**Abwasseraufbereitung**

Trinkwasser aus der Kanalisation, Wasser für die Toilettenspülung und für die Gartenbewässerung aus Abwasser, möglichst dezentral gewonnen – zum Beispiel in eigenen kleinen Haus-Kläranlagen? Das alles klingt fremd für uns, ist aber teilweise heute schon Wirklichkeit – nicht so sehr im so wasserreichen Deutschland, aber an einigen Orten in der Welt, die mit ihrem Wasser haushalten müssen.

**"New Water": Trinkwasser aus Abwasser**

Der Wasserversorger [Singapurs](https://www.planet-wissen.de/kultur/architektur/staudaemme/pwiesingapureinmegastauseemitteninderstadt100.html) ist Vorreiter in der Abwassertechnik. Das Unternehmen gewinnt hochreines Trinkwasser aus kommunalem Abwasser. Technisch ist das heute möglich, aber mit der Akzeptanz in der Bevölkerung hapert es noch. Deshalb werden in Singapur Führungen angeboten, in denen den Besuchern erklärt wird, wie die neue Technik funktioniert und warum sie, angesichts zunehmender Wasserknappheit, notwendig ist.

Für das Wasser werben die Versorger unter anderem mit einem positiv klingenden Namen: "New Water". Inzwischen wird rund 30 Prozent des Wasserbedarfs über recyceltes Abwasser gedeckt.

**Abwasser filtern und desinfizieren**

Die Abwassertechnik steht an einer Schwelle, die von Wissenschaftlern als Paradigmenwechsel bezeichnet wird. Die Zukunft liegt in der Wiederverwendung von Wasser. Technisch möglich wird das durch die Membrantechnik. Das verschmutzte Wasser wird gefiltert und durch eine Reihe von Membranen mit feinsten Poren gedrückt. Die meisten unerwünschten Stoffe, auch [Bakterien](http://www.planet-wissen.de/natur/mikroorganismen/bakterien_urkeime_helfer_erreger/index.html), werden dadurch herausgefiltert.

Damit aus Abwasser Trinkwasser wird, muss es zusätzlich mit ultraviolettem Licht behandelt werden. Die sogenannte UV-Desinfektion reduziert die Anzahl der Keime im Wasser um ein Vielfaches.

**Abwasser recyceln**

Bisher beruht das Prinzip der Wasserversorgung in den Industrieländern auf dem Prinzip des Wegwerfens. Kostbares Trinkwasser wird entnommen und nach Gebrauch im Klärwerk "entsorgt". Das heißt, es wird zwar dem Wasserkreislauf durch Einleitung in ein meist fließendes Gewässer wieder zugeführt, aber nicht direkt weiter genutzt.

Wissenschaftler mahnen an, dass angesichts des [Klimawandels](http://www.planet-wissen.de/natur/klima/klimawandel/index.html) und der Zunahme der Weltbevölkerung dieses Versorgungssystem nicht mehr zeitgemäß ist. So wie im Müllsystem heute üblich, müsste in Zukunft auch das Abwasser entsprechend der Nutzung getrennt werden. Dann kann Abwasser als eine Ressource behandelt werden und von großem Nutzen sein.

**Abwasser und Inhaltsstoffe wiederverwerten**

Die Forschung steht vor der Aufgabe ein Abwassersystem zu entwickeln, das eine nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser möglich macht. Eine Wiederverwendung nicht nur des Wassers, sondern auch der Inhaltsstoffe im Abwasser, ist das Ziel. Abwasser wird in Grauwasser, Gelbwasser, Braunwasser und Schwarzwasser unterteilt.

Grauwasser ist das Wasser, das zum Waschen von Körper und Kleidung genutzt wird. Gelbwasser ist mit Urin und Braunwasser mit den festen Exkrementen vermischt. Schwarzwasser nennt man das gesamte Abwasser, das in die Kanalisation fließt. Diese Abwässer zu trennen ist sinnvoll, weil jedes für sich genutzt werden kann.

