

## Die Anforderungen an unser Trinkwasser

Autor(en):           Theodor Stäheli

Quelle:                Basler Stadtbuch

Jahr:                 1972

<https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/c71ecbf7-8e47-49eb-adc1-ac765b8687f2>

### **Nutzungsbedingungen**

Die Online-Plattform [www.baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Online-Plattform [baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.

<http://www.cms-basel.ch>

<https://www.baslerstadtbuch.ch>

# Die Anforderungen an unser Trinkwasser

Von Theodor Stäheli

Die Leistungen der Völker aller Erdteile auf dem Gebiet der Wasserversorgung und des Wasserbaus waren schon in der Frühzeit würdig, neben ihren Werken auf andern Gebieten zu bestehen. Wenn sich die alten Völker auch mehr auf die Technik der Wassernutzung beschränkten und sich daneben weniger um die Erhaltung des Wassers sorgten, so war dies keineswegs Gleichgültigkeit dem Wasser gegenüber. Jede Epoche hat ihre eigenen Probleme, an deren Lösungen sich oftmals Generationen mit wechselndem Erfolg versuchen. Die Geschichte zeigt, daß es nicht immer gelungen ist, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die zunächst als dringlichst erscheinenden Probleme zu meistern. Oftmals konnten die Lebensverhältnisse scheinbar gebessert werden, doch stellte sich hinterher heraus, daß die erreichten Vorteile sich als nachteilig erwiesen. Leider haben technische und ethische Entwicklung nicht miteinander Schritt gehalten. Dies wird ersichtlich bei der in diesem Jahrhundert zu beklagenden Umweltverschmutzung.

Die von Goethe gepriesene Bedeutung des Wassers:

«Alles ist aus dem Wasser entsprungen,  
alles wird durch das Wasser erhalten»

wird zur Farce, wenn man am Gestade eines Sees oder am Ufer eines Baches tote Fische dahintreiben sieht.

Auf die Qualität des Wassers wird man erst richtig aufmerksam, wenn es um das eigene Trinkwasser und damit um die eigene Gesundheit geht.

1. Die qualitativen Anforderungen an ein hygienisch einwandfreies Trinkwasser:

a) Bekömmliches Trinkwasser muß frei sein von Verunreinigungen und giftigen Substanzen. Es darf keine Krankheiten übertragen und keinen übermäßigen Gehalt an mineralischen und organischen Substanzen aufweisen.

Das Wasser selbst kann keine Krankheiten übertragen. Die Krankheitserreger werden dem Wasser zugeführt durch Personen, die an Magen-, Darm- oder ähnlichen Krankheiten leiden oder durch gesunde Personen, die jedoch die betreffenden Organismen ausscheiden.

Unter die durch das Wasser übertragenen und von Bakterien hervorgerufenen Magen- und Darmerkrankungen fallen Typhus, Paratyphus, Bakterienruhr und Cholera. Die Möglichkeiten der Übertragung von Viruskrankheiten durch das Wasser sind noch recht wenig erforscht. Immerhin ist bekannt, daß die Erreger der infektiösen Gelbsucht und der Kinderlähmung unter anderem durch Trinkwasser übertragen werden können.

Da der unmittelbare Nachweis pathogener Keime im Wasser schwierig und zeitaufwendig ist, verzichtet man aus praktischen Erwägungen bei den landläufigen bakteriologischen Trinkwasseruntersuchungen auf ihre Feststellung und wendet an ihrer Stelle die bequemere indirekte Methode an. Dabei wird der Hauptwert auf den Nachweis coliformer Bakterien gelegt, die im Dickdarm des Menschen leben und gegebenenfalls als Begleiter pathogener Keime auftreten. Der Nachweis coliformer Bakterien ist arbeitstechnisch einfach durchzuführen. Bei positivem Nachweis coliformer Bakterien wird das Trinkwasser stets zu beanstanden sein.

Die bakteriologischen Anforderungen an einwandfreies Trinkwasser sind im schweizerischen Lebensmittelbuch wie folgt umschrieben: Ein Trinkwasser darf an der Abgabestelle nicht mehr als 20 Keime pro  $\text{cm}^3$  und im Leitungsnetz nicht mehr als 300 Keime pro  $\text{cm}^3$  enthalten. Coliforme Keime dürfen in 100  $\text{cm}^3$  Wasser nicht nachweisbar sein. Diese Anforderungen sind berechtigterweise sehr streng.

