

L G A • Postfach 30 22 • D-90014 Nürnberg

Bayerisches Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfragen
Hr. Ministerialrat Hurler

Postfach 810140

81901 München

Ihre Nachricht
vom 08.06.1998

Ihr Zeichen
10/7-4413.5-1998/1

Unser Zeichen
MIH/M.Uhr

Sachbearbeiter
Michael Uhr

Telefon
(09 11) 65 55-741

Nürnberg,
26.06.1998

Trinkwasserfilter der Firma Provitec GmbH, Passau

Sehr geehrter Herr Ministerialrat Hurler,

in Ihrem Schreiben vom 08.06.1998 an die Industrie- und Handelskammer in Passau bitten Sie u.a. die LGA, zu ihrer Pressemitteilung 55/1997 über den oben genannten Trinkwasserfilter, zu den dort aufgeführten Fragen Stellung zu nehmen. Als Anlage zu diesem Schreiben erhalten Sie die gewünschten Antworten.

Mit freundlichen Grüßen

LGA - Bereich Produkte
Mikrobiologie und Hygiene



Dr. Dorothee Boeck
Chemieoberrätin



Michael Uhr
Dipl.-Ing. (FH)

im Abdruck zur Kenntnisnahme an Firma Provitec GmbH, Passau

Anlage:
Kopie der Pressemitteilung
Antworten zu den gestellten Fragen

**Stellungnahme der LGA
zum Schreiben vom 08.06.1998**

des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Zu Frage a)

„Unter welchen Betriebs- und Wartungsbedingungen wurde der PROaqua 4200 getestet?“

Das Testwasser wurde in einem 700 l fassenden Vorratsgefäß angesetzt. Mittels einer Pumpe wurde das Wasser mit einem Volumenstrom von 2 l/min, laut Bedienungsanweisung des Herstellers, durch den Wasserfilter gefördert. Vor Beginn der Versuchsdurchführung wurden aus dem Vorratsgefäß Proben zur Bestimmung der Ausgangskonzentrationen für die einzelnen Parameter entnommen. In den Tabellen sind diese als „nach 0 Ltr.“ gekennzeichnet.

Entsprechend dem vorgelegten Prüfplan des Auftraggebers wurden dann die Proben nach dem Wasserfilter entnommen.

Die Wartungsbedingungen des Herstellers wurden absprachegemäß nicht berücksichtigt, um auch unter diesen extremen Bedingungen Aussagen über Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Filtrationsqualität des Trinkwasserfilters PROaqua 4200 treffen zu können.

Zu Frage b)

„Welche Trinkwasserbeschaffenheit (WVU) lag der Testreihe zugrunde?“

Für die Durchführung der chemischen Untersuchungen wurde ein synthetisches Wasser aus Nürnberger Leitungswasser unter Zugabe von beispielsweise Nitrat, „Kalk“, Ammonium, Blei, Nickel, Chlor (aus Chlorbleichlauge), Tetrachlormethan, Tetrachlorethen und die Pflanzenschutzmittel Atrazin, Desethylatrazin, Simazin und Metazachlor hergestellt. Als Zugabemenge wurden je nach zu prüfenden Parametern zum Teil extrem hohe Ausgangskonzentrationen herangezogen, die normalerweise in der Praxis nicht vorkommen. Trotz dieser enorm hohen Belastungen waren die Ergebnisse des PROaqua 4200 einwandfrei. Die Prüfungen erfolgten analog den entsprechenden DIN-Vorschriften für die einzelnen Parameter. Das Analytikzentrum der LGA ist ein akkreditiertes Labor.

Für die Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen wurde ebenfalls synthetisches Wasser aus Nürnberger Leitungswasser unter Zugabe von Koloniestämmen, coliforme Keime sowie Escherichia Coli hergestellt. Die Prüfungen erfolgten nach Anlage 1 der TrinkwVO sowie nach DIN 38411-K5 und DIN 38411-K6. Alle Ergebnisse waren erwartungsgemäß einwandfrei, denn:

Der im PROaqua 4200 eingesetzte Bakterienfilter der Firma SATORIUS, Göttingen, ist den Filterstoffen nachgeschaltet, d.h. alle Mikroorganismen die sich z.B. im Brunnenwasser, in der Fernversorgung oder im Trinkwasser befinden können, werden vollständig zurückgehalten. Die Mikrobiologie nach dem Trinkwasserfilter PROaqua 4200 verhält sich wie in einem normalen Rohrleitungssystem.

