Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 36 (1945)

Heft: 6

Artikel: Hinweis auf eine bakteriologisch-hydrologische Arbeitsmethode

Autor: Mazurczak, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982837

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Hinweis auf eine bakteriologisch-hydrologische Arbeitsmethode

Von *L. Mazurczak*, Bern

In der Hydrologie und besonders bei Quellenuntersuchungen für Trinkwasserversorgungen stellt sich häufig das Problem, Zusammenhänge zwischen Oberflächenwassern, Quellen und unterirdischen Gerinnen festzustellen oder im Falle der Verunreinigung von Quellen die Herkunft der Verunreinigung durch zweckdienliche Versuche abzuklären. Es stehen hiezu eine ganze Reihe verschiedenartiger Methoden zur Verfügung. Allgemein wird dabei in der Weise verfahren, dass das verschwindende Wasser durch eine leicht lösliche, gut erkennbare, beliebig dosierbare Substanz «markiert» wird, welche sich in ihm verteilt und an den Quellpunkten damit den Zusammenhang zu erkennen gibt. Nach *Keilhack*[1]) haben die angewendeten Mittel einer ganzen Anzahl von Bedingungen zu entsprechen, nämlich Löslichkeit im Wasser, Unzersetzbarkeit auf dem unterirdischen Wege, leichte Wiedererkennbarkeit, Billigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen absorbierende Stoffe und Unschädlichkeit für Menschen, Tiere und Pflanzen. Es kommen demnach in Betracht:

1. Chemisch oder spektroskopisch nachweisbare Stoffe: Kochsalz, Chlorkalk, Chlorlithium.
2. Durch den Geruch nachweisbare Stoffe.
3. Durch Färbung nachweisbare Stoffe: Fuchsin, Uranin.
4. Feste Körper, welche unmittelbar oder unter dem Mikroskop oder auf biologischem Wege sich wieder erkennen lassen.

Die Angaben von *Keilhack*[1]) liessen sich dahin ergänzen, dass unter Umständen sich auch rein physikalische Methoden, z. B. Temperaturmessungen, Vergleich des Ganges der periodischen und vor allem der aperiodischen Temperaturschwankungen, Messung der elektrischen Leitfähigkeit und chemische Methoden, z. B. das Verhalten des natürlichen Chemismus der zu vergleichenden Wasser beiziehen lassen.

Als wertvolle Hilfsmittel haben in der Praxis besonders das Färbverfahren mit Fluoresceinfarbstoffen und das Kochsalzverfahren weitere Verwendung gefunden. Wertvolle Erfahrungen über das Färbverfahren sind in der Schweiz durch *Schardt*[2]) und in den letzten Jahren durch *Sprecher*[3])[4]) mitgeteilt worden.

Es steht damit eine ganze Reihe von Methoden zur Verfügung, welche einzeln oder kombiniert in der Regel die Frage nach dem Zusammenhang bzw. nach der Identität von unterirdischen Wassern, oberirdischen Wasserläufen und Quellen befriedigend beantworten lassen. Alle diese Methoden können nicht restlos genügen, wenn die Problemstellung nicht nur auf die blosse Identität im engeren Sinne des Wortes zweier Wasser, sondern im besondern auf die Ab-