Aus Gelbwasser wird Düngemittel, aus Braunwasser lässt sich Energie gewinnen und Grauwasser lässt sich sehr einfach in Wasser verwandeln, das man zum Beispiel zum Blumengießen und zum erneuten Waschen verwenden kann.

**Wasser-Recycling in Deutschland**

In Deutschland findet der Einbau von Grauwasseranlagen in Wohnhäusern oder Hotels immer mehr Verbreitung. Das ist aber nur zu empfehlen, wenn die Anlage beim Bau des Hauses mit eingeplant wird. Ein nachträglicher Einbau ist sehr teuer.

Dabei wird das Grauwasser, also das Wasser, das beim Duschen, Baden oder Händewaschen anfällt, vom restlichen Abwasser getrennt. In einer Wasserrecycling-Anlage wird Grauwasser so aufbereitet, dass es zum Putzen und Gießen und für die Toilettenspülung wiederverwendet werden kann.

Solche Anlagen sollten in jedem Fall von Fachleuten eingebaut werden. Da das bestehende Wasserversorgungssystem in Deutschland gut funktioniert und Wasser-Recycling nur in Neubauten rentabel ist, wird es hier auf absehbare Zeit keine Trennung der Abwässer in größerem Umfang geben. Deutsche Unternehmen verkaufen allerdings Systeme des Wasser-Recyclings in andere Regionen der Welt.

