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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 82 (1991)

Heft: 3

Artikel: Empfehlungen für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern : Bundesamt für Gesundheitswesen : Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft : Verband der Kantonschemiker der Schweiz : Verband der Kantonsärzte der Schweiz

Autor: Billo, N.E. / Bühler, H.P. / Gamp, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982417

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: 09.07.2025

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

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **82**, 243–263 (1991)

Empfehlungen für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern

Bundesamt für Gesundheitswesen
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Verband der Kantonschemiker der Schweiz
Verband der Kantonsärzte der Schweiz

Vorwort

Das Baden in Seen und Flüssen spielt in der Schweiz im Rahmen der aktiven Freizeitgestaltung eine wichtige Rolle. See- und Flussbäder sind beliebte Erholungszentren für die Bevölkerung. Unter diesem Gesichtspunkt kommt der hygienischen Beschaffenheit der Gewässer eine zentrale Bedeutung zu.

Seit den 60er Jahren bestehen in der Schweiz Bestrebungen, durch eine hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern den Gesundheitsschutz für die Badegäste zu wahren. 1971 wurde von Eschmann & Lüönd erstmals ein Verfahren für «Die Untersuchung und gütemässig-hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern» veröffentlicht. Auf europäischer Ebene hat der Rat der Europäischen Gemeinschaften 1976 mit seiner «Richtlinie über die Qualität der Badegewässer» erstmals einheitliche Massstäbe für die Untersuchung und Beurteilung von Badegewässern gesetzt. Bis heute wurde in der Schweiz bei der Beurteilung von See- und Flussbädern von den oben genannten Grundlagen ausgegangen.

Aufgrund der Erfahrungen der vergangenen Jahre bei der praktischen Durchführung hygienischer Beurteilungen von See- und Flussbädern und aufgrund der Entwicklung im Bereich der mikrobiologischen Methodik erscheint es angezeigt, die neuen Erkenntnisse in Form von Empfehlungen zu formulieren.

Eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern des Bundesamtes für Gesundheitswesen, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, des Verbandes der Kantonschemiker der Schweiz und des Verbandes der Kantonsärzte der Schweiz wurde beauftragt, die vielseitigen Probleme zu erörtern und im Sinne einer Vereinheitlichung des praktischen Vorgehens ein Verfahren für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern vorzuschlagen.

Die vorliegenden Empfehlungen stellen das Ergebnis dieser Arbeit dar. Sie schlagen nicht nur eine Vorgehensweise zur Beurteilung von See- und Flussbädern vor, sondern sie beinhalten als integralen Bestandteil auch eine ausführliche Beschreibung der mikrobiologischen Methoden, um dem Verfahren eine einheitliche

Basis zu geben. Die Empfehlungen sollen als Hilfsmittel für jene Fachstellen verstanden werden, die mit der Aufgabe betraut sind, See- und Flussbäder in hygienisch-bakteriologischer Sicht zu beurteilen.

Einleitung

Einführung in die Problematik

Im Zusammenhang mit Baden in Seen und Flüssen können infektiöse und allergische Erkrankungen auftreten. Als Erreger werden Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten genannt.

Seen und Flüsse bilden heute meistens die Vorflut für Abwasserreinigungsanlagen. Auch über Abwasser, das in mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlagen mit hohem Wirkungsgrad gereinigt wird, gelangen verschiedene humanpathogene Mikroorganismen in grosser und stark schwankender Zahl in den Vorfluter. Die meisten Krankheitserreger stammen aus dem Darm von infizierten oder erkrankten Menschen und Tieren. Der Keimeintrag durch die Badegäste selbst ist in Fliessgewässern und grösseren stehenden Gewässern vernachlässigbar.

Infektiöse Erreger werden aus dem Oberflächengewässer vor allem oral, daneben aber auch über Schleimhäute, die Augen oder über offene Wunden aufgenommen. Bei oraler Aufnahme stehen *Erkrankungen des Magen- und Darmbereichs* im Vordergrund.

Ob es zu einer Erkrankung kommt, hängt von der Belastung des Gewässers, der Verschluckmenge und der individuellen Konstitution des betroffenen Menschen ab. Als Verschluckmenge werden für Schwimmer 50 ml, für Nichtschwimmer 10 bis 30 ml angegeben. Kleinkinder jedoch sollen bis zu 500 ml Badewasser verschlucken können. Von dieser Population und dieser Verschluckmenge ist sinnvollerweise beim Festlegen von Grenzwerten auszugehen.

Ziel und Zweck der Empfehlungen

Die Empfehlungen sollen im Rahmen der kantonalen Gesundheitsgesetzgebung als Hilfsmittel für die Praxis bei der Beurteilung von Oberflächengewässern hinsichtlich ihrer Nutzung zum Baden dienen. Sie sollen als Unterstützung für jene Fachstellen verstanden werden, die mit Aufgaben im Bereich der Untersuchung und der Beurteilung von Oberflächengewässern betraut sind und die bezüglich einer eventuellen Einschränkung des Badebetriebes Entscheidungsgrundlagen zu liefern haben.

Die vorliegenden Empfehlungen richten sich in erster Linie auf eine Beurteilung der Gewässer in bakteriologisch-hygienischer Sicht aus. Dabei stehen nicht gewässerökologische Ziele, sondern der *Gesundheitsschutz für Badende* im Vordergrund.

Die Belastung eines Gewässers durch Fäkalien lässt sich über Indikatorbakterien abschätzen. Der direkte Nachweis von humanpathogenen Keimen ist dann zu empfehlen, wenn eine für die praktische Routine geeignete Methode vorliegt. Damit eine gewisse Vereinheitlichung der Beurteilung erreicht werden kann, d. h. verschiedene Resultate miteinander verglichen werden können, ist eine Definition der Untersuchungsmethoden notwendig. Die Beschreibung der Methoden bildet daher einen integralen Bestandteil der Empfehlungen (vgl. Anhänge).

