Booklet
Stand 7/2025

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Mikrobiologische Indikatorparameter im Trinkwasser

Was bedeuten Nachweise und wie können wir Sie unterstützen?

Trinkwasser kann mit verschiedenen Krankheitserregern wie Bakterien, Viren oder Parasiten belastet sein. Solche Erreger gelangen in der Regel über fäkale Verunreinigungen ins Wassersystem, beispielsweise durch offene oder undichte Stellen oder durch Einträge aus Oberflächenwasser.

Eine umfassende Untersuchung auf sämtliche potenziellen Pathogene wäre allerdings technisch äußerst aufwendig, zeitintensiv und kostenintensiv. Aus diesem Grund arbeiten die Trinkwasserverordnungen[1] in Deutschland (TrinkwV) und Österreich (TWV) mit sogenannten Indikatorparametern. Diese mikrobiologischen Parameter dienen als stellvertretende Nachweisorganismen für hygienische Belastungen und ermöglichen eine praxisgerechte Bewertung der Wasserqualität.

Auch wenn die einzelnen Indikatororganismen für sich genommen oft keine unmittelbare Gesundheitsgefahr darstellen, weisen sie doch zuverlässig auf das mögliche Vorkommen gefährlicher Krankheitserreger hin. Sie lassen sich mit standardisierten, behördlich anerkannten Methoden untersuchen und stellen damit ein zentrales Instrument der Trinkwasserüberwachung dar.

[1] TrinkwV – Trinkwasserverordnung Deutschland; [2] TWV – Trinkwasserverordnung Österreich; [3] UBA-Empfehlung Deutschland: „Coliforme Bakterien – Bewertung und Vorgehen bei Nachweis im Trinkwasser", 21.01.2025; [4] https://verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de/das-lav/publikationen/gesundheit/untersuchungsergebnisse/clostridium-perfringens#:~:text=Clostridium%20perfringens%20sind%20Bakterien%20der,im%20Staub%20sehr%20lange%20überlebensfähig

Diese Indikatorparameter der Trinkwasserverordnungen stammen überwiegend aus fäkalen Quellen und lassen sich mit vergleichsweise einfachen und schnellen Verfahren nachweisen. Die entsprechenden Untersuchungsmethoden sind in den Verordnungen (TrinkwV, TWV) verbindlich festgelegt und standardisiert.

Jeder Nachweis eines Indikatororganismus deutet auf eine Störung im Trinkwassersystem hin – sei es durch technische Mängel, äußere Einträge oder Defizite in der Aufbereitung. Damit besteht auch stets die Möglichkeit, dass gefährlichere pathogene Mikroorganismen ins Wasser gelangt sein könnten.

In der Regel werden fäkale Verunreinigungen sowie enthaltene Krankheitserreger durch die natürliche Filterwirkung des Bodens oder durch technische Aufbereitungsverfahren zuverlässig entfernt. Der Nachweis von Indikatorparametern signalisiert somit eine Abweichung vom regulären Hygienestandard.

Auf dieser Grundlage definieren die Trinkwasserverordnungen folgende mikrobiologische Indikatorparameter:

Coliforme Bakterien

Coliforme Bakterien werden in der Trinkwasserverordnung als *Enterobacteriaceae* definiert, die das Enzym ß-Galaktosidase bilden. Die Einordnung erfolgt also nicht anhand der genetischen Verwandtschaft, sondern über eine gemeinsame Stoffwechseleigenschaft.

Sie können sowohl fäkalen Ursprungs sein als auch natürlich in der Umwelt vorkommen. Letztere bezeichnet man als „Umweltcoliforme". Diese Unterscheidung ist mikrobiologisch relevant, wird in den Trinkwasserverordnungen jedoch nicht berücksichtigt: Jeder Nachweis coliformer Bakterien gilt als hygienischer Mangel und Hinweis auf einen nicht ordnungsgemäßen Zustand im Versorgungssystem.