Giftige Substanzen können beim Durchströmen bestimmter geologischer Schichten, die giftige Mineralien wie z. B. Arsen, Selen usw. enthalten, oder durch bestimmte Wasserorganismen in das Trinkwasser gelangen. Blaualgen entwickeln toxische Substanzen, die Fische und Wasserpflanzen schädigen. Wie sich solche Spuren-

stoffe auf die menschliche Gesundheit auswirken, ist noch unbekannt.

Hoher Mineralgehalt — wobei insbesondere Magnesium- und Sulfatverbindungen zu nennen sind — führen zu Diarrhöe. Hohe Härte ist durch vermehrten Seifenverbrauch und durch die Inkrustationsgefahr in den Wasserleitungen unbeliebt. Auch verlorener Tee und Kaffee, welche mit hartem Wasser zubereitet werden, an Geschmack.

Zu niedrige Konzentration an mineralischen Stoffen kann sich ebenfalls ungünstig auswirken, indem solches Wasser oft die eisenen Verteilleitungen angreift. Wasser mit einem zu geringen Jodgehalt führt zu Kropferscheinungen.

Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt heute die Zugabe von Fluorsalzen zum Trinkwasser als kariesprophylaktische Maßnahme.

Natürliche organische Substanzen sind im allgemeinen nicht unmittelbar schädlich, können jedoch den Geschmack und Geruch des Wassers mindern und damit die Genießbarkeit in Frage stellen. Wässer mit hohem organischem Gehalt sind suspekt und sollten nicht ohne Aufbereitung genutzt werden.

b) Genießbares Trinkwasser soll frei von Farbstoffen, Trübungen, Geschmacks- und Geruchsstoffen sein. Die jahreszeitliche Temperaturschwankung soll klein sein und der Sauerstoffgehalt nahe dem maximalen Löslichkeitsvermögen.

Die Genießbarkeit des Trinkwassers wird durch vier Sinnesorgane festgestellt:

Auge	Färbung, Trübung
Nase	Geruch
Gaumen	Geschmack
Gefühl	Temperatur

Ja selbst durch das Ohr wird die Genießbarkeit beeinflusst, wenn

man bedenkt, daß das Plätschern des Wassers zum Genuß desselben anregt.

Färbungen von Wasser können pflanzlichen Ursprungs sein. Doch tragen oft auch Industrieabwässer zur Verfärbung bei.

Trübungen treten bei schlecht filtrierbaren Böden hauptsächlich nach starken Gewitterregen infolge Erosion tonhaltiger Schichten auf. Mark Twain sprach in einer seiner Geschichten von einem Eimer Wasser, welcher ein Morgen Land enthält. Mit Algen und Plankton durchsetzte Wässer zeigen mehr oder weniger starke Trübungen.

Während beim Geschmack lediglich sauer, salzig, süß und bitter unterschieden wird, treten beim Geruch eine Vielzahl von Geruchscharakteren auf, deren Variationen mit der Konzentration noch vervielfacht wird.

Geruchs- und Geschmacksstoffe im Wasser deuten auf Abbauprodukte organischer Substanzen, lebende Algen und Mikroorganismen, Eisen- und Manganverbindungen sowie Industrieabwässer mit den geruchsaktiven Phenolverbindungen hin.

Eine gewisse Toleranz gegenüber den immer notwendiger werdenden Entkeimungsmittel-Zusätzen, wie z.B. Chlor, muß zugestanden werden. Nach Chlor riechendes Wasser ist vielleicht vom ästhetischen, nicht aber vom seuchenhygienischen Standpunkt aus zu beanstanden.

Während warmes Wasser schal schmeckt, führt zu kaltes Wasser zu Magen- und Darmstörungen. Ein erfrischendes Wasser zeigt Temperaturen von 8–12 °C. Die in den letzten Jahren nicht seltene unzweckmäßige Verlegung der Kaltwasserleitung direkt neben den Warmwasser- oder Heizungsleitungen führt zu Kaltwassertemperaturen von 20 °C und mehr.

## 2. Soziale Anforderungen an Trinkwasser

Das Trinkwasser muß in genügender Menge zur Verfügung stehen, andernfalls wird der erreichte Stand der Hygiene nicht zu halten sein.

