Notwendigkeit auftaucht, durch bestimmte Verfahren dasselbe zum Genusse und zum Gebrauche im allgemeinen erst geeignet zu machen.

Ehe ich auf das eigentliche Thema meines Vortrages übergehe, halte ich es für geboten, eingehender zu betonen, was der Hygieniker unter gutem und einwandfreiem Wasser versteht. Sind doch selbst noch in Kreisen, die als fachmännische gelten, vielfach ganz unklare Vorstel-

lungen über das Wesen unserer Forderungen und demnach auch über den Wert der einzelnen Reinigungsverfahren verbreitet!

Wenn wir definieren, daß wir unter einem guten Wasser ein solches verstehen, das keine Infektionskrankheiten überträgt, so ist damit eigentlich alles Wichtige gesagt. In der Tat spielt die gesundheitsschädliche Wirkung des Wassers durch gelöste chemische Stoffe, Metallgifte wie Arsen und Blei, Fäulnisgifte und ähnliche Stoffe jedenfalls für die Frage der Wasserversorgung keine hervorragende Rolle und es sind fast ausschließlich die im Wasser vorkommenden krankheitserregenden Kleinlebewesen, denen sich unser Interesse zuwendet.

Gilt diese Auffassung für jeden Wasserverbrauch im Hause wie im Großen, so kommt für das Trinkwasser noch die spezielle Forderung hinzu, daß es bezüglich der äußeren Beschaffenheit, des Geschmackes, Geruches, der Temperatur, auch appetitlich sei, da dasselbe ein Genußmittel repräsentiert, dessen Genußwert im Interesse eines ausgiebigen Konsums unter allen Umständen gesichert sein muß.

Auf welche Weise wird nun ein Wasser gesundheitsschädlich, oder, wenn wir die Frage schon präziser stellen wollen, wie gelangen Krankheitserreger ins Wasser und welche Krankheiten können durch das Wasser übertragen werden? Beantworten wir erst letztere Frage, so ist es bekannt, daß hauptsächlich Cholera und Typhus, auch Ruhr durch das Wasser übertragen und verbreitet werden können. Zahlreiche größere und kleinere Epide-

mien, verlässliche Einzelbeobachtungen sichern diese Annahme in unwiderleglicher Weise, wenngleich der direkte Nachweis der Krankheitserreger im Wasser der infizierten Ortschaften oder Gebäude nur ausnahmsweise gelingt. Explosionsartiges Auftreten, Verteilung der Erkrankungen entsprechend dem Rohrnetz der Leitung und andere Beobachtungen müssen hier häufig an seine Stelle treten, berechtigen aber nicht minder zu den zwingenden Schlüssen, die wir daraus ziehen.

Außer den genannten wohlcharakterisierten Infektionskrankheiten sind es dann noch Affektionen anderer Art mit größtenteils noch dunkler Ätiologie, die mit dem Genusse „schlechten“ Wassers in Zusammenhang gebracht werden. Zweifellos sind hier der Forschung bezüglich der Aufhellung dieser gewöhnlich als Verdauungsstörungen imponierenden Krankheitsformen noch schwere Aufgaben gestellt.

Die Übertragung der einschlägigen Krankheiten erfolgt nun entweder direkt durch den Genuß des Wassers oder aber auch, und dies ist von besonderer Wichtigkeit für die Beurteilung des sogenannten Nutz- oder Brauchwassers, durch die Verwendung desselben für die Zwecke des Haushaltes, in Gewerbebetrieben, zur Straßenbesprengung u. s. w. Es gibt auch hier genügend Beispiele, daß durch infiziertes Nutzwasser Epidemien hervorgerufen wurden. Bei näherer Kenntnis der Art der Verwendung sogenannten Brauchwassers, wobei dasselbe so häufig, selbst entgegen direkten Anordnungen, auch getrunken oder wenigstens zur Bereitung von Nah-

rungsmitteln, zur Reinigung der Eßgeräte, verwendet wird, wird diese Tatsache gewiß nicht wundernehmen.

Auf welche Weise nimmt das Wasser die Krankheitskeime auf? Die Frage steht mit einer anderen, jener nach der Verbreitung der in Betracht kommenden pathogenen Keime in engster Beziehung und wird noch am leichtesten zu beantworten sein, wenn man sich den Kreislauf des Wassers und die Wassergewinnung vor Augen hält. Das als Niederschlag (Regen, Schnee, Eis) auf die Bodenoberfläche gelangte Wasser verdunstet zum Teile neuerlich, zum Teile fließt es offen ab und bildet Bäche, Flüsse, oder speist Seen, Teiche, teilweise sickert es durch die Fugen und Poren des Erdreiches, um sich dem Grundwasser beizumengen oder als Quelle wieder zutage zu treten. Auf diesem Wege gelangt es mit zahlreichen Kleinlebewesen in innige Berührung und wird beim Durchdringen oder Überfließen der an Bakterien reichen Bodenoberfläche zum Träger zahlreicher Keime, deren es sich erst dann wieder entledigen kann, wenn es Bodenschichten von gewisser Mächtigkeit und gewisser Beschaffenheit durchdrungen hat. Der wohlgefügte, von gröberer Rinnen und Fugen freie, sogenannte gewachsene Boden (humöser Boden, feiner Sandboden, erdiger Boden) stellt nämlich ein ausgezeichnetes Filter für mechanische Beimengungen des Wassers dar, das auch bei entsprechender Beschaffenheit Bakterien, deren mikroskopische Kleinheit ja allgemein bekannt ist, zurückhält. Es ist eine vielmals durch exakte Beobachtungen festgestellte Tatsache, daß Grundwasser in der Regel keimfrei ist.