Geltende Vorschriften

Gewässerschutzgesetz

Gemäss dem Zweckartikel des Gewässerschutzgesetzes vom 8. Oktober 1971 soll die Benützung der Gewässer zur Erholung und zum Baden gewährleistet sein.

Verordnung über Abwassereinleitungen

Die Verordnung (VO) über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975 fordert in Artikel 1 Absatz 5 als Qualitätsziel für Fliessgewässer, Flussstaue und Seen, dass die «hygienischen Voraussetzungen» für das Baden gewährleistet sein sollen. Diese Forderung betrifft neben ästhetischen Faktoren und chemischen Parametern vor allem den *bakteriologisch-hygienischen Zustand* des Gewässers. Es geht dabei insbesondere um die Möglichkeit einer Infektion durch Mikroorganismen beim Baden.

Verordnung über die hygienisch-mikrobiologischen Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchs- und Verbrauchsgegenstände

Unter Berücksichtigung der Grenzwerte für genussfertige Kindernährmittel kann sich die Beurteilung einer gesundheitlichen Gefährdung durch Badewasser bei oral aufgenommenen Keimen an der obenerwähnten Verordnung vom 1. Juli 1987 orientieren.

Epidemiengesetz

Treten im Umfeld eines Badebetriebes gehäuft übertragbare Krankheiten des Menschen auf, ist nach Absprache mit dem Kantonsarzt allenfalls im Sinne von Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe c und Artikel 22 des Epidemiengesetzes vom 18. Dezember 1970 vorzugehen. Bei allergischen Erkrankungen wäre spezifisch nach den vermuteten Agenzien zu suchen.

Erklärung des Begriffes «Badegewässer»

Unter dem Begriff «*Badegewässer*» werden alle Oberflächengewässer (Fliessgewässer, Flussstaue, stehende Gewässer) bzw. Bereiche von Oberflächengewässern

verstanden, die sich aufgrund der Ausgestaltung von Gewässerbett und Ufer zum Baden eignen.

Die vorliegenden Empfehlungen beziehen sich auf alle *Badeplätze*, die von behördlicher Seite als öffentliches Bad bezeichnet, als solches unterhalten und kontrolliert werden. Zusätzlich können die Kantone weitere Oberflächengewässer bzw. Bereiche von Oberflächengewässern kontrollieren.

Grundlagen

In der Schweiz obliegt die hygienisch-bakteriologische Beurteilung von Oberflächengewässern hinsichtlich ihrer Tauglichkeit als Badegewässer den Kantonen.

In einigen Kantonen, insbesondere in jenen, die an die Landesgrenze stossen, werden im Hinblick der besseren Vergleichbarkeit der Resultate bei Untersuchungen an den Grenzgewässern die Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften über die Qualität der Badegewässer (76/160/EWG) vom 8. Dezember 1975 als Grundlage für die Beurteilung von Badegewässern herangezogen. Zahlreiche Kritiker stossen sich heute an der Auswahl der Untersuchungsparameter in der EG-Richtlinie. So wird die Bestimmung der gesamtcoliformen Bakterien als überholt betrachtet. Weiter werden bereits heute anstelle der Bestimmung von fäkalcoliformen Bakterien in verschiedenen Laboratorien *E. coli* bestimmt. Enterokokken sind in ihrem Aussagewert hinsichtlich einer gesundheitlichen Beurteilung von Badegewässern umstritten. Neuere Erkenntnisse zur Bakteriennomenklatur und Methodik blieben unberücksichtigt. Allgemein erlauben die EG-Richtlinien bei deren Anwendung einen breiten Interpretationsspielraum. Zwangsläufig haben sich daher verschiedene Anwender von den erwähnten Grundlagen sowohl bei der Parameterauswahl als auch methodisch weit entfernt.

Andere Kantone stützen sich bei ihren Untersuchungen und Beurteilungen auf «Die Untersuchung und gütemässig-hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern» von K. H. Eschmann und H. Lüönd aus dem Jahre 1971. Die hygienisch-bakteriologische Beurteilung ist zusammen mit der Beurteilung chemischer und physikalischer Parameter in ein Verfahren mit Punktebewertung integriert. Verschiedene Parameter dieser Grundlage werden jedoch heute gar nicht mehr, oder, unter Berücksichtigung neuer methodischer Entwicklungen, anders bestimmt. Trotzdem wird zum Teil versucht, die so gewonnenen Resultate anhand der erwähnten Punktebewertung zu beurteilen.

Die vorliegenden Empfehlungen wurden ausgehend von den bestehenden Methoden und Richtlinien als Grundlage und unter Berücksichtigung von Erfahrungen und neuen Erkenntnissen der vergangenen Jahre ausgearbeitet. Es soll auf die Untersuchung von gesamtcoliformen Bakterien, fäkalcoliformen Bakterien, Enterokokken und Viren verzichtet werden. Für die Beurteilung einer gesundheitlichen Gefährdung sollen routinemässig *E. coli* und *Salmonellen* bestimmt werden.

Die hygienische Beurteilung von Badegewässern

Generelles Vorgehen bei der Beurteilung

Dem vorgeschlagenen Vorgehen (vgl. Abb. 1) liegt analog der Publikation von Eschmann und Lüönd der Gedanke zugrunde, dass eine hygienische Beurteilung der Eignung von Oberflächengewässern zu Badezwecken nicht auf der Analyse eines einzigen Parameters, sondern auf der Anwendung eines gewissen Spektrums an Parametern beruhen muss (physikalische, chemische und mikrobiologische Parameter). Dabei sollen aber chemische, physikalische und hygienisch-bakteriologische Parameter nicht etwa parallel beurteilt und innerhalb ein und derselben Bewertungsskala eingestuft werden, sondern es soll eine sukzessive Beurteilung mit einer *Vorabklärung* und einem *hygienisch-bakteriologischen Überwachungsprogramm* erfolgen.

