

# Mikrobiologische Grundlagen

## einzelner trinkwasserrelevanter Erreger und gesundheitliche Aspekte

Die Kenntnis der **wasserbezogen übertragbaren Krankheitserreger** sowie deren klinische und epidemiologische Charakteristika sind entscheidend für das Verständnis dieser Gefahrenquelle für die menschliche Gesundheit. Gleichzeitig wird dadurch auch die Sinnhaftigkeit der Trinkwasserverordnung und der damit verfolgten Risikoregulierung deutlich. Im nachfolgenden Artikel werden einzelne, **für Deutschland relevante Krankheitserreger** kurz vorgestellt.

von: Dr. Jürgen Rissland (Universitätsklinikum des Saarlandes)



Quelle: Alex011973 – Fotolia.com

**Infektionserkrankungen**, die durch wasserbezogen übertragbare Krankheitserreger ausgelöst werden, stellen eine beträchtliche Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Pathogene Bakterien, Viren und Parasiten, die zumeist durch Fäkalien in das Trinkwasser gelangen, gefährden vorrangig Säuglinge und kleine Kinder. Aber auch für ältere Menschen und Personen mit gesundheitlichen Grundleiden kann der Kontakt zu kontaminiertem Trinkwasser ernsthafte Krankheitsfolgen haben [1].

Das Spektrum der wasserbezogen übertragbaren Krankheitserreger umfasst derzeit 28 Pathogene, für die eine Übertragung mittels

Trinkwasser gesichert ist, und mindestens weitere 18 Organismen, für die eine Übertragung angenommen werden kann, eine klare Evidenz jedoch bislang noch fehlt [1]. Die WHO hat in ihren „Guidelines for drinking-water quality“ eine Einzelbeschreibung der trinkwasserassoziierten Erreger vorgenommen, auf die ausdrücklich verwiesen wird.

Nicht alle dieser Erreger sind für Deutschland relevant. Daher werden im Folgenden nur ausgewählte Pathogene kurz vorgestellt, deren klinische und epidemiologische Eigenschaften auf eine besondere Bedeutung hierzulande schließen lassen. Neben den Einzelbeschrei-

bungen gemäß WHO sind dabei die Erregersteckbriefe und weitere Berichte des RKI ([www.rki.de](http://www.rki.de)) wesentliche Informationsquellen.

## Bakterien

### Pathogene *Escherichia coli*

*Escherichia coli* (*E. coli*) ist ein gramnegatives Stäbchen und kommt in hohen Konzentrationen in der Darmflora bei Mensch und Tier vor, löst dort in der Regel jedoch keine Erkrankung aus. Dieser Umstand macht *E. coli* zu einem idealen Indikatorkeim für fäkale Verunreinigung. In anderen Teilen des Körpers kann *E. coli* allerdings ernsthafte Erkrankungen wie z. B. Harnwegsinfektionen, Bakteriämien (zeitweiliges Vorhandensein von Bakterien im Blut) und Meningitis (Hirnhautentzündungen) verursachen, insbesondere dann, wenn verschiedene Virulenzfaktoren (v. a. Zellgifte wie das Shigatoxin) vorhanden sind. In diesen Fällen beginnt die Infektion meistens mit einer akuten Durchfallerkrankung und bezieht in der Folge weitere Organsysteme, z. B. das blutbildende System oder die Nierenwege, ein. Auf der Basis verschiedener Virulenzfaktoren werden enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC), enterotoxigene *E. coli* (ETEC), enteropathogene *E. coli* (EPEC), enteroinvasive *E. coli* (EIEC), enteroaggregative *E. coli* (EAEC) und diffus adhärenzte *E. coli* (DAEC) unterschieden [2].

Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit trinkwasserbedingten Infektionen sind enterohämorrhagische *Escherichia coli*-Serotypen wie *E. coli* O 157:H7. Neben Diarrhoen, die von milden und nicht blutigen bis stark blutigen Verläufen reichen, kann in 5 bis 10 Prozent der Fälle ein möglicherweise lebensbedrohendes hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) hervorgerufen werden, das durch ein akutes Nierenversagen und eine hämolytische Anämie charakterisiert ist. Kinder unter drei Jahren sind am stärksten durch HUS gefährdet. Die Infektiosität von EHEC-Stämmen ist wesentlich höher als die anderer *E. coli*-Stämme. Weniger als 100 EHEC-

Bakterien können eine Infektion auslösen [3]. Vieh, insbesondere Rinder und Schafe und zu einem geringeren Ausmaß Schweine und Geflügel, sind die wichtigsten Infektionsreservoir für EHEC-Stämme. EHEC und andere *E. coli* sind auch in unterschiedlichen Wasserhabitaten nachweisbar [2].

Seit Einführung der Meldepflicht gemäß IfSG im Jahre 2001 wurden jährlich zwischen 925 und 1.183 EHEC-Erkrankungen an das RKI übermittelt [3]. Der Ausbruch 2011 mit über 3.800 Fällen, der auf den Genuss EHEC-kontaminierter Sprossen zurückging, zeigte jedoch das Potenzial dieses Erregers für Krankheitshäufungen.

### *Pseudomonas*

*Pseudomonas aeruginosa* ist die wichtigste pathogene Spezies innerhalb der Familie der Pseudomonadaceae. Es handelt sich um ein gramnegatives stäbchenförmiges Bakterium. Die wichtigsten morphologischen Charakteristika auf Labormedien schließen die Produktion von Pigmenten, insbesondere dem löslichen blau gefärbten Pigment Pyocyanin, ein. *Pseudomonas aeruginosa* benötigt keine spezifischen Wachstumsfaktoren und kann sich in Anwesenheit einfacher Stickstoffquellen und einer einzigen verwertbaren Kohlenstoff- und Energiequelle vermehren. Es ist hitzetolerant bis ca. 50 °C und kommt ubiquitär vor, bevorzugt in Feuchtbereichen. Eine Vermehrung ist ihm in Anwesenheit von Wasser auch auf der Oberfläche von geeigneten organischen Materialien (Biofilm!) und sogar in destilliertem Wasser oder bei niedrig dosierten Desinfektionsmittellösungen möglich [1, 2].

*Pseudomonas aeruginosa* ist ein opportunistischer Krankheitserreger, der verschiedenste Erkrankungen bei Krankenhauspatienten, älteren und immunsupprimierten Menschen sowie bei Säuglingen auslösen kann [4]. Das Spektrum der Erkrankungen schließt Lungenentzündungen, Harnwegsinfektionen, Wundinfektionen, Septikämien und neonatale Infektionen ein. Vor allem Menschen mit ent-

sprechender Prädisposition sind gefährdet. Hierzu zählen die Anwendung von Beatmungssystemen, liegende Katheter- bzw. Fremdkörpersysteme, verletzte (v. a. verbrannte) Haut, Antibiotika- bzw. Chemotherapie oder bestimmte Grundkrankheiten, wie z. B. die zystische Fibrose oder AIDS. Außerhalb des Krankenhauses haben Pseudomonaden als Erreger von Keratokonjunktividen bei Kontaktlinienträgern sowie der Otitis externa bei Schwimmern erhebliche Bedeutung [2].

Im Trinkwasser gelten angesichts der unter ungünstigen Umständen schweren entzündlichen Erkrankungen in verschiedensten Organen und der unter Umständen hohen Resistenz gegen Desinfektionsmittel selbst geringe Konzentrationen von *Pseudomonas aeruginosa* als gesundheitlich bedenklich [4].