Doch spielen leider die Ausnahmen von dieser Regel für die Wassergewinnung eine traurige Rolle, ebenso wie durchaus nicht in jedem Falle das als Quelle zutage tretende Wasser sich aller Keime entledigt hat. Insbesondere in letzter Beziehung sind zahlreiche Beispiele bekannt geworden, die hiervon Zeugnis geben. Auch Grundwasser, namentlich in der Nähe von Flüssen ist nicht stets von jener Qualität, die gewöhnlich reinem Grundwasser zugeschrieben wird. Als Ursache für diese Erscheinungen hat man in allen Fällen eine nicht ausreichende Bodenfiltration erkannt. Größere Gänge im Gestein, im Uferschotter des Flußbettes, breitere Kommunikationen der Bodenoberfläche mit dem Grundwasser oder Quellsee, wie sie durch Veränderungen (Faltungen) der Erdkruste zustande kommen, stellenweise unterirdisch fließende Bäche, die beim neuerlichen Zutagetreten als Quellen imponieren, zu geringe Mächtigkeit der Bodenfilterschicht u. a. können hierbei in Betracht kommen. Hierzu kommt, wenn die Wasserversorgungsanlagen nicht sorgfältig hergestellt sind, daß ein tadellos filtriertes Wasser, das genügend gut filtrierende Bodenschichten passiert hat, nachträglich durch oberflächliche Zuflüsse verunreinigt werden kann. Schlecht abgedichtete Brunnen, unvorsichtige Quellfassungen führen zu solchen Unzukömmlichkeiten.

Suchen wir nun nach dem Zusammenhange des eben Erörterten und der von uns aufgeworfenen Frage, wie krankheitserregende Keime ins Wasser gelangen, das uns zum Genusse oder als Brauchwasser dient, so ist

derselbe vor allem darin gegeben, daß in allen Fällen, wenn das in Verwendung stehende Wasser in irgend einer Weise nicht ausreichend filtrierte oberflächliche Zuflüsse erhält oder erhalten kann, auch die Möglichkeit vorliegt, daß es krankheitserregende Mikroorganismen aufnimmt, beziehungsweise seiner sich nicht entsprechend entledigt. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein solcher Fall eintritt, wird je nach den besonderen Umständen eine verschieden hohe sein; Niederschlagsgebiet, Nachbarschaft der Wasseranlagen, Regenzeit oder Trockenheit, Jahreszeit, noch manche andere akzidentelle Momente spielen hier mit. Bei dem Umstande, daß jederzeit Krankheitserreger auf die Bodenoberfläche oder in Oberflächenwasser gelangen können, wie durch Spülen von Wäsche in Bächen, Benützung offener Dungstätten, Einmündung von Sielen in Wasserläufe, die zur Wasserversorgung dienen oder damit wenigstens in Zusammenhang stehen, wird jeder oberflächliche Zufluß, gleichgültig ob er im Zeitpunkte der Beobachtung krankheitserregende Keime führt oder nicht, als verdächtig gelten müssen. Gewiß einer besonderen Erwähnung wert sind dann jene Fälle, wenn durch undicht hergestellte Senkgruben oder Brüche von Kanalaröhren der Inhalt in das umgebende Erdreich austritt und das Grundwasser infiziert. Auch hier ist es natürlich völlig gleichgültig für die Beurteilung im einzelnen Falle, ob ausgesprochene Krankheitserreger hierbei verschleppt werden oder nicht, da die Möglichkeit, daß derlei Zwischenfälle eintreten, jederzeit zugegeben werden muß.