Einige coliforme Arten gelten zudem als fakultativ pathogen – insbesondere für Menschen mit geschwächtem Immunsystem – und stellen daher ein potenzielles Gesundheitsrisiko dar. Entsprechend liegt der Grenzwert für Coliforme Bakterien bei 0 KBE/100 ml.

Die Ursachenklärung bei geringen Nachweiswerten (z. B. 1–3 KBE/100 ml) ist oft anspruchsvoll. In solchen Fällen rät das deutsche UBA[3] in seiner Empfehlung vom 21.01.2025 zur Untersuchung eines größeren Probenvolumens (z. B. 1000 ml), um die Ursachen gezielter eingrenzen zu können. Dies kann sowohl die Sensitivität des Nachweisverfahrens erhöhen als auch eine räumlich-zeitliche Eingrenzung der Quelle ermöglichen.

Escherichia coli (E. coli)

Escherichia coli ist ein natürlicher Bestandteil der Darmflora von Menschen und Tieren. Aufgrund seiner eindeutigen Herkunft gilt *E. coli* als klassischer Fäkalindikator – sein Nachweis im Trinkwasser zeigt zweifelsfrei eine fäkale Verunreinigung an.

Tierische Ausscheidungen, insbesondere von Hunden, Schweinen oder Vögeln, enthalten häufig neben *E. coli* auch andere relevante Pathogene wie *Salmonella spp.* und *Campylobacter spp.* Diese Kombination stellt ein erhöhtes Risiko für die Trinkwasserhygiene dar.

Die Trinkwasserverordnungen in Deutschland (TrinkwV, Anlage 1 Teil I[1]) und Österreich (TWV, Teil A[2]) legen daher für E. coli einen strengen Grenzwert von 0 KBE/100 ml fest. Bereits der einmalige Nachweis ist nicht tolerierbar und erfordert unverzügliche Sofortmaßnahmen durch den Wasserversorger.

Im Vordergrund steht der vorsorgende Gesundheitsschutz: Wenn *E. coli* im Wasser vorhanden ist, besteht die reale Gefahr, dass auch andere Krankheitserreger eingetragen wurden. Eine schnelle Ursachenklärung und geeignete Sanierungsschritte sind daher essenziell.

[1] TrinkwV – Trinkwasserverordnung Deutschland; [2] TWV – Trinkwasserverordnung Österreich; [3] UBA-Empfehlung Deutschland: „Coliforme Bakterien – Bewertung und Vorgehen bei Nachweis im Trinkwasser", 21.01.2025; [4] https://verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de/das-lav/publikationen/gesundheit/untersuchungsergebnisse/clostridium-perfringens#:~:text=Clostridium%20perfringens%20sind%20Bakterien%20der,im%20Staub%20sehr%20lange%20überlebensfähig

Intestinale Enterokokken

Intestinale Enterokokken gehören zur natürlichen Darmflora von Menschen und zahlreichen Tierarten. Im Vergleich zu *E. coli* und coliformen Bakterien treten sie in geringerer Anzahl im Kot auf, zeichnen sich jedoch durch eine deutlich höhere Umweltstabilität aus. Dadurch lassen sie sich oft noch nachweisen, wenn andere Indikatororganismen bereits nicht mehr nachweisbar sind.

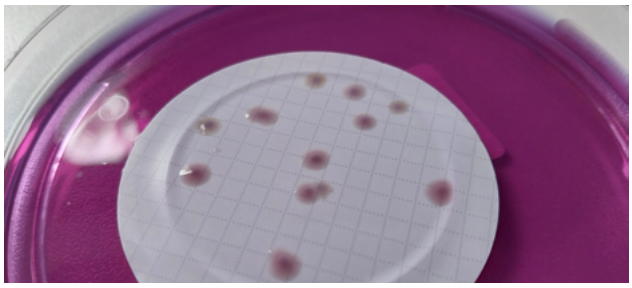
Wie *E. coli* gelten auch intestinale Enterokokken als eindeutige Fäkalindikatoren. Ihr Nachweis im Trinkwasser weist auf eine hygienisch relevante Verunreinigung hin. Der gesetzlich festgelegte Grenzwert beträgt ebenfalls 0 KBE/100 ml gemäß TrinkwV und TWV.

