

# Haustechnik

## Wasseraufbereitung

Unter Wasseraufbereitung versteht man die zielgerichtete Veränderung der Wasserqualität. Sie umfasst im Wesentlichen zwei Gruppen der Behandlung:

- Entfernung von Stoffen aus dem Wasser (z. B. Reinigung, Sterilisation, Enteisung, Enthärtung, Entsalzung);
- Ergänzung von Stoffen sowie Einstellen von Parametern des Wassers (z. B. Dosierung, Einstellung des pH-Wertes, der gelösten Ionen und der Leitfähigkeit).

Die Wasseraufbereitung ist ein wesentlicher Verfahrensschritt bei der Produktion von Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserversorgung).

## Verfahren der Wasseraufbereitung

Die Aufbereitungsverfahren können wie nachstehend beschrieben gegliedert werden:

1. **physikalische Verfahren** (z. B. Belüftung, Verdüsung, Sedimentation, Flotation, Adsorption, Vakuumverfahren, thermische Einwirkungen), hierzu zählt im weiteren Sinne auch die mechanische Aufbereitung (z. B. Rechen, Siebe, Filter)
2. **chemische Verfahren** (z. B. Oxidation, Desinfektion, Flockung, Entkarbonisierung, Ionenaustausch)
3. **Membranverfahren** (z. B. Nanofiltration, Osmose, Elektrodeionisation)
4. **biologische Verfahren** (biochemische Oxidation, Schlammfäulung, anaerobe Abwasserreinigung)

Die Aufbereitungsverfahren können wie nachstehend beschrieben gegliedert werden:

Prozess	Anlagenkomponente	Zweck
<b>Siebung</b>	Rechen, Trommelsieb, Mikrosieb	Entfernung von größeren Feststoffen und Schwimmstoffen
<b>Sedimentation</b>	Sandfang, Absetzbecken	Entfernung kleinerer Schwimmstoffe, Sand, geflockter Schwebstoffe
<b>Filtration</b>	Filter, Sandfilter, Kerzenfilter, Anschwemmfilter, Mikrofiltration,	Entfernung von Schwebstoffen (Partikeln) u.a. Fe oder Mn
<b>Adsorption</b>	Aktivkohlefilter	Anlagerung von z. B. adsorbierbaren halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen (AOX) oder Farbstoffen
<b>Flotation</b>	Flotationsbecken	Entfernung von feinen Schmutzpartikeln durch Einblasen von Luft
<b>Flockung</b>	Flockungsbecken	Entfernung von Kolloidstoffen und feinen Schmutzpartikeln durch Zugabe von Flockungsmitteln (Entladung der Partikel) und Einstellung des pH-Wertes. Kann auch mit einer Filtration verbunden sein (Flockungsfiltration).
<b>Fällung</b>	Fällungsbecken bzw. Fällungsfiltration	Umwandlung gelöster Stoffe in ungelöste Stoffe und anschließender Sedimentation oder Flockung.
<b>Oxidation</b>	Belüftungsanlagen und Kiesfilter	Entfernung von gelösten Eisen- und Manganionen (Enteisung und Entmanganung). Das oxidierte Eisen und Mangan lagert sich am Kies an und wird durch Rückspülen der Filter wieder entfernt.
<b>Entsäuerung</b>	Entsäuerungsanlage	Entfernung der aggressiven Kohlensäure. Dient der Vermeidung von Korrosion im Rohrnetz.
<b>Enthärtung</b>	Enthärtungsanlage, Nanofiltration Niederdruckumkehrosmose	Entfernung von Ca <sup>2+</sup> und Mg <sup>2+</sup> (bei der Nanofiltration eingeschränkt)
<b>Entkarbonisierung</b>	Entkarbonisierungsanlage	Reduzierung der temporären Härte zur Verminderung der Abscheidung von Calciumkarbonat auf Oberflächen der Rohrleitungen und Wärmeaustauscher
<b>Entsalzung (Desalination)</b>	Entsalzungsanlage, Umkehrosmose	Entfernung von Salzen, z. B. zur Aufbereitung von Meerwasser zu Trinkwasser und zur Bewässerung
<b>Vollentsalzung</b>	VE-Anlagen, regenerierbare Mischbettaustauscher, Patronenaustauscher, Umkehrosmose, Elektrodeionisation	Entfernung von Salzen, z. B. zur Erzeugung von Rein- und Reinstwasser
<b>Selektivaustausch</b>	Ionenaustauscheranlagen mit speziellen Harzen	z. B. Entfernung von Uran und anderen Schwermetallen aus dem Abwasser, Recycling von Metallen
<b>Strippen</b>	Strippbecken	Entfernung durch Einblasen von Luft/Gasen. Damit werden in Entsprechung des Dampfdruckes gelöste Wasserinhaltsstoffe in die gasförmige Phase übergeführt und somit aus dem Wasser entfernt.
<b>Desinfektion</b>	Sonderbecken, Zugabe in das Rohrnetz	Entkeimung durch Chlor-, Chlordioxid- Ozonzugabe, der UV-Bestrahlung oder durch Ultrafiltration
<b>Dosierung</b>	Dosieranlagen für Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase	Zugabe von Chemikalien zur gezielten Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit, z. B. bei Ablagerungstendenz oder Korrosionsneigung
<b>Biochemische Verfahren</b>	Beispiel: Denitrifikation	Ausnutzung biochemischer Vorgänge. In der Denitrifikation wird der Nitratgehalt belasteten Rohwassers entweder durch Kohlenstoffzugabe im Untergrund oder in einem Reaktor vermindert.
<b>Spezielle Behandlung</b>	Sonderbecken für verseuchte Abwasser	Spezielle Behandlung von Abwässern, welche mit zunächst unbekanntem Stoffen oder Lebewesen verseucht sind. Beispiele: Unbehandelte Abwässer aus Galvanisierungsbetrieben oder Fadenwürmer.

## Einsatzgebiete

Die wichtigsten Verfahren sind vorstehend tabellarisch aufgelistet. Eine Anlage für die Aufbereitung von Wasser besteht aber selten aus nur einem einzelnen Verfahren, sondern sehr häufig aus mehreren. Die erforderliche Anzahl und Typ der Verfahren sind bedingt durch:

- Art und Qualität des Rohwassers und dessen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen
- Verwendungsart und Anforderungen für das aufbereitete Wasser (Reinwasser)

## ROHWASSER

Die wichtigsten Rohwasserarten in Mitteleuropa sind:

- Oberflächenwasser aus Fließgewässern oder Seen und Talsperren
- Grundwasser als Uferfiltrat oder aus oberflächennahen Brunnen und Tiefbrunnen

Oberflächenwasser, und davon besonders Fließwasser, enthält zumindest zeitweise (Hochwasserperioden) hohe Gehalte an ungelösten Partikeln. Organische Verunreinigungen können auch enthalten sein, obwohl diese durch die gesetzlichen Vorschriften für Direktleitungen von Abwasser und für gereinigtes Abwasser inzwischen nur noch in geringer Höhe vorkommen. Bei See- und Talsperrenwasser ist dagegen der Gehalt an ungelösten und organischen Substanzen deutlich niedriger.