Damit haben wir unsere Anforderungen an ein Trinkwasser und Nutzwasser, die wir eingangs dahin präzisierten, daß dasselbe keine Infektionskrankheiten übertragen dürfe, auch schon erläutert und des näheren ausgeführt. Ein Wasser, das wir als geeignet ansehen, darf keine oberflächlichen und keine nicht genügend filtrierten Zuflüsse erhalten. Durch gründliche Beobachtung der lokalen Verhältnisse (den sogenannten Lokalausganschein), wobei der Geologe vielfach das entscheidende Wort führt, durch eine Reihe sinnreicher Methoden, wie Verwendung spezifischer Bakterien, die wir an der verdächtigen Stelle einbringen und auf die wir ein Wasser neuerlich prüfen, oder Benützung von stark färbenden Farbstofflösungen gelangen wir vielfach ans Ziel. Nur beiläufig sei bemerkt, daß uns der absolute Keimgehalt des Wassers nur dann untrügliche Behelfe an die Hand gibt, wenn wir mit entsprechendem Vorbehalte, mit einer Reihe von Kautelen an die Untersuchung herantreten. Von vorneherein könnte man ja glauben, daß, nachdem es ausschließlich auf die Prüfung der Bodenfiltration ankommt, die Erhebung des Keimgehaltes von entscheidender Bedeutung sein müsse. Es kommen aber bei der Untersuchung natürlicher Wässer akzessorische Verunreinigungen durch Bakterien, die im Brunnen, im Reservoir, in der Quellstube erst zur Entwicklung kommen und sich dem Wasser beimengen, demnach weder auf oberflächliche Zuflüsse noch auf ein Wasser deuten, das eine ungenügende Bodenfiltration durchgemacht hat.

Es würde zu weit führen, wenn ich ausführen wollte, wie man in solchen Fällen sich orientiert; es bedarf hierbei außer eingehender fachmännischer Kenntnisse auch noch ausgedehnter Erfahrungen.

Hält man sich unsere Anforderungen an ein Trink- und Nutzwasser vor Augen, so ergibt sich, daß Wasser von Seen, Teichen, Flüssen zum Gebrauche und Genusse ohneweiters nicht tauglich ist. In solchen Fällen müssen, wenn infolge bestimmter örtlicher Verhältnisse Grund- oder Quellwasser nicht beschafft werden können, Reinigungsverfahren in Anwendung kommen, die uns die Gewähr bieten, daß etwa in das Wasser hineingelangte Krankheitserreger daraus entfernt werden. Das Gleiche gilt für Quell- und Grundwasserversorgungsanlagen, sofern sie nach dem oben Gesagten nicht als einwandfrei gelten können, ebenso für Wasser, das infolge akzidenteller Verunreinigung plötzlich zum Überträger von Epidemien geworden ist und dem Genusse und Gebrauche nicht entzogen werden soll. Man kann im allgemeinen mechanische, biologisch-mechanische und chemische Reinigungsverfahren unterscheiden, die verschieden leistungsfähig sind und von denen wohl auch jedes seine besonderen Indikationen hat. Wir wollen sie der Reihe nach betrachten und jene näher kennen lernen, die heute durch ihre Erfolge an erster Stelle stehen. Hierunter werden auch ältere, bewährte Verfahren, soweit sie gegenwärtig üblich sind, zu berücksichtigen sein.

Handelt es sich um die Reinigung von Wasser im Großen — für die Zwecke der Wasserversorgung großer

Städte — so kommt in erster Linie die sogenannte zentrale Sandfiltration in Betracht, ein Verfahren, das schon seit einer Reihe von Jahrzehnten eingebürgert ist und bei richtiger Anwendung ganz vortreffliche Resultate gibt. Zahlreiche Städte in Europa und auch in Amerika haben solche Anlagen errichtet. Das Wasser, das mittels besonderer Vorrichtungen aus einem Flusse, einem Teiche, gelegentlich auch aus dem Grundwassersee geschöpft wird, durchsickert $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter hohe Schichten von Feinsand, die von Sand und Schotter größerer Korngröße getragen werden. Das Filtermateriale ist in gemauerten Kammern, Bassins, die eingedeckt oder offen sind, aufgespeichert und wird gelegentlich, wenn die oberen Sandschichten verschlickten und demnach für das zu filtrierende Wasser schwerer durchgängig werden, gereinigt und erneuert. Passiert nun Wasser frisch gefüllte Sandfilterbecken, so bleibt nur ein sehr kleiner Teil der feineren Schwebestoffe inklusive der kleinsten Lebewesen in den Poren des Sandes zurück, ein Filtrationseffekt ist so gut wie nicht vorhanden. Erst allmählich, wenn die Filter „eingearbeitet“ sind, entsteht durch biologische Vorgänge, infolge Vermehrung der abgelagerten Kleinlebewesen, eine Decke von Organismen, eine „Filterhaut“, der dann die eigentliche Filtration der Schwebestoffe zufällt. Solche eingearbeitete Filter liefern nun häufig ein Wasser, das auch fast völlig von den Keimen, die das Rohwasser enthält, befreit ist, und bieten daher bei gutem Betriebe der Anlage eine Gewähr, daß Krankheitskeime aus dem zur Wasserversorgung verwendeten Oberflächen-