klärung ihrer gegenseitigen bakteriologischen Beeinflussung und Verunreinigung abzielt. So kann der Färbversuch eindeutig den Zusammenhang eines Bachlaufes mit einer Quelle bewiesen haben; trotzdem aber ist damit noch keineswegs mit Sicherheit festgestellt, ob eine bakteriologische Verunreinigung der Quelle tatsächlich durch den Bach verursacht werde, d.h. ob der unterirdische Weg Bach - Quelle des Wassers ein genügendes, natürliches Filter darstelle oder ob sie erst im Untergrunde, nachdem möglicherweise die primäre Bachverunreinigung teilweise oder ganz eliminiert worden ist, stattfinde. Es ist damit naheliegend, die allgemeiner bekannten Arbeitsmethoden durch bakteriologisch-hydrologische, d.h. nach *Keilhack* durch Verwendung fester Körper, die sich auf biologischem Wege feststellen lassen, zu ergänzen. Die Möglichkeit solcher Methoden wird in der Literatur selten und dann nur beiläufig erwähnt. *Keilhack*[1]) z.B. begnügt sich mit dem Hinweis: «Ebenso haben leicht erkennbare Mikroben wie Bazillus violaceus und B. pyocyaneus dem gleichen Zwecke dienen müssen.» Diese Methoden blieben zu Unrecht wenig beachtet. Im Falle hygienisch orientierter Fragestellung stellen sie bei hydrologischen Untersuchungen und Quellenproblemen eine notwendige Ergänzung der oben erwähnten reinen Identifizierungsmethoden dar. Ein Hinweis auf deren Arbeitsmethoden dürfte damit auf weiteres Interesse stossen*).

Unsere Erfahrungen stützen sich auf Untersuchungen im Quellgebiet einer Dorfwasserversorgung, welche während des Sommers 1945 im Zusammenhang mit einer Typhusepidemie durchgeführt worden sind. Es muss in Berücksichtigung dieses letzteren Sachverhaltes unser Hinweis auf diese bakteriologisch-hydrologische Arbeitsmethode sich im wesentlichen mit der Grundlage und der prinzipiellen Art des Vorgehens begnügen. Detailergebnisse, welche sich nur auf den speziellen Fall beziehen, können nur in summarischer Form mitgeteilt werden.

Unsere Arbeitsmethode stellte eine *künstliche Infizierung* der Sickerwasser an vorher bestimmten Stellen des Quelleneinzugsgebietes mit Bakterien und deren Nachweis in den Quellen dar. Die Infizierung geschah zum Teil direkt in versickernde Rinnsale, zum weitern Teile wurde an ausgewählten Punkten des Einzugsgebietes die Erdoberfläche vor einer Regenperiode und damit indirekt der versickernde Teil der Niederschläge infiziert. Diese zweite, indirekte Methode durch Infizierung des Bodens im Einzugsgebiet ist besonders zu beachten, da sie Möglichkeiten verspricht, die durch die eingangs erwähnten, bekannteren Arbeitsmethoden nicht erfasst werden können.

Zur Infizierung wurden harmlose, nicht pathogene Keime ausgewählt, welche im Boden nicht abgetötet werden, nicht der natürlichen Fauna der Quellen

---

*) Die hier kurz dargestellte Arbeitsmethode wurde auf Anregung und unter Leitung von Herrn PD Dr. med. *Regamey*, Bern, als ad hoc-Lösung ausgearbeitet. Einen wesentlichen Teil der geologischen Arbeit führte Dr. *W. Tr. Keller*, Basel, aus. Beiden Herren sei mein verbindlichster Dank ausgesprochen.

angehören und Farbstoffe bilden, die das Testbakterium leicht erkennen lassen. Im vorliegenden Falle wurde das rote *Bacterium prodigiosum* verwendet. Es sind aber auch ohne weiteres andere Keime, z.B. *Bact. violaceum* brauchbar. Ein Vorteil der Methode liegt darin, dass bei Verwendung verschiedener Testbakterien innerhalb des gleichen Versuches eine Untersuchungsreihe mit im Resultat durch die Testbakterien identifizierbaren verschiedenen Infizierungspunkten zusammengefasst werden kann.

Das *Bact. prodigiosum* wurde in Fernbachkolben auf Agar gezüchtet und in physiologischer Kochsalzlösung ausgeschwemmt. Im Terrain wurde eine Aufschwemmung mit einem Gehalt von 15 Milliarden Keimen pro cm^3 Wasser ausgestreut, mit pro Versuchsstelle 250—1000 cm^3 Bakteriensuspension.