Grundwasser ist je nach Art der Bodenschichten, aus denen es gefördert wird, häufiger mehr oder weniger belastet durch gelöste Eisen- und Manganverbindungen und höheren Gehalten an freiem Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Gelöste oder kolloidale organische Verbindungen sind, falls überhaupt, nur in geringem Maße vorhanden. Oberflächennahes Brunnenwasser kann, besonders in Bereichen mit sumpfigen Bodenschichten und von Deponien, aber auch höhere Konzentrationen an organischen Verunreinigungen enthalten.

## Verwendung des Reinwassers

Sieht man von der Abwasseraufbereitung ab, auf die hier nicht näher eingegangen wird, gibt es im Wesentlichen zwei Arten für die Verwendung und zwar als:

- Trinkwasser und
- Brauchwasser für Industrie und Gewerbe sowie in der Landwirtschaft zum Bewässern (wird allerdings fast nie aufbereitet)

Nachfolgende Angaben für die Art der Aufbereitung sind nur Beispiele für einige typische und häufigere Anlagekombinationen. Im Einzelfall können zur Erreichung der erforderlichen Reinwasserqualität weitere – und auch von den angeführten abweichende – Verfahrensstufen erforderlich sein. Andererseits kann im Einzelfall auch die Qualität des Rohwassers für die Verwendung ohne eine Aufbereitung ausreichen.

Bei der Erzeugung von Trinkwasser sind die gesetzlichen und normativen Vorgaben (z. B. dt. Trinkwasserverordnung, DIN 2000) und die Anforderungen des Verteilnetzes maßgebend. Eine typische Aufbereitungsanlage für Oberflächenwasser als Rohwasser besteht aus:

- Einer Filterstufe zur Abtrennung der ungelösten Substanzen einschließlich einer zusätzlichen Flockung für die Verbesserung der Reinigungswirkung der Filterstufe und einer Desinfektion des Reinwassers. Falls das Rohwasser zu hohe Gehalte an Karbonathärte enthält, kann auch eine zusätzliche Entkarbonisierungsanlage vor der Filterstufe angeordnet sein. Bei Verwendung von Oberflächenwasser wird der Filterstufe noch eine mechanische Vorreinigung mit Rechen und Trommelfilter oder Siebbandanlagen vorgeschaltet.
- Bei Brunnenwasser ist häufig eine Belüftungsstufe zur Oxidation und Ausfällung von Eisen- und Manganoxihydraten vor der Filterung erforderlich. Gleichzeitig wird hierdurch der Sauerstoffgehalt des Wassers erhöht. Letzteres ist für die Rohrnetze aus dem Werkstoff Eisen wichtig, um die Korrosionsgefahr durch Bildung einer Kalkrostschuttschicht zu verringern.
- Eine Sonderform, den Anforderungen an Trinkwasser bedingt vergleichbar, ist die Aufbereitung von Badewasser. Das Badewasser in öffentlichen Frei- und Hallenbädern wird entsprechend der DIN 19643 oder der Schweizer SIA 385/1 aufbereitet. Typische Verfahrensstufen hierfür sind die Standardverfahren für Flockung, Filtration und Desinfektion.

Brauchwasser wird für Kraftwerke (Kühl- und Speisewasser), Industrieanlagen, chemische Prozesse, Pharmazie, Nahrungsmittelindustrie, Wäschereien und vieles mehr in großen Mengen benötigt. Häufig sind sehr weitgehende Änderungen der Wassereigenschaften erforderlich. Weiterhin werden in einer Anlage oft unterschiedliche Qualitäten an Reinwasser benötigt. Beispielsweise werden an das Zusatzwasser für Kühlsysteme fast immer andere Anforderungen gestellt als an das Prozesswasser.

- Aufbereitungsanlagen für Kühlwasser, sofern Oberflächenwasser aufbereitet wird, bestehen häufig aus einer mechanischen Vorreinigung über Rechen, Trommelfiltern oder Siebbandanlagen mit anschließender Flockung mit Filterstufe und bei hohen Karbonathärtegehalten, einer zusätzlichen Entkarbonisierungsstufe. Zusätzlich wird das Kreislaufwasser noch über Dosierstationen mit Härtestabilisierungs- und Antikorrosionschemikalien versetzt. Bei Verwendung von Brunnenwasser als Rohwasser kann meistens auf eine Filterstufe verzichtet werden, falls keine Entkarbonisierung notwendig ist.
- Da die Anforderungen an die Qualität des Prozesswassers fast immer höher sind, wird ein Teil des aufbereiteten Wassers für die Kühlsysteme abgetrennt und weitergehend gereinigt. Zusätzliche Aufbereitungsverfahren, wie Adsorptionsfilter für die Entfernung organischer Verunreinigungen, Umkehrosmose oder Ionenaustauscher für die Teil- oder Vollentsalzung und Entgaser für die Entfernung von gelösten Gasen, sind dafür erforderlich.

## Trinkwasser

Trinkwasser ist Wasser für den menschlichen Genuss. Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel, es kann nicht ersetzt werden. (Eingangs- und Leitsatz der DIN 2000). Trinkwasser ist Süßwasser mit einem so hohen Reinheitsgrad, dass es für den menschlichen Gebrauch, insbesondere zum Trinken und zur Zubereitung von Speisen, geeignet ist. Trinkwasser darf keine krankheitserregenden Mikroorganismen enthalten und sollte eine Mindestkonzentration an Mineralstoffen enthalten. Die am häufigsten im Trinkwasser gelösten Mineralstoffe sind Kalzium-, Magnesium-, Karbonat-, Hydrogencarbonat- und Sulfat-Ionen, deren Konzentration summarisch als Wasserhärte angegeben wird. Die Güteanforderungen an Trinkwasser sind in Deutschland in der DIN 2000 und

der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) festgelegt.

Im Gegensatz zu mineralischen und fossilen Rohstoffen wird Wasser als einfache Verbindung, mit wenigen Ausnahmen, nicht verbraucht. Wasser wird nur gebraucht und in vielen Fällen dabei verunreinigt und kann dann mit Schadstoffen belastet sein. Die gesamte Wassermenge der Erde in allen Aggregatzuständen bleibt weitgehend gleich, lediglich die Verteilung zwischen den Umweltkompartimenten ändert sich. Eine geringe Menge des Wassers entweicht als Wasserdampf aus der Lufthülle in das Weltall.

## Trinkwasserversorgung

Eine sichere und hygienische Wasserversorgung ist ein entscheidender Beitrag zur Gesundheit und Seuchenvermeidung. Trinkwasser muss gemäß der Trinkwasserverordnung folgenden Anforderungen erfüllen:

- frei von Krankheitserregern,
- geschmacklich neutral und kühl,
- farblos, geruchlos,
- nicht gesundheitsschädigend,
- mit einem Gehalt an gelösten mineralischen Stoffen in bestimmten Konzentrationen.

Trinkwasser wird in Mitteleuropa zumeist aus Grundwasser durch Brunnen, seltener artesischen Brunnen oder direkt aus Quellen gewonnen. Auch Oberflächenwasser aus Talsperren, Seen oder Flüssen wird verwendet. Dabei wird das Wasser entweder direkt aus dem Gewässer entnommen oder als Uferfiltrat aus Brunnen in Gewässernähe zu Trinkwasser aufbereitet. In Einzelfällen, meist im außereuropäischen Raum, wird es direkt aus Flusswasser gewonnen.