Die infektiologische Relevanz ist schwer abschätzbar: Bei gesunden Menschen sind Enterokokken meist unbedenklich, bei immungeschwächten Personen können sie jedoch schwere Infektionen verursachen. Zugleich sind sie auch als technisch unbedenkliche Mikroorganismen aus Rohmilch und Rohmilchkäse bekannt – ein Hinweis auf die differenzierte Risikobewertung je nach Kontext.

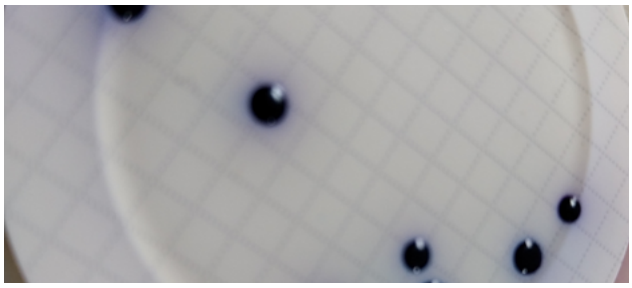
Neuere Fallberichte belegen, dass Enterokokken auch über Insekten wie Mücken in Hochbehälter eingetragen werden können, etwa bei beschädigten oder fehlenden Insektengittern. Zwar erscheinen solche Eintragswege zunächst harmlos, doch es konnte nachgewiesen werden, dass Insektenbeine eine Vielzahl pathogener Mikroorganismen transportieren. Auch dieses Beispiel unterstreicht die Schlüsselrolle der Indikatorparameter im hygienischen Monitoring.

Pseudomonas aeruginosa

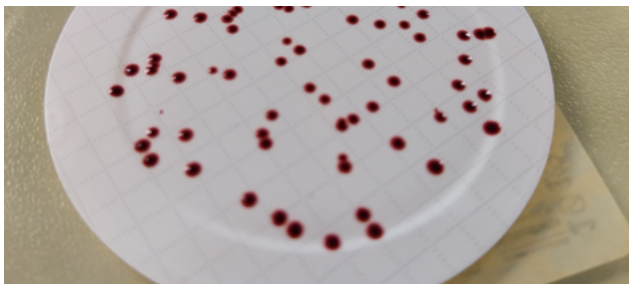
Pseudomonas aeruginosa (Ps. aeruginosa, Pyo+) ist ein pathogenes Bakterium der Gattung *Pseudomonas*, das ubiquitär in der Umwelt vorkommt, sehr anspruchslos wächst und sehr resistent gegenüber Desinfektionsmitteln. *Pseudomonas aeruginosa* kann Sanitärinstallation besiedeln und wird als OPPP (Opportunistic Premise Plumbing Pathogen) bezeichnet. Außerdem findet man *Pseudomonas aeruginosa* häufig in Seifenspendern, Zahnputzutensilien, in Schnittblumen und in Luftbefeuchtern, aber auch in verunreinigten Reinigungs- und Desinfektionsmitteln oder gar Lösungen von Medikamenten.



