



Mikrobiologie im Trinkwasser

Was Sie wissen sollten

Bewusstsein schaffen

Welche Bakterien trüben bedenkenlosen Wassergenuss und können gesundheitsgefährdend wirken?

Wasserhygiene

Hygienisch einwandfreies Trinkwasser ist gesundheitlich unbedenklich, aber nicht steril und damit komplett frei von Mikroorganismen. Auch nach Aufbereitung im Wasserwerk enthält es Mikroorganismen, welche im Trinkwasser ihren natürlichen Lebensraum haben. (1)

Unter Mikroorganismen versteht man kleinste Organismen, welche mit dem bloßen Auge nicht sichtbar und nur unter dem Mikroskop erkennbar sind. Zu Mikroorganismen gehören unter anderem Bakterien, Pilze, Algen und tierische Einzeller. (2) Die meisten im Trinkwasser lebenden Mikroorganismen sind nicht pathogen und damit für den Menschen völlig harmlos.

Einige Vertreter können jedoch Krankheiten auslösen und sind im Trinkwasser gemäß der Trinkwasserverordnung nicht oder nur begrenzt erlaubt.

In der Trinkwasserverordnung ist daher unter § 5 Mikrobiologische Anforderungen folgendes festgelegt: „Im Trinkwasser dürfen Krankheitserreger im Sinne des § 2 Nummer 1 des Infektionsschutzgesetzes, die durch Wasser übertragen werden können, nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.“ (3)

Im Folgenden werden die wichtigsten mikrobiologischen Parameter im deutschen Trinkwasser (laut Trinkwasserverordnung, 3. Änderungsverordnung, Stand 10.03.2016) kurz beschrieben.





Bakterien

Koloniezahl 22 °C/36 °C

Allgemeines

Die Einheit zur Erfassung von Bakterien sind KBE/Volumen (z. B. KBE/100 ml). KBE steht für „koloniebildende Einheiten“ und ergibt sich aus der Messmethode. Es ist ein Maß für die Anzahl der untersuchten, lebenden Bakterien. Pro Keim entsteht auf dem Bakteriennährboden eine Kolonie – KBE und wird damit auszählbar.

Unter der Koloniezahl 22 °C und Koloniezahl 36 °C werden Mikroorganismen erfasst, welche sich bei 22 °C bzw. 36 °C auf einem Bakteriennährboden vermehren.

Mit der Koloniezahl bei 22 °C werden vor allem die im Trinkwasser natürlich heimischen Mikroorganismen erfasst. Die Koloniezahl 36 °C erfasst hingegen eher die Bakterien, welche unter bestimmten Umständen bei hohen Koloniezahlen krankheitserregende Eigenschaften für den Menschen haben können. (4)

Dieser Wert beschreibt nicht die Gesamtkeimzahl. Er ist lediglich ein Maß, um die allgemeine mikrobiologische Wasserbeschaffenheit zu charakterisieren, daher kann keine direkte Relation zu pathogenen Krankheitserregern hergestellt werden. Um diese zu erfassen, muss der jeweilige Parameter/Krankheitserreger, wie zum Beispiel E. coli, separat analysiert werden.

Grenzwert nach der Trinkwasserverordnung

Je nach Einsatzfall gelten teilweise andere Grenzwerte. Generell ist die Anforderung „keine anormale Veränderung“. Eine gewisse Schwankung ist für die Koloniezahl 22 °C/36 °C im normalen Bereich (z. B. 1. Messwert: 20 KBE/ml, 2. Messwert: 70 KBE/ml, 3. Messwert: 10 KBE/ml). Ein plötzlicher oder stetiger Anstieg des Messwertes kann jedoch auf ein mikrobiologisches Problem hinweisen.

Der mehr detaillierte Grenzwert in der Trinkwasserverordnung für die Koloniezahl bei 22 °C liegt bei 100 KBE/ml am Zapfhahn des Verbrauchers und für 36 °C generell bei 100 KBE/ml. Unmittelbar nach Abschluss einer Aufbereitung liegt der Grenzwert für Koloniezahl 22 °C in desinfiziertem Trinkwasser bei 20 KBE/ml. (3)

Stichworte

Allgemeiner Indikatorparameter

Summenparameter

Nicht zwingend Krankheitserreger



Bakterien

Coliforme und Escherichia coli

Allgemeines

Coliforme Bakterien und speziell davor Escherichia coli (E. coli) sind Indikatorparameter zur Feststellung von fäkalen Verunreinigungen. Unter coliformen Bakterien werden Bakterien als Gruppe zusammen gefasst, welche bestimmte physiologische Eigenschaften erfüllen. E. coli ist der wichtigste Fäkalindikator und zählt zu der Gruppe der coliformen Bakterien. (4)

E. coli ist immer fäkalen Ursprungs. Coliforme Bakterien können sowohl fäkalen, als auch nicht fäkalen Ursprungs sein. Dies kann in der Standardanalytik nicht unterschieden werden.

Der Nachweis von coliformen Bakterien und/oder E. coli weist auf jeden Fall immer auf eine unerwünschte Belastung des Wassers hin, meist von außerhalb der Trinkwasser-Installation. (4)

E. coli kann sich im Trinkwasser in der Regel nicht vermehren, allerdings mehrere Monate dort überleben und damit längere Zeit nachgewiesen werden.

Einige Vertreter der coliformen Bakterien können Biofilme bilden und sich darin vermehren. Da der Biofilm eine Schutzschicht ausbildet, sind sie dann durch Desinfektionsmaßnahmen schwer zu entfernen. (4) Coliforme Bakterien weisen außerdem eine hohe natürliche Antibiotikaresistenz auf. (5)

Auslösende Krankheiten

Durch E. coli/coliforme Bakterien ausgelöste Krankheiten können zum Beispiel Wundinfektionen oder Durchfallerkrankungen sein. (4)

Grenzwert

Der Grenzwert liegt für E. coli und coliformen Bakterien bei 0 KBE/100 ml. (3)

Stichworte

Fäkale Verunreinigung

Meist Verunreinigung von außerhalb der Trinkwasser-Installation



Bakterien

Pseudomonas aeruginosa

Allgemeines

Das Bakterium *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) ist ein Umweltbakterium und im Temperaturbereich zwischen 4 °C und 42 °C vermehrungsfähig (daher häufig als Kaltwasserkeim bezeichnet). Durch hohe Anpassungsfähigkeiten an unterschiedlichste Gegebenheiten und Nährstoffsituationen, kann es unter anderem folgende Standorte besiedeln: Rohrleitungen, Badebeckenwasser oder destilliertes Wasser bei Anwesenheit von geringen Mengen an organischen Substanzen. Darüber hinaus besitzt *P. aeruginosa* auch im trockenen Milieu eine lange Überlebensfähigkeit. (1)

P. aeruginosa kann in neu verlegten Trinkwasserleitungen auftreten, da es ein sogenannter Erstbesiedler von Biofilmen ist. Bei einer Kontamination eines Systems mit *P. aeruginosa* ist es sehr schwierig diesen Keim wieder zu entfernen. (6)

Auslösende Krankheiten

Circa 5 % der Menschen sind Träger von *P. aeruginosa* ohne Symptome zu zeigen. (4) Bei Menschen mit Vorerkrankungen kann dieses Bakterium zu Lungenfunktionsstörungen oder Wundinfektionen führen. So ist *P. aeruginosa* einer der häufigsten Ursachen von Krankenhausinfektionen mit hoher Sterblichkeitsrate. Dort ist es vor allem aufgrund seiner Fähigkeit Antibiotikaresistenzen (unter Umständen auch Multiresistenzen) zu entwickeln ein großes hygienisches Problem. (6) (7)

Grenzwert

Die TVO sieht keine routinemäßige Untersuchung auf *P. aeruginosa* in der öffentlichen Trinkwasserversorgung vor. Lediglich unter Anlage 1, Teil II Anforderungen an Trinkwasser, das zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen vorgesehen ist, wird der Grenzwert von 0 KBE/250 ml vorgegeben. (3) *P. aeruginosa* wird jedoch manchmal als Nebenbefund bei einer routinemäßigen Trinkwasseruntersuchung festgestellt (teilweise auf Veranlassung des Gesundheitsamtes). Die Trinkwasserkommission empfiehlt daher *P. aeruginosa* im Untersuchungsbericht anzugeben. (8)

In Krankenhäusern sowie anderen medizinischen Einrichtungen gilt der Höchstwert 0 KBE/100 ml. (7)

Stichworte

Kalt- und Warmwasser
Multiresistenzen
Erstbesiedler



Bakterien

Legionella pneumophila

Allgemeines

Legionella pneumophila (L. pneumophila) ist ein Umweltbakterium. Natürlich vorkommend ist es in geringen Mengen in Oberflächenwasser oder Grundwasser nachweisbar. Daher kann es in dem von den Wasserwerken gelieferten Trinkwasser in sehr geringer Konzentration vorkommen. (9) Dort ist es jedoch aufgrund niedriger Wassertemperaturen kaum vermehrungsfähig und stellt somit kein/geringes Infektionsrisiko dar.

Ab 20 °C Wassertemperatur steigt die Vermehrungsgeschwindigkeit und erreicht ihr Maximum zwischen 30 °C und 45 °C. In diesen Temperaturbereichen kann L. pneumophila, sowohl im Kalt- als auch im Warmwasser zu einem hygienischen Risiko werden. (9)

Besonders fördernd für Legionellenwachstum sind Ablagerungen durch z. B. Kalkausfall und ein ausgeprägter Biofilm. Dort ist L. pneumophila vor Desinfektionsmaßnahmen relativ gut geschützt und somit schwierig zu entfernen. (9)

Auslösende Krankheiten

Eine Infektion mit L. pneumophila erfolgt meist über die Lunge, wenn sich das Bakterium in feinsten Wassertröpfchen befindet, eingeatmet wird und so eine Lungenentzündung (Legionellose) verursacht. Daher ist die Dusche als Infektionsort häufig im Visier, die Ursache der Kontamination ist aber in der Regel im Warmwassernetz der Hausinstallation zu finden. Andere Infektionswege sind seltener, aber auch möglich, wie z. B. Kühltürme, Klimaanlage oder Schwimmbäder. (9)

Eine Übertragung von Mensch zu Mensch findet nicht statt. Zur Risikogruppe gehören ältere Menschen, Raucher und generell Menschen mit einem geschwächten Immunsystem. Aber prinzipiell kann bei jeder Mensch bei Kontakt an Legionellose erkranken. Männer sind doppelt so häufig betroffen wie Frauen. (9)

Grenzwert

Im Falle von L. pneumophila spricht die TVO von einem technischen Maßnahmenwert und nicht von einem Grenzwert. Es werden unterschiedliche Maßnahmen je nach Legionellenkonzentration und Untersuchungsart vorgeschrieben (siehe DVGW Arbeitsblatt W-551). Der technische Maßnahmenwert/anzustrebender Zielwert liegt bei < 100 KBE/100 ml. Der Nachweis von L. pneumophila in Konzentration von > 100 KBE/100 ml ist immer auch Hinweis darauf, dass in einem System technische Mängel bestehen. In Hochrisikobereichen, wie etwa Intensivpflegestationen, liegt der Grenzwert bei 0 KBE/100 ml. (9)

Stichworte

Aerosolbildung
Untersuchungspflicht





Bakterien

Enterokokken

Allgemeines

Enterokokken oder auch Fäkalstreptokokken genannt, sind wie E. coli Fäkalindikatoren und nicht vermehrungsfähig im Trinkwasser. Da sie jedoch eine längere Überlebensdauer als E. coli aufweisen, können sie auf länger zurückliegende Kontaminationen hindeuten. Außerdem zeigen Enterokokken eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Chlor auf. Es ist ein seltener gemessener Parameter, bringt aber in manchen Fällen eine wichtige, zusätzliche Aussagekraft haben. Bei Eigenwasserversorgern ist dieser Parameter Pflicht (siehe DIN 2001-2). (1)

Grenzwert

Der Grenzwert liegt für Enterokokken bei 0 KBE/100 ml. (3)

Auslösende Krankheiten

Enterokokken können unter anderem Wundinfektionen auslösen. Außerdem werden Enterokokken mit Krankenhausinfektionen in Verbindung gebracht. (1)

Stichworte

Fäkale Verunreinigung
Überleben lange im Trinkwasser
Eigenwasserversorger



Bakterien

Clostridium perfringens

Allgemeines

Clostridium perfringens (C. perfringens) gehört zu der Gruppe der Clostridien, welche in Seen und Flüssen vorkommen. Im Trinkwasser müssen sie nur bei der Gewinnung des Trinkwassers aus Oberflächenwasser untersucht werden, daher ist dieser Parameter in Deutschland selten notwendig. Clostridien bilden unter ungünstigen Lebensbedingungen Sporen. Dies ist eine gegen Hitze, Chlorung und Austrocknung widerstandsfähige Dauerform (ähnlich wie Pilzsporen). Vermehrungsfähig ist dieses Bakterium nur unter sauerstofffreien Bedingungen. (1)

Grenzwert

Dieser Parameter muss nur bei Gewinnung des Trinkwassers aus Oberflächenwasser bestimmt werden. Dann liegt der Grenzwert für C. perfringens bei 0 KBE/100 ml. (3)

Auslösende Krankheiten

C. perfringens kann Wundinfektionen und Nahrungsmittelvergiftungen (bei Zubereitung von Nahrungsmitteln mit belastetem Wasser) verursachen. Das unmittelbare Trinken kontaminiertem Trinkwasser mit C. perfringens ist im Allgemeinen nicht krankheitsauslösend. (1) Allerdings entsteht eine Gefährdung durch die Möglichkeit des Begleitvorkommens von z.B. Cryptosporidium parvum oder Giardia lamblia (Einzeller). (10)

Stichworte

Oberflächenwasser
Sporenbildner
Nahrungsmittelvergiftungen





Literaturverzeichnis

1. **Nießner, Reinhard (Hrsg.).** *Karl Höll Wasser - Nutzung im Kreislauf - Hygiene, Analyse und Bewertung.* Berlin/New York : De Gruyter, 2010. 978-3-11-022677-5.
2. **Drews, Gerhart.** *Mikrobiologie - Die Entdeckung der unsichtbaren Welt.* Heidelberg : Springer-Verlag, 2010. 978-3-642-10756-6.
3. **Bundesministerium für Gesundheit.** Trinkwasserverordnung. Bonn : s.n., 2016.
4. **Schoenen, Dirk.** *Mikrobiologie des Trinkwassers.* München : Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2011.
5. **Umweltbundesamt.** Coliforme Bakterien im Trinkwasser. [Online] Umweltbundesamt, 2009. [Zitat vom: 19. April 2017.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/coliforme_bakterien.pdf.
6. —. Empfehlung der Trinkwasserkommission zur Risikoeinschätzung, zum Vorkommen und zu Maßnahmen beim Nachweis von *Pseudomonas* in Trinkwassersystemen. [Online] Umweltbundesamt, 2002. [Zitat vom: 19. April 2017.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/risiko_p_aeruginosa_tw_2002_45.pdf.
7. **Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene.** *Gesundheitliche Bedeutung, Prävention und Kontrolle wasser-assoziiertes *Pseudomonas aeruginosa*.* Wiesbaden : mhp Verlag GmbH, 2017. ISSN 0172-3790.
8. **Umweltbundesamt.** Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit - Hygienisch-mikrobiologische Untersuchung im Kaltwasser von Wasserversorgungsanlagen. [Online] Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 7, 2006. [Zitat vom: 19. April 2017.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/hyguntersuchung_kaltwasser_installation_2005_49.pdf.
9. **Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit.** Legionellen - die am häufigsten gestellten Fragen. [Online] risches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 18. August 2016. [Zitat vom: 21. April 2017.] <https://www.lgl.bayern.de/gesundheit/hygiene/wasser/legionellen.htm>.
10. **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW.** Leitlinien zum Vollzug der §§ 9 und 10 der Trinkwasserverordnung. [Online] Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, 13. Februar 2013. [Zitat vom: 30. August 2017.] <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Leitlinien.pdf>.
11. **Umweltbundesamt.** Rund um das Trinkwasser. [Online] Umweltbundesamt, 2016. [Zitat vom: 19. April 2017.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_rund_um_das_trinkwasser_ratgeber_web_0.pdf.
12. **Hamsch, Beate.** **Pseudomonas aeruginosa* in Trinkwassersystemen - Wachstumsansprüche und nachhaltige Gegenmaßnahmen.* Bonn : DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., 2014. DVGW-Förderkennzeichen W6-02-09 + W6-02-09-ERW.
13. **DVGW Deutscher Verein für das Gas- und Wasserfaches e.V.** *twin Nr. 09 - Hygienisch sicherer Betrieb von Trinkwasser-Installationen.* Bonn : Technisch-wissenschaftlicher Verein, 2014.