wasser nicht ins Trink- und Brauchwasser gelangen. Soll der hier skizzierte Vorgang tatsächlich von günstiger Wirkung sein, so müssen eine Reihe von Vorbedingungen geschaffen werden, die sich insbesondere auf den gleichmäßigen, stetigen Gang der Filtration erstrecken. Zufluß- und Abflußmenge, Filtrationsdruck und Filtrationsgeschwindigkeit müssen in bestimmter Weise geregelt sein. Gut arbeitende Filterwerke bedienen sich zu diesem Zwecke eines ziemlich umfangreichen Apparates. Insbesondere die Regulierung der Filtrationsgeschwindigkeit setzt maschinelle Vorrichtungen voraus, deren Bedienung zwar gewöhnlich eine einfache ist, die aber immerhin manche konstruktive Details in der Filteranlage bedingen. Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die Geschwindigkeit, bei der die Filtration in den Sandfilterwerken geleitet wird, eine sehr geringe ist und durchschnittlich nur wenige Meter pro 24 Stunden beträgt. Eine solche langsame Geschwindigkeit erweist sich mit Rücksicht auf den Filtrationsvorgang als notwendig, der nur dann ungestört verläuft, wenn dieselbe eine derartige mäßige ist. Infolge dessen können pro Quadratmeter Filterfläche durchschnittlich nur 2—3 m^3 Wasser täglich filtriert werden, was zur Folge hat, daß die Filteranlagen in großer Ausdehnung gebaut werden müssen, soll dem Wasserbedarfe unter allen Umständen entsprochen werden können. Rechnet man als Durchschnittsmaß des Wasserbezuges für den einzelnen im Tage 100 l = 0.1 m^3 , so ist für eine Einwohnerzahl von 20.000 unter Zugrundelegung der oben angeführten Zahlen eine

Filterfläche von 700—1000 m^2 nötig. Hierzu kommt noch die Reservefilterfläche, die für den Fall herangezogen werden muß, wenn einzelne Filter gereinigt und aufgebaut werden.

Die Anlagekosten eines solchen Zentralsandfilterwerkes sind daher nicht gering.

Wesentlich niedriger stellen sich die Kosten der sogenannten Schnellfiltration, eines Systems, das namentlich in Amerika Eingang gefunden hat. Hierbei handelt es sich um eine Filtration durch Grobfilter mit großer Geschwindigkeit, so daß kleinere Filterflächen gewählt werden können. Die Vorbereitung des Wassers für die Filtration erfolgt durch Versetzen mit Tonerdesalzen, wodurch im Wasser ein Niederschlag von Tonerdehydrat gebildet wird, der auch auf die Filter gelangt und dort, indem er zwischen die Poren eingelagert wird, in erster Linie sich an der Bildung der Filterschicht beteiligt. Wir haben es daher in diesem Falle mit einer künstlichen Schlickschicht an Stelle der in den Feinsandfiltern (zentrale Sandfiltration) durch biologische Vorgänge gebildeten Filterschicht zu tun, die anscheinend in der gleichen verlässlichen Weise die Schwebestoffe des Rohwassers inklusive der Bakterien zurückhält. Die rasche Filtration — der Durchtritt großer Wassermengen — bedingt es, daß solche Schnellfilter häufig gereinigt werden müssen. Eine nennenswerte Störung im Filtrationsbetriebe wird aber durch die Manipulation der Reinigung, die durch Rückspülung vorgenommen wird, nicht bewirkt.

Die beträchtlich niedrigeren Anlagekosten dieses auch als Alaunverfahren bezeichneten Systems im Vereine mit seiner Leistungsfähigkeit sichern demselben in der Zukunft eine ausgedehnte Anwendung.

Eine wesentliche Aufgabe der Sandfiltration — Feinfilter — und Schnellfiltersystem — besteht außer der Entfernung krankheitserregender Bakterien auch in der mechanischen Klärung des Wassers, da Klarheit für Trinkwasser als wesentliche Eigenschaft gilt und auch für Brauchwasser in vielen Fällen außerordentlich geschätzt wird. Nicht immer kommt ein genügender Kläreffekt durch die Sandfiltration zustande. Insbesondere die feinen Tontrübungen, die manches Wasser, entsprechend dem Charakter der Bodenschichten, die es überströmt, mit sich führt, entgehen der Filtration oft in einem höheren Maße — wegen ihrer besonderen Kleinheit — als die im Wasser befindlichen Bakterien. In solchen Fällen wirkt das Alaunverfahren anscheinend besser als die Filtration durch Feinsand.

Von besonderer Bedeutung für den Betrieb der Sandfilter wird gelegentlich eine starke Ansammlung von Schwebestoffen im Rohwasser, sei es, daß dieselbe durch Hochwasser zustande kommt, sei es, daß — wie in Seen, wenn solche zur Wasserentnahme dienen — eine üppige Entwicklung von Fauna und Flora, zusammengefaßt unter dem Namen Plankton, platzgreift. Die Filter sind in wenigen Tagen verschlickt und müssen gereinigt werden. Ist nicht eine reich bemessene Reservefilterfläche vorhanden,

können solche Störungen zu einer Katastrophe für die Wasserversorgung werden.

In verschiedenen Filterwerken begegnet man einem solchen Übelstande durch Anlage von Vorfiltern — Grobsandfiltern —, die das Rohwasser von den größten Sink- und Schwebestoffen befreien, ehe es auf die Feinfilter gelangt.