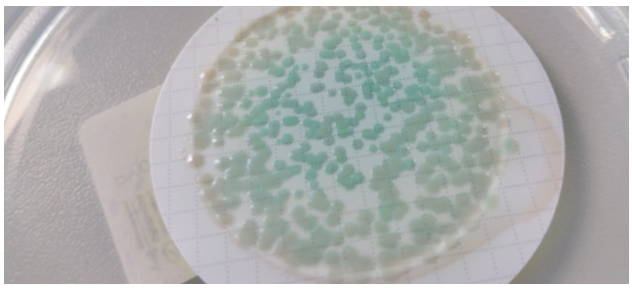
Clostridium perfringens



E.coli



Enterokokken



Pseudomonas aeruginosa

[1] TrinkwV – Trinkwasserverordnung Deutschland; [2] TWV – Trinkwasserverordnung Österreich; [3] UBA-Empfehlung Deutschland: „Coliforme Bakterien – Bewertung und Vorgehen bei Nachweis im Trinkwasser", 21.01.2025; [4] https://verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de/das-lav/publikationen/gesundheit/untersuchungsergebnisse/clostridium-perfringens#:~:text=Clostridium%20perfringens%20sind%20Bakterien%20der,im%20Staub%20sehr%20lange%20überlebensfähig

Pseudomonas aeruginosa kann verschiedene Entzündungen mit Eiterbildung auslösen wie Harnwegs-, Augen-, Ohr- und Wundentzündungen. Bei oraler Aufnahme kann Pseudomonas aeruginosa zu Durchfall führen insbesondere bei immungeschwächten Menschen. Damit ist der Nachweis bei Krankenhäusern, medizinischen Einrichtungen und Pflegeeinrichtungen sehr problematisch.

Die Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa* muss bei Abgabe von Trinkwasser in verschlossenen Behältern erfolgen mit einem Grenzwert von 0 KBE/250 ml. Das trifft für Trinkwasserspender zu, ebenso wie für Trinkwasser, das in verschließbare Behälter abgefüllt wird zur Abgabe beim zeitweiligen Ersatz einer leitungsgebundenen Wasserversorgung in Deutschland.

In Österreich ist *Pseudomonas aeruginosa* ein Indikator für die ausreichende Wirkung von Desinfektionsmaßnahmen und muss auch nach technischen Aufbereitungen überprüft werden (0 KBE/100 ml), wo die Gefahr von einer starken Vermehrung (in z.B. Filteranlagen) besteht. Als Routineparameter wird *Ps. aeruginosa* nach TWV nur untersucht, wenn Chloraminierung als Desinfektionsmethode verwendet wird.

An allen Phasengrenzen bilden sich Biofilme, deshalb ist das in den Rohrleitungen bei Gebäude- und Wasserversorgungsanlagen auch der Fall. Maßgeblich beteiligt ist dabei die Gattung *Pseudomonas* zu der u.a. auch *Pseudomonas aeruginosa* gehören. Grundsätzlich sind Biofilme in Rohrleitungen normal und können eine wichtige Schutzwirkung auf das Leitungsmaterial haben. Allerdings können sich in Biofilm unter ungünstigen Bedingungen auch Pathogene Bakterien wie *Pseudomonas aeruginosa* und Legionellen vermehren. Daher wird von einigen Gesundheitsämtern in Deutschland die Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa* gefordert, wenn Kaltwassertemperaturen über 20°C gemessen werden oder bei Trinkwasserspendern.

Clostridium perfringens, einschließlich Sporen

Clostridium perfringens sind Bakterien, die unter lebensfeindlichen Bedingungen Dauerformen (Sporen) ausbilden können und sind daher im Boden, im Wasser und im Staub sehr lange überlebensfähig[4].

Gesundheitlich ist *Clostridium perfringens* in Wunden als Erreger von Gasbrand relevant und kann Ursache von Gastroenteritis sein (Entzündungen des Magen-Darm-Traktes) nach dem Verzehr von kontaminiertem Lebensmittel oder über das Trinkwasser.

Clostridium perferingens kommt natürlich im Boden und in Oberflächenwasser vor. Unter natürlichen Bedingungen kommt *Clostridium perfringens* jedoch in Grundwasser nicht vor. Deshalb ist die Untersuchung von *Clostridium perferingens*, einschließlich Sporen in der TrinkwV und TWV Pflicht, wenn das Rohwasser von Oberflächenwasser stammt oder ggf. von Oberflächenwasser beeinflusst wird. Der Grenzwert beträgt 0 KBE/100 ml.