Vorabklärung

Die Vorabklärung umfasst eine Beurteilung des Umfeldes des betreffenden See- oder Flussbades und eine Prüfung gemäss den Qualitätsanforderungen für Oberflächengewässer in der eidgenössischen Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975.

Bei der *Beurteilung des Umfeldes* muss sorgfältig abgeklärt werden, ob in der näheren Umgebung ungünstige Verhältnisse (z. B. Abwassereinleitungen, Regenüberläufe oder Abläufe aus Abwasserreinigungsanlagen) herrschen.

Die *Qualitätsanforderungen an Fliessgewässer, Flussstaue und Seen gemäss Artikel 1 der VO über Abwassereinleitungen* bilden eine solide Grundlage für die Beurteilung von Badegewässern: Sind die verlangten Voraussetzungen gemäss VO erfüllt, so kann angenommen werden, dass der Zustand des Gewässers bezüglich der ästhetischen und chemisch-physikalischen Bedingungen für das Baden geeignet ist. Werden die numerischen Zielwerte im Anhang der VO über Abwassereinleitungen eingehalten, werden die aufgeführten Stoffe, unter Berücksichtigung der Verschluckmenge von Badewasser, auch bei häufigem Baden in gesundheitlich unbedenklichen Mengen konsumiert.

Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung kommt der *Wassertrübung* zu. Sie beeinträchtigt die Sichttiefe und somit die Wiederauffindbarkeit ertrunkener Personen. Neben Trübungen durch Abwassereinleitungen werden in der Praxis auch Trübungen natürlichen Ursprungs beobachtet. Diese können starken Schwankungen unterliegen. Fest steht, dass eine Trübung leicht vom Bademeister, ja vom Badegast selbst, beurteilt werden kann. Die Information über Verhaltensmassnahmen gehört in die gleiche Kategorie von Vorsichtsmassnahmen wie die oft angebrachte Warnung «Nicht erhitzt ins Wasser springen!». Sie könnte als Allgemeinwissen für den Badegast vermittelt werden (z. B.: «Vorsicht! Bei stark trübem Wasser nicht alleine ins Wasser gehen!»).

Sind die verbalen Zielsetzungen gemäss VO über Abwassereinleitungen nicht oder nicht mehr erfüllt oder zeigt sich bei den chemischen Parametern eine Über-

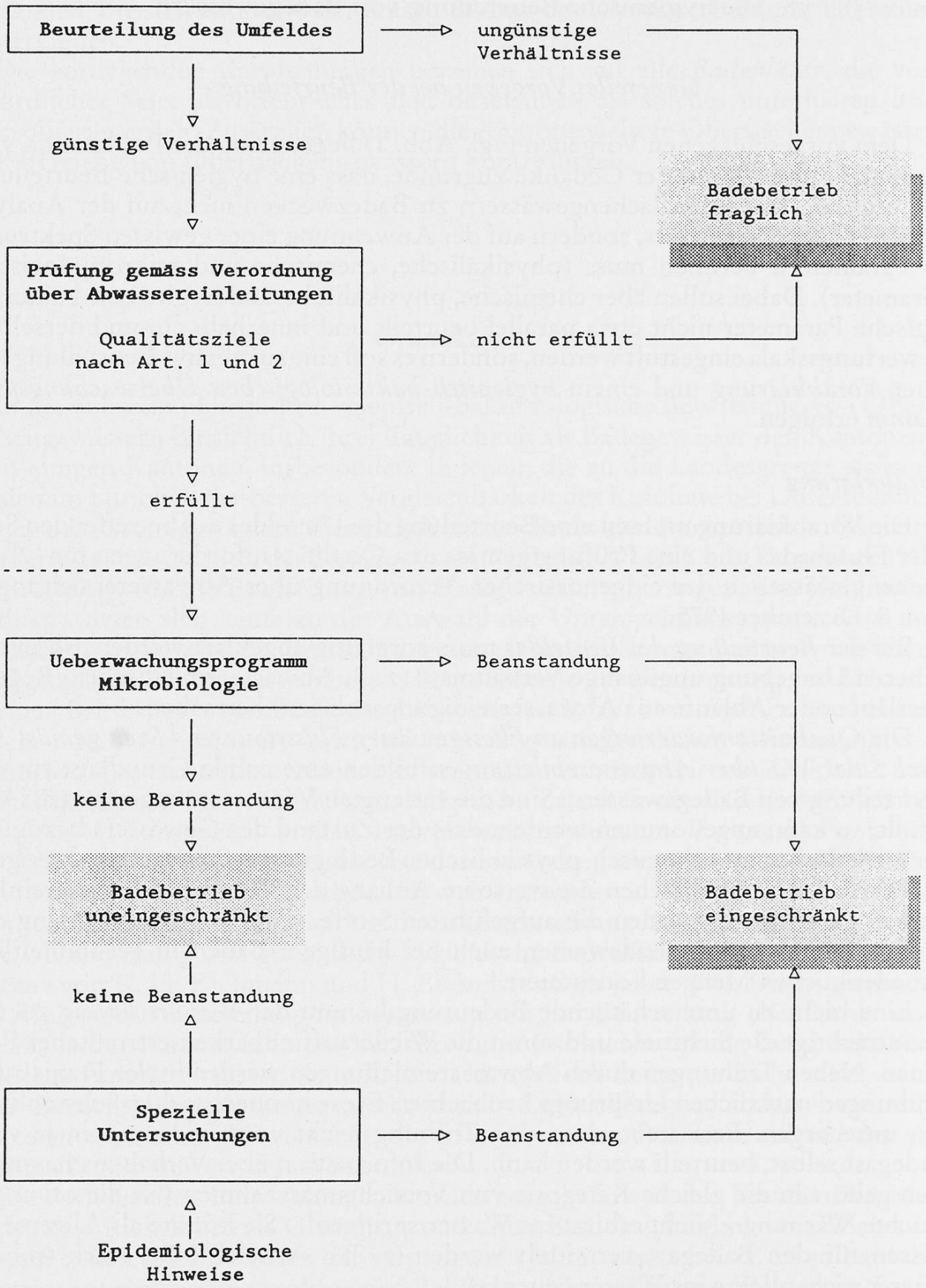

Abb. 1. Schema zum generellen Vorgehen bei der Beurteilung

schreitung von numerischen Zielwerten, ist der Badebetrieb fraglich, und es müssen weitere Abklärungen vorgenommen werden.