Das Trinkwasser muß preiswert sein, da teures Wasser in ärmeren Kreisen zur Einschränkung des Wasserverbrauchs zwingt.

Ein Wasserwerk soll selbsttragend, jedoch nicht «Melkkuh» für die Staatskasse sein. Eine Anpassung des Wasserpreises an die Einkommensstufe aus sozialen Gründen ist nicht von der Hand zu weisen. Das Wasser soll auch in einfachen Wohnungen an genügend und bequem gelegenen Zapfstellen zur Verfügung stehen.

### 3. Gefahren für das Trinkwasser durch zivilisatorische Verunreinigungen

a) *Mineralöl*. Die bald täglich auftretenden Ölunfälle stellen eine bedeutende Gefahr für das Trinkwasser dar. Tankwagenunfälle, Überfüllung von Tankanlagen usw., verursacht infolge menschlichen Versagens, führen oft zu unabsehbaren, jahrelang andauernden Grundwasserverschmutzungen. Heimtückisch sind die Verseuchungen durch auslaufendes Öl aus leckgewordenen, unterirdisch verlegten Heizöltanks. Die vom Eidg. Departement des Innern erlassenen technischen Vorschriften über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung durch flüssige Brenn- und Treibstoffe sowie andere wassergefährdende Lagerflüssigkeiten bedeuten einen wesentlichen Schritt gegen die Gewässerverschmutzungen. In diesen Vorschriften werden spezielle Schutzmaßnahmen verlangt, wo eine besondere Gefahr der Verunreinigung ober- oder unterirdischer Gewässer besteht. Bewilligungen für die Erstellung oder den Betrieb von Tankanlagen dürfen nur erteilt werden, sofern die Anlagen den Vorschriften entsprechen. Bestehende Anlagen müssen diesen angepaßt werden. Geringste Spuren von Heizöl oder andern Mineralölen machen das Wasser ungenießbar. Beim Auslaufen von 1000 Liter Heizöl können eine Milliarde Liter Wasser, oder umgerechnet ca. der Wochenbedarf an Trinkwasser des Kantons Basel-Stadt, ungenießbar werden.

Während leichte Mineralöle und Benzine sich im Laufe langer Zeit aus den Porenräumen des Bodens verflüchtigen, werden höher

siedende Mineralöle in großen Bodentiefen von Fluoreszenzbakterien und Mykobakterien biologisch abgebaut. Die Abbauzeit kann viele Jahre dauern. Mineralöl, welches in den Boden eindringt, sickert je nach Menge bis zum Grundwasser vor. Dort bildet es eine Imprägnationszone, welche bei steigendem Grundwasserspiegel überflutet wird. Dadurch werden die einem Öl anhaftenden, mehr oder weniger löslichen Zusätze und Verunreinigungen herausgelöst, wobei diese dem Grundwasser einen widerlichen Geruch und Geschmack geben.

Durch Mineralöl verunreinigtes Trinkwasser kann mit Aktivkohle aufbereitet werden. Dazu stehen zwei verschiedene technische Methoden zu Verfügung. Durch Zugabe von Aktivkohlepulver und anschließender Filtration über Sandfilter oder durch direkte Filtration über gekörnte Aktivkohle kann ölverseuchtes Wasser genießbar gemacht werden. Beide Methoden sind sehr kostspielig.

b) *Cancerogene Stoffe.* Heizöl, Dieselöl, Flugtreibstoff Kerosin und andere Kraftstoffe enthalten beachtliche Mengen cancerogener = krebserregender Stoffe wie z. B. Benzanthracen, Benzfluoranthren, Benzpyren u. a. m. Solche Stoffe können auch durch Abgase von Ölheizungen und Auspuffen von Benzin- und Dieselmotoren mit dem Regenwasser ins Grundwasser gelangen. Obschon diese Stoffe vornehmlich in den obersten Bodenschichten zurückgehalten werden, kann versickerndes Mineralöl infolge seines guten Lösungsvermögens diese Cancerogene in das Grundwasser verschleppen.

Verschiedene Industrieabwässer enthalten relativ große Mengen cancerogener Stoffe. Diese erfordern bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser zu Trinkwasser besondere Beachtung. Die Carcinomgefährdung wird durch die in einem Oberflächenwasser vorhandenen Detergenzien (synthetische Waschmittel) wesentlich verstärkt, da sie die Permeabilität der cancerogen wirkenden Substanzen erhöhen.