**Autorin:** Ana Rios

<https://www.planet-wissen.de/natur/umwelt/wasserversorgung_in_deutschland/pwieabwasseraufbereitung100.html> (12.12.17)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Trinkwasser-Aufbereitung Vortrag von Matthias Ritter, Regina Bruischütz und Bea Vonderlind im Rahmen der "Übungen im Vortragen mit Demonstrationen - AC", SS 1996, SS 1997 und WS 07/08  horizontal rule 1 Einleitung1.1 Möglichkeit 1  Als Einleitung für diesen Vortrag dienen Zwillinge und die darauf folgende Frage: "Was haben diese Zwillinge mit dem Thema Trinkwasser gemeinsam?". 1.2 Möglichkeit 2 Im Oktober 2007 hatte man beim Zähneputzen den Eindruck, dass das Zahnputzwasser nicht etwa aus der bayreuther Wasserleitung, sondern direkt aus einem Schwimmbecken im Kreuzsteinbad stammen könnte. Was war geschehen?  Im Folgenden wird die Gewinnung und Aufbereitung unseres wichtigsten und best bewachten Lebensmittels, dem Trinkwasser, beschrieben und abschließend die Frage nach der Trinkwasserqualität in Bayreuth im Oktober 2007 geklärt.  horizontal rule 2 Trinkwasserverbrauch Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel und es kann durch nichts ersetzt werden. Deshalb ist es besonders wichtig, dass wir auf seine Reinhaltung achten. Täglich verbraucht jeder Bürger in Deutschland pro Tag ca. 140l Trinkwasser.  [Diese Abbildung wurde wegen fehlender Quellenangabe entfernt.] **Abb. 2:** Trinkwasserverbrauch im Haushalt pro Kopf und Tag (Druckqualität als Link)  Nicht nur der Einzelne benötigt Trinkwasser zur Deckung seiner Bedürfnisse, sondern auch in der Industrie wird es zur Herstellung verschiedener Produkte benötigt.   |  |  | | --- | --- | | 1 Tonne Papier | 500000 Liter | | 1 Hektoliter Bier | 50000 Liter | | 1 Tonne Stahl | 18000 Liter | | 1 Tonne Zucker | 1500 Liter |   **Tab. 1:** Wasserbedarf bei der Herstellung verschiedener Produkte  horizontal rule 3 Rohwasser Es existieren mehrere Möglichkeiten, um Trinkwasser zu gewinnen. Dabei wird das Wasser dem Wasserkreislauf entnommen und ihm nach der Aufbereitung und Verwendung immer wieder zugeführt. Noch unaufbereitetes Wasser wird als Rohwasser bezeichnet. Dieses wird zu mehr als zwei Drittel aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Eine weitere, heute häufiger angewandte Methode, ist es, Oberflächenwasser aus einem Gewässer zu entnehmen, es aufzuarbeiten und es dann anschließend künstlich versickern zu lassen. Dabei durchläuft es verschiedene Bodenschichten und gelangt ins Grundwasser (angereichertes Grundwasser). Bei der Uferfiltration fließt das Wasser vom Bett des Gewässers durch die angrenzenden Bodenschichten zu den in der Nähe des Ufers gelegenen Förderbrunnen.  Das Rohwasser kann auf verschiedenartigste Weise vom Menschen gefährdet und beeinträchtigt werden:   |  |  | | --- | --- | | bullet | Unsachgemäßer Umgang mit grundwassergefährdenden Stoffen z.B. Chlorkohlenwasserstoffe, Benzin, Dieselöl, Heizöl, Schmieröl, Altöl. | | bullet | Falsche bzw. unsachgemäße Abfallbeseitigung, Alt(müll)ablagerungen z.B. Deponien, Altlasten. | | bullet | Unsachgemäßer Einsatz von Mineraldüngern bzw. Wirtschaftsdüngern, Schädlingsbekämpfungs-, Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft, Wein- und Gartenbau. | | bullet | Wärmeentzug durch Wärmepumpen, die das Grundwasser als Wärmequelle verwenden. | | bullet | Wärmeeinleitung in den Untergrund z.B. durch Kühlwasser. Dabei kommt es zu einer thermischen Belastung. Außerdem besteht die Gefahr der Kontamination des Grundwassers mit krankheitserregenden Erregern. | | bullet | Erdaufschlüsse z.B. Kiesgruben und Braunkohle Tagebau, und anschließendes Verfüllen der