

# Hygiene und Desinfektion im Trinkwasser

Die nachfolgenden Ausführungen stellen eine kompakte Darstellung der zu beachtenden Trinkwasserhygiene für Planer von Trinkwasser-Installationen dar. Die aufgeführten Grenzwerte beschränken sich auf die Hygiene-Parameter. Weiterhin sind wichtige, allgemein anerkannte Regeln der Technik und Verordnungen berücksichtigt.

## 1. Mikroorganismen im Trinkwasser

Trinkwasser ist grundsätzlich nicht steril, sondern enthält Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren) bereits bei der Förderung aus dem Untergrund, die über das Rohrleitungsnetz in die Trinkwasser-Installation der Gebäude gelangen. Durch die Temperaturerhöhung im Warmwasserkreislauf vermehren sich die Organismen und Grenzwerte können überschritten werden. Weitere Wachstumsfaktoren sind pH-Wert, organische Stoffe, Stagnation

## 2. Einzuhaltende Grenzwerte

Die Grenzwerte für Bakterien sind in der aktuellen Trinkwasserverordnung 2001 (3. Änderung 2016) aufgelistet.

Anlage 1	Teil 1	Allgemeine Anforderungen an Trinkwasser:	
		E. coli	0/100 ml
		Enterokokken	0/100 ml
Teil 2		Anforderungen an Trinkwasser, das zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen bestimmt ist:	
		E. coli	0/250 ml
		Enterokokken	0/250 ml
		Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Anlage 3	Teil 1	Allgemeine Indikatorparameter:	
		Clostridium perfringens	0/100 ml
		Coliforme Bakterien	0/100 ml
		Koloniezahl bei 22 °C	ohne Veränderung
		Koloniezahl bei 36 °C	ohne Veränderung
Teil 2		Anforderungen an Trinkwasser in Anlagen der Trinkwasser-Installation (Technischer Maßnahmewert):	
		Legionella spec.	100/100 ml

Für den Schwimm- und Badebeckenbereich gilt die aktuelle DIN 19643 (Stand 2012), in der folgende Grenzwerte aufgelistet sind (Anforderungen an Rein- und Beckenwasser):

Pseudomonas aeruginosa	n. n. (nicht nachweisbar)	KBE   100 ml
E. coli	n. n.	KBE   100 ml
Legionella species	< 1*	KBE   100 ml
Koloniebildende Einheiten (36 °C)	20 (Reinwasser)	
	10 KBE   ml (Beckenwasser)	

\* Bei höheren Werten sind entsprechend der tatsächlichen Legionellenzahl weitere Maßnahmen einzuleiten.

und das Vorkommen von Biofilmen. Abgeleitet aus dem Infektionsschutzgesetz fordert die Trinkwasserverordnung ein hygienisch einwandfreies Wasser zur Verfügung zu stellen. Die Zahl der möglichen Organismenarten im Trinkwasser ist sehr groß; wesentlich sind jedoch folgende, die gehäuft auftreten und aktuelle Problemkeime im Trinkwasser darstellen:

Legionellen: stäbchenförmige Bakterien, einzeln oder in Amöben im Wasser vorkommend, verursachen die Legionärskrankheit, Übertragung durch Aerosole auf den Menschen in die Lunge, optimale Vermehrungstemperatur 25 °C – 50 °C.

Pseudomonas aeruginosa: stäbchenförmiges Bakterium, widerstandsfähig und anspruchslos, häufiges Vorkommen im Klinikbereich an feuchten Stellen (Hospitalismuskeim), Übertragung durch Nahrung, Aerosole und direktem Kontakt, verursachen Augen- und Ohreninfektionen sowie Lungenentzündungen.

Für Legionellen sind im DVGW-Arbeitsblatt W 551 folgende Werte angegeben (Bewertung der Befunde bei einer orientierenden bzw. weitergehenden Untersuchung):

< 100 KBE/100 ml	keine/geringe Kontamination
≥ 100 KBE/100 ml	mittlere Kontamination
> 1.000 KBE/100 ml	hohe Kontamination
> 10.000 KBE/100 ml	extrem hohe Kontamination KBE   ml (Beckenwasser)

Die entsprechenden Maßnahmen sind in dem Arbeitsblatt genauer aufgeführt.