Mit Aktivkohle gelingt es, diese Stoffe aus dem Wasser zu entfernen. Auch die in der Wasseraufbereitung üblichen Oxydations-

mittel wie Chlor, Chlordioxyd, Ozon u. a. sind befähigt, Cancergene unschädlich zu machen, doch sind ganz bestimmte Zugabemengen und Kontaktzeiten erforderlich. Als Unschädlichkeitsgrenze für Cancergene wird von den Fachleuten 0,03 mg pro m<sup>3</sup> Wasser angegeben. Da vom Trinkwasser her kaum ernstliche Gefahren drohen, so muß doch mit Additions- und vielleicht Potenzierungswirkung durch andere Lebensmittel gerechnet werden.

c) *Pestizide*. Herbizide (Pflanzenschutzmittel) und Insektizide (Insektenvertilgungsmittel), bekannt unter dem Sammelbegriff Pestizide (Schädlingsbekämpfungsmittel), werden immer mehr eingesetzt, um Mißernten in der Landwirtschaft vorzubeugen. Auch zur Erhaltung des Waldbestandes werden sie in der Forstwirtschaft angewendet. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, daß beispielsweise das DDT, ein chlorierter Kohlenwasserstoff, gegenüber Fischen stark toxisch wirkt. Das DDT wird im Muskelfleisch der Fische angereichert. Somit wird der Mensch beim Verzehren solcher Fische in den schädlichen Kreislauf mit einbezogen. DDT und ähnlich aufgebaute Pestizide werden biologisch nicht abgebaut und reichern sich in den Gewässern an. In vielen Ländern Europas und Amerikas wurde inzwischen die Anwendung von DDT gesetzlich verboten. In Kalifornien stellte man fest, daß eine vor einigen Jahren mit Erfolg durchgeführte Mückenbekämpfung mit DDT zu einer Anreicherung in den Gewässern führte. Untersuchungen zeigten, daß in der Körperflüssigkeit der Mücken die ca. 10 000fache Konzentration an DDT gegenüber den Gewässern, in deren Umgebung sie lebten, gespeichert ist. Biologen haben inzwischen vorgeschlagen, eine bestimmte, nicht stechende Mücke an den mit DDT verschmutzten Gewässern anzusiedeln, um auf biologische Weise dem Wasser das DDT zu entziehen. In speziellen Mückenfallen sollen die Insekten dann eingefangen und verbrannt werden.

Auch zur Eliminierung der Pestizide aus dem Wasser eignet sich Aktivkohle ausgezeichnet.

Pestizide dürfen in einer Gewässerschutzzone innerhalb des Fas-

sungsbereiches, in der sogenannten engeren Schutzzone, nicht verwendet werden. Das Wasserwerk Basel hat die Anwendung von Spritzmitteln in der übrigen Schutzzone bewilligungspflichtig erklärt.

Die Hersteller von Pestiziden sind gehalten, biologisch abbaubare und wenig toxisch wirkende Substanzen zu entwickeln.

d) *Metalle*. Betrachtet man im Winter die im Straßengraben liegenden, zum Teil dunkelgrau bis schwarz überzogenen Schneehaufen, so wird einem erst recht bewußt, wie schmutzig unsere Umwelt vornehmlich in den dichten Agglomerationen ist. Abgase aus sehr oft unrichtig eingestellten Ölheizungen sowie Auspuffgase von Kraftfahrzeugen werden vom Regenwasser aufgenommen und können auf diese Weise in das Grundwasser verschleppt werden. Sorge bereitet insbesondere die Tatsache, daß dem Benzin große Mengen Bleitetraäthyl zugesetzt wird, um die Klopfestigkeit der Motoren zu verbessern.

Aus toxikologischen Gründen ist die Verwendung von Bleirohren in der Schweiz verboten. Kleinste Mengen von Blei führen zu chronischen Bleivergiftungen und Bleikoliken. Im Basler Trinkwasser konnte bis heute glücklicherweise kein Blei nachgewiesen werden. Der in den Langen Erlen bestehende Waldbestand und der natürlich gewachsene Boden wirken als Filter gegen die Ruß- und Bleiaerosole.