Nach dem bekannten Vorgehen der Färb- und Kochsalzmethode werden auch bei dieser Arbeitsmethode an den Quellen periodisch Proben entnommen; selbstverständlich unter Berücksichtigung der bakteriologischen Arbeitsweise mit den entsprechenden Vorsichtsmassnahmen und unter Benutzung steriler Flaschen und Geräte.

Aus den an den Quellen erhobenen Proben wurden Kulturen auf Agar gezüchtet, die der besonderen Umstände halber zunächst 2—3 Tage bei Zimmertemperatur und nachher 2 Tage im Brutschrank bei 37° C bebrütet wurden. Im allgemeinen jedoch genügt eine Bebrütung während 3—5 Tagen bei Zimmertemperatur (18—20° C).

Die Wasserversorgung, die unsere hier erwähnten Untersuchungen veranlasste, war alt; mindestens ungefähr 50—60 Jahre. Im Quellgebiet war ausser der Lage und dem Zustand der Brunnstuben, welche durch die unmittelbare Ortsbesichtigung festgestellt werden konnten, nichts — weder die Lage, die Tiefe, die Art der Quellfassungen — mit einiger Sicherheit bekannt. Diesbezügliche Projektierungs- oder Ausführungspläne fehlten.

Die Brunnstuben lagen alle in künstlich aufgeschüttetem, planiertem und lockerem Terrain, das in seiner ganzen hier in Betracht fallenden Oberfläche von ca. 120 a als Siedlungsgebiet im engeren Sinne des Wortes bezeichnet werden musste. Der künstliche Boden, dessen Mächtigkeit im einzelnen wiederum nicht genau bekannt war, dürfte nach den örtlichen Verhältnissen auf ca. 2—5 m geschätzt werden. Die Zuflüsse der Brunnstuben liegen mit grösster Wahrscheinlichkeit noch im Niveau des künstlichen Terrains. Mit beinah absoluter Sicherheit darf angenommen werden, dass der Aufschüttungsboden durch Moräne unterlagert wird. Das Liegende bilden wasserundurchlässige tonige Schiefer des Lias und des Aalénien. Auch ein Teil des weitern Einzugsgebietes der Quellen, das orographisch sich vor allem als markanter Talkessel präsentiert, liegt in einer Aalénien-Schiefermulde, die mit geringmächtiger Moräne überkleistert ist. Ob die Quellen im liegenden Aalénien, in der Moräne oder im Aufschüttungsboden gefasst sind, ist nicht bekannt.

Durch die Verstopfung und den Bruch einer aus lose ineinander gefügten Tonrohren bestehenden Kanalisationsleitung in nächster Nähe von drei Brunnstuben stellte sich die Frage, ob dadurch eine vermehrte direkte Verunreinigung der Quellen verursacht werde. Da der Einlauf der Brunnstuben aus Eisenrohren bestand und die Lage der eigentlichen Quellfassungen nicht bekannt war, war von vornherein nicht auszuschliessen, dass, sofern Brunnstuben und Quellzuleitung sich in einwandfreiem Zustand befinden, die intensive Verunreinigung der allernächsten Umgebung der Brunnstuben die hygienische Qualität der Quelle nicht weiter berühre. Es wäre dies der Fall, wenn die eigentlichen Quellfassungen oberhalb der Bruchstelle liegen. Als erste Aufgabe war daher durch einen Färbversuch abzuklären, ob zwischen den von der Bruchstelle der Kanalisation herstammenden Sickerwässern und den Quellen ein direkter Zusammenhang nachgewiesen werden kann. Ein solcher konnte festgestellt werden; die Färbung der Quellzuflüsse war aber von Auge nicht erkennbar und derart geringfügig, dass sie nur unter der Quarzlampe sichtbar wurde. Es liess dies schliessen, dass zwischen Bruchstelle und Quelle sich kein direkter Zusammenhang befand und dass nur durch Defekte der Quellzuleitung minimale Mengen Sickerwasser in die Brunnstube eindringen konnten. Es liess sich eine Sickergeschwindigkeit des Wassers von 6—10 m pro Stunde errechnen. Da diese Versuche in eine ausgesprochene Trockenperiode fielen und mit Hilfe von Hydranten gearbeitet werden musste, liess sich in der Folge die Färbstelle entlang der Kanalisation von der Bruchstelle in der Richtung der vermutlichen Lage der Quellfassungen verlegen. Durch Vergleiche der Färbungsintensität der Quellzuflüsse und der Sickergeschwindigkeit liess sich dadurch die Lage mindestens eines Teiles der Fassungen annähernd festlegen.