Ergibt die Beurteilung des Umfeldes an einem See- oder Flussbad keine Hinweise auf nachteilige Situationen und werden die Voraussetzungen gemäss VO über Abwassereinleitungen erfüllt, muss dessen Tauglichkeit als Badegewässer zusätzlich in hygienisch-bakteriologischer Hinsicht überprüft werden.

Hygienisch-bakteriologische Untersuchung

Da der zeitliche, apparative und personelle Aufwand insbesondere für die mikrobiologischen Untersuchungen relativ hoch ist, ist eine Abstufung des Untersuchungsaufwandes von Vorteil: Ein über längere Zeit dauerndes *Überwachungsprogramm* mit wenigen Parametern mit möglichst breiter Aussagekraft (Indikatororganismen, wie z. B. *E. coli*, pathogene Keime und Indexkeime, wie z. B. Salmonellen) soll je nach Situation bezüglich des hygienischen Zustandes des untersuchten Badegewässers in verschiedenen Intensitätsstufen geführt werden. Besteht der Verdacht oder gibt es Hinweise auf besondere Infektionsgefahren, so soll das Überwachungsprogramm durch *spezielle Untersuchungen* mit Berücksichtigung spezieller Parameter (z. B. spez. Bakterienarten, Viren, Pilze und Parasiten) ergänzt werden.

Bakteriologisches Überwachungsprogramm

Auswahl der Untersuchungsparameter

Das Programm für die Beurteilung und die Überwachung des hygienisch-bakteriologischen Zustandes von Badegewässern orientiert sich an der Untersuchung von *Escherichia coli* als Indikator für fäkale Verunreinigungen und am Nachweis von *Salmonellen* als pathogene Bakterien und Indexkeime, die – auch im Zusammenhang mit Badegewässern – von zunehmender epidemiologischer Bedeutung sind.

Folgende Überlegungen führen zur Auswahl dieser beiden Untersuchungsparameter:

1. Escherichia coli

Als Hauptreservoir der wichtigsten Krankheitserreger, die durch Wasser übertragen werden können, gilt in unseren Breiten der menschliche und tierische Darm. Der Nachweis von *E. coli* zeigt eine Verunreinigung durch Fäkalien an und ist demzufolge auch ein Indiz für die mögliche Anwesenheit von pathogenen Darmbakterien oder Darmviren. Die angewandte Methode erfasst mit hoher Spezifität nur *E. coli* von Menschen und warmblütigen Tieren. Die Abwesenheit von *E. coli* in einer Probe bedeutet aber nicht mit Sicherheit die Abwesenheit von pathogenen Darmbewohnern. Untersuchungen zeigten, dass eine Vermehrung von *E. coli* in nährstoffreichem Abwasser möglich ist. Ebenso wird ein Überleben über längere Zeitperioden beschrieben. Für humanpathogene Bakterien trifft dies jedoch auch

zu. In solchen Fällen ermöglicht *E. coli* trotzdem eine Aussage über das Infektionsrisiko. *E. coli* ist also nicht ein perfekter Indikatororganismus, gilt aber als der gegenwärtig geeignetste Fäkalindikator.

Die in den EG-Richtlinien erwähnten *gesamtcoliformen Bakterien* sind eine methodologisch, jedoch nicht taxonomisch definierte Gruppe von etwa 50 Spezies. Einige davon sind ausserhalb des menschlichen und tierischen Darms in der Natur weit verbreitet (Serratia). Die Eignung der Gruppe als Indikator ist vermindert durch die Anonymität der einzelnen Mitglieder. Die Bestimmung von Gesamtcoliformen ist für die Beurteilung einer Gesundheitsgefährdung durch Badewasser nicht geeignet.

Die sowohl in den EG-Normen als auch in der Publikation von Eschmann und Lüönd erwähnten *fäkalcoliformen Bakterien* umfassen diejenigen Bakterien der Gesamtcoliformen, die bei erhöhten Temperaturen wachsen (44 °C), wiederum eine methodologisch, jedoch nicht taxonomisch definierte Gruppe mit ca. fünf Arten aus mindestens drei Gattungen (Escherichia, Klebsiella, Enterobacter). Diese vermehren sich zwar im Darmtrakt von Menschen und warmblütigen Tieren. Der fäkale Ursprung der gefundenen Organismen gilt aber nicht immer als eindeutig gesichert. Wegen des hohen Anteils von miterfassten *E. coli* (ca. 60%) ergibt die fäkalcoliforme Gruppe eine höhere fäkale Spezifität als die Gruppe der Gesamtcoliformen. Die Präsenz der übrigen Mitglieder vermindert die Gruppenspezifität und wird als Nachteil dieser Methodik betrachtet. Die Bestimmung von Fäkalcoliformen ist deshalb für die Beurteilung einer gesundheitlichen Gefährdung durch Badewasser nur bedingt geeignet.