Der Transport zum Verbraucher erfolgt zumeist durch ein Wasserverteilungssystem, bestehend aus Pumpen, Leitungen und Behältern. In seltenen Fällen, vor allem in Notsituationen, wird es durch Tankwagen oder Gebinde wie Flaschen, Fässer und Kunststoffsäcke verteilt.

Wasser in Leitungen sollte stets fließen. Stagniert es über längere Zeit in den Wasserleitungen, können sich Mikroorganismen in höherer Konzentration entwickeln, als dies nach der Trinkwasserverordnung zulässig ist. Ursache hierfür kann sein, dass das Wasser mikrobiell nutzbare organische Stoffe enthält oder das Leitungsmaterial solche Stoffe an das Wasser abgibt. In wasserarmen Küstenländern wird Trinkwasser auch durch energieintensive Meerwasserentsalzungsanlagen gewonnen.

## Trinkwassergewinnung

### Gewinnung aus Brunnen

Bei den Brunnen werden Schachtbrunnen und Bohrbrunnen unterschieden. Mit Schachtbrunnen wird oberflächennahes Grundwasser bis etwa 8 bis 10 m unter Gelände erschlossen und mit Bohrbrunnen Grundwasser bis in Tiefen von 400 m. Die Brunnentiefe ist abhängig von der Lage und Mächtigkeit der wasserführenden Schichten. Jeder Brunnen hat nur eine gewisse maximale Förderkapazität, die abhängig ist von der Mächtigkeit des Grundwasserleiters, dessen Durchlässigkeit und dem entsprechenden Brunnenausbau, wie Brunnen- und Filterrohrdurchmesser und der Länge der Brunnenfilterstrecken. Unterwasserpumpen fördern das Wasser zur Aufbereitung oder bei brauchbarer Qualität direkt ins Trinkwasserleitungsnetz.

Die Anzahl der Brunnen richtet sich nach den Mengenanforderungen der Verbraucher und ist beschränkt auf die behördlich genehmigte maximale Entnahmemenge pro Wassergewinnungsgebiet, da aus einem Gewinnungsgebiet nur die jeweils nachfließende Menge entnommen werden darf.

Da Schachtbrunnen nicht in große Tiefen reichen, kann die Qualität des Wassers durch die Nähe zur Erdoberfläche beeinträchtigt sein. Beim Bohrbrunnen (Tiefbrunnen) wird ein Förderrohr eingehängt, das im wasserführenden Bereich Schlitz hat. Um Sand, Erde und andere grobe Schwebeteilchen zurückzuhalten, wird um das Rohr herum eine Filterkiespackung angebracht. Über der Erde mündet das Förderrohr im Brunnenhaus (Brunnenstube), in dem die erforderlichen elektrischen und hydraulischen Einrichtungen untergebracht sind.

### Gewinnung aus Quellen

Quellwasser ist zutage tretendes Grundwasser. Seine Eignung als Trinkwasser hängt davon ab, ob oberflächennahes Grundwasser oder Wasser aus tieferen Schichten zutage tritt. Wird

die Quelle überwiegend durch oberflächennahes Wasser (Tagewasser) gespeist, besteht die Gefahr, dass Umweltschadstoffe, Keime, Bakterien, Nitrat oder Mineralöle in das Quellwasser gelangen. Daher muss jede Quelle, die für die Trinkwassergewinnung herangezogen wird, durch eine entsprechend große Trinkwasserschutzzone abgesichert sein. Für die Trinkwassergewinnung sind folgende Quelltypen relevant:

- Schichtquelle: Das Grundwasser tritt zutage, wenn die wasserführende Schicht die Erdoberfläche schneidet.
- Stauquelle: Grundwasser staut sich unter einer wasserundurchlässigen Schicht und tritt bei einem Durchbruch dieser Schicht an die Erdoberfläche.
- Überlaufquelle: Das Grundwasser wird durch hydraulischen Druck in der Grundwasserschicht an die Erdoberfläche gedrückt.

### Gewinnung aus Oberflächengewässern

Oberflächenwasser wird zur Trinkwassergewinnung aus Seen oder Flüssen gepumpt. Es muss zu Trinkwasser aufbereitet werden. Bekannte Beispiele sind die überregionale Bodensee-Wasserversorgung, die Wasserversorgung der Stadt Zürich oder die zahlreichen Wasserversorgungsanlagen, die das Rohwasser aus Talsperren entnehmen.

### Meerwasser

Auch aus Meerwasser kann Trinkwasser gewonnen werden, wenn es anschließend entsalzt wird. Eine Entsalzung wird durch Destillation und durch umgekehrte Osmose erreicht. Die Destillation des Meerwassers erfolgt in Destillationsanlagen, die sehr energieintensiv sind, dafür wird auch Solarenergie eingesetzt. Das Wasser wird verdampft und das kondensierte Destillat ist für Trinkzwecke geeignet, wenn ihm wieder die für Trinkwasser typischen Inhaltsstoffe zugesetzt werden.

## Trinkwasseraufbereitung

### Trinkwasseraufbereitung mit Ultrafiltration zur Entfernung von Keimen und Trübungen

Trinkwasseraufbereitung ist die Gewinnung von Trinkwasser durch Reinigung von Grund- oder Oberflächenwasser mittels chemischer und physikalischer Aufbereitungsverfahren. Die Wasseraufbereitung hängt von der Güte des Rohwassers ab. Die wichtigsten Aufbereitungsverfahren sind unter Wasseraufbereitung aufgelistet. Die verwendeten Verfahren richten sich nach den im Rohwasser enthaltenen und zu entfernenden Stoffen. Insbesondere die Verfahren Filtration, Enteisenung und Entmanganung, Entsäuerung, Entgasung, Entkarbonisierung und Desinfektion werden häufig angewendet. Nachfolgend eine allgemeinere Beschreibung zur Trinkwasseraufbereitung:

Schwebstoffe werden durch Flockung zu voluminöseren Teilchen aggregiert und durch Filtration mit Kiesfiltern aus dem Wasser entfernt.

Durch Belüftung wird korrosives Kohlenstoffdioxid ausgeblasen. Die Oxidation überführt die gelösten Eisen(II)-Ionen zu unlöslichem Eisen(III)-Oxidhydrat und gelöste Mangan(II)-Ionen zu unlöslichen Mangan(IV)-Verbindungen. Die Eisenoxidation ist zum Teil abiotisch, zum Teil biotisch. Die biotische Oxidation wird durch Bakterien der Gattung Gallionella, im Wesentlichen *G. ferruginea*, bewirkt. Die Manganoxidation verläuft langsamer als die Eisenoxidation und ist ebenfalls zum Teil biotisch (spezifische mangan-oxidierende Bakterien). Das ausgefallene Eisen(III)-Oxidhydrat wird zum größten Teil in einer ersten Filtrationsstufe durch Kiesfilter entfernt (Enteisenung); in diesen Filtern befinden sich große Mengen an Gallionella ferruginea. Die ausgefallenen Mangan(IV)-Verbindungen werden hauptsächlich in einer zweiten Filtrationsstufe mit Kiesfiltern entfernt.

Gelöste organische Stoffe werden durch Adsorption an Aktivkohle und durch biologischen Abbau in Langsamfiltern oder durch Bodenpassage (Versickerung) entfernt.