## NEU IN DER TRINKWASSERVERORDNUNG 2001 (3. ÄNDERUNG 2016)

Beim Erreichen oder Überschreiten des Technischen Maßnahmewertes für Legionellen ist der Unternehmer oder Inhaber der Trinkwasser-Installation verpflichtet, unverzüglich eine Ortsbeichtigung durchzuführen oder durchführen zu lassen und eine Gefährdungsanalyse und Überprüfung zu veranlassen. Diese muss entsprechend dokumentiert werden (§ 16, Abs. 7).

## 3. Grundsätze für die Trinkwasserhygiene

Außer der Einhaltung der Gesetze, Verordnungen und der allgemein anerkannten Regeln der Technik sind folgende Grundsätze bei der Neuplanung und/oder Sanierung zu beachten:

- aktuelle Bestandspläne der Trinkwasser-Installation sind bei Sanierungen erforderlich
- aktuelle Wasseranalysen müssen vorliegen bzgl. chemisch-physikalischer als auch mikrobiologischer Parameter
- eine Spülung (Luft-/Wasserspülung) muss vor einer Anlagen-desinfektion durchgeführt werden (thermische + chemische Desinfektion, Vorgehensweise gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 557)
- zur Reduzierung der Organismen sind eventuell Kombinationen von Verfahren anzuwenden
- Minimierungsgebot bei der Anwendung chemischer Stoffe muss beachtet werden (Trinkwasserverordnung und DVGW-Beschluss)
- keine permanente und/oder prophylaktische Desinfektion durchführen (nur vorübergehende Desinfektion)
- hydraulischer Abgleich ist die Voraussetzung für ein hygienisch einwandfreies Wasser und den Einsatz von chemischen Desinfektionsverfahren (berechnet, nicht durch „Handeinstellung“)

## 4. Maßnahmen zur Wachstumsvermeidung

Zur Einschränkung des Biofilmwachstums in Rohrleitungen und Geräten und damit zur Vermeidung von Bakterienwachstum ist Folgendes einzuhalten:

- Vermeidung von Überdimensionierung von Rohrleitungen und Warmwasserspeichern (Gleichzeitigkeiten kritisch betrachten)
- Vermeidung von Stagnation des Trinkwassers (Rohrleitungen, Apparate) - Zirkulation nicht unterbrechen
- hydraulischer Abgleich des Zirkulationssystems (W 553 beachten)
- Verwendung von Installationswerkstoffen, von denen möglichst wenig verwertbare Nährsubstrate abgegeben werden
- sachgerechte Inbetriebnahme
- Vermeidung von Temperaturbereichen, bei denen Bakterienwachstum gefördert wird (60 °C bei Großanlagen, bei Kleinanlagen sollten auch 60 °C eingehalten werden)
- Rückbau von nicht mehr genutzten Leitungen und Anlagenteilen (Totleitungen)

Die oben angeführten Maßnahmen sind von allen Beteiligten (Planer, Bauherr, Betreiber, Installateur) zu beachten.

## 5. Planungsgrundsätze in der VDI 6023 (Stand vom April 2013)

Die VDI 6023 (Hygiene in Trinkwasser-Installationen) enthält Planungsgrundsätze (Punkt 6.1), die bei der Sanierung und bei Neuplanungen eingehalten werden müssen:

- Planung durch fachkundige Personen
- Bauherr ist in die Planung und Ausführung mit einzubeziehen
- Erstellen eines mit dem Bauherrn abgestimmten und detaillierten Raumbuchs einschließlich Nutzungsbeschreibung
- vollständiges Konzept der Trinkwasser-Installation erstellen
- offene Trinkwassersysteme sind nicht zugelassen (Kontaminationsgefahr)
- Voraussetzungen für die Errichtung des Hauswasseranschlusses müssen geschaffen werden
- technische Regeln für das Errichten, Betreiben und Instandhalten von der Trinkwasser-Installation sind zu beachten
- Berechnung der Rohrdurchmesser nach DIN 1988-300
- Maßnahmen für Inspektion und Wartung aller Apparate müssen benannt werden
- Probenahmen bzw. Reinigungs- und Inspektionsarbeiten müssen möglich sein (ausreichend Platz)
- Werkstoffauswahl anhand der Wasserbeschaffenheit und der Betriebsbedingungen
- Beim Trinkwasser/warm ist das DVGW-Arbeitsblatt W 551 (Technische Maßnahmen zur Verhinderung des Legionellenwachstums), W 553 (Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen) und DIN 1988-300 (Ermittlung und Berechnung der Rohrdurchmesser) zu berücksichtigen.
- nur zwangsweise durchströmte Apparate verwenden (z. B. Membranausdehnungsgefäße)
- Feuerlöschleitungen nass können nicht hygienisch betrieben werden (DIN 1988-600)
- Eigenwasserversorgung und öffentliche Wasserversorgung dürfen nicht miteinander verbunden sein (Trennung nach DIN EN 1717, DIN 1988-100 und DIN 1988-100 und DIN 1988-60) einhalten)
- Kennzeichnung von Nicht-Trinkwasserleitungen ist verpflichtend
- Einrichtungen zur fachgerechten Probenahme sind vorzusehen
- Die VDI 6023 ist eine allgemein anerkannte Regel der Technik

## 6. Auswahlkriterien für den Einsatz von Desinfektionsmittel und -verfahren

- Bei der Auswahl der Verfahren (chemische, physikalische oder thermische) bzw. des Desinfektionsmittels sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Handhabung und Wirksamkeit des Desinfektionsmittels
- Art des Mikroorganismus (Legionellen, Pseudomonaden, E. coli)
- Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt
- Wasserqualität und Zehrung (z. B. Huminstoffgehalt des Wassers beachten)
- Rohrleitungssystem (Material, Länge, Alter)
- Depotwirkung
- Bildung von Nebenprodukten
- Entsorgung
- kontinuierliche/diskontinuierliche Desinfektion
- Investitions- und Betriebskosten
- Vorgaben/Wünsche der Bauherren/Betreiber und der Gesundheitsämter
- Sensibilität des Klinikbereichs (Onkologie, Transplantation, Dialyse), in denen das behandelte Wasser verwendet wird, beachten

## 7. Desinfektionsmittel und -verfahren nach § 11 der Trinkwasserverordnung

- In der Trinkwasserverordnung 2001 (3. Änderung 2016) wird im § 11 auf die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren verwiesen, die vom Umweltbundesamt veröffentlicht und stets aktualisiert wird. Hier sind die Verfahren und Desinfektionsmittel für den Einsatz im Trinkwasser genau festgelegt, andere Stoffe und Verfahren dürfen nicht eingesetzt werden.

### Teil I c Aufbereitungsstoffe, die zur Desinfektion des Wassers eingesetzt werden:

- Calciumhypochlorit
- Chlor
- Chlordioxid
- Natriumhypochlorit
- Ozon

### Teil II Desinfektionsverfahren

- UV-Bestrahlung
- Dosierung von Chlorgaslösungen
- Dosierung von Natrium- und Calciumhypochloritlösung
- elektrolytische Herstellung und Dosierung von Chlor vor Ort
- Dosierung einer vor Ort hergestellten Chlordioxidlösung
- Erzeugung und Dosierung von Ozon und Ozonlösung vor Ort

Die aktuelle Liste wird auf der Internetseite des Umweltbundesamtes zweimal jährlich aktualisiert und veröffentlicht (kostenlos zum downloaden): [www.uba.de](http://www.uba.de)

## 8. Schwachstellenanalyse der Trinkwasser-Installation

Besonders für den Sanierungsbereich ist vor einer Sanierung eine Schwachstellenanalyse durchzuführen und auf folgende Punkte zu achten:

- Temperatur nach dem Warmwasseraufbereiter
- sind Zapfstellen vorhanden, die nicht oder wenig genutzt werden?
- Zirkulation und hydraulischer Abgleich
- Temperatur an der entferntesten Entnahmestelle
- Tot-/Stichleitungen
- Verbindungen bzw. Absicherungen zwischen Trinkwasser und anderen Leitungen (z. B. Gartenbewässerungs- oder Feuerlöschleitungen)
- Zustand des Rohrleitungsmaterials
- Verkalkung, Enthärtung

## 9. Verfahren – Vorteile und Nachteile

Die am häufigsten eingesetzten Verfahren werden kurz mit den Vor- und Nachteilen dargestellt.