Auszug aus den technischen Unterlagen der Firma Satorius AG, Göttingen.
(U.a. Hersteller der Sartobran-P und -PH Bakterienfilters)

Hitzelabile Lösungen wie z.B. serumhaltige Gewebekulturen können nicht durch Autoklavieren sterilisiert werden. Kaltsterilisation mit Membranfiltern ist sicher und einfach und auch dann zu empfehlen, wenn autoklavierbare Flüssigkeiten schnell sterilisiert werden müssen. Für die Sterilisation werden validierte Membranfilter der Porenweite 0,2 µm verwendet, die Bakterien und größere Makroorganismen auf der Oberfläche zurückhalten. Die Sicherheit steht bei der Sterilisation im Vordergrund. Ein Durchbruch von bereits abgeschiedenen Mikroorganismen ist nicht möglich, auch nicht bei hohen Druckschwankungen oder Druckstößen (Differenzdruck 5 bar).

Das bei der Herstellung der Membranfilter verwendete Material ist medizinisch unbedenklich, hat keine toxischen Eigenschaften (überprüft nach USP) und die Fertigung erfolgt unter Reinheitsklasse 10.000 (USP). Die umfangreiche Endproduktqualitätskontrolle gewährleistet die notwendige Sicherheit beim Einsatz der Produkte als Sterilfilter.

Hauptanwendungen:

Sterilfiltration von Wasser, wässrigen Lösungen, hitzeempfindlichen Nährlösungen, Vitaminlösungen, Seren, Virusimpfstoffen, Plasmafraktionen, Enzymen (0,2 µm).

Aufgrund des beschriebenen Anwendungsgebietes des Bakterienfilters, der im PROaqua 4200 verwendet wird, stellt sich für uns nicht die Frage nach der Produktsicherheit gegenüber mikrobiologischen Verunreinigungen des Filters. Dies können wir voraussetzen. Der verwendete Bakterienfilter ist demnach eigentlich für seinen Einsatzzweck im PROaqua 4200 überqualifiziert. Die Sicherheit steht aber im Vordergrund aller Bemühungen. So ist grundsätzlich davon auszugehen, daß das gefilterte Wasser den Anforderungen mehr als genügt, sonst könnte z.B. kein Arzt mehr ein Serum oder einen Impfstoff verabreichen.

Bei der Untersuchung des PROaqua 4200 in mikrobiologischer Hinsicht wurde überprüft, inwieweit Bakterienwachstum und eine Biofilmbildung im Filter und in den Filtermedien die Verwendungsdauer des Bakterienfilters negativ beeinflusst. Erfahrungsgemäß würde ein solcher Bakterienfilter innerhalb 1 Woche durch Biofilmbildung „zuwachsen“. Es könnte somit kein Wasser mehr austreten.

Durch eine entsprechende Filtertechnik, verwendete Materialien und verschiedenen Vorkehrungen im Filtersystem, wird nach vorliegenden Erkenntnissen ein Bakterienwachstum und somit eine Biofilmbildung vor dem Bakterienfilter weitestgehend verhindert. Selbst nach einer Standzeit von ca. 4 Monaten eines benutzten und mit Bakterien beladenen Trinkwasserfilters war keine Verringerung der Durchflußmengen erkennbar und das Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchung war einwandfrei.

Nach unserer Information ist der PROaqua 4200 seit Herbst 1996 im praktischen Einsatz und es wurde bis heute keine Verringerung der Durchflußleistung durch z.B. Biofilmbildung festgestellt. Gerade diese ausgesprochen sehr lange Einsatzdauer für diesen Bakterienfilter spricht für die Sicherheit und die hervorragende technische Konzeption des PROaqua 4200 auch und vorallem in mikrobiologischer Hinsicht.