Die Beurteilung einer gesundheitlichen Gefährdung anhand des Parameters *Enterokokken* ist übrigens mit ähnlichen Vorbehalten behaftet. Die Klassifikation der Enterokokken ist uneinheitlich (Enterokokken, «wahre Enterokokken», Gruppe D Streptokokken). Die EG-Richtlinien lassen offen, ob *Streptococcus faecium* oder *Streptococcus faecalis* bestimmt werden soll. Die Publikation von Eschmann und Lüönd nennt Enterokokken als Untersuchungsparameter. Diese kommen im Darm von warm- und kaltblütigen Tieren (inkl. Insekten) vor. Sie gehören zur Mund- und Hautflora des Menschen und sind in einer Reihe von Lebensmitteln anzutreffen. Sie können sich auch auf Pflanzen vermehren. Die Pathogenität von Enterokokken wird allgemein als gering betrachtet.

2. Salmonellen

Salmonellen sind Erreger von z. T. schweren Durchfällen bei Mensch und Tier. Sie verursachen je nach Spezies *typhöse* (in der Schweiz selten) oder *enteritidische Erkrankungen.* Die Infektion des Menschen erfolgt oral. Die infektiöse Dosis ist vom Serotyp der Salmonellen und der Konstitution des Empfängers abhängig. Die enteritidischen Erkrankungen haben wegen der damit verbundenen Kosten zunehmende volkswirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Salmonella-Spezies weisen daneben auch *Index-Funktionen* auf. Index-Organismen sind Marker-Organismen, die eine mögliche Anwesenheit von pathogenen Mikroorganismen (z. B. Shigellen, Darmviren) ökologisch ähnlicher Herkunft und damit eine potentielle Gesundheitsgefährdung anzeigen.

Salmonellen werden im Wasser häufig gefunden. Reservoir ist der Darm des infizierten Menschen oder Tieres. Wie andere Infektionserreger können Salmonellen durch die gebräuchlichen Abwasserreinigungsverfahren nur teilweise aus dem Abwasser entfernt werden.

Der Salmonellennachweis in Wasser ist heute einfach. Die vorgeschlagene halbquantitative Methode erfasst praktisch eine überlebende Salmonelle pro eingesetztes Probevolumen.

Ein Vergleich der im Wasser gefundenen Serotypen mit jenen, die bei infizierten Menschen im gleichen Zeitraum gefunden werden, ist sinnvoll.

Durchführung

Die Tabelle 1 fasst die Empfehlungen zur Durchführung des bakteriologischen Untersuchungsprogrammes zusammen. Die Häufigkeit der Untersuchungen wird vom hygienischen Zustand des untersuchten Gewässers abhängig gemacht. Der Zeitpunkt der Probenahme ist so zu wählen, dass ausserordentliche Witterungsbedingungen die Beurteilung nicht verfälschen.

Einteilung der Resultate in Klassen

Die Einteilung der Untersuchungsresultate von *E. coli* und Salmonellen erfolgt nicht anhand eines jeweils einzigen Grenzwertes. In der Tabelle 2 werden für die Einteilung der Untersuchungsergebnisse in *Qualitätsklassen* beide Parameter berücksichtigt.

Massnahmen

Je nach Zuteilung eines Badewassers zu einer der vorgeschlagenen Qualitätsklassen erfolgt eine Beanstandung und es sollen innerhalb des Überwachungsprogrammes weitere Massnahmen getroffen werden. Je nach Befund wird die Untersuchung bei gleichbleibenden Parametern in bezug auf die Häufigkeit der Probenahmen intensiviert (Tabelle 3).

Beurteilung des See- oder Flussbades

Die Einteilung der Untersuchungsresultate eines Badewassers in eine der vorgeschlagenen Qualitätsklassen soll in geeigneter Form an die verantwortlichen Behörden bzw. an die Badegäste übermittelt werden. Neben der Einteilung der Untersuchungsresultate in Qualitätsklassen müssen zur *Beurteilung eines Fluss- oder Seebades* auch die Randbedingungen wie Witterung, Tageszeit der Probenahme oder Lage der Probenahmestelle berücksichtigt werden. Die abschliessende Beurteilung im Hinblick auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung soll mit den Hinweisen aus der Tabelle 4 ergänzt werden.

Tabelle 1. Bakteriologisches Untersuchungsprogramm

	Empfehlung	Begründung
Ort der Probenahme	Eine oder mehrere Stellen pro Bad, wo erfahrungsgemäss der intensivste Badebetrieb herrscht; evtl. Mischprobe	Beurteilung des gesundheitlichen Risikos für eine möglichst grosse Anzahl Badegäste
Art der Probenahme	Sterile 2-l-Flasche füllen, indem sie langsam bis 20 cm unter die Wasseroberfläche geführt wird	Verschluckrisiko am grössten an der Oberfläche
Häufigkeit der Probenahme	Stichprobe, monatlich oder wöchentlich, je nach Vorjahresergebnis oder Massnahmen	Gesamteindruck mit Berücksichtigung der Dynamik im Gewässer
Beginn der Probenahme	Vor der Badesaison, so dass eine erste Beurteilung vor dem Beginn des Badebetriebes möglich ist	Rechtzeitige Information von Behörden und Badegästen bei Beanstandungen
Zeitpunkt der Probenahme	Bei möglichst intensivem Badebetrieb; Witterungsbedingungen beachten	Beurteilung des gesundheitlichen Risikos für eine möglichst grosse Anzahl Badegäste; Durchmischung infolge Turbulenz
Transport	So rasch als möglich; in einem Isolierbehälter	Proben nicht konserviert
Probenverarbeitung	Sofort nach Probeneingang	Proben nicht konserviert
Untersuchungsparameter	*E. coli*	*E. coli* gilt gegenwärtig als der geeignetste Fäkalindikator; eine routinegängige und hochspezifische Methode steht heute zur Verfügung
	Salmonellen	Pathogene Bakterien mit epidemiologischer Bedeutung; Indexorganismus
Untersuchungsmethoden	Gemäss Kapitel 56 des Schweizerischen Lebensmittelbuches; adaptierte Methodenvarianten finden sich im Anhang	Einheitliche Methoden als Grundlage für eine einheitliche Beurteilung der Resultate