Für die Verteilung von Trinkwasser werden heute verzinkte Eisenrohre, Kupferrohre und Kunststoffrohre verwendet. Neu verlegte Kupferrohre geben in der ersten Betriebszeit kleine Mengen Kupfer an das durchfließende Wasser ab. Kupfer hat jedoch nicht die Giftigkeit, die ihm nachgesagt wird. Der Mensch nimmt täglich etwa 4–5 mg Kupfer mit der normalen Nahrung zu sich. Akkumulation von Kupfer konnte im Körper nicht festgestellt werden. Im Verzeichnis der Weltgesundheitsorganisation figuriert Kupfer nicht unter den schädlichen, sondern unter den störenden Stoffen, da ein

Kupfergehalt von 1 mg/l und mehr dem Trinkwasser einen bitteren, tintenartigen Geschmack gibt und kaum zum Genuß anregt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Zink. Der Mensch nimmt mit der Nahrung etwa 12 mg Zink täglich zu sich. Eine geschmackliche Beeinträchtigung macht sich erst bei Zinkmengen über 5 mg/l bemerkbar. Solche Wässer sind jedoch trüb und werden kaum getrunken.

Eisen ist für den menschlichen Organismus unschädlich. Mengen von über 0,5 mg/l geben dem Wasser einen deutlich wahrnehmbaren Tintengeschmack.

e) *Radioaktivität.* Durch die oberirdischen Atombombenexplosionen werden die Luft und das Wasser in ihrer natürlichen Radioaktivität verändert. Diese künstliche Aktivität, verursacht durch die Aussendung von Strahlung, die beim Zerfall radioaktiver Substanzen entsteht, kann von einer bestimmten Toleranzgrenze an schädlich wirken. Der Bundesrat hat schon vor Jahren die periodische Untersuchung von Luft und Wasser in der ganzen Schweiz angeordnet.

Die durch eine Kernwaffenexplosion in die Atmosphäre gelangenden radioaktiven Spaltprodukte werden durch Regen und Schnee ausgewaschen und in die oberirdischen Gewässer verschleppt. Die auf diese Weise auf die Erdoberfläche kommenden Radionuklide werden in den obersten Bodenschichten zurückgehalten und teilweise von der Vegetation aufgenommen. Nur ein geringer Anteil vermag bei ungünstigen Verhältnissen, z.B. bei stark klüftigen Böden, in das Grundwasser zu gelangen. Radioaktive Strahlen bewirken Veränderungen der Knochen- und Blutsubstanz.

Die Strahlenintensität des Basler Trinkwassers liegt an der Grenze der Nachweisbarkeit und ist demnach vernachlässigbar klein.

f) *Anorganische Gifte.* Nitratverbindungen, kurz Nitrate genannt, verursachen bei Konzentrationen von über 50 mg/l Wasser die Blutkrankheit Methämoglobinämie. Erwachsene und größere Kinder werden von dieser Krankheit nicht befallen, während sie bei Säuglingen tödliche Folgen haben kann. Die Nitrate werden

im menschlichen Körper zu Nitriten reduziert und können bei Säuglingen schwere Cyanosen hervorrufen, insbesondere wenn der Magen- und Darmtrakt nicht in Ordnung ist. Der Nitratgehalt des Wassers ist ein Indikator für den Grad des Abbaus bzw. der biochemischen Oxydationen organischer und anorganischer stickstoffhaltiger Abfallstoffe im Boden.

Die Nitratgehalte der Wässer zeigen als Folge der Überbevölkerung steigende Werte.

g) *Urochrome*. Harnfarbstoffe, Urochrome, gelangen meist durch unkontrollierbare Versickerung fäkaler Abwässer in das Grundwasser, können aber auch bei bakterieller Zersetzung chlorophyllhaltiger Substanzen entstehen und wirken gesundheitsschädigend. Der dauernde Genuß urochromhaltigen Trinkwassers führt zur Kropfbildung. Trinkwasser mit einem Urochromgehalt von 1 mg/l und mehr können zu Strumaerkrankungen führen.