Oberflächennahe Grundwässer, wie Uferfiltrate von Flüssen, werden häufig mit Ozon behandelt. Durch diese Behandlung werden sowohl organische Stoffe wie auch Eisen- und Manganverbindungen oxidiert. Während Eisen als Oxidhydrat ausgefällt wird, erfolgt bei Mangan eine Oxidation bis zum Per-

manganat. Für die nachfolgende Filtration eines derartig mit Ozon behandelten Wassers werden deshalb 2-Schichtfilter oder Doppelstockfilter (auch als Doppelkammerfilter bezeichnet) verwendet. Bei den 2-Schichtfiltern besteht die untere Schicht aus Kies, in der ungelöste und ausgefallene Bestandteile abfiltriert werden, soweit diese nicht von der oberen ersten Schicht bereits aufgenommen wurden. Die zweite obere Schicht besteht aus grobkörniger Aktivkohle. Diese Schicht adsorbiert die anoxidierten organischen Stoffe und reduziert das Permanganat zu ausgefallenen Mangan(IV)-Verbindungen, die abfiltriert werden können. Bei den Doppelstockfiltern kann durch die räumliche Trennung das spezifisch schwerere Filtermaterial, wie Aktivkoks oder Kies, im obereren und die leichtere Aktivkohle im unteren Filterteil angeordnet werden. Hierdurch wird bei den Doppelstockfiltern eine schnellere Verschlämzung der Aktivkohle durch die Abfiltration von Feststoffen vermieden.

Ist mit pathogenen Bakterien und Viren zu rechnen, so ist eine Desinfektion erforderlich. Diese kann durch Ultrafiltration im Wasserwerk oder durch Behandlung mit Ozonierung erfolgen. Nach einer Filtration kann durch Zusatz von Chlor, Chlordioxid oder Natriumhypochlorit (Chlorung) eine Transportchlorung vorgenommen werden, um eine Wiederverkeimung im Netz zu verhindern.

Wasser mit hoher Karbonathärte muss für viele Zwecke durch Entkarbonatisierung teilenthärtet werden. Grundwasser ist meist von so guter Qualität, dass es ohne Flockung und Desinfektion zu Trinkwasser aufbereitet werden kann. Weitergehende Verfahren der Trinkwasseraufbereitung sind Enthärtung und Teilentsalzung mit Hilfe von Ionenaustauschern oder der Membrantechnik wie Osmose und Dialyse. Auch Uran kann durch den Einsatz von Ionenaustauschern aus dem Trinkwasser entfernt werden. Es sind erste Verfahren auf dem Markt erhältlich.

## Rechtliche Aspekte

In Deutschland und in Österreich wird die Beschaffenheit des Trinkwassers durch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geregelt. Mit Novellierungen dieser Verordnungen wurde die EG-Richtlinie „Über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (98/83/EG) in nationales Recht umgesetzt. In Österreich wurde die entsprechende Novelle der Trinkwasserverordnung am 21. August 2001 verkündet; in Deutschland ist sie am 1. Januar 2003 in Kraft getreten. Sie wurde zuletzt geändert durch Art. 1 der dritten Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 10.03.2016, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt am 16.03.2016. Die Einhaltung der Trinkwasserverordnung durch den Wasserversorger wird von den Gesundheitsämtern kontrolliert.

In Deutschland ist für die Normung und Zulassung von Verfahren und Materialien im Bereich des Trinkwassers der DVGW e.V. zuständig. Die Zuständigkeiten umfassen alle Aspekte der Trinkwasseraufbereitung, Speicherung und Verteilung und haben einen bindenden Charakter, ähnlich einer DIN-Norm.

Die WHO hat ebenfalls eine Norm für Trinkwasser erstellt, an der sich auch die EU-Richtlinie und die TrinkwV orientieren. In diesen Verordnungen werden unter anderem die zu prüfenden Stoffe im Trinkwasser und die dazugehörigen zulässigen Grenzwerte sowie die Häufigkeit der durchzuführenden Messungen festgelegt. Die Grenzwerte, die es erlauben, ein Wasser als Trinkwasser freizugeben, sind am Gedanken der Gesundheitsvorsorge (Vorsorgeprinzip) orientiert. Ein Problem ist dabei, dass durch die Analysen nicht alle denkbaren oder bekannten Belastungen erfasst werden. Im Wasser können leicht 1.500 Stoffe anthropogenen Ursprungs gefunden werden. Die WHO verlangt von 200 Stoffen wegen ihrer bekannten Auswirkungen auf die Gesundheit, dass sie geprüft werden. Nach der deutschen TrinkwV sind insgesamt nur 33 möglicherweise im Wasser befindliche Stoffe mit zugehörigen Grenzwerten genannt, die bei einer vollständigen Trinkwasseruntersuchung geprüft werden müssten. Allerdings ist ein Indikatorprinzip umgesetzt, damit wird gruppenweise die Wahrscheinlichkeit für die Belastung mit verwandten Stoffen einschätzbar gemacht, so steht *Escherichia coli* für alle Fäkalkeime und die Summe von Quecksilber, Blei und Cadmium steht für alle Schwermetalle.

Die deutschen Wasserversorgungsunternehmen liefern eine gute bis sehr gute Qualität. Zu diesem Schluss kommt der aktuelle zweite Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) und des Umweltbundesamtes (UBA) über die „Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“, der die Jahre 2005 bis 2007 betrachtet. Demnach halten über 99 % der Anlagen die strengen gesetzlichen Anforderungen ein.

## Trinkwasserverordnung

<b>Basisdate</b>	Titel: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
<b>Kurztitel:</b>	Trinkwasserverordnung
<b>Abkürzung:</b>	TrinkwV 2001
<b>Art:</b>	Bundesrechtsverordnung
<b>Geltungsbereich:</b>	Bundesrepublik Deutschland
<b>Rechtsmaterie:</b>	Verwaltungsrecht
<b>FNA:</b>	2126-13-1
<b>Ursprüngliche Fassung vom:</b>	31. Januar 1975 (BgbI. I S. 453)
<b>Inkrafttreten am:</b>	15. Februar 1976
<b>Letzte Änderung durch:</b>	10.03.2016
<b>Inkrafttreten der letzten Änderung</b>	16.03.2016

Die Trinkwasserverordnung (Abk. TrinkwV 2001) wurde in Deutschland am 21. Mai 2001, BGBl I 2001 S. 959 ff., und in Österreich am 21. August 2001, BGBl II 2001, S. 1805 ff., novelliert. Beide Trinkwasserverordnungen stellen eine Umsetzung der EG-Richtlinie 83/98 (CELEX Nr: 398L0083) „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (98/83/EG) in nationales Recht dar.

### Trinkwasserverordnung (Vierte Änderung) – Nationale Umsetzung der Annexe II und III der EG-

**Trinkwasserrichtlinie** Die Annexe II und III der EG-Trinkwasserrichtlinie (DWD) wurden mit der RICHTLINIE (EU) 2015/1787 DER KOMMISSION vom 6. Oktober 2015 geändert. Sie müssen bis zum Oktober 2017 in nationales Recht umgesetzt werden. Hierzu soll eine vierte Änderung der Trinkwasserverordnung erfolgen.

### Dritte Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)

Die Dritte Änderungsverordnung diente der Umsetzung der EURATOM-Richtlinie 2013/51/EURATOM, die bis zum 28. November 2015 in nationales Recht überführt werden musste. Zudem wurde der feste Verweis auf die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung aktualisiert. Es gibt nun die Liste gemäß § 11 TrinkwV 2001 in der 18. Änderung mit Stand Oktober 2015.