Erfolgt ein Nachweis in Deutschland, so sind Nachforschungen anzustellen und es ist aufzuklären ob durch die Trinkwasserversorgung oder im Versorgungssystemeine Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch krankheitserregende Mikroorganismen oder Parasiten besteht. Clostridien sind unmittelbar der zuständigen deutschen Behörde zu melden. Mobile Wasserversorgungsanlagen und in der Regel Eigenwasserversorgungsanlagen müssen in Deutschland die Untersuchung einmal jährlich durchführen.

Clostridium perfringens ist in Österreich nicht unmittelbar der Behörde zu melden. *Clostridium perfringens* ist als Indikator für die ausreichende Wirkung von Desinfektionsmaßnahmen in den Untersuchungsumfang in Österreich aufzunehmen, eine unmittelbare Meldepflicht existiert in Österreich aber nicht.

Die Sporen von *Clostridium perfringens* sind sehr persistent und haben eine hohe Resistenz, z.B. überstehen die Sporen ein Erhitzen auf 80°C für 5 min. Sie werden als Indikatoren für dem Eintrag von fäkalbürtigen Parasiten wie z.B. *Giardien* und/oder *Cryptosporidium* verwendet.

[1] TrinkwV – Trinkwasserverordnung Deutschland; [2] TWV – Trinkwasserverordnung Österreich; [3] UBA-Empfehlung Deutschland: „Coliforme Bakterien – Bewertung und Vorgehen bei Nachweis im Trinkwasser", 21.01.2025; [4] https://verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de/das-lav/publikationen/gesundheit/untersuchungsergebnisse/clostridium-perfringens#:~:text=Clostridium%20perfringens%20sind%20Bakterien%20der,im%20Staub%20sehr%20lange%20überlebensfähig

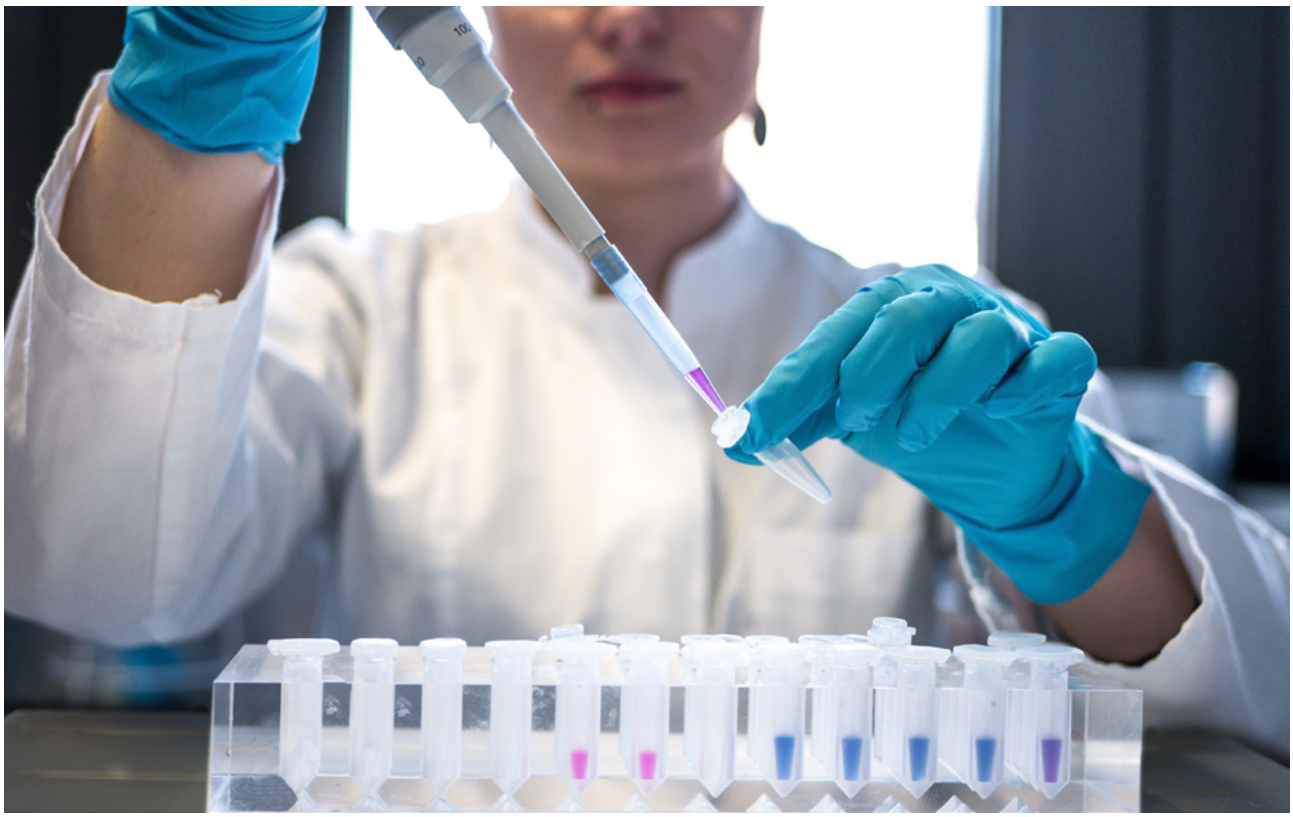
Beispiel:
Um infektiologisch relevante Mengen an *Cryptosporidien* nachzuweisen muss 10 bis 10.000 Liter Probe untersucht werden, während für die Untersuchung von *Clostridum perfringens* 0,1 Liter Probe untersucht werden. *+Dari, G. Lexikon der Infektionkrankheiten des Menschen (2. Auflage)*

Somatische Coliphagen

Bakteriophagen sind Viren, die Bakterien befallen. Die *somatische Coliphagen,* infizieren coliforme Bakterien, insbesondere *Escherichia coli*. Sie werden als Indikator für Viren aus fäkalen Verunreinigungen von Warmblütlern angesehen, da sie in der Natur und damit in Oberflächenwasser vorkommen. Als Viren haben sie eine ähnliche Größe, Struktur, ähnliche Eigenschaften und Verhalten, wie humanpathogene Viren. „...Sie eignen sich deshalb zur Klärung der Frage, inwieweit eine Belastung des Rohwassers mit humanpathogenen Viren vorliegen kann, da sie deren Verhalten in der Umwelt und unter den Bedingungen der Wasseraufbereitung besser widerspiegeln als die bakteriellen Indikatororganismen. Auch können *somatische Coliphagen* länger zurückliegende fäkale Verunreinigungen anzeigen, bei denen die bakteriellen Indikatoren bereits inaktiviert wurden, während humanpathogene Viren noch überlebt haben können...“ so die Begründung zur Aufnahme der Untersuchungen im Referentenentwurf zur *TrinkwV 2023.*

Die *somatische Coliphagen* werden u.a. zur Beurteilung von Wasseraufbereitungen bzw. der Filterleistung herangezogen, in dem die Untersuchung im Roh- und im Reinwasser erfolgt.

Die TrinkwV sieht eine Untersuchung von *somatischen Coliphagen* in Rohwasser, das Oberflächenwasser enthält, vor. Wird der Referenzwert von 50 PFU/100 ml in Deutschland überschritten, muss eine Ursachenanalyse im Einzugsgebiet der Entnahmestellen für die Trinkwassergewinnung durchgeführt werden und die Wirksamkeit der Aufbereitungsverfahren sowie die Eliminationsleistung der einzelnen Aufbereitungsstufen bestimmt und bewertet werden im Hinblick auf virale Krankheitserreger.



Alle Angaben ohne Gewähr. Dieses Dokument wurde von AGROLAB GROUP mit größter Sorgfalt erstellt. Wir übernehmen jedoch keine Haftung.