#### 4. Die Hygiene des Basler Trinkwassers

Das Basler Trinkwasser wird an allen Werktagen bakteriologisch durch das Institut für Mikrobiologie und Hygiene der Universität Basel sowie durch das werkeigene Laboratorium des Wasserwerks Basel untersucht. Dabei werden Proben sowohl bei den Wasserabgabestellen des Wasserwerks wie auch in den Labors der genannten Untersuchungsinstitute erhoben. Zudem führt das Kantonale Laboratorium wöchentlich Kontrolluntersuchungen durch. Der Kantonschemiker wie auch das werkeigene Laboratorium des Wasserwerks führen daneben allmonatliche Leitungsnetzuntersuchungen an verschiedenen, an der Peripherie der Stadt gelegenen öffentlichen Brunnen durch.

Zu diesen jährlich über 2000 Untersuchungen kommen noch die ca. 1500 chemischen Analysen des Trinkwassers hinzu.

Die Kontrolle des Wassers bleibt jedoch nicht auf das an den Konsumenten abgegebene Wasser beschränkt. Strenge und häufige

Untersuchungen der Grundwasserbrunnen und der Quellen geben Aufschluß über den Zustand des unbehandelten Rohwassers.

a) *Wiese- und Hard-Grundwasser*. Diese beiden mit Rheinwasser angereicherten Grundwässer entsprechen den bakteriologischen Anforderungen des Schweiz. Lebensmittelbuches. Trotzdem wird das gesamte Basler Trinkwasser einer Sicherheitsentkeimung unterzogen. Durch Zugabe von 0,05 mg Chlordioxyd pro Liter Wasser wird einer eventuellen Sekundärinfektion, z. B. durch neu verlegte Rohrleitungen, entgegengewirkt. Die Resultate der monatlichen Leitungsnetzuntersuchungen der vergangenen Jahre lagen immer unter der zulässigen Grenze. Die Zugabe von Chlordioxyd in der angegebenen Menge ergibt weder eine geschmackliche noch eine geruchliche Beeinträchtigung. Empfindliche Personen können lediglich beim Douchen durch das Versprühen des Wassers Spuren von Chlordioxyd geruchlich wahrnehmen.

Wiese- und Hard-Grundwasser werden gemäß internationaler Norm als mittelhart bezeichnet. Im Bestreben, dem Konsumenten ein Wasser ohne korrosive Tendenz abzugeben, beabsichtigt das Gas- und Wasserwerk — die Genehmigung von Regierungsrat, Großen Rat und Souverän vorausgesetzt — das Mischwasser Hard-Wiese-Grundwasser ab Pumpwerk Lange Erlen zu entsäuern. Durch Zugabe von Natronlauge wird diejenige Menge Kohlensäure neutralisiert, die in der Fachsprache als «aggressive Kohlensäure» bezeichnet wird. Dadurch werden die besten Voraussetzungen für die Ausbildung einer Schutzschicht in den Verteil- und Hauswasserleitungen geschaffen.

Der übrige Chemismus gibt keinen Grund zu irgendwelcher Beanstandung, so daß das Hard- wie auch das Wiese-Grundwasser als gutes Trinkwasser bezeichnet werden darf.

b) *Quellwasser*. Das in seiner quantitativen Bedeutung nicht mehr wesentliche Jura-Quellwasser wird nach internationaler Norm als «ziemlich hart» bezeichnet. Seine Beschaffenheit hat schon vor über

hundert Jahren zu wünschen übriggelassen, da der Jura mit seiner zerklüfteten geologischen Formation nicht zur Filtration von Grundwasser prädestiniert ist. Darum mußte das Quellwasser schon dazumal über ein biologisches Langsamfilter aufbereitet werden. In diesem werden sämtliche filtrierbaren Stoffe zurückbehalten. Der Filter verdichtet sich zunehmend und wird dadurch befähigt, selbst Bakterien abzufiltern. Diese leben von den im Wasser vorhandenen organischen Substanzen, welche auf diese Weise biochemisch aus dem Wasser entfernt werden. Aus der biologischen Langsamfiltration resultiert ein gutes Trinkwasser. Auch das Quellwasser wird aus Sicherheitsgründen mit 0,05 mg/l Chlordioxyd versetzt.

Aus technologischer Sicht neigt das Jura-Quellwasser schwach zur Verkalkung von Rohrleitungen. Die Erwärmung in Warmwasseranlagen intensiviert diese Verkalkung.