Es steht zu erwarten, daß diese Einrichtung sich gut bewähren wird.

Einer Filtration durch Grobfilter wird das Wasser auch mit Vorteil dann unterzogen, wenn die eigentliche Reinigung des Wassers auf einem anderen Wege erfolgt.

Wir wenden uns der Besprechung jener Verfahren zu, bei welchen durch Zugabe chemisch wirksamer Substanzen eine Vernichtung der im Wasser befindlichen Bakterien — durch Desinfektion — angestrebt wird. Es ist klar, daß bei den hierher gehörigen Verfahren, bei welchen fremdartige Zusätze zum Wasser gemacht werden, Beschaffenheit und Menge derselben für die Tauglichkeit des Wassers keineswegs gleichgültig sein können. Es sei auch hier im vorhinein gesagt, daß die chemischen Methoden der Wasserreinigung im allgemeinen nicht befriedigen.

Am meisten Verbreitung haben noch das Schumburgsche und das Traube-Lodesche Verfahren gefunden. Bei ersterem erfolgt die Desinfektion durch Brom, bei letzterem durch Chlorkalk. Der Überschuß wird durch schwefligsaures Natron beseitigt. Insbesondere das letztere Verfahren, auf Grund der Lodeschen Vor-

schrift ausgeführt, hat sich bei einigen Epidemien bewährt. Es hat sich aber auch hier durch Untersuchungen der neueren Zeit herausgestellt, daß, wenn die Chlorkalkmenge derart hoch bemessen wird, daß die Desinfektionswirkung der zugesetzten Menge mit absoluter Sicherheit sich geltend macht, eine schädliche Nebenwirkung der dem Wasser zugeführten oder in demselben entstandenen fremdartigen Substanzen nicht mit Sicherheit vermieden werden kann. Andererseits war der desinfektorische Effekt, wenn mit der Chlorkalkmenge die zulässige Grenze nicht überschritten wurde, ein unzuverlässiger. Als noch weniger verläßlich hat sich der Zusatz von Weinsäure, Zitronensäure und anderen anorganischen und organischen Ingredienzien zum Wasser erwiesen. Stets haben die von verschiedenen Seiten empfohlenen Methoden einer exakten Nachprüfung nicht Stand gehalten.

Verschiedene Umstände haben dazu geführt, daß alle chemischen Wasserreinigungsverfahren bisher im Großen nur vereinzelt Anwendung gefunden haben. Jedenfalls liegt keiner einzigen Wasserversorgung die Idee einer Reinigung durch chemische Zusätze zugrunde, und es handelte sich stets bei der Anwendung eines solchen Verfahrens um eine Notmaßregel, die zur Zeit der Infektion der Brunnenanlage oder Wasserleitung durch ein in daselbe gelegentlich hineingelangtes schädliches Agens provisorisch zur Durchführung kam. Außer der zu wenig erprobten Verläßlichkeit mögen es wohl auch noch technisch bedeutsame Gründe sein, die die chemischen Wasserreinigungsverfahren als wenig praktikabel erscheinen lassen.

In der neueren Zeit gewinnt ein Verfahren der Wasserreinigung immer mehr an Boden, das sich den genannten im Prinzip zwar eng anschließt, sich aber vor allem dadurch unterscheidet, daß keine fremdartigen Stoffe im Wasser nach Ablauf der chemischen Reaktionen zurückbleiben, da das Reagens gasförmiger Natur ist und bei der Reaktion zum größten Teile verbraucht wird. Es ist dies die Ozonisierung des Wassers, ein Verfahren, dessen Anwendung auch im Großen geplant ist. Auch hier waren zuerst Schwierigkeiten technischer Natur zu überwinden.

Das Prinzip desselben ist folgendes. Durch hochgespannte, intermittierende Ströme wird Ozon erzeugt, und mit der damit beladenen Luft wird das Wasser, das über Koks- oder Kiestürme rieselt, imprägniert. Im Wasser vollzieht sich nun die intensiv keimzerstörende Wirkung des Ozons, bekanntlich einer Modifikation des Sauerstoffes, wobei außerdem auch die gelösten organischen Stoffe eine Oxydation erfahren. Das Ozon wird hierbei in Sauerstoff übergeführt. Die Desinfektionswirkung des Ozons ist eine außerordentlich intensive, soferne es nur in innige Berührung mit dem Wasser kommt, was durch Wahl einer passenden Korngröße des Kieses und regelmäßigen Betrieb erreicht wird. Um zu verhindern, daß Wasser undesinfiziert die Anlage passiert und in die Leitung gelangt, wird automatisch der Wasserabfluß gesperrt, sobald durch Störungen im maschinellen Betriebe in der Ozonerzeugung eine Unterbrechung eintritt.