### Legionellen [5]

Legionellen sind gramnegative, nicht sporenbildende aerobe Bakterien, die zur Familie der *Legionellaceae*, Genus *Legionella*, gehören. Derzeit sind etwa 57 Arten bekannt, die mindestens 79 verschiedene Serogruppen umfassen. Alle Legionellen sind als potenziell humanpathogen einzustufen. Die für Erkrankungen des Menschen bedrohlichste Art ist *Legionella pneumophila*, die für etwa 90 Prozent aller Erkrankungen verantwortlich ist. *Legionella pneumophila* umfasst insgesamt 16 Serogruppen, von denen die Serogruppe 1 die größte Bedeutung besitzt.

Das Spektrum der klinischen Manifestationen reicht von asymptomatischen Infektionen bis zu schwerwiegenden Pneumonien, die in 10 bis 15 Prozent der Fälle einen tödlichen Verlauf nehmen. Bei der Legionellose unterscheidet man zwei verschiedene Krankheitsbilder:

- Die Legionärskrankheit – benannt nach einem großen Krankheitsausbruch unter Mitgliedern der amerikanischen Legion während eines Veteranentreffens in Philadelphia im

Jahr 1976 – führt zu einer schweren atypischen Form der Lungenentzündung (Legionellen-Pneumonie). Trotz möglicher Antibiotikabehandlung liegt die Sterblichkeit bei etwa 10 bis 15 Prozent.

- Demgegenüber ist das sogenannte Pontiac-Fieber – benannt nach der gleichnamigen Stadt in den USA, wo die ersten Fälle beschrieben wurden – durch einen wesentlich leichteren Verlauf ohne Pneumonie gekennzeichnet. Die Patienten erholen sich – auch ohne Antibiotikatherapie – innerhalb weniger Tage. Todesfälle sind nicht bekannt.

Legionellen sind weit verbreitete Umweltkeime. Ihr natürlicher Lebensraum sind Frischwasserbiotope, wo sie in geringer Zahl Bestandteil von Oberflächengewässern und Grundwasser sind. Legionellen vermehren sich in der Regel nicht frei im Wasser, sondern intrazellulär in Amöben und anderen ebenfalls im Wasser vorkommenden Protozoen. Unter bestimmten Bedingungen besiedeln Legionellen auch künstliche, vom Menschen geschaffene Wassersysteme. Ihr Vorkommen wird dabei entscheidend von der Wassertemperatur beeinflusst. Ideale Wachstumsbedingungen finden Legionellen bei Temperaturen zwischen 25 °C und 45 °C (Temperaturoptimum: 37 °C). Erst bei Wassertemperaturen oberhalb von 55 °C wird das Legionellen-Wachstum wirksam gehemmt. Oberhalb von 60 °C kommt es zum Absterben der Keime.

Legionellen können auch in kaltem Wasser vorkommen, sich bei Temperaturen unter 20 °C aber nicht nennenswert vermehren. Günstige Lebensbedingungen finden Legionellen vor allem in großen Warmwasseranlagen mit umfangreichen Rohrsystemen. Vorhandene Ablagerungen (z. B. Sedimente in Warmwasserbehältern) und der Biofilm in den Rohren bilden ein komplexes Ökosystem und bieten den Legionellen mit ihren speziellen Nährstoffansprüchen eine optimale Lebensgrundlage. Ebenso kann eine

Stagnation zu erhöhten Keimzahlen im Wasser führen. Besonders ältere und schlecht gewartete Wassersysteme sind daher anfällig für Legionellen-Kontaminationen.

Erkrankungen des Menschen treten weltweit sporadisch oder im Rahmen von Ausbrüchen auf. Bei großen „community acquired“-Ausbrüchen mit häufig mehr als hundert Betroffenen sind oftmals Rückkühlwerke, die sich auf den Dächern von größeren Gebäuden befinden, die Infektionsquelle. Durch eine unzureichende bzw. mangelhafte Wartung solcher Systeme können große Mengen mit Legionellen kontaminierter Aerosole in die Luft gelangen und zu weit verstreuten Erkrankungen führen. So auch bei einem Ausbruch im Jahr 2010, als im Stadtgebiet von Ulm und Neu-Ulm über 60 Personen erkrankten – ausgelöst durch ein kontaminiertes Nassrückkühlwerk einer Großklimaanlage.