### Thermische Desinfektion

Funktionsprinzip: jede Zapfstelle muss für 3 Minuten und 70 °C heißem Wasser beaufschlagt werden (nach DVGW 551)

#### Vorteile

- kurzfristiger Einsatz in kleineren Gebäuden
- Abtötung aller frei vorkommenden Organismen

#### Nachteile

- in größeren Gebäuden nicht einsetzbar
- bei hartem Wasser Kalkausfällungen und Rohrleitungsschäden
- hoher energetischer und personeller Aufwand
- Stich-/Totleitungen werden nicht erreicht
- Verbrühungsschutz muss gewährleistet sein
- meist nur kurze Wirkungsdauer

### Chemische Desinfektion (insbesondere Chlordioxid)

Funktionsprinzip: Dosierung von Chemikalien ins Kaltwasser und Abtötung der Mikroorganismen

#### Vorteile

- kurzfristiger Einsatz zur Sofort-Desinfektion
- auch bei höheren pH-Werten einsetzbar
- Chlordioxid ist in der § 11-Liste aufgeführt

#### Nachteile

- Wärme, Licht und Staub beschleunigen den Abbau von Chlordioxid
- chemische Veränderung des Wassers

### UV-Behandlung

Funktionsprinzip: Bestrahlung des Kaltwassers bei einer Wellenlänge von 254 nm, Inaktivierung der Organismen durch DNA-Zerstörung

#### Vorteile

- Einbau im Neu- und Altbau möglich
- keine Veränderung der Wasserzusammensetzung
- Abtötung aller frei vorkommenden Organismen

#### Nachteile

- keine Abtötung von Legionellen in Amöben
- keine Depotwirkung

### Elektrolyse

Funktionsprinzip: Erzeugung einer unterchlorigen Säure und Dosierung im Kaltwasser, Abtötung der Organismenzellen

#### Vorteile

- kurzfristiger Einsatz in kleineren Gebäuden
- geringer Energieaufwand

#### Nachteile

- NaCl-Zugaben sind notwendig
- sehr starke Abhängigkeit vom pH-Wert
- Gefahr der Nitritbildung
- Gefahr der THM-Bildung
- keine Abtötung von Legionellen in Wirtsorganismen

### Membrantechnik

Funktionsprinzip: Filtration von Partikeln aufgrund der Porengröße

#### Vorteile

- kurzfristiger Einsatz in kleineren Gebäuden
- geringer Energieaufwand
- komplette Entfernung aller Organismen – im Wasser verbleiben keine Zellreste
- ohne Chemikalien

#### Nachteile

- Abgabe des Konzentrats in den Abwasserkanal und damit geringer Mengenverlust

### Adsorbertechnik

Neben den bekannten Methoden der Keimabtötung ist man grundsätzlich dahingehend auch bestrebt, Verfahren einzusetzen, die effektiv Keime aus dem Wasser entfernen können ohne dauerhafte Chemikalienzugabe ins Wasser. Hierzu zählt auch die neue Adsorbertechnologie.

Nach dem Vorbild der Natur, wenn ein Gecko durch die spezielle Oberfläche seiner Füße Ladungsunterschiede erzeugt, um an glatten Wänden laufen zu können, werden bei den Adsorberanlagen durch ähnliche Oberflächeneigenschaften des Adsorbermaterials Ladungsunterschiede erzeugt. Dadurch werden krankheits-erregende Keime festgehalten und anschließend durch eine Desinfektion mit Chlor unschädlich gemacht.

Das Verfahren arbeitet dabei richtungsunabhängig in Fließrichtung aber auch entgegen der Fließrichtung des Wassers und sorgt damit für eine doppelte Sicherheit. Je nach Anwendungsgebiet kann die Adsorptionstechnik an unterschiedlichen Stellen der Installation eingebaut werden. Am Hauswassereingang, in der Zirkulation und zukünftig auch an Entnahmestellen.