Von einem gewissen Belange für die Desinfektionswirkung durch Ozon ist die Menge gelöster organischer

Substanzen, die zum Teile, wie schon erwähnt, gleichfalls durch Ozon zersetzt werden. In einem an organischen Substanzen reichen Wasser muß daher eine größere Menge von Ozon in Aktion treten, damit der Desinfektionseffekt ein gleich günstiger ist. Dies erhöht selbstverständlich die Betriebskosten, die beim gegenwärtigen Stande der technischen Produktion keineswegs schon als mäßig bezeichnet werden können.

Da das Ozon selbstverständlich auf die suspendierten Bestandteile des Wassers nicht einwirkt, ist auch in diesem Falle eine Vorfiltration des Rohwassers vorgesehen.

Größere Ozonisierungsanlagen bestehen gegenwärtig in Wiesbaden und Paderborn. In ersterem wird das Wasser aus den Tiefbrunnen, die zur Wasserversorgung dienen, ozonisiert. Paderborn bietet ein schönes Beispiel für den Fall, daß Quellen ein minderwertiges, sanitär bedenkliches Wasser liefern können.

Lange Zeit mußte die Stadt unter den sich häufig wiederholenden Typhusepidemien leiden, deren Beziehung zum Wasser sichergestellt ist, bis sie sich endlich zur Einführung des Ozonisierungsverfahrens entschloß.

Die Erwartungen, die sich gegenwärtig an dieses Verfahren knüpfen, sind große, da unter gewissen Betriebsbedingungen regelmäßig verlässliche Resultate erzielt werden. Hoffentlich werden die Erwartungen bald durch ausgedehnte Erfahrungen bekräftigt und gerechtfertigt.

Versuche, durch Elektrizität, und zwar durch Elektrolyse, Trinkwasser zu reinigen, wurden im An-

schlusse an die Reinigung von Schmutzwässern auf diesem Wege von verschiedenen Seiten angestellt. Eine besondere Bedeutung jedoch kann denselben in ihrer bisherigen Ausdehnung nicht zuerkannt werden.

Als eine der am sichersten und verlässlichsten wirkenden Methoden der Sterilisierung im allgemeinen ist die Hitze anzusehen. Voraussetzung ist nur, daß die abzutötenden Kleinlebewesen in feuchtem Zustande den höheren Temperaturen ausgesetzt werden, da trockene Hitze (warme Luft) dieselben nur sehr wenig schädigt.

Es gelingt demnach sehr leicht, durch entsprechendes Erhitzen des Wassers dasselbe von den schädlichen Keimen zu befreien. Der Nachteil einer solchen einfachen Erhitzung, z. B. durch Abkochen des Wassers, liegt aber darin, daß der Genußwert in diesem Falle stark herabgesetzt wird. Schon die Abkühlung des erwärmten Wassers auf die gewünschte Temperatur begegnet gewissen Schwierigkeiten. Insbesondere aber ist ein derartiges gekochtes Wasser von wenig erfrischendem Geschmacke, da die freie und halbgebundene Kohlensäure vollständig oder teilweise beim Erhitzen entweicht. Auch ein nachträglicher Zusatz von Stoffen, die den Geschmack des gekochten Wassers verbessern sollen, wie Zitronensäure, Limonadeessenzen u. a., kann nur als ein Notbehelf Geltung haben. Die Reinigung des Wassers durch Erhitzen ist erst in der letzteren Zeit durch vollkommeneren Apparate in einer derartigen Weise gelungen, daß auch kleinere Gemeinden daran denken könnten, minderwertiges Trink- und Brauchwasser für den allgemeinen

Konsum auf diese Weise zu behandeln. Der springende Punkt bei der Konstruktion solcher Apparate lag darin, Einrichtungen zu schaffen, die den Genußwert des Wassers bei verlässlicher Sterilisierung ungeschmälert lassen. Dies ist in zufriedenstellender Weise dadurch gelungen, daß das Wasser in einem geschlossenen System kreist, so daß beim Erhitzen, das auf cirka 110°C . durch etwa 3 Minuten vorgenommen wird, die Kohlensäure nicht entweichen kann und eine stärkere Zersetzung der die Härte des Wassers bedingenden Substanzen ausbleibt. Gleichzeitig wird durch Rückstromvorrichtungen das erwärmte Wasser in einer ungemein vollkommenen Weise gekühlt, indem es, und zwar gleichfalls in ganz geschlossenem System, von dem einströmenden Rohwasser bei großer Oberfläche der Berührungswandungen innig umspült wird, so daß ein fast vollständiger Temperatenausgleich erfolgt. Der einzige Übelstand, der gegenwärtig derartigen Apparaten noch anhaftet, liegt in dem nicht kleinen Anschaffungspreise derselben. Die Betriebskosten sind hingegen recht mäßige. Die verschiedene Größe der Apparate — von mancher Type werden in der Stunde 10 *hl* geliefert — lassen dieselben den verschiedensten Bedürfnissen gut anpassen.