## Viren

### Noroviren [6]

Noroviren (früher als Norwalk-like-Viren bezeichnet) wurden 1972 durch elektronenmikroskopische Untersuchungen entdeckt. Sie gehören zur Familie der *Caliciviridae*. Gemäß einer Festsetzung des „International Committee on Taxonomy of Viruses“ (ICTV) erfolgt eine Unterteilung der humanen Caliciviren in die beiden Genera „Norovirus“ (NV) und „Sapovirus“ (SV). Humane Noroviren zeichnen sich durch eine ausgeprägte Genomvariabilität aus und lassen sich bisher nicht auf Zellkulturen vermehren.

Noroviren sind weltweit verbreitet. Sie sind für einen Großteil der nicht bakteriell bedingten Gastroenteritiden bei Kindern (ca. 30 Prozent) und bei Erwachsenen (bis zu 50 Prozent) verantwortlich. Die Meldedaten des IfSG bestätigen, dass Kinder unter 5 Jahren und ältere Personen über 70 Jahre besonders häufig betroffen sind. Dies trägt dazu bei, dass Norovirus-Erkrankungen die überwiegende Ursache von

akuten Gastroenteritis-Ausbrüchen in Gemeinschaftseinrichtungen, Krankenhäusern und Altenheimen sind. Sie können aber auch für sporadische Gastroenteritiden verantwortlich sein. Bei Säuglingen und Kleinkindern stellen sie nach den Rotaviren die zweithäufigste Ursache akuter Gastroenteritiden dar.

Der Mensch ist das einzige bekannte Reservoir des Erregers. Der Nachweis von Caliciviren bei Tieren (Schweinen, Katzen und Kaninchen) steht derzeit in keinem erkennbaren Zusammenhang mit Erkrankungen des Menschen.

Die Viren werden über den Stuhl und das Erbrochene des Menschen ausgeschieden. Die Infektiosität ist sehr hoch, die minimale Infektionsdosis dürfte bei ca. 10 bis 100 Viruspartikeln liegen. Die Übertragung erfolgt fäkal-oral (z. B. Handkontakt mit kontaminierten Flächen) oder durch die orale Aufnahme virushaltiger Tröpfchen, die im Rahmen des schwallartigen Erbrechens entstehen. Das erklärt die sehr rasche Infektionsausbreitung innerhalb von Altenheimen, Krankenhäusern und Gemeinschaftseinrichtungen. Die direkte Übertragung von Mensch zu Mensch ist in erster Linie die Ursache für die hohe Zahl an Norovirus-Infektionen. Infektionen können aber auch von kontaminierten Speisen (Salate, Krabben, Muscheln, Erdbeeren u. a.) oder Getränken (verunreinigtes Wasser) ausgehen. Humane Caliciviren werden mit den Faeces von infizierten Personen ausgeschieden und sind von daher in häuslichem Abwasser nachweisbar. Verunreinigtes Trinkwasser konnte daher neben verschiedenen Lebensmitteln als wichtige Expositionsquelle, insbesondere für Ausbrüche, identifiziert werden [2]. Aufgrund der höheren Resistenz der Viren gegenüber der Desinfektion gelten nach WHO-Einteilung *E. coli* oder coliforme Keime nicht als adäquate Indikatoren für die An- und Abwesenheit von humanen Caliciviren im Trinkwasser [1].

### Enteroviren

Das Genus Enterovirus ist Mitglied der Familie *Picornaviridae*. Dieses Genus besteht aus 69 Serotypen, die beim Menschen Infektionen auslösen können. Hierzu zählen Poliovirus Typ 1-3, Coxsackie-Virus Typ A 1-A 24, Coxsackie-Virus Typ B 1-B 6, Echo-Virus Typ 1-33 und weitere Enteroviren. Andere Spezies dieses Genus infizieren Tiere, jedoch nicht den Menschen. Enteroviren zählen zu den kleinsten bekannten Viren. Einige Mitglieder des Genus können durch kulturelle Nachweisverfahren (zytopathogener Effekt in Zellkulturen) nachgewiesen werden wie Polioviren, Coxsackie Virus B, und ECHO-Viren [2].