Tabelle 2. Einteilung der Badegewässer in Qualitätsklassen aufgrund der mikrobiologischen Untersuchungsresultate

Qualitätsklasse	*E. coli* pro 100 ml	Salmonellen pro 1000 ml
A	weniger als 100	nicht nachweisbar
B	100 bis 1000	nicht nachweisbar
C	bis 1000 mehr als 1000	nachweisbar nicht nachweisbar
D	mehr als 1000	nachweisbar

Tabelle 3. Vorzunehmende Massnahmen bei Badewasser der verschiedenen Qualitätsklassen

Qualitätsklassen	Massnahmen
A	*keine Beanstandung*; Stichprobenkontrolle
B	*keine Beanstandung*; regelmässige Kontrollen mindestens *monatlich*
C	*Beanstandung*; *Nachkontrolle* innerhalb von *7 Tagen*; bei erneuter Beanstandung erfolgen *Empfehlungen*
D	*Beanstandung*; *Nachkontrolle* innerhalb von *7 Tagen*; bei erneuter Beanstandung wird in Absprache mit dem Kantonsarzt eine *Warnung* herausgegeben

Spezielle Untersuchungen

Gibt es spezielle medizinische oder epidemiologische Hinweise auf das Auftreten gewisser Krankheiten im Zusammenhang mit dem Baden in einem Oberflächengewässer, müssen in Absprache mit dem Kantonsarzt eventuell zusätzlich zum hygienisch-bakteriologischen Untersuchungsprogramm Untersuchungen nach speziellen Krankheitserregern durchgeführt werden. Es kann sich dabei um pathogene Bakterienarten (z. B. *Campylobacter jejeuni, Listeria monocytogenes, Leptospiren, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus)*, Viren, Pilze oder Prasiten (z. B. Amöben, Zerkarien) handeln.

Da solche speziellen Untersuchungen und die Beurteilung der Resultate nicht nach generellen Gesichtspunkten erfolgen können, wird hier darauf verzichtet, ein allgemeines Vorgehensschema vorzuschlagen.

Tabelle 4. Empfehlungen für die verantwortlichen Behörden von Fluss- und Seebädern

Qualitätsklasse	Beurteilung
A/B	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Badewasser ist nicht zu erwarten; *keine Empfehlungen*
C	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Badewasser ist nicht auszuschliessen; *Empfehlungen* an den Badegast: z. B. «Nicht tauchen»; «Nach dem Baden gründlich duschen»
D	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Badewasser ist möglich; *Warnung* an den Badegast: z. B. «Baden mit gesundheitlichem Risiko verbunden»; «Aus gesundheitlichen Gründen wird vom Baden abgeraten»

Viren

In Oberflächengewässern können zahlreiche humanpathogene Viren vorkommen. Sie können daselbst bis zu 500 Tage überleben. Eine Vermehrung der humanpathogenen Viren in Wasser ist ausgeschlossen.

Das Reservoir für *humanpathogene Viren* ist der menschliche Darm. Erkrankte Menschen scheiden bis zu 10^{12} Partikel pro Gramm Stuhl aus. In Abwasserreinigungsanlagen werden Viren zu etwa 80% eliminiert. Die minimale infektiöse Dosis für den Menschen könnte an sich aber bereits durch *ein Partikel* erreicht werden.

Die Bestimmung von humanpathogenen Viren in Badewasser wird heute nicht routinemässig durchgeführt. Für die Beurteilung einer Gesundheitsgefährdung durch Badewasser wäre sie jedoch anzustreben.

Parasiten

1. Zerkarien

Zerkarien der Spezies *Trichobilharziosa szidati*, dem Erreger der Entenbilharziose, können den Menschen als Fehlwirt befallen. Betroffene Personen leiden unter *allergischen Hautreaktionen.* Zerkarien kommen vereinzelt und lokal begrenzt auch in Naturseen der gemässigten Zone vor. Der Nachweis ist extrem arbeitsintensiv.

2. *Amöben*

Acanthamoeba und *Naegleria* sind Amöben, die natürlicherweise in Gewässern ab einer Temperatur von 20 °C auftreten können. Personen können über den nasalen Weg infiziert werden. Die seltene Krankheit führt meist zum Tode. Bei Fällen von Amöben-Meningoencephalitis muss für ein betroffenes Badegewässer ein striktes Badeverbot in Erwägung gezogen werden. Wassertemperaturen über 20 °C rechtfertigen eine Statuserhebung. Eine Methodik zur routinemässigen Untersuchung von Wasserproben auf *Acanthamoeba* und *Naegleria* ist bis anhin nicht etabliert.

Anhang I

Quantitative Bestimmung von Escherichia coli nach dem Membranfilterverfahren

Die folgende Methode ist eine adaptierte Variante aus Kapitel 56 des Schweizerischen Lebensmittelbuches.

Medien und Reagenzien

- TSA Tryptic Soy Agar
- ECD Escherichia coli Direct Agar
- Indolreagenz nach Vracko & Sherris
- MUG – Lösung

Untersuchungsgang

1. Filtration

Mindestens 10 ml der Probe oder entsprechender Verdünnungen in Filtertrichter geben und durch ein Membranfilter 0,45 µm Porengrösse absaugen. Schwebestoffe und feste Partikel können durch Vorfiltration (8–12 µm Vorfilter) entfernt werden.

2. Bebrütung der Membranfilter

Membranfilter auf TSA-Agar legen und während 2 h bei 37 °C oder, wenn arbeitszeitliche Gründe dies erfordern, über Nacht bei 20 °C ± 1 °C vorbebrüten.