Im allgemeinen kann es zweifellos als berechtigt gelten, daß für eine einwandfreie Beschaffenheit — eventuell Reinigung — des Wassers zentral Sorge getragen und das Wasser bereits in tadelloser Qualität den Konsumenten zugeführt werden muß. Es obliegt daher in der Regel den Gemeinwesen, für eine entsprechende Reini-

gung des Wassers, wenn eine solche auf Grund hygienischer Momente als notwendig erscheint, aufzukommen. Eine solche zentrale Reinigung entspricht auch allein strengen hygienischen Anforderungen. Nur so kann einer Verschleppung von Krankheitsstoffen, einer Weiterverbreitung von ansteckenden Krankheiten wirksam vorgebeugt werden.

Handelt es sich aber um eine Wasserversorgung im kleinen Maßstabe oder wird das Wasser einer großen Anlage unerwartet infiziert — bei undichten Brunnenverkleidungen, nicht genügend isolierter Quellstube etc. — so können von den einzelnen Konsumenten immerhin mit Vorteil Vorkehrungen getroffen werden, die ihn vor der Schädigung durch den Genuß des Wassers schützen, ja öfters wird auch das Mißtrauen gegenüber der zentralen Reinigungsanlage oder eine besondere Ängstlichkeit den einzelnen veranlassen, sein Quantum einer besonderen Reinigung zu unterziehen.

Wir hätten uns daher noch mit der Sterilisierung, beziehungsweise Reinigung des Wassers im Kleinen, im Haushalte zu beschäftigen. Für diese Zwecke spielen insbesondere die sogenannten KleinfILTER eine Rolle. Es handelt sich hierbei in allen Fällen um stark gebrannte oder gepreßte Materialien, aus den verschiedensten Substanzen bestehend, die in Form von „Kerzen“ oder zylindrischen Stücken mit größerem Querschnitt, wohl auch in Form von Platten konstruiert sind oder vollkommen lose Filtersubstanzen vorstellen, wie feingeschlämmter Asbest, die die Filterschicht

bilden, wenn sie auf eine poröse Grundlage aufgeschwemmt werden.

Die meisten dieser KleinfILTER können an die Wasserleitung angeschraubt werden, überdies ist fast bei allen Systemen die Einrichtung getroffen, daß das Wasser auch durch eine Pumpe aus Brunnen, Zisternen, Teichen etc. gefördert werden kann. Die meiste Verbreitung haben für praktische Zwecke die sogenannten Berkefeldfilter, aus Kieselguhr (Infusorienerde) hergestellt, gefunden. Auch ein Fabrikat der heimischen Industrie, das sogenannte Delphinfilter, hat eine ausgedehnte Verwendung gefunden.

Die gesamten KleinfILTERsysteme, wenigstens soweit es sich um sogenannte feste Filter handelt, sind von einem Gesichtspunkte aus zu beurteilen, insoferne als auch dem besten derselben praktische Mängel anhaften, die der allgemeinen Anwendung bisher vielfach hinderlich gewesen sind.

Gute KleinfILTER liefern anfangs ein völlig keimfreies Filtrat. Der Sterilisierungseffekt ist daher ein außerordentlich günstiger, was durch zahlreiche Erfahrungen an Berkefeld- wie auch Delphinfiltern sich ergibt. Es verdient aber bemerkt zu werden, daß für den Filtrationseffekt nicht nur die Wahl des Systems von Bedeutung ist, sondern daß auch die einzelnen „Filtersteine“ häufig nicht gleichmäßig genug hergestellt sind. Ungleichmäßiges Pressen des Materials, ungleichmäßige Abkühlung des Steines nach dem Brennen führen mitunter zu feinen Rissen im Filterkörper, die das Rohwasser ungefiltert hindurchtreten lassen. Handelt es sich aber selbst um tadellos

arbeitende Filtermaterialien, so tritt früher oder später, bei ungünstigem Rohwasser schon nach wenigen Tagen, Verschlammung des Filters ein, so daß die Ergiebigkeit desselben kontinuierlich sinkt, und anderseits finden sich nun eine größere oder geringere Anzahl von Bakterien im Filtrat, die durch das Filter hindurchgetreten sind. Zum Teile beruht letzterer Umstand auf dem aktiven Durchwachsen der Keime durch die Poren, zum Teile werden diese unter gesteigertem Drucke durchs Filter gepreßt. Eine Zeitlang kann durch Abbürsten der Oberfläche der Steine oder durch Ausglühen derselben eine teilweise Regenerierung bewerkstelligt werden, auch die keimdichte Filtration kann vielfach hierdurch wiederhergestellt werden, nach wenigen Tagen aber wiederholt sich das Spiel von neuem und der Stein muß ausgewechselt und durch einen frischen ersetzt werden. Durchschnittlich liefern daher KleinfILTER nur durch einige Tage verlässlich keimfreies Wasser. Daß hierin ein großer praktischer Nachteil liegt, braucht nicht besonders betont zu werden.