Enteroviren zählen zu den wichtigsten Ursachen menschlicher Infektionen. In den USA wird davon ausgegangen, dass mehr als 30 Millionen Infektionen jedes Jahr auftreten. Das Spektrum der Erkrankungen durch Enteroviren ist breit und reicht von milden febrilen Erkrankungen bis zu Myokarditis, Meningoenzephalitis, Poliomyelitis, Herpangina, Maul- und Klauenseuche und neonatalem Multiorganversagen. Die meisten Infektionen, insbesondere bei Kindern, sind asymptomatisch, können aber zur Ausscheidung von großen Mengen von Viren in den Faeces führen. Unter den Viren, die mittels konventioneller Zellkulturtechnik isoliert werden, sind Enteroviren in der Regel die häufigsten in Abwasser, Wasserressourcen und aufbereitetem Trinkwasser [1].

Bezüglich des Übertragungsweges zählen Person-zu-Person-Kontakt und die Inhalation luftübertragener Viren oder Viren in Tröpfchen

aus dem Respirationstrakt als die hauptsächlichsten Übertragungswege von Enteroviren. Die Übertragung über das Trinkwasser muss als potenzieller Übertragungsweg diskutiert werden. Enteroviren können in hohen Konzentrationen in Rohwässern vorkommen. Hinsichtlich der Prävalenz wird seitens der WHO Trinkwasser als eine mögliche, aber bislang unbestätigte Quelle für Enterovirus-Infektionen angesehen. Enteroviren wurden auch in Trinkwasserversorgungssystemen nachgewiesen, die den allgemein akzeptierten Anforderungen an Aufbereitung, Desinfektion und konventionellen Bakterienindikatoren entsprachen [1].

### Parasiten

#### Kryptosporidien [7]

Erreger der Kryptosporidiose beim Menschen sind hauptsächlich *Cryptosporidium hominis* und *Cryptosporidium parvum* – parasitäre Protozoen, die im Jahr 1976 erstmals als humanpathogen beschrieben wurden. Seltener sind klinisch manifeste Infektionen mit anderen *Cryptosporidium*-Spezies, z. B. *C. canis* oder *C. felis*. Die Erreger der Kryptosporidiose bilden Oozysten, eine Dauerform, die vom Wirt ausgeschieden werden. Sie besitzen eine Größe von 4 bis 6 µm und stellen die infektiöse Form dar. In den Oozysten liegen Sporozoitien, welche die Infektion hervorrufen. Die Oozysten sind in der Umwelt bei ausreichender Feuchtigkeit lange überlebensfähig und weisen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber vielen Desinfektionsmitteln, inklusive der für die Desinfektion von Trinkwasser eingesetzten Chlorung, auf.



#### Wir bieten das Beste für kommunale Wasserversorger.

Das **Standardrohr Endo** mit patentiertem Systemtrenner BA408 – zur zuverlässigen Absicherung Ihres Netzes bei der Wasserabnahme an Hydranten.

- spart Platz und Gewicht und verhindert Transportbeschädigungen
- sichert ab bei Flüssigkeitsklasse 4 nach DIN EN 1717/W 408
- bietet Sicherheit bei Kontrollen durch die Gesundheitsämter, DVGW zugelassen

Der **Hybrid-Woltmannzähler H5000** – innovativ und fit für die Zukunft.