Aus den Erkenntnissen unserer Untersuchungen seit 1990 von verschiedenen Prototypen des Erfinders des PROaqua 4200, Herrn Roland Bilz, hat er die Filterkonstruktion kontinuierlich optimiert und damit die Grundvoraussetzung für die Einsatzmöglichkeit eines Bakterienfilters im PROaqua 4200 geschaffen.

Aufgrund der Qualitätsanforderungen eines Bakterienfilters der Firma SATORIUS und auf der Grundlage praxisbezogener Überlegungen beim Einsatz des PROaqua 4200 zur Filtration von Trinkwasser ist davon auszugehen, daß der PROaqua 4200 auch ohne Wartung in mikrobiologischer Sicht einwandfreies Trinkwasser liefert.

Zu Frage c)

„Inwieweit waren die Gesundheitsbehörden und die öffentliche Wasserversorgung in die dortigen Wertungen eingebunden?“

Von unserer Seite wurden die Gesundheitsbehörden oder die öffentliche Wasserversorgung nicht in die Untersuchungen einbezogen worden, da eine objektive Interpretation und Bewertung der vorliegenden Prüfergebnisse und der angewandten Filtertechnologie von einem Fachkundigen selbst durchgeführt werden kann. Die Ergebnisse sprechen im übrigen für sich. Nach Rücksprache mit dem Hersteller des Trinkwasserfilters PROaqua 4200 können die Prüfberichte selbstverständlich eingesehen werden.

Nürnberg, den 26.06.1998
U./Ad.

LGA - Bereich Produkte
Mikrobiologie und Hygiene



Dr. Dorothee Boeck
Chemieoberratin



Michael Uhr
Dipl.-Ing.(FH)

**Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung,
Familie, Frauen und Gesundheit**



Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung,
Familie, Frauen und Gesundheit, 80732 München

Regierung von Niederbayern
Regierungsplatz 540

84028 Landshut

Ihre Zeichen, Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen, Unsere Nachricht vom
VII 3/5279-41/8/00

Telefon (089)

1261-2388

Telefax (089)

1261-2169

Zl.Nr.

E 227

München, den

27.01.00

Einsatz von Filtern zur Trinkwasseraufbereitung bei Hausbrunnen

Grundsätzlich soll die Trinkwasserversorgung aus Gründen des vorsorgenden Gesundheitsschutzes durch einwandfreies Grundwasser erfolgen, das keiner Aufbereitung bedarf. Der Einsatz von Filtern zur Aufbereitung von Trinkwasser (z.B. der Firma PROVITEC) kann jedoch in Einzelfällen zweckmäßig sein, insbesondere wenn bei Eigen- oder Einzelversorgungsanlagen vorübergehend anders keine hygienisch einwandfreie Trinkwasserversorgung sichergestellt werden kann oder wenn eine dauerhafte Sicherung der Trinkwasserversorgung auf andere Weise (z.B. Anschluß an zentrale Versorgungsanlage, Sanierung des bestehenden Brunnens, Erschließung eines geschützten Wasservorkommens durch einen neuen Brunnen) ausscheidet.

I.A.


Dr. Gran
Ministerialrat

a) Kreisverwaltungsbehörden
b) Landratsämter - für andere Bz-
Amt

zur Kenntnis

28.1.2000

Polun-Gun

Dienstgebäude:
Winzerstraße 9
80707 München

Telefon (Vermittlung)
(089) 1261 - 01
Telefax
(089) 1261 - 1122
E-Mail
Poststelle@stmas.bayern.de
Internet:
<http://www.stmas.bayern.de>

Öffentliche Verkehrsmittel
 U2
Theresienstraße
Josephsplatz



53 Infanteriestraße 58d



20
21 Laithstraße



Geldverkehrsnoten
Parkplätze k. der
Tiefgarage

Bayerische Landesbank München,
Konto-Nr. 34 582 (BLZ 700 500 00)
Bayerische Hypo- und Vereinsbank München AG,
Konto-Nr. 50 114 (BLZ 700 202 70)

28. Januar 2000

Gutachten zur Elimination von
Poliovirus
aus dem Wasser durch
Trinkwasserfilter PROaqua 4200
der Firma PROVITEC, D-94036 Passau

**I. Fragestellung bei der hier durchgeführten Prüfung eines
Trinkwasserfiltrationssystems bezüglich der Reduktion von im Wasser
vorhandenen Viren**

Geeignete Trinkwasserfiltrationssysteme können durch Filtration, Adsorptionsvorgänge und Ionenaustausch Schwebstoffe, Schwermetalle (Blei, Cadmium, Nickel), Halogenkohlenwasserstoffe, Chlor, Anionen (Nitrat, Nitrit, Sulfat) und Bakterien weitgehend aus dem Wasser entfernen.