Die oft gehörte Meinung, daß mit solchem Wasser kein guter Kaffee oder Tee zubereitet werden könne, ist irrig. Erfahrungsgemäß findet erst bei Wässern mit über 35° franz. Härte eine Beeinträchtigung des Aromas statt. Läßt man bei der Tee- oder Kaffeezubereitung das Wasser zu lange kochen, dann fällt der Kalk in Form kleiner Kalziumkarbonat-Flocken aus, die beim Übergießen des Kaffees oder Tees Aromastoffe adsorbieren können und auf diese Weise die Qualität des Getränkes mindern.

Auf der Tabelle sind die drei verschiedenen Wässer, wie sie dezentralisiert dem Basler Konsumenten zugeführt werden, in ihrer Beschaffenheit einander gegenübergestellt. Dabei ist zu bedenken, daß es sich bei dem ab Pumpwerk Lange Erlen zur Verteilung gelangenden Wasser um ein Mischwasser aus Hard- und Wiese-Grundwasser handelt. Aufgrund des schwankenden Wasserverbrauchs und des inkonstanten Pumpbetriebes können die Verteilzonen der verschiedenen Wässer nicht abgegrenzt werden. Eine Ausnahme bilden das Klein-Basel, Riehen und Bettingen. In diesen Gebieten kommt ausschließlich Wiese-Grundwasser mit Beimischung von Hard-Grundwasser zur Verteilung.

Die Schwankungen im Chemismus des Basler Trinkwassers sind

geringfügig. Durch den Ausbau der Wasserversorgung können sich diese Verhältnisse jedoch ändern.

c) *Trinkwasser aus Rheinwasser.* Das Gas- und Wasserwerk Basel beabsichtigt, aus Rheinwasser auf chemisch-physikalischem Weg Trinkwasser aufzubereiten. Dieses Projekt bedarf selbstverständlich der Genehmigung durch die politische Behörde und den Souverän. Anfangs der sechziger Jahre wurde zur Entwicklung des Aufbereitungsverfahrens eine Pilot-Plant-Anlage erstellt, mit der es nach jahrelangen Versuchen gelang, ein einwandfreies Trinkwasser bereitzustellen.

Da dem Konsumenten nicht zugemutet werden kann, aufbereitetes Rheinwasser mit seinen Extremtemperaturen — im Sommer über 20 °C, im Winter unter 1 °C — zu genießen, ist beabsichtigt, dieses mit dem Grundwasser aus den Langen Erlen und der Hard zu vermischen. Das nach der Vermischung resultierende Trinkwasser wird eine Temperaturschwankung zwischen 5–16 °C aufweisen.

Die Verfahrenstechnik der Aufbereitung ist wie folgt: Durch Zugabe von Chlor in Mengen von 1–3 g/m<sup>3</sup> soll zunächst das gesamte im Wasser vorhandene biologische Leben vernichtet oder zumindest in seiner Entwicklung gehemmt werden. Gleichzeitig wird dem Wasser Eisenchlorid zugesetzt, wobei sich Eisenhydroxydflocken bilden, die befähigt sind, Schwebestoffe und Kolloidteilchen einzuhüllen. Dadurch werden sie beschwert und sinken in einem kombinierten Flockungs- und Absetzbecken zu Boden. Die gebildeten Flocken werden durch Sedimentation kontinuierlich vom Wasser getrennt. Das den Flockulator verlassende Wasser enthält nur noch wenige Schwebestoffe, die in einem nachgeschalteten Sandfilter abfiltriert werden. Aus dieser Chlorung, Flockung und Filtration resultiert ein klares Wasser, welches jedoch noch die gesamte echt gelöste organische Verschmutzung sowie überlebende Bakterien und Viren enthält. Durch eine anschließende Hochoxydation mit Ozon in Mengen von 2–4 g Ozon pro m<sup>3</sup> Wasser wird einerseits

das noch vorhandene biologische Leben restlos abgetötet, andererseits werden die organischen Substanzen auf dem Naßweg verbrannt. Leicht oxydierbare Substanzen werden zu Kohlendioxyd oxydiert, hartnäckige organische Stoffe bilden Zwischenoxydationsprodukte oder Ozonide. Diese können unter Umständen widerlich riechen, so daß als letzte Aufbereitungsstufe eine Desodorisierung über Aktivkohlefilter erforderlich ist. Aktivkohle ist befähigt, Ozonide und organische Substanzen mit großem Molekulargewicht zu adsorbieren.