<https://www.dvgw.de/themen/wasser/trinkwasserverordnung/>

In § 1 der deutschen Trinkwasserverordnung heißt es konkretisierend: „Zweck der Verordnung ist es, die menschliche Gesund-

heit vor den nachteiligen Einflüssen, die sich aus der Verunreinigung von Wasser ergeben, das für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist, durch Gewährleistung seiner Genußtauglichkeit und Reinheit nach Maßgabe der folgenden Vorschriften zu schützen.“

Die Novelle bringt eine Reihe neuer Definitionen, die vermeintlich bestehende Unklarheiten beseitigen sollen. Wesentlicher ist die Einführung von Parametern betreffend die Radioaktivität und Uran sowie die Einführung eines so genannten technischen Maßnahmewertes für Legionellen. Wesentlich schärfer wird die Verordnung für gewerbliche Vermieter und die Betreiber von Gebäuden, in denen Dienste für die Öffentlichkeit angeboten werden, also zum Beispiel Ämter, Wohnheime, Gerichte, Gaststätten und Ähnliche.

Werden in diesen Gebäuden am Wasserhahn der Grenzwerte der Anlagen 1 oder 2 überschritten, ist dies strafbar. Die Strafbarkeit trifft den Eigentümer des Gebäudes als Betreiber der Hausinstallation; juristische Personen müssen also die Verantwortung für die von ihnen verwalteten Gebäude auf eine natürliche Person delegieren. Die chemischen Parameter wurden weitestgehend unverändert belassen, lediglich für Cadmium, die elektrische Leitfähigkeit und Sulfat erfolgten kleinere Anpassungen.

## Philosophien der Grenzwerte

Die Trinkwasserverordnung hat zumindest in Deutschland eine lange Geschichte. Es wurden verschiedene Prinzipien entwickelt, um die Zielsetzung der Verordnung zu gewährleisten. Prinzipiell wird Verschmutzung in drei Kategorien getrennt, in eine chemische und eine biologische Verschmutzung sowie einzuhaltende Indikatorparameter.

Bei der chemischen Belastung versuchte man zunächst, in klassisch toxikologischer Vorgehensweise nach dem Vorsorgeprinzip Höchstkonzentrationen für schädliche Substanzen so festzusetzen, dass bei üblicher Aufnahmemenge an Trinkwasser noch sicher keine schädlichen Dosen in den Körper gelangen sollten. Darauf beruhen auch heute noch beispielsweise die Grenzwerte für Schwermetalle. Später wurde bei den Pflanzenschutzmitteln (PSM) klar, dass eine toxikologische Grenzziehung gar nicht mehr möglich war, weil chronische Toxizitäten und synergetische Wirkungen mehrerer Substanzen nicht ermittelbar sind. Deshalb wurde in der Vorgängerversion der heute gültigen Verordnung bzw. in der zugrunde liegenden EG-Richtlinie erstmals ein Nullprinzip verwirklicht: Es durften von den PSM nur noch Konzentrationen an der Nachweisgrenze der von jedem Labor als Mindestanforderung geforderten Messmethode festgestellt werden, und in der Summe nicht mehr als 5 solcher grenzwertiger Nachweise. Die Nachweisgrenze wurde dabei auf 0,1 Mikrogramm/Liter festgelegt. In gut ausgestatteten Labors können heute allerdings für zahlreiche PSM auch Konzentrationen weit unter diesem Grenzwert erfasst werden, so dass der Grenzwert durch den chemisch-analytischen Fortschritt schon nicht mehr dem Nullprinzip entspricht.

Im Fall der an sich weitgehend unschädlichen Koloniezahl (allgemeine Verkeimung) wurde ein anderes Prinzip verwirklicht: das Indikator-Prinzip. Die Koloniezahl, eine Summe der vorhandenen und in der Regel harmlosen Bakterien und Pilze deutet auf hygienische Mängel, wie Undichtigkeiten, zu geringen Wasseraustausch in Rohren oder wachstumsfördernde zu warme Wassertemperaturen hin. Auch erhöhte Eisengehalte sind in der Regel nicht gesundheitsschädlich, weisen jedoch auf eine unzureichende Wasserreinigung hin und verursachen oft Braunfärbungen beim Wäschewaschen. In der Trinkwasserverordnung sind die Werte in der Liste der Indikatorparameter aufgeführt, die in den üblichen Mengen nicht gesundheitsschädlich

sind, aber aus anderen Gründen beschränkt werden, wie ein unästhetisches Erscheinungsbild (Geruch, Geschmack) oder erhöhte Korrosivität durch Sulfat bzw. Chloride.

Einer der wichtigsten Aspekte bei der Beurteilung der Wasserqualität ist die Frage nach der Existenz von Krankheitserregern. Das Darmbakterium *Escherichia coli* vermehrt sich ebenso wie Viren und die meisten krankheitserregenden Bakterien nur im Körper von Warmblütern, nicht aber im Boden oder in der Wasserversorgungsanlage. Der Eintrag von Krankheitserregern in die Brunnen erfolgt beinahe ausschließlich durch fäkalienhaltiges, sogenanntes Oberflächenwasser. Der Nachweis des Darmbakteriums *Escherichia coli* (*E. coli*) zeigt folglich eine Kontamination des Wassers mit Fäkalien an. Dabei sind die häufigsten Vertreter des *E. coli* selbst harmlos und als Symbiont in unserer Darmflora unverzichtbar. Bei dem Versuch, gefährliche Keime, wie Salmonellen, *Campylobacter* und Streptokokken, im Labor nachzuweisen, werden diese jedoch regelmäßig von den im vergleichsweise übermäßig vorhandenen *E. coli* überwuchert. Der Nachweis der Krankheitserreger selbst ist deshalb sehr aufwendig. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit dem Zusammenhang zwischen dem Nachweis von *Escherichia coli* und der Gefahr der Existenz von Krankheitserregern spart man sich den differenzierenden und methodisch schwierigen Nachweis diverser Schadkeime und benutzt *E. coli* als Indikator für das Risiko. Weitere in der Trinkwasserverordnung aufgeführte Indikatoren für eine fäkale Verunreinigung sind Enterokokken, *Clostridium perfringens* und, in der Aussagekraft eingeschränkt, auch coliforme Bakterien. Auch wenn bei diesen Bakterien das Indikatorprinzip angewendet wird, gelten sie nicht als Indikatorparameter im Sinne der Trinkwasserverordnung (s. o.), da ihre Anwesenheit auf eine mögliche Gesundheitsgefahr hinweist.

Die Grenzwerte für bakterielle Werte liegen bei 100 Kolonie bildenden Einheiten (KbE) je Milliliter für die Gesamtkeimzahl; *E. coli*, Enterokokken und coliforme Bakterien dürfen in 100 ml Wasserprobe nach einem Anreicherungsverfahren nicht nachweisbar sein.