Neben Bakterien stellen umweltresistente Viren wichtige Krankheitserreger dar, die auch im Wasser vorkommen können. Zu den in fäkal kontaminiertem Wasser vorkommenden Viren gehören insbesondere die Picornaviren (Polio-, Echo-, Coxsackieviren) und die Rotaviren. Picornaviren können eine Vielzahl verschiedener Erkrankungen auslösen (z.B. Poliomyelitis, Meningitis, Myocarditis, Hepatitis, Erkältungskrankheiten bis hin zur Pneumonie), und Rotaviren sind weltweit die wichtigste Ursache einer durch Viren ausgelösten Durchfallerkrankung. Es ist deshalb wichtig zu wissen, ob ein Wasseraufbereitungssystem auch in der Lage ist, eine virale Kontamination zu reduzieren.

Da Viren etwa 100- bis 1000-fach kleiner sind als Bakterien, und ihr Durchmesser mit 15-300 Nanometer deutlich kleiner ist als die Porengröße der in Filtrationssystemen verwendeten Filter, kann eine Reduktion der Viruskonzentration nicht durch Filtration erfolgen. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die Viruskonzentration durch Adsorption der Viren im Filtrationssystem absinkt. Dieses Prinzip der Absorption von Viren wird auch erfolgreich in den in sterilen Werkbänken verwendeten Luftfiltrationssystemen eingesetzt.

Ziel der hier vorgenommenen Prüfung des PROVITEC PROaqua Trinkwasserfilters 4200 war es, die Reduktion von Poliovirus zu prüfen, das in hoher Konzentration dem Wasser beigegeben worden war. Poliovirus wurde aus folgenden Gründen als Testvirus gewählt:

1. Es gehört mit einem Durchmesser von etwa 27 Nanometern zu den kleinsten Viren überhaupt. Eine Reduktion der Viruskonzentration durch Filtration, die bei großen Viren vielleicht in geringem Grad möglich ist, scheidet sicher aus.

2. Poliovirus ist außerordentlich resistent. Eine nennenswerte spontane Inaktivierung des Virus während der Prüfung, die nichts mit dem Filtrationsvorgang zu tun hat, braucht nicht berücksichtigt zu werden.

3. Poliovirus kann als repräsentativ für die große Familie der Picornaviren angesehen werden, zu der viele im Wasser vorkommende humanpathogene Viren gehören.

4. Poliovirus kann für Prüfzwecke leicht in großen Mengen in Gewebekultur hergestellt werden, und es ist in Form des Plaque-Tests ein Verfahren vorhanden, mit dem infektiöse Viruspartikel leicht quantifiziert werden können.

Aufgrund der letzten beiden Punkte wird auch bei der Wirksamkeitsprüfung von Instrumentendesinfektionsmitteln Poliovirus als repräsentatives Testvirus verwendet. Wegen den hohen methodischen Schwierigkeiten und des hohen Arbeitsaufwandes erfolgt die virologische Prüfung von Desinfektionsmitteln derzeit praktisch nur im Suspensionsversuch. Diejenige Konzentration eines Desinfektionsmittels gilt als wirksam, die bei der jeweiligen Einwirkdauer den Titer an infektiösem Virus um mindestens vier Zehnerpotenzen (vier log 10-Stufen oder um das Zehntausendfache) herabsetzt. Das Vorgehen bei einer virologischen Prüfung von Desinfektionsmitteln und die Bewertung der Testergebnisse ist in einer Richtlinie festgelegt (Richtlinie des Bundesgesundheitsamts und der Deutschen Vereinigung zur Bekämpfung der Viruskrankheiten zur Prüfung von chemischen Desinfektionsmitteln auf Wirksamkeit gegen Viren. Bundesgesundheitsbl. 25: 397-398, 1982; Kuwert und Spicher. Kommentar zur Richtlinie des Bundesgesundheitsamts und ... Bundesgesundheitsbl. 26: 413-415, 1983).