d) *Trinkwasserfluoridierung*. Aufgrund eines Großratsbeschlusses vom 7. April 1959 wurde die Einführung der Trinkwasserfluoridierung zur Bekämpfung der Zahnkaries beschlossen. Beim Genuß fluorhaltiger Wässer ist die Kariesanfälligkeit der Bevölkerung, insbesondere der Kinder und Jugendlichen, wie aus ärztlichen statistischen Erhebungen hervorgeht, stark vermindert. Als günstigste Fluoridkonzentration wird von den Wissenschaftern 1 mg pro Liter angegeben.

Die vom Wasserwerk im Mai 1962 in Betrieb genommene Trinkwasserfluoridierung war, angeordnet vom Großen Rat, an folgende Auflagen gebunden:

- Die Fluoridkonzentration hat in den Sommermonaten Juni, Juli und August 0,8 mg/l zu betragen, während der übrigen Zeit 1 mg/l.
- Das Trinkwasser ist nicht nur an den Beimischungsstellen, sondern auch an verschiedenen Stellen im Leitungsnetz regelmäßig auf seinen Fluoridgehalt zu untersuchen.

Das Wasserwerk hat versprochen, den Sollwert mit einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  einzuhalten, was in der Folge auch gelungen ist. Das Laboratorium Wasserwerk wie auch das Kantonale Laboratorium untersuchen in jährlich weit über 2000 Untersuchungen das Trinkwasser an den Abgabestellen wie auch im Leitungsnetz und an öffentlichen Brunnen auf seinen Fluorgehalt.

Aus den Resultaten der in den vergangenen 9 Jahren gegen 20 000 durchgeführten Fluorid-Untersuchungen konnte keine Überdosierung festgestellt werden.

Der Große Rat hat im weiteren verlangt, daß eine wissenschaftliche Auswertung der Trinkwasserfluoridierung zu erfolgen habe. Ein entsprechendes Gremium hat die Auswirkungen und Erfolge wissenschaftlich überprüft und zuhanden der Regierung Bericht erstattet. Gemäß den Ausführungen dieses Berichtes ist die Trinkwasserfluoridierung in Basel als Erfolg zu bewerten.

Wenn es dem Verfasser gelungen sein sollte, im Leser Vertrauen zu unserem Basler Trinkwasser zu erwecken oder zu erhalten, dann hat dieser Bericht seinen Zweck erfüllt.

Die Zusammensetzung des Basler Trinkwassers  
(Mittelwerte aus dem Jahre 1970)

	Wiesegrundwasser m. Beimischung v. Hardgrundwasser	Hardgrundwasser	Quellwasser Grellingen und Umgebung
Abgabestelle	Pumpwerk	Zentrale	Bruderholz
Gesamtkeimzahl/cm <sup>3</sup>	Lange Erlen	West, Hard	
inkubiert bei 20 °C	2	2	2
inkubiert bei 30 °C	4	3	4,5
Coliforme Keime/100 ml	0	0	0
Wassertemperatur	° C 10,9	10,8	10,2
Gesamthärte	° fr. 17,6	21,5	28,5
Karbonathärte	° fr. 13,4	15,1	25,0
pH-Wert	7,38	7,50	7,63
Trockenrückstand	mg/l 242	290	326
Oxydierbarkeit	mg/l 2,7	2,6	3,1
Sauerstoff-Sättigung	% 72	69	84
Chlorid	mg/l 14,9	19,2	8,3
Sulfat	mg/l 31,7	38,1	22,0
Fluorid	mg/l 0,8–1,0	0,8–1,0	0,8–1,0
Phosphat	mg/l 0,04	< 0,01	0,13
Nitrat	mg/l 10,6	7,7	13,2
Calcium	mg/l 57,2	75,0	109,0
Magnesium	mg/l 7,9	9,3	3,2
Eisen	mg/l 0	0	0
Mangan	mg/l 0	0	0
Ammonium	mg/l 0	0	0
Degustation	gut	gut	gut
Aussehen	klar, farblos	klar, farblos	klar, farblos
Schwermetalle	mg/l nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Phenole	mg/l < 0,01	< 0,01	< 0,01
Detergenzien	mg/l < 0,01	< 0,01	< 0,01