Membranfilter auf ECD-Agar überführen und während 10–20 h im Brutschrank bei 44 °C ± 1 °C inkubieren.

3. MUG – Test

Vor der Durchführung des Indolnachweises werden die Membranfilter auf ein mit 0,5 ml MUG-Lösung (4-Methylumbelliferyl-β-D-Glucuronid) getränktes Papierfilter (∅ 5,5 cm) gebracht. Nach 2–10 min zeigen β-glucuronidasepositive Kolonien eine deutlich blaue Fluoreszenz unter der UV-Lampe (λ = 366 nm).

4. Indolnachweis

Nach der Auswertung des MUG-Tests werden die Membranfilter auf ein mit 0,5 ml Indolreagenz getränktes Papierfilter (∅ 5,5 cm) gebracht. Indolbildung wird spätestens nach fünf Minuten durch Rosafärbung der Kolonie sowie einen rosafarbenen Hof angezeigt.

Auswertung und Beurteilung

Kolonien, die im UV-Licht bei 366 nm blau fluoreszieren und mit Indolreagenz rosafarbig mit einem gleichfarbenen Hof erscheinen, sind als *E. coli* zu beurteilen. Je nach Grösse der Indolhöfe – diese ist abhängig von der Bebrütungsdauer – lassen

sich nur Filter mit weniger als etwa 20 *E. coli*-Kolonien mit ausreichender Genauigkeit auswerten.

Bemerkungen

Die angegebene Methode zum Indolnachweis gilt nur für Celluloseester-Membranfilter.

Nach dem Indoltest ist die Fluoreszenz auf dem Membranfilter nicht mehr sichtbar. Von den Enterobacteriaceen sind *E. coli* (97%), *Shigella* (50%) und *Salmonella* (Serotyp-spezifisch) die einzigen Vertreter, welche β-Glucuronidase bilden.

Herstellung der Medien und Reagenzien

Anstatt die Medien aus den Einzelkomponenten herzustellen, können auch kommerzielle Fertigmedien eingesetzt werden.

TSA *Tryptic Soy Agar* (Caseinpepton-Sojapepton-Agar)

Caseinpepton, pankreatisch			15,0 g
Sojapepton, papainisch			5,0 g
NaCl			5,0 g
Agar			q.s.
dest. Wasser	ad	1000	ml

End-pH: 7,3 ± 0,1

Lösen und 15 min bei 121 °C sterilisieren

ECD *Escherichia coli Direct Agar* (*E. coli*-Direktnachweis-Agar)

Caseinpepton, tryptisch			20,0 g
Hefeextrakt			5,0 g
Gallensalze			1,5 g
Na_2HPO_4			5,0 g
KH_2PO_4			1,5 g
NaCl			5,0 g
Agar			q.s.
dest. Wasser	ad	1000	ml

End-pH: 7,2 ± 0,2

Lösen und 15 min bei 121 °C sterilisieren

Indolreagenz nach Vracko & Sherris

Dimethylaminobenzaldehyd			5,0 g
HCl, 1n	ad	100	ml

MUG-Lösung

Pepton (zuckerfrei)			1,0 g
NaCl			8,0 g
dest. Wasser	ad	1000	ml

End-pH: 7,2 ± 0,2

Lösen und 15 min bei 121 °C sterilisieren.
Darin 0,5 g 4-Methylumbelliferyl-β-D-Glucuronid lösen und portionieren; kann eingefroren werden; Haltbarkeit bei –20 °C: 1 Jahr.

Anhang II

Semiquantitativer Nachweis von Salmonellen nach dem Membranfilterverfahren

Die folgende Methode ist eine adaptierte Variante aus Kapitel 56 des Schweizerischen Lebensmittelbuches.

Medien und Reagenzien

Anreicherung:	– RB	Rappaport Broth
Selektivmedien:	– BGA	Brilliant Green Agar
	– XLD	Xylose Lysine Desoxycholate Agar oder andere bewährte Selektivmedien
Differenzierungsmedium:	– TSI	Triple Sugar Iron Agar
Phagensuspension:	– Polyvalente 01 Salmonella Phagen	

Untersuchungsgang

1. Filtration

1 Liter der Probe durch ein Membranfilter von 0,45 µm Porengrösse absaugen. Schwebestoffe und feste Partikel können durch Vorfiltration (8–12 µm Vorfilter) entfernt werden.

2. Anreicherung

Membranfilter zu 20 ml Rappaportbouillon geben. Dabei darauf achten, dass der Filter nicht an der Glaswandung haftet, sondern vom Medium frei umspült wird.

24 h bei 43 °C inkubieren. Bei der Prüfung auf *Salmonella typhi* bereits nach 5stündiger Inkubation eine erste Überimpfung aus der Selektivbouillon auf die Selektivplatten durchführen.

3. Isolierung

Vom Anreicherungsmedium Selektivmedium derart beimpfen, dass Einzelkolonien entstehen. Dabei ist es empfehlenswert, neben dem stark selektiven Medium (BGB-Agar) als zweites ein schwach selektives Medium (XLD-Agar) parallel zu führen.

24–48 h bei 37 °C inkubieren.

Auswertung und Beurteilung

Die für die einzelnen Medien charakteristischen Koloniebilder sind der einschlägigen Fachliteratur zu entnehmen.

Es ist zu beachten, dass Einzelkolonien auf diesen Selektivmedien nicht unbedingt Reinkulturen darstellen. Im Zweifelsfalle empfiehlt es sich deshalb, zur Reinzüchtung Subkulturen nach den üblichen Methoden anzulegen, wobei andere Medien als bei der Erstkultur verwendet werden sollen.