## Verantwortung für die Einhaltung der Grenzwerte

Das Wasserversorgungsunternehmen ist verpflichtet, seinen Kunden Trinkwasser am Ende der Hausanschlussleitung in der durch die Trinkwasserverordnung geregelten Qualität zu liefern. Das ergibt sich aus § 5 Abs. 1 AVBWasserV (Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser). Die Bestimmung ist Bestandteil aller Wasserversorgungsverträge mit privaten Kunden und einem Wasserversorgungsunternehmen. Rechtlich bedeutet dies, dass das Wasserversorgungsunternehmen nur bis zu diesem Punkt die Verantwortung für die Qualität des Wassers hat, danach trägt der Eigentümer der Hausinstallation, also der Gebäudeeigentümer, die Verantwortung. Das Ende der Hausanschlussleitung ist normalerweise der Haupthahn im Keller des Gebäudes.

Auf der anderen Seite verlangt die Trinkwasserrichtlinie, dass den Kunden jederzeit Trinkwasserqualität am Wasserhahn in der Küche oder im Bad zur Verfügung gestellt wird. Wenn dies aber nicht der Fall ist, kommt es rechtlich darauf an, wer hierfür die Verantwortung trägt. Das ist durch die oben genannte Bestimmung geregelt. Wird also durch ein dafür geeignetes Untersuchungsverfahren festgestellt, dass die Qualität des Wassers am Zapfhahn des Verbrauchers nicht der durch die Trinkwasserverordnung bestimmten Qualität entspricht, ist festzustellen, woran dies liegt. Liegt es an den Materialien der Hausinstallation, ist der Hauseigentümer der richtige Ansprechpartner. Relevant kann diese Frage insbesondere für den Parameter Blei werden, wobei allerdings festzustellen ist, dass es noch kein verbindliches Verfahren für die Feststellung des Bleiparameters gibt. Da die Entnahmearmaturen oder die Hausinstallation selbst einen Einfluss haben können, ist auch strittig, ob und wie lange das Wasser abzulaufen hat, bevor die Probe genommen wird. Das Umweltbundesamt gibt allerdings Empfehlungen für die Messung des Bleiparameters.

## Zulassung von Ausnahmen

Mit den Grenzwerten, wie sie die europäische Trinkwasserrichtlinie festgelegt hat, soll sichergestellt werden, dass bei lebenslangem Genuss eine Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht zu befürchten ist.

Die EU-Trinkwasserrichtlinie von 1980 sah starre Grenzwerte vor, die nur in Ausnahmefällen überschritten werden durften. Die Praxis hat gezeigt, dass die Ausnahmeregelungen überarbeitet werden mussten. Die EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 sieht daher ein System vor, in dem die zuständigen Behörden, in Deutschland die Gesundheitsämter, unter bestimmten Voraussetzungen Ausnahmen von den Grenzwerten zulassen können. Dies ist nicht möglich bei mikrobiellen Parametern. Bei den chemischen Parametern können die Gesundheitsämter für einen Zeitraum von maximal drei Jahren Ausnahmen zulassen. Diese Ausnahmen sind an strenge Voraussetzungen gekoppelt, insbesondere müssen die Ursachen für die Grenzwertüberschreitung festgestellt und Maßnahmen zur Abhilfe ergriffen werden.

Eine Ausnahme wird nicht genehmigt, wenn dadurch eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit zu befürchten ist. Ob und wann dies der Fall ist, obliegt der fachlichen Beurteilung durch die Gesundheitsämter. Das Prozedere für die Zulassung von Abweichungen ist in Deutschland in § 9 TrinkwV geregelt.

## Überwachung

Die Nachweispflicht ist durch Ausführungsverordnungen geregelt. Sie ist nach dem Versorgungsumfang gestaffelt. Die Gesundheitsämter sind gehalten, die Überwachung der spezifischen Gefährdungslage anzupassen. Das Gesundheitsamt der Kreisverwaltung legt einen bestimmten Untersuchungsumfang fest. Entweder werden die Wasserproben vom Gesundheitsamt entnommen oder das Gesundheitsamt akzeptiert, dass der Betreiber seine Proben durch ein akkreditiertes Labor untersuchen lässt und den Befund beim Gesundheitsamt einreicht. Eine Besichtigung der Wasserversorgungsanlage und Brunnen durch das Gesundheitsamt ist vorgesehen.

Große kommunale Versorgungsanlagen müssen manche Parameter täglich, kleinere wöchentlich oder jährlich untersuchen. So wird in einem Einzugsgebiet ohne landwirtschaftliche Tätigkeit die Kontrolle der PSM seltener erfolgen als im Grünland-Gebiet. Bakteriologische Überwachung auf Gesamtkeimzahl (GKZ) und *Escherichia coli*/Coliforme ist das häufigste.

Bei Einzelversorgern, also z. B. abgelegenen Bauernhöfen mit einem eigenen Hausbrunnen, müssen jährlich mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt werden. Der Abstand der chemischen Untersuchung wird vom Gesundheitsamt festgelegt, wobei die Untersuchung mindestens alle drei Jahre erfolgen muss. Welche chemischen Parameter zu untersuchen sind, bestimmt das Gesundheitsamt. Die Wasserhärte sowie die Werte, die zur Beurteilung der Korrosivität und somit der geeigneten Werkstoffe für die Wasserversorgung erforderlich sind, müssen in jedem Fall spätestens alle drei Jahre gemessen werden.

Lebensmittelbetriebe mit eigener Wasserversorgung werden wie Wasserversorgungsunternehmen eingestuft, wobei die Untersuchungshäufigkeit und die einzuhaltenden Grenzwerte auf die tatsächlichen Produktionsumstände angepasst werden können.

Auch die Wasserqualität aus Rohrleitungen und Wasseraufbereitungsanlagen in öffentlichen Gebäuden, wie Krankenhäusern oder Altenheimen, werden von den Gesundheitsämtern überwacht. Dabei werden die Werte gemessen, die sich in der Hausinstallation verschlechtern können, wie Legionellen, Keimzahlen und je nach eingesetzten Werkstoffen auch Schwermetalle. Aus rechtlicher Sicht tragen alle Eigentümer und Betreiber von Trinkwasser-Installationen in Gebäuden, wo eine Abgabe von Trinkwasser an Dritte möglich ist, eine hohe Verantwortung. Die Untersuchungspflichten für Warmwasser und Kaltwasser in Gebäuden

wurden durch Empfehlungen des Umweltbundesamtes im Juli 2006 konkretisiert. Die rechtliche Verbindlichkeit dieser als Empfehlung veröffentlichten Untersuchungspflichten basiert auf § 40 des Infektionsschutzgesetzes.

Das Wasserversorgungsunternehmen ist verpflichtet, seinen Kunden Trinkwasser am Ende der Hausanschlussleitung in der durch die Trinkwasserverordnung geregelten Qualität zu liefern. Die Bestimmung ist Bestandteil aller Wasserversorgungsverträge mit privaten Kunden und einem Wasserversorgungsunternehmen. Rechtlich bedeutet dies, dass das Wasserversorgungsunternehmen nur bis zu diesem Punkt die Verantwortung für die Qualität des Wassers hat, danach trägt der Eigentümer der Hausinstallation, also die Gebäudeeigentümer, die Verantwortung. Das Ende der Hausanschlussleitung ist normalerweise der Haupthahn im Keller des Gebäudes.