Auf Grund dieses Resultates wurden zunächst im weitern Einzugsgebiet der Quellen 2 kleine Rinnsale von rund 1 Liter pro Minute Stärke, welche in ca. 500 und ca. 1000 m Entfernung von den Brunnstuben versickern, gefärbt und 2 Tage später mit *Bact. prodigiosum* infiziert. Der Versuch blieb ergebnislos, da die anhaltende Trockenzeit beide Rinnsale vollständig zum Versiegen brachte.

Durch weitere Prodigiosumversuche wurde schlussendlich das Einzugsgebiet in einem Halbkreis von 50—150 m um die Brunnstuben abgetastet. Dies erlaubte eine Anzahl möglicher Infizierungsherde der Quellen zu lokalisieren. Es ist zu bemerken, dass gegenüber der durch die Färbversuche festgestellten Sickergeschwindigkeit des Wassers die Bewegung des *Bact. prodigiosum* keine wesentliche Verzögerung erkennen liess. In jedem Falle, in dem ein Zusammenhang zwischen Infizierungspunkt und Quellen festzustellen war, gelang der Nachweis des Testbakteriums in den Quellen durch Proben, welche innerhalb von 24 Stunden nach der Infizierung erhoben worden sind.

Die dargestellte ad hoc-Arbeitsmethode ist der verschiedensten Abwandlungen fähig und kann damit die bekannteren Methoden der Färb- und Kochsalzverfahren in der Hydrologie wesentlich ergänzen.

Zusammenfassung

Während die Färbung und Salzung von Wasserläufen zur Feststellung des Zusammenhanges mit Wasserentnahmestellen gut bekannt ist und in der Literatur vielfach erwähnt wird, ist dies bei der Methode der Infektion durch leicht nachweisbare Mikroorganismen weniger der Fall. Dennoch bietet gerade diese Art des Nachweises eines Zusammenhanges der Wässer besonderes Interesse. An einem Beispiel werden Vorgehen und Ergebnisse eines solchen praktischen Versuches beschrieben.

Résumé

Si la recherche des rapports entre des cours d'eaux et des captages d'eau potable au moyen de colorants ou de sels est bien connue et fréquemment citée dans la littérature, tel n'est pas le cas de la méthode basée sur l'infection de l'eau au moyen de microorganismes faciles à déceler. Cependant ce mode de recherche des rapports de différentes eaux présente un intérêt particulier. La manière de procéder et les résultats d'un tel essai appliqué sont exposés à l'aide d'un exemple tiré de la pratique.

Literatur

[1]) *K. Keilhack:* Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde, Berlin 1917.
[2]) *H. Schardt:* Über Färbungsversuche mit Fluorescein an unterirdischen Wassern. Eclogae geologicae Helvetiae XI 1910.
[3]) *C. Sprecher:* Über das Färbverfahren im Dienste von Tiefbau, Wasserwirtschaft und Quellenforschung. Mon. Bulletin Schweiz. Verein v. Gas- und Wasserfachmännern 1935.
[4]) *C. Sprecher:* Die Trinkwasserversorgung der Stadt Neuveville am Bielersee, ebenda 1944.