Hier soll geprüft werden, ob eine ähnliche Reduktion der Viruskonzentration, wie sie bei der Prüfung von Desinfektionsmitteln gefordert wird, auch durch das Wasserfiltrationssystem der Firma PROVITEC erzielt werden kann.

II. Geprüftes Trinkwasserfiltrationssystem

Das Trinkwasserfiltrationssystem PROaqua 4200 wird von der Firma PROVITEC, Max-Emanuel-Str. 2, D-94036 Passau, vertrieben. Es handelt sich um ein Untertischgerät (Gesamthöhe 45,6 cm, Durchmesser 22,7 cm), das bei Anschluß an die öffentliche Wasserversorgung bis zu 2 Liter gefiltertes Wasser pro Minute zur Verfügung stellt. Das Filtergehäuse enthält verschiedene Schichten (Kiesbett-Filter, Aktivkohle, Nitrat-Harz, Dolomit-Gestein, Redoxol-Wolle, Bakterienfilter) die durch Filtervliese getrennt sind. Ein frisch bestücktes Filtrationssystem wurde unserem Labor Anfang Dezember 1999 vom Geschäftsführer der Firma, Herr Roland Bilz, übergeben.

III. Methodik der Prüfung

Testvirus: Zur Prüfung der Wirksamkeit wurde Polio Typ 1-Virus (Stamm Mahoney) verwendet.

Gewebekulturzellen: Die Herstellung von Poliovirus-Suspension erfolgte in Hela-Zellen. Als Wachstumsmedium für die Zellen diente Minimum Essential Medium (MEM; Flow, Meckenheim) mit 10 % fetalem Kälberserum.

Herstellung der Virussuspension: Die für die Prüfung benötigte Virussuspension wurde in einem Wannenstapel (Nunc, Heidelberg) hergestellt. Als Wachstumsmedium für die Zellen diente MEM mit 100 U/ml Penicillin und 100 µg/ml Streptomycin, dem 10 % fetales Kälberserum zugesetzt worden war. Das sonst gleich zusammengesetzte Erhaltungsmedium, das nach der Virusinfektion des dichten Zellrasens eingesetzt wurde, enthielt 2,5 % fetales Kälberserum.

Sobald etwa 80 % der Zellen einen zytopathischen Effekt aufwiesen, wurden die Kulturen mit 1/10 des ursprünglichen Volumens des Mediums ohne fetales Kälberserum beschickt und dreimal gefroren und getaut. Nach Abzentrifugieren von Zellresten (3000 g, 10 Minuten) wurde der virushaltige Überstand portioniert und bei -70 °C bis zur Prüfung aufbewahrt.

Vorgehen bei der Prüfung der Reduktion der Viruskonzentration durch das Wasserfiltrationssystem:

Apparative Anordnung: Aus einem 1,5 Meter über dem Boden Filtrationssystems befindlichen Glaskolben wurde mit Hilfe eines dem System beiliegenden Schlauchs das zu filtrierende Wasser zum Wasserzulauf des Systems geleitet. Nach der Passage durch das Filtrationssystem wurde das Wasser vom Wasserauslauf mit einem Schlauch in einem weiteren Glaskolben aufgefangen, dessen Boden sich 0,5 Meter unter dem Boden des Filtrationssystems befand. Der für den Durchlauf verwendete hydrostatische Druck entsprach deshalb einer Wassersäule von 2 Meter. Dies führte zu einer Fließgeschwindigkeit von etwa 1 Liter pro Minute. Zur Unterbrechung des Wasserflusses wurde der Zufluß- und der Abflußschlauch mit chirurgischen Klemmen abgeklemmt.

Für alle Versuche wurde steriles, entmineralisiertes Wasser (Ampuwa, Fresenius) verwendet.

Viruszugabe zum Wasser und Probennahme vor und nach der Filtration: Vor Zugabe von Poliovirus-haltigem Wasser wurde das Filtrationssystem mit 6 Liter Wasser gespült und dann am Auslauf eine **Wasserprobe zur Toxizitätskontrolle** entnommen.

Dann erfolgte der Durchlauf von 2 Litern Wasser, das etwa 10^8 infektiöse Polioviren pro Milliliter enthielt (6 ml einer Poliovirussuspension, die in einer früher durchgeführten Titration etwa 10^{11} infektiöse Einheiten pro Milliliter enthalten hatte, wurden zu 2 Liter Wasser zugegeben). Aus diesem Wasser wurde eine **Probe für die Bestimmung der Ausgangskonzentration des Poliovirus** entnommen. Dann wurde das Poliovirus-haltige Wasser durch das Filtrationssystem geleitet. Die darauffolgende Spülung des Filtrationssystems erfolgte wieder mit Wasser, das kein Poliovirus enthielt.

Da das Totvolumen des Filtrationssystems nach Angabe des Herstellers etwa 2 Liter beträgt, wurden die ersten 2 Liter des Auslaufs verworfen. Zur Untersuchung auf eventuell durchlaufendes Poliovirus wurde eine **Probe nach 3 Liter Durchlauf** entnommen. Zudem wurde eine **Probe aus einem Pool des 3. und 4. Liters des Durchlaufs** gezogen.

Um eine Verzögerung des Virusdurchflusses erkennen zu können, wurde eine weitere **Probe nach 6 Liter Durchlauf** durch die Filtrationsanlage genommen.

Um eine eventuelle spätere Ablösung von absorbiertem Virus erkennen zu können, wurde das Filtrationssystem **nach 24 Stunden, 48 Stunden und 7 Tagen** erneut mit jeweils 2 Liter Wasser durchspült. Aus diesen 2-Literpools wurde jeweils eine Probe für die Untersuchung auf Poliovirus entnommen.

Infektiositätstiter im Plaque-Test: Alle Wasserproben wurden 1:10 mit MEM, das 10 % fetales Kälberserum enthielt, verdünnt.

Mit jeweils einem Milliliter dieser Verdünnung (10^{-1} Verdünnung der Proben) und weiteren Zehnerverdünnungen wurden jeweils 2 Schälchen von Falcon 3046 Multiwellplatten mit 6 Vertiefungen und flachem Boden (Becton Dickinson Labware, Lincoln Park / New Jersey), die einen dichten Zellrasen von Hela-Zellen enthielten, inokuliert. Nach 1 Stunde Adsorptionszeit des Virus bei Raumtemperatur wurde die überstehende Flüssigkeit abgezogen. Dann wurde der Zellrasen der Schälchen mit 2 ml 2%iger, durch Kochen verflüssigter Agarose (Serva Feinbiochemica / Heidelberg, high EEO, reinst, Katal. Nr. 11397) die mit doppelt konzentriertem MEM mit 3%igem fetalem Kälberserum im Verhältnis 1:1 gemischt und im Wasserbad auf 40 °C abgekühlt worden war, überschichtet. Nach Erstarren der Agarose bei Raumtemperatur wurden die Platten bei 37 °C für 2 Tage im CO₂-Brutschrank inkubiert.

In dieser Zeit entwickelte sich unter der Agarschicht an jeder Stelle des Zellrasens, an der ein infektiöses Viruspartikel adsorbiert worden war, ein Gebiet abgetöteter Zellen (ein Plaque). Die Zahl der Plaques zeigt also die Zahl der in einer bestimmten Verdünnung des Versuchsansatzes vorhandenen infektiösen Viruspartikel an. Die Plaques wurden durch ein Färbeverfahren sichtbar gemacht. Zu jeder Vertiefung wurde 1,0 ml 0,1%iges Brilliant Blue R (Sigma Chemie, Deisenhofen, Katal.-Nr. B0149) in 20 % Methanol und 5 % Essigsäure für 30 Minuten zugegeben. Im blau gefärbten Zellrasen wurden ungefärbte Plaques deutlich sichtbar. Aus jeweils zwei Ansätzen einer Verdünnung wurde ein Mittelwert der Plaquezahl errechnet.

IV. Ergebnis der Prüfung

1. Ergebnis