Auf der anderen Seite verlangt die Trinkwasserrichtlinie, dass den Kunden jederzeit Trinkwasserqualität am Wasserhahn zur Verfügung gestellt wird. Wenn dies aber nicht der Fall ist, kommt es rechtlich darauf an, wer hierfür die Verantwortung trägt. Das ist durch die oben genannte Bestimmung geregelt. Wird also durch ein dafür geeignetes Untersuchungsverfahren festgestellt, dass die Qualität des Wassers am Zapfhahn des Verbrauchers nicht der durch die Trinkwasserverordnung bestimmten Qualität entspricht, ist festzustellen, woran dies liegt. Liegt es an den Materialien der Hausinstallation, ist der Hauseigentümer der richtige Ansprechpartner. Relevant kann diese Frage insbesondere für den Parameter Blei werden, wobei allerdings festzustellen ist, dass es ein verbindliches Verfahren für die Feststellung des Bleiparameters noch nicht gibt. Strittig ist insbesondere, ob und wie lange das Wasser abzulaufen hat, bevor die Probe genommen wird. Das Umweltbundesamt gibt allerdings Empfehlungen für die Messung des Bleiparameters.

Die Überwachungspflicht des Gesundheitsamts erstreckt sich nicht nur auf Wasserversorgungsunternehmen, sondern auch auf die Eigentümer von Gebäuden, in denen Wohnraum Dritten überlassen wird, also die Vermieter. Wenn das Gesundheitsamt Kenntnis von Tatsachen erlangt, die darauf hindeuten, dass durch die Beschaffenheit der Hausinstallation Grenzwerte der Trinkwasserverordnung überschritten werden, muss es untersuchen, ob diese Überschreitung zu einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit führen kann. Das ist beispiels-

weise der Fall für den Parameter Blei, wobei sich die Gesundheitsgefährdung in erster Linie auf kleine Kinder erstreckt, (bei Erwachsenen ist dies weniger der Fall), als auch Legionellen, die zum Beispiel bei einer nicht ausreichenden Erwärmung des Wassers zu einer Gefährdung führen können.

## Regenwassernutzungsanlagen

Die Trinkwasserverordnung verbietet keine Regenwassernutzungsanlagen. Insbesondere ist ihre Nutzung zum Bewässern des Gartens durch die Trinkwasserverordnung nicht berührt. Wer jedoch sein Regenwasser auch für die heimische Toilette nutzen will, muss sich an bestimmte Regeln halten.

Ein Vermieter darf Regenwasser nicht zum Wäschewaschen anbieten. Dieses Wasser muss Trinkwasserqualität haben, (§ 3 Nr. 1a TrinkwV). Die Errichtung der Regenwassernutzungsanlage ist dem Wasserversorger, (§ 3 Abs. 2 AVBWasserV), und dem Gesundheitsamt, (§ 13 Abs. 1 TrinkwV), anzuzeigen. Die Missachtung der Anzeigepflicht gegenüber dem Gesundheitsamt ist eine Ordnungswidrigkeit.

Diese Anlagen dürfen nicht direkt mit der Hausinstallation verbunden werden, weil die Gefahr besteht, dass mikrobiologisch verunreinigtes Trinkwasser in das Verteilungsnetz gelangt. Rechtlich ist dies geregelt durch die DIN 1988-400, die einen sogenannten freien Auslauf fordert und deren Einhaltung wiederum §§ 12 Abs. 2, 15 Abs. 1 AVBWasserV fordert. Eine Missachtung dieser vertraglich den Kunden auferlegten Pflicht kann das Wasserversorgungsunternehmen zur Einstellung der Versorgung berechtigen. Es ist berechtigt, sich vor Wiederaufnahme der Versorgung vom ordnungsgemäßen Zustand der Regenwassernutzungsanlage zu überzeugen. In der Praxis haben sich bereits direkte Verbindungen der Regenwassernutzungsanlage mit der Hausinstallation, zum Beispiel über einen Gartenschlauch, als Ursache für eine Verkeimung des Verteilungsnetzes herausgestellt.

Eine direkte Verbindung einer Regenwassernutzungsanlage mit der Hausinstallation ist eine Ordnungswidrigkeit, die mit Geldbuße belegt werden kann. Ist es zu einer Erkrankung Dritter gekommen, weil verkanntes Regenwasser in das Verteilungsnetz gelangt ist, droht auch ein Strafverfahren, § 24 TrinkwV. Daneben kann das Risiko eines Strafverfahrens sich unter dem Gesichtspunkt der fahrlässigen Körperverletzung oder der Störung öffentlicher Betriebe ergeben. Wegen dieses

Gesundheitsrisikos bedürfen die Anlagen vor ihrer Inbetriebnahme der Anzeige an das Gesundheitsamt und auch der Überwachung durch das Gesundheitsamt. Unberührt bleibt das Recht des Wasserversorgungsunternehmens, die Vereinbarung eines besonderen Tarifes zu fordern, wenn der Kunde nicht mehr seinen gesamten Wasserbedarf bei ihm deckt, § 3 Abs. 1 S. 2 AVBWasserV.

## Kritik

Die TrinkwV steht in der Kritik, den Betreibern von Wasserversorgungsanlagen überzogene Untersuchungspflichten aufzuerlegen. Im Hinblick auf die Schutzziele der TrinkwV, z. B. wassergebundene Infektionen bei den Verbrauchern auszuschließen, werden die Untersuchungen im derzeitigen Umfang jedoch vom Gesetzgeber für notwendig erachtet. Manche dagegen misstrauen den Untersuchungen und halten die Überwachung für zu nachlässig (s. Wasserfilter). Viele Menschen weichen auf abgefüllte Mineralwässer aus, in der Meinung, diese seien ursprünglich reiner als das Leitungswasser.

Bei der vermeintlichen Reinigung des Leitungswassers durch spezielle Filterkannen hat sich gezeigt, dass diese in der Regel weniger nutzbringend als gefährlich sein kann, da sich bei zu langem Betrieb im Filtermaterial bakterielle Belastungen aufbauen können. Allenfalls eine Wasserenthärtung durch solche Kannen mag für bestimmte Zwecke sinnvoll sein.

### Aktuelle Grenzwerte

Anlage 2 (zu § 6 Abs. 2 TrinkwV)

Teil I: Chemische Parameter, deren Konzentration sich im Verteilungsnetz einschließlich der Trinkwasser-Installation in der Regel nicht mehr erhöht

Lfd. Nr.	Parameter	Grenzwert mg/l	Bemerkungen
1	Acrylamid	0,001	Der Grenzwert bezieht sich auf die Restmonomerkonzentration im Wasser, berechnet aufgrund der maximalen Freisetzung nach den Spezifikationen des entsprechenden Polymers und der angewandten Polymerdosis.
2	Benzol	0,001	
3	Bor	1,0	
4	Bromat	0,01	
5	Chrom	0,05	Zur Bestimmung wird die Konzentration von Chromaten auf Chrom umgerechnet.
6	Cyanid	0,05	
7	1,2 - Dichlorethan	0,003	
8	Fluorid	1,5	
9	Nitrat	50	Die Summe aus Nitratkonzentration in mg/l geteilt durch 50 und Nitritkonzentration in mg/l geteilt durch 3 darf nicht größer als 1 mg/l sein.
10	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte	0,0001	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte bedeuten: organische Insektizide, organische Herbizide, organische Fungizide, organische Nematizide, organische Akarizide, organische Algizide, organische Rodentizide, organische Schleimbekämpfungsmittel, verwandte Produkte (u. a. Wachstumsregulatoren und die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte. Es brauchen nur solche Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte überwacht zu werden, deren Vorhandensein in einer bestimmten Wasserversorgung wahrscheinlich ist. Der Grenzwert gilt jeweils für die einzelnen Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte. Für Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid gilt der Grenzwert von 0,00003 mg/l.
11	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte insgesamt	0,0005	Der Parameter bezeichnet die Summe der bei dem Kontrollverfahren nachgewiesenen und mengenmäßig bestimmten einzelnen Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte.
12	Quecksilber	0,001	
13	Selen	0,01	
14	Tetrachlorethen und Trichlorethen	0,01	Summe der für die beiden Stoffe nachgewiesenen Konzentrationen.