Andere Verfahren der Reinigung von Wasser im Kleinen haben sich bisher wenig eingebürgert. Zusätze von chemisch wirksamen Substanzen können auch deshalb für die Zwecke des Haushaltes nicht recht empfohlen werden, weil sie eine genaue Kontrolle der Ingredienzien und der Bereitung der Lösungen erheischen, die von dem einzelnen kaum gewährleistet werden kann.

Stehen nicht ähnliche vollkommene Kochapparate zur Verfügung, wie sie für die Verwendung im Großen schon kurz beschrieben wurden, so bleibt in vielen Fällen für

den Gebrauch im Haushalte nichts übrig, als das Wasser abzukochen und hinterdrein möglichst vollkommen zu kühlen. Daß hierdurch der Genußwert des Wassers in hohem Maße leidet, wurde schon betont.

Nicht unerörtert möchte ich die Anschauung lassen, daß durch Hinzufügen von etwas Branntwein, Kognak u. dgl. zum Wasser dasselbe seine gesundheitsschädlichen Eigenschaften verliert.

Wir sind damit bei den Hausmitteln angelangt, die sich aber gerade beim Wasser wenig bewähren. Ich will nicht untersuchen, inwieweit unter Umständen ein Alkoholzusatz zum Wasser die Verdauung günstig beeinflussen kann, sicher aber ist, daß bei den angewendeten Konzentrationen eine Desinfektionswirkung des Alkohols im Wasser sich nicht geltend machen kann.

Auch Brausepulver, Limonadeessenzen als Zusätze berauben ein Wasser keineswegs verlässlich seiner schädlichen Eigenschaften.

Die Gepflogenheit, an Stelle des Wassers Mineralwässer zu trinken, erheischt noch eine kurze Bemerkung. Vom hygienischen Standpunkte ist es von entscheidender Bedeutung, ob es sich um natürliche Wässer handelt, beziehungsweise welche Beschaffenheit, wenn künstliche Mineralwässer in Frage kommen, das zur Fabrikation dienende Wasser aufweist.

Natürliche Mineralwässer sind, da man aus den verschiedensten Gründen der Quellfassung, dem Schutze des Quellgebietes besondere Sorgfalt zuwendet, in den meisten Fällen ganz einwandfrei. Künstliche Mineral-

wässer werden aber sehr häufig aus minderwertigem Wasser hergestellt, und es kommt hierbei noch weiter in Betracht, daß auch die Herstellung und Füllung des Produktes selten in so einwandfreier Weise sich abspielt wie die Füllung der natürlichen Mineralwässer. Künstliche Mineralwässer können demnach auch Krankheitserreger enthalten. Man hat nachgewiesen, daß Typhusbazillen infolge der Imprägnierung des Wassers mit Kohlensäure (Sodawasser) keineswegs rasch zugrunde gehen.

Bisher hatten wir für den Gebrauch im Kleinen wie für die Zwecke einer Wasserversorgung im Großen nur jene Reinigungsverfahren ins Auge gefaßt, die darauf ausgehen, das Wasser von den schädlichen Keimen zu befreien. Ihnen kommt auch bei weitem die größte Wichtigkeit zu.

In manchen Fällen erheischen aber ganz bestimmte Verhältnisse auch noch eine Reinigung in chemischer Hinsicht. Für die Trinkwasserversorgung spielt hier insbesondere die sogenannte Enteisung des Grundwassers eine bedeutsame Rolle. Führt nämlich ein Wasser Eisenoxydulverbindungen, so kommt es sehr leicht zu Wucherungen eines Pilzes, der sogenannten Wasserpest, *Crenothrix polyspora*, die die Rohre verstopft und zu schweren Kalamitäten in der Wasserversorgung führen kann. Ein Wasser, das solche Verbindungen führt, ist auch nicht appetitlich, da es sich an der Luft durch Zersetzung und Oxydation der Eisensalze bald trübt und schließlich auch Eisenschlamm absetzt.

Es ist auf die verschiedenste Weise gelungen, das Eisen aus dem Wasser zu entfernen; die Verfahren beruhen alle darauf, dem Wasser Sauerstoff (Luft) in genügender Menge zuzuführen, so daß die Eisenoxydverbindung, die unlöslich ist, sich ausscheidet. Gleichzeitig wird durch Sand- oder Kiesfilter der Eisenschlamm abfiltriert.

Für technische Zwecke spielt dann das sogenannte Weichmachen des Wassers eine große Rolle. Wenngleich der Gehalt an den Salzen der alkalischen Erden (Kalk, Magnesia), das, was man Härte nennt, für die Gesundheit keineswegs ganz gleichgültig ist, kommt ein künstliches Weichmachen des Wassers für Trinkwasser nicht in Betracht, da die Zusätze, die das Wasser hierbei erfährt, dasselbe ungenießbar machen.

Ich bin am Ende meiner Ausführungen und danke Ihnen für das Interesse, das Sie an dem Gegenstande genommen haben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Schattenfroh Arthur

Artikel/Article: [Neuere Wasserreinigungs-Verfahren. 79-104](#)