- mit vielfältigen Datenübertragungsoptionen 2x Puls, M-Bus, L-Bus
- größerer Messbereich und deutlich geringerer Druckverlust als WS-Zähler
- LCD-Anzeige mit Volumen- und Momentandurchfluss
- keine Ein- und Auslaufstrecke notwendig und einfachster Messeinsatztausch

## Unsere WM\*-Helden Stark in der Abwehr und unschlagbar präzise

\* Wasser-Messtechnik

**Forum 2015**  
29. Oldenburger Rohrleitungsforum  
19. - 20.02.2015  
Wir stellen aus:  
**Stand EG-M15**

**Wir sprechen nicht nur über neue Technologien – wir schaffen sie!**  
Elster – der Spezialist für kommunale Wasserversorger.

ELSTER Messtechnik GmbH  
Otto-Hahn-Ring 2-4  
D-64653 Lorsch

T +49 (0) 6251 59301 0  
F +49 (0) 6251 59301 80  
messtechnik@elster.com

[www.elstermesstechnik.com](http://www.elstermesstechnik.com)



Das klinische Bild variiert von asymptomatischen Infektionen bis zu schweren Krankheitsbildern mit erheblichen wässrigen Durchfällen, die teilweise mit großen Flüssigkeitsverlusten einhergehen können. Weitere mögliche Symptome sind Bauchschmerzen, Übelkeit, Fieber und/oder Gewichtsverlust. Neben HIV-infizierten Personen sind auch andere immunsupprimierte Personen, z. B. Organtransplantierte, besonders gefährdet, an einer klinisch manifesten Kryptosporidiose zu erkranken. Zudem sind Kinder im Alter von 6 bis 24 Monaten besonders häufig von einer Kryptosporidiose betroffen.

Kryptosporidien sind weltweit verbreitet und können vor allem wasser-, aber auch lebensmittelassoziierte Krankheitsausbrüche verursachen. Bei einem besonders großen Ausbruch durch kontaminiertes Trinkwasser in Milwaukee/USA im Jahr 1993 erkrankten etwa 400.000 Menschen. In Deutschland besteht seit Einführung des IfSG im Jahr 2001 eine Meldepflicht. Die Anzahl der im Zeitraum 2001 bis 2013 jährlich an das RKI übermittelten Erkrankungsfälle lag zwischen etwa 800 und 1.500 Fällen. Im Jahresverlauf wird eine erhöhte Zahl von Erkrankungen in der Zeit von Juli bis Ende November beobachtet.

In sogenannten Entwicklungsländern liegt die Prävalenz der Kryptosporidiose deutlich höher als in Industriestaaten. Quelle für humanpathogene, zoonotische Kryptosporidien, insbesondere für *C. parvum*, sind vor allem Rinder, Pferde, Ziegen und Schafe, aber auch Hunde, Katzen und Vögel kommen infrage. *C. hominis* kommt dagegen fast ausschließlich beim Menschen vor. Sporoziten enthaltende und damit infektiöse Oozysten werden vom infizierten Wirt fäkal ausgeschieden. Die Infektion erfolgt überwiegend durch die Aufnahme von kontaminiertem Wasser (z. B. Trinkwasser, Eiswürfel, Badewasser). Aber auch fäkal-orale Übertragungen von Mensch zu Mensch, Tier zu Mensch oder Infektionen durch

kontaminierte Lebensmittel (z. B. mit Oozysten kontaminiertes Fleisch) sind möglich. Die Infektionsdosis, bei der 50 Prozent der Exponierten infiziert werden, ist gering und liegt bei 10 bis 1.000 Oozysten.

### Schlussbemerkung

Die genannten Beispiele für wasserbezogen übertragbare Krankheitserreger belegen, dass mikrobiologische Verunreinigungen von Trinkwasser nicht nur Einzelerkrankungen auslösen, sondern auch zu „explosionsartigen“ Häufungen von Krankheitsfällen (Epidemien) führen können. Insofern ist eine routinemäßige Überwachung der Trinkwasserqualität vernünftig und notwendig. Die gesetzliche Grundlage hierfür in Deutschland ist die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001 (aktuell im zweiten Änderungsstand vom 5. Dezember 2012), die ihrerseits auf den WHO-Guidelines for drinking-water quality (aktuell in der vierten Edition von 2011), der Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Verbrauch (von 1998) sowie dem Abschnitt 7 im 2001 eingeführten Infektionsschutzgesetz (§§ 37–41) beruht.

Die Bestimmungen der TrinkwV 2001 sollen dabei sicherstellen, dass mittels regelmäßiger Untersuchung von Indikatorparametern unter Beachtung festgelegter Grenzwerte und durch Maßnahmen im Falle einer Überschreitung eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit nicht zu „besorgen“ ist. Die Ergebnisse der Indikatorprüfungen lassen darauf schließen, dass die Qualität der Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland als sehr gut gelten kann (vgl. hierzu u. a. die Berichte des Umweltbundesamtes, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)). Allerdings sind die Ergebnisse der 2011 neu eingeführten Untersuchungspflicht von Trinkwasser auf Legionellen noch nicht abschließend bewertbar. Das Prinzip der Überwachung anhand von Indikatorparametern kann jedoch nicht vollständig sicherstellen, dass Trinkwasser frei von Krankheitserre-

gern ist. Im Falle einer Häufung von Krankheitsfällen (insbesondere wenn sich das „Seuchenareal“ mit einem Trinkwasserversorgungsgebiet deckt oder infektionsrelevante Einrichtungen wie z. B. Krankenhäuser betroffen sind) muss daher auch daran gedacht werden, Trinkwasser als eine mögliche Ursache auszuschließen. ■

#### Literatur:

- [1] Guidelines for drinking-water quality (2011). Weltgesundheitsorganisation, 4th edition. Erhältlich unter: [www.who.int](http://www.who.int), aufgesucht am 03.12.2014.
- [2] Exner M. et al (2011). Relevante wasserassoziierte Krankheitserreger sowie Indikatoren und deren hygienisch-medizinische Bedeutung. *Umweltmed Forsch Prax* 16 (3): 141-160.
- [3] Erregersteckbrief „Erkrankungen durch Enterohämorrhagische Escherichia coli (EHEC)“- Ratgeber für Ärzte (Stand: Juni 2011). Erhältlich unter: [www.rki.de](http://www.rki.de), aufgesucht am 13.12.2014.
- [4] Epidemiologisches Bulletin 40 (2002). Erhältlich unter: [www.rki.de](http://www.rki.de), aufgesucht am 13.12.2014.
- [5] Erregersteckbrief „Legionellose“- Ratgeber für Ärzte (Stand: Februar 2013). Erhältlich unter: [www.rki.de](http://www.rki.de), aufgesucht am 13.12.2014.
- [6] Erregersteckbrief „Noroviren“- Ratgeber für Ärzte (Stand: Juli 2008). Erhältlich unter: [www.rki.de](http://www.rki.de), aufgesucht am 13.12.2014.
- [7] Erregersteckbrief „Kryptosporidiose“- Ratgeber für Ärzte (Stand: Juni 2014). Erhältlich unter: [www.rki.de](http://www.rki.de), aufgesucht am 13.12.2014.

### Der Autor

**Dr. med. Jürgen Rissland MBA** ist leitender Oberarzt am Institut für Virologie/Staatliche Medizinaluntersuchungsstelle am Universitätsklinikum des Saarlandes.

#### Kontakt:

Dr. med. Jürgen Rissland MBA  
 Institut für Virologie/Staatliche  
 Medizinaluntersuchungsstelle  
 Zentrum für Infektionsmedizin  
 Universitätsklinikum des Saarlandes  
 Gebäude 47  
 66421 Homburg/Saar  
 Tel.: 06841 1623950  
 E-Mail: [juergen.rissland@uniklinikum-saarland.de](mailto:juergen.rissland@uniklinikum-saarland.de)  
 Internet: [www.uks.eu/virologie](http://www.uks.eu/virologie)