Teil II: Chemische Parameter, deren Konzentration im Verteilungsnetz einschließlich der Trinkwasser-Installation ansteigen kann

Lfd. Nr.	Parameter	Grenzwert mg/l	Bemerkungen
1	Antimon	0,005	
2	Arsen	0,01	
3	3 Benzo[a]pyren	0,00001	
4	Blei	0,01	Grundlage ist eine für die durchschnittliche wöchentliche Wasseraufnahme durch Verbraucher repräsentative Probe; hierfür soll nach Artikel 7 Abs. 4 der Trinkwasserrichtlinie ein harmonisiertes Verfahren festgesetzt werden. Die zuständigen Behörden stellen sicher, dass alle geeigneten Maßnahmen getroffen werden, um die Bleikonzentration in Wasser für den menschlichen Gebrauch innerhalb des Zeitraums, der zur Erreichung des Grenzwertes erforderlich ist, soweit wie möglich zu reduzieren. Maßnahmen zur Erreichung dieses Wertes sind schrittweise und vorrangig dort durchzuführen, wo die Bleikonzentration im Wasser für den menschlichen Gebrauch am höchsten ist.
5	Cadmium	0,003	Einschließlich der bei Stagnation von Wasser in Rohren aufgenommenen Cadmiumverbindungen
6	Epichlorhydrin	0,0001	Der Grenzwert bezieht sich auf die Restmonomerkonzentration im Wasser, berechnet aufgrund der maximalen Freisetzung nach den Spezifikationen des entsprechenden Polymers und der angewandten Polymerdosis.
7	Kupfer	2,0	Grundlage ist eine für die durchschnittliche wöchentliche Wasseraufnahme durch Verbraucher repräsentative Probe; hierfür soll nach Artikel 7 Abs. 4 der Trinkwasserrichtlinie ein harmonisiertes Verfahren festgesetzt werden. Die Untersuchung im Rahmen der Überwachung nach § 19 Abs. 7 ist nur dann erforderlich, wenn der pH-Wert im Versorgungsgebiet kleiner als 7,4 ist.
8	Nickel	0,02	Grundlage ist eine für die durchschnittliche wöchentliche Wasseraufnahme durch Verbraucher repräsentative Probe; hierfür soll nach Artikel 7 Abs. 4 der Trinkwasserrichtlinie ein harmonisiertes Verfahren festgesetzt werden.
9	Nitrit	0,5	Die Summe aus Nitratkonzentration in mg/l geteilt durch 50 und Nitritkonzentration in mg/l geteilt durch 3 darf nicht höher als 1 mg/l sein. Am Ausgang des Wasserwerks darf der Wert 0,1 mg/l für Nitrit nicht überschritten werden.
10	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	0,0001	Summe der nachgewiesenen und mengenmäßig bestimmten nachfolgenden Stoffe: Benzo-(b)-fluoranthren, Benzo-(k)-fluoranthren, Benzo-(ghi)-perylene und Indeno-(1,2,3-cd)-pyren
11	Trihalogenmethane	0,05	Summe der am Zapfhahn des Verbrauchers nachgewiesenen und mengenmäßig bestimmten Reaktionsprodukte, die bei der Desinfektion oder Oxidation des Wassers entstehen: Trichlormethan (Chloroform), Dibromdichlormethan und Tribrommethan (Bromoform); eine Untersuchung im Versorgungsnetz ist nicht erforderlich, wenn am Ausgang des Wasserwerks der Wert von 0,01 mg/l nicht überschritten wird.
12	Vinylchlorid	0,0005	Der Grenzwert bezieht sich auf die Restmonomerkonzentration im Wasser, berechnet aufgrund der maximalen Freisetzung nach den Spezifikationen des entsprechenden Polymers und der angewandten Polymerdosis.

Anlage 3 (zu § 7 TrinkwV)

Indikatorparameter

Lfd. Nr.	Parameter	Einheit	Grenzwert mg/l	Bemerkungen
1	Aluminium	mg/l	0,2	
2	Ammonium	mg/l	0,5	Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bis zu einem Grenzwert von 30 mg/l außer Betracht. Die Ursache einer plötzlichen oder kontinuierlichen Erhöhung ist zu untersuchen.
3	Chlorid	mg/l	250	Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken.
4	Clostridium perfringens (einschließlich Sporen)	Anzahl/100 ml	0	
5	Eisen	mg/l	0,2	Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bei Anlagen mit einer Ablage von bis 1.000 m <sup>3</sup> bis zu 0,5 mg/l außer Betracht.
6	Färbung (spektraler Absorptionskoeffizient Hg 436 nm)	m <sup>-1</sup>	0,5	
7	Geruch (als TON)		2,0	Bei der routinemäßigen Untersuchung kann alternativ eine qualitative Untersuchung (Geruch gemäß Richtlinie 98/83/EG) durchgeführt werden, mit dem Ziel, einen für den Verbraucher annehmbaren Geruch zu attestieren und anormale Veränderungen auszuschließen. Es ist das Analysenverfahren nach DIN EN 1622 anzuwenden.
8	Geschmack		3 bei 25 °C für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung	
9	Koloniezahl bei 22 °C		100/1 ml	
10	Koloniezahl bei 36 °C		100/1 ml	
11	elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	2790 bei 25 °C	Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken. Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bei Anlagen mit einer Ablage von bis 1.000 m <sup>3</sup> bis zu 0,2 mg/l außer Betracht.
12	Mangan	mg/l	0,05	Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken. Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bis zu einem Grenzwert von 500 mg/l außer Betracht.
13	Natrium	mg/l	200	
14	organisch gebundener Kohlenstoff	mg/l	ohne anomale Veränderung	
15	Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	5,0	Dieser Parameter braucht nicht bestimmt zu werden, wenn der Parameter TOC analysiert wird. Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken. Geogen bedingte Überschreitungen bleiben bis zu einem Grenzwert von 500 mg/l außer Betracht. Der Grenzwert gilt am Ausgang des Wasserwerks.
16	Sulfat	mg/l	250	
17	Trübung	nephelometrische Trübungseinheiten (NTU)	1,0	
18	Wasserstoffionenkonzentration	pH-Einheiten	6,5 – 9,5	Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken.
19	Tritium	Bq/l	100	
20	Gesamtrichtdosis	mSv/Jahr	0,1	

**Leitwert**

Für manche Verunreinigungen existieren keine Grenzwerte, sondern lediglich Leitwerte, die nicht überschritten werden sollen. Der Leitwert für Uran beträgt beispielsweise 10 µg/l. Aus-

schlaggebend ist die chemische Toxizität. Die radioaktive Belastung wird auch bei oraler Aufnahme als vernachlässigbar eingestuft.