Bestätigung

Alle auf den Selektivplatten salmonellaverdächtig gewachsenen Kolonien sind durch die nachfolgenden Tests zu prüfen:

Phagolysetest

Medium	TSI
Inokulation	Kreisförmig auf Agaroberfläche ausstreichen und exzentrisch 01-Phagensuspension auftropfen
Inkubation	3–6 h bei 37 °C
Beurteilung	Salmonellen zeigen eine positive Phagolyse (halbmondförmige Plaque am Rande der Kolonie). Da nicht alle Salmonellatypen von 01-Phagen lysiert werden, sollen auch 01-Phagen negative Typen biochemisch weiter untersucht werden. Parallel zur Prüfung der Plaquebildung soll jede Kolonie auch auf ihr Verhalten gegenüber der Phagenplatte ausgewertet werden: – Salmonellen: leichte Rötung des Nährbodens; – Coliforme Keime und *Proteus vulgaris:* deutliche Gelbfärbung der Kolonie und des sie umgebenden Mediums Kolonien ohne Phagolyse und mit deutlicher Gelbfärbung auf der Phagenplatte werden ausgeschieden. Kolonien mit Phagolyse (ganz selten ohne), die sich in ihrem biochemischen Verhalten als positiv erweisen, sind als Salmonellen zu beurteilen.

Serotypisierung

Als positiv beurteilte Kolonien können zur Serotypisierung an das nationale Zentrum für Lebensmittelvergiftungen in Bern geschickt werden.

Herstellung der Medien und Reagenzien

Anstatt die Medien aus den Einzelkomponenten herzustellen, können auch kommerzielle Fertigmedien eingesetzt werden.

RB *Rappaport Broth*

a) Peptonlösung:

Pepton			5,0 g
NaCl			8,0 g
KH_2PO_4			1,6 g
dest. Wasser	ad	1000	ml

Durch Erwärmen auf 70–80 °C lösen. Die Peptonlösung ist jeweils frisch herzustellen.

b) Magnesiumchloridlösung:

$MgCl_2 \bullet 6\ H_2O$			400,0 g
dest. Wasser	ad	1000	ml

Die $MgCl_2$-Lösung kann in einer dunklen Flasche 1 Jahr bei Raumtemperatur gelagert werden.

c) Malachitgrünlösung:

Malachitgrünoxalat			0,4 g
dest. Wasser	ad	100	ml

Die Lösung kann 6 Monate in einer dunklen Flasche bei Raumtemperatur gelagert werden. Die Eignung der einzelnen Malachitgrünchargen ist jeweils zu prüfen.

d) Fertiges Medium:

Peptonlösung	1000 ml
$MgCl_2$-Lösung	100 ml
Malachitgrünlösung	10 ml

Mischen und 15 min bei 115 °C sterilisieren. Das fertige Medium kann im Kühlschrank 1 Monat gelagert werden.

BGA *Brilliant Green Agar* (Brillantgrün-Agar)

Mischpepton		10,0	g
Hefeextrakt		3,0	g
Lactose		10,0	g
Saccharose		10,0	g
NaCl		5,0	g
Phenolrot		0,08	g
Brillantgrün		0,0125	g
Agar			q.s.
dest. Wasser	ad	1000	ml

End-pH: 6,9 ± 0,2

Lösen und 15 min bei 121 °C sterilisieren.

TSI *Triple Sugar Iron Agar* (Dreizucker-Eisen-Agar)

Fleischextrakt	*		3,0	g
Hefeextrakt	*		3,0	g
Mischpepton			20,0	g
Lactose			10,0	g
Saccharose			10,0	g
Glucose			1,0	g
NaCl			5,0	g
$FeSO_4$	**		0,2	g
$Na_2S_2O_3$			0,2–0,3	g
Phenolrot			0,025	g
Agar				q.s.
dest. Wasser		ad	1000	ml

End-pH: 7,4 ± 0,1

Lösen und 15 min bei 121 °C sterilisieren.

* Der Zusatz von Fleisch- und Hefeextrakt ist nicht nötig.
** Es können auch Eisen(III)-citrat, Ammoniumeisen(III)-citrat oder Ammoniumeisen(III)-sulfat verwendet werden.

XLD *Xylose Lysine Desoxychlorate Agar*

Hefeextrakt	3,0	g
L-Lysinhydrochlorid	5,0	g
Xylose	3,5	g
Lactose	7,5	g
Saccharose	7,5	g
NaCl	5,0	g
Phenolrot	0,08	g
$Na_2S_2O_3$	6,8	g
Natriumdesoxicholat	2,5	g
Ammoniumeisen(III)-citrat	0,8	g
Agar	q.s.	
dest. Wasser	1000	ml

End-pH: 7,4 ± 0,2

Durch kurzes Erhitzen lösen; nicht autoklavieren!

Addendum

An diesem Bericht haben mitgearbeitet:

Dr. N. E. Billo, Bundesamt für Gesundheitswesen, Sektion medizinische Epidemiologie, Hessstrasse 27e, *3097 Liebefeld*
Dr. H. P. Bühler, Kantonales Laboratorium, Muesmattstrasse 19, *3000 Bern 9*
Dr. R. Gamp, Kantonsarzt-Stellvertreter, Telli-Hochhaus, *5004 Aarau*
M. Jäggli, Kantonschemiker, Via Ospedale 6, Casella postale, *6904 Lugano*
Dr. M. Jermini, Laboratorio cantonale, Via Ospedale 6, Casella postale, *6904 Lugano*
E. Müller, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Hallwylstrasse 4, *3003 Bern*
Dr. U. Müller, Kantonschemiker, Muesmattstrasse 19, *3000 Bern 9*
Dr. U. Sieber, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Hallwylstrasse 4, *3003 Bern*
Dr. M. Treboux, Chimiste cantonal, 5, rue J.-de-Hochberg, *2001 Neuchâtel*
E. Tremp (Vorsitz), Bundesamt für Gesundheitswesen, Hauptabteilung Lebensmittel und Gifte, Haslerstrasse 16, Postfach, *3000 Bern 14*