Gruben mit Abfällen. | | bullet | Straßenstreusalz (Auftausalze) und Straßenabschwemmungen z.B. Mineralölprodukte, Bremsscheibenabrieb. | | bullet | Undichte Kanalisation bzw. Schädigung derselben durch häusliche Abwässer und Indirekteinleiter. | | bullet | Luftverunreinigungsniederschläge. |  3.1 Grundwasser Das Grundwasser besteht aus gefallenem Niederschlag, der durch den Boden in tiefere Erdschichten gesickert ist. Trifft dieses Niederschlagswasser auf seinem Weg in die Erde auf wasserundurchlässige Gesteinsschichten wird es dort gestaut und kann über Brunnen zu Tage gefördert werden.  Um das Areal der Brunnen existieren verschiedene Schutzzonen, die in Rechtsverordnungen der einzelnen Bundesländer festgelegt sind. Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen sind die Vorschläge der "Deutsche(n) Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V." [3].  Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist abhängig von der Geologie und der Tiefe des durchströmten Untergrunds. Gründe dafür sind zum einen, dass sich mineralische Bodenbestandteile im Wasser lösen, zum anderen kann es an Bodenmineralien zu Austauschvorgängen mit dem Wasser kommen. Deshalb ist Grundwasser aus magmatischen oder metamorphen Gestein z.B., Granit, Glimmerschiefer, relativ elektrolytarm. In Grundwässern aus besonders großer Tiefe findet man trotz unterschiedlicher geologischer Formationen und verschiedenen Gebieten der Erde sehr ähnliche chemische Zusammensetzungen in Bezug auf die Hauptbestandteile Na+, Mg2+, Ca2+, Cl-, u.a.  Allgemein lässt sich sagen, dass oberflächennahe Grundwässer sauerstoffreicher sind. Die Grundwasser in den tieferen Schichten bzw. in Schichten in denen der Sauerstoff durch chemische und mikrobiologische Reaktionen entfernt wurde, befinden sich im reduzierten Zustand. Diese sogenannten reduzierten Grundwasser enthalten häufig NH3/NH4+, NO2-, H2S, Fe2+, Mn2+. Die Gründe dafür sind:   |  |  | | --- | --- | | bullet | Mikrobielle Nitratreduktion bzw. Nitratammonifikation durch Bakterien. | | bullet | Mikrobielle Sulfatreduktion. | | bullet | Bakterielle Reduktion von Fe(III) zu Fe(II) bzw. Mn(IV) zu Mn(II) in anaerober Umgebung. |  3.2 Quellwasser Als Quellwasser wird Wasser bezeichnet, welches in Quellanlagen wieder aus der Erde austritt. Es kann sowohl von Grundwasser gespeist aus großer Tiefe an die Erdoberfläche gelangen, oder aber in direkter Folge von Niederschlag am Fuße von Bergen oder Hängen in Quelltöpfen austreten. 3.3 Oberflächenwasser Der dritte Bereich aus dem Rohwasser bezogen wird, ist das Oberflächenwasser. Dieses wird aus stehenden oder fließenden Gewässern, z.B Flüssen, Seen und zum Teil auch aus dem Meer entnommen und in diversen Aufbereitungsstufen zu Trinkwasser aufbereitet.  Die chemische Beschaffenheit des Oberflächenwassers ist Schwankungen unterworfen, da es sich um ein Gemisch aus Grund-, Quell-, Regen- und Abwasser handelt. Im Normalfall ist Oberflächenwasser stärker verunreinigt als Grundwasser. Fließgewässer wie kleine Bäche und unberührte Flüsse sind in der Regel sauerstoffreich und frei von Eisen- und Manganionen. Bei größeren Flüssen treten jedoch häufig stärkere Schwankungen der chemischen Zusammensetzung und der Temperatur auf. Grund dafür sind Einleiter wie Industrie, Klärwerke und indirekte Einbringung von Ca2+, Cl-, SO42-, PO43-, NO3-, NH4+, hauptsächlich durch Ausspülung aus landwirtschaftlichen Nutzflächen durch das Regenwasser. Wasser aus Stau- und natürlichen Seen, sowie aus Talsperren sind meist elektrolytenarm. Bereits geringe Mengen an Phosphat und Nitrat stören das biologische Gleichgewicht des Sees und führen bei längerem Anhalten zu einer Eutrophierung (@ Überdüngung) des Gewässers. Abschließend bleibt anzumerken, dass stehende Gewässer empfindlicher auf Fremdeinträge reagieren als Fließgewässer.  horizontal rule 4 Güteanforderungen Damit das Rohwasser als Trinkwasser verwendet werden kann muss es bestimmte Bedingungen erfüllen. Diese Regeln und Grenzwerte werden in der europäischen Trinkwasserrichtlinie beschrieben. Die darauf beruhende deutsche Verordnung ist am 1.1.2003 in Kraft getreten. Hierbei sind einigen Bestimmungen sogar noch schärfer gefasst als in der europäische Verordnung. In den Richtlinien sind die Anforderungen verschiedenster Parameter wie Geruch, Geschmack, Farbe oder die Belastung mit Schwermetallen, toxischen Stoffen, Algen, Bakterien, etc. festgelegt. Die nachfolgende Tabelle gibt einige ausgewählte Beispiele für Belastungsgrenzwerte unterschiedlicher Parameter:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Parameter** | **Einheit** | **Richtzahl** | **Grenzwert / Anforderung** | | Temperatur | °C | 12 | 25 | | Arsen | mg/L | - | 0,01 | | Nitrat | mg/L | 25 | 50 | | Eisen | mg/L | 0,05 | 0,2 | | Mangan | mg/L | 0,02 | 0,05 |   **Tab. 2:** Grenzwerte der Trinkwasserverordnung [2]  Sobald das Rohwasser den vielfältigen Anforderungen in nur einem Parameter nicht entspricht muss es in einer Trinkwasseraufbereitungsanlage aufbereitet werden.  horizontal rule 5 Aufbereitung Die Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser geschieht in Wasserwerken . Nicht jedes Wasser ist gleich stark verunreinigt und muss jeden Schritt der Aufbereitung durchlaufen.  [Diese Abbildung wurde wegen fehlender Quellenangabe entfernt.] **Abb. 3:** Schematischer Aufbau eines Wasserwerkes (Druckqualität als Link)  Die Aufbereitung unterteilt sich, je nach Güte und Herkunft des Rohwassers, in verschiedene Schritte. Am Anfang stehen chemische und biologische Untersuchungen, die die Art, Zahl und Reihenfolge der Aufarbeitungsschritte festlegen. Die Schritte können also von dem unten folgenden Ablauf abweichen oder in ihrer Reihenfolge und Häufigkeit variieren. 5.1 Vorreinigung: Entfernung ungelöster und kolloider Verunreinigungen Mit Hilfe von verschiedene Rechen und Sieben werden ungelöste Grob- und Feinverunreinigungen (Laub, Äste, Plankton) entfernt. Im folgenden Arbeitsgang wird im Vorklär- oder Absetzbecken  die Fließgeschwindigkeit des Wassers verringert, so dass sich Grobschlamm, Schwebstoffe u.ä. absetzen können. Zwei Vorgänge sind hierbei von Bedeutung: Sedimentation und Flockung. Bei der Sedimentation sinkt Grobschlamm auf Grund der Schwerkraft auf den Boden und kann entfernt werden. Schwebeteilchen, die nicht von selbst sedimentieren werden durch Flockung von Metall-Hydroxid-Molekülen adsorbiert und können anschließend entfernt werden:  Al3+  +  3 HCO3-  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/trinkwasser/pfeil.gif  [Al(OH)3]s + 3 CO2  Hochgeladene Kationen, wie das Aluminiumkation, reagieren mit den im Wasser vorhandenen Hydrogencarbonat-Ionen. An die entstehenden Metallhydroxid-Moleküle  adsorbieren die Schwebeteilchen  und es entsteht ein flockiger Feststoff, der nun im nächsten Aufbereitungsschritt abfiltriert werden kann. 5.2 Filtration In diesem Schritt entfernen verschiedene Filter Lehm, Ton oder Algen. Im Langsam(Sand)filter wird die natürliche Bodenfiltration, die das Wasser normalerweise durchlaufen würde nachgeahmt. Als Filtermaterial dient gewaschener Sand und Kies. Das Wasser legt dabei im Filter in einer Stunde eine Strecke von 5-20cm zurück. Durch die Besiedelung des Filters mit adaptierten Bakterienpopulationen kommt es zur Entfernung von unerwünschtem Eisen, Mangan und organischen Stoffen, sowie zur Oxidation von Ammonium zu Nitrat. Im Schnellfilter ist die Filtergeschwindigkeit ca. 40-50 mal höher als im Langsam(Sand)filter. Je nach Aufbereitungsziel wird als Filtermaterial Aktivkohle, Quarzsand oder Anthrazit verwendet. Inzwischen kommen auch häufig Mehrschichtfilter (Zweischicht- bzw. Dreischichtfilter) zum Einsatz. Dies hat den Vorteil, dass sowohl große Konzentrationen suspendierter Partikel wie Lehm oder Ton, als auch feindisperse Partikel wie Algen und Bakterien, entfernt werden können. Daneben werden auch Trockenfilter eingesetzt. Sie stellen eine Kombination zwischen Filtration und Belüftung dar (siehe 5.3.). Dies ermöglicht bzw. erleichtert sowohl die Entfernung hoher Gehalte an NH3 und H2S, als auch die Entfernung von Eisen und Mangan. 5.3 Belüftung Gase mit hohem Dampfdruck, wie CO2 und H2S, werden durch Verregnung oder Verdüsung des Rohwassers in offenen Belüftungsanlagen entfernt. Zudem wird das Wasser mit Luftsauerstoff angereichert. Dies geschieht in geschlossenen Belüftungsanlagen, in denen die Luft durch einen Kompressor oder Injektor dem Rohwasser zugeführt wird. Der Sauerstoff bewirkt dabei eine Oxidation verschiedener Geruchs- und Geschmacksstoffe zu weniger wahrnehmbaren Abbauprodukten. 5.4 Ozonbehandlung Ozon oxidiert ebenfalls organische Stoffe, dies führt zu einer Verbesserung von Geruch, Geschmack und Farbe. Auch Eisen- und Manganionen werden oxidiert und können anschließend herausgefiltert werden. 5.5 Entfernung von Nitrat (Denitrifikation) Der Grund für die zunehmende Nitratbelastung, vor allem der Grundwasser, liegt hauptsächlich in der Überdüngung der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Der EG – Grenzwert für Nitrat liegt bei 50mg/l. Zur Entfernung von Nitrat aus dem Trinkwasser gibt es verschiedene Methoden:   |  |  | | --- | --- | | bullet | Ionentausch; NITRIPLEX – Verfahren mit Hydrogencarbonat u.a. | | bullet | Umkehrosmose: Wasser wird unter Druck über eine semipermeable Membran geleitet, wobei der aufgewandte Druck höher sein muss als der natürliche osmotische Druck. Dadurch treten Wassermoleküle von der höher konzentrierten in die niedriger konzentrierte Lösung über. | | bullet | Elektrodialyse: Nachteil dieses Verfahren ist, dass keine selektive Abscheidung von Nitrat möglich ist. Es kommt weitgehend zur Entfernung aller im Wasser enthaltenen Ionen und evtl. zu sehr salzhaltigen Abwässern. | | bullet | Biologische Denitrifikation: Sie beruht auf dem Prinzip der mikrobiellen Nitratreduktion. |  5.6 Desinfizierung Die Entkeimung des Wassers ist der letzte Schritt, bevor das Wasser die Aufbereitungsanlage verlässt. Zum Beispiel mit Chlor oder Ozon werden die Bakterien abgetötet und Viren inaktiviert. Bsp.:  Cl2 + OH-  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/trinkwasser/doppelpfeil.gif HOCl + Cl-  Chlor reagiert mit Hydroxidionen zu unterchloriger Säure, diese tötet Keime und Krankheitserreger (z. B. E-Coli-Bakterien) ab. 5.7 Technische Anforderungen: Entsäuerung und Schutzschichtbildung Damit das Wasser nicht aggressiv gegenüber Rohren, Leitungen oder kalkhaltigen Werkstoffen wirkt, muss es ebenfalls aufbereitet werden.  Die Entsäuerung dient zur Einstellung des Gleichgewicht pH -Wertes und des Kalk - Kohlensäure -   Gleichgewichts  und damit zur Verminderung der Aggressivität des Wassers, gegenüber kalkhaltigen Werkstoffen wie z.B. Zementmörtelauskleidungen. Man unterscheidet zwischen der mechanischen und der chemischen Entsäuerung. Bei der mechanischen Entsäuerung beeinflusst die Sauerstoffaufnahme bei der offenen Belüftung das Kalk - Kohlensäure - Gleichgewicht. Der Ablauf der chemischen Entsäuerung geschieht entweder über Filtermaterialien, die alkalische Substanzen abgeben z.B. gekörntes Calciumcarbonat (CaCO3), oder es werden alkalische Substanzen z.B. Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat, halbgebrannter Dolomit u.a. zugegeben.  Um Korrosion und Kesselsteinbildung zu verhindern, werden dem Wasser in diesem Arbeitsschritt Phosphate, Polyphosphate, sowie Kieselsäure (H2SiO3) und deren Salze oder Mischungen der Stoffe zugesetzt. Jedoch dürfen nach der Aufbereitung maximal 6,7mg/l Phosphat, als PO43- bzw. 40mg/l Silicat, als SiO2 enthalten sein. Um Korrosion bei metallischen Werkstoffen zu verhindern werden dem Wasser z.B. Phosphate oder Kieselsäure zugesetzt. Dabei müssen jedoch die zulässigen Grenzwerte (Trinkwasserverordnung) der zugefügten Stoffe beachtet werden. 5.8 Zentrale Enthärtung Nach DIN 2000 ist es nicht die Aufgabe der zentralen Trinkwasserversorgung das Wasser für spezielle Verwendungszwecke besonders aufzubereiten. Manche Abnehmer betreiben deshalb eine eigene Nachbereitungsanlage zur Wasserenthärtung. Diese Aufgabe erfüllt ein Ionentauscher; nach der Enthärtung muss das Wasser eine Mindestkonzentration an Ca2+ von 60mg/l haben und darf eine Maximalkonzentration von 175mg/l Na+ nicht überschreiten.  horizontal rule   7 Zusammenfassung Das Trinkwasser wird aus Grund-, Quell- und Oberflächenwasser gewonnen. Um als Trinkwasser geeignet zu sein muss es bestimmte Anforderungen erfüllen, diese sind in der Trinkwasserverordnung festgelegt. Wenn das Wasser die festgelegten Regeln nicht erfüllt und Grenzwerte überschreitet muss es aufbereitet werden. Bei der Trinkwasser-Aufbereitung durchläuft das Wasser  verschiedene Aufbereitungsschritte: Sedimentation, Filtrierung, Anreicherung mit Sauerstoff, Behandlung mit Ozon und diverse weitere Maßnahmen zur Reinigung und Keimbeseitigung.  **Klärung der Frage aus der Einleitung / Möglichkeit 2:**  Und was war nun in Bayreuth im Oktober 2007 passiert? Bei einer Qualitätsprüfung des bayreuther Trinkwassers wurde an zwei verschiedenen Stellen eine erhöhte Konzentration an E-Coli-Bakterien gemessen. Diese Konzentrationen waren für die Menschen zwar immer noch im ungefährlichen Bereich, aber als Vorsichtsmaßnahme wurde das Trinkwasser mit einer zusätzlichen Chlor-Zugabe desinfiziert und bekam daher den Geschmack von gechlortem Schwimmbadwasser.  horizontal rule 8 Literatur:  1. Hütter L. A.: Wasser und Wasseruntersuchung, Otto Salle Verlag, GmbH & Co, Frankfurt am Main, 1990**.** 2. [http://www.dvgw.de/wasser/rechttrinkwasserverordnung/trinkwasserverordnung/](http://www.dvgw.de/wasser/rechttrinkwasserverordnung/trinkwasserverordnung/anlage-3/) [anlage-3/](http://www.dvgw.de/wasser/rechttrinkwasserverordnung/trinkwasserverordnung/anlage-3/)   06.12.07. 3. <http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/trinkwasser_priv_haushalte/doc/3134.php>   02.12.08. 4. <http://bayreuthersonntag.gemeinsam-fuer-bayreuth.de/2007/10/21/trinkwasser-nurabgekocht-verwenden/>   06.12.07. 5. <http://www.trinkwasser.de/>   02.12.08. 6. Pfeifer, P./Pfeifer, G., Unterricht Chemie, 1992. 7. Bosel, H., Grommelt, H. J., Oeser, K., Wasser, 1982. 8. Höll, K., Wasser, 1979. 9. Häusler, K., Pfeifer, P., Rampf, H., Elemente der Zukunft: Chemie 1, 1989. 10. Trinkwasser: Das Wasserwerk, Lipura Verlagsgesellschaft, Band 3. 11. Bayrisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus: Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht, München 1995. |

<http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/trinkwasser/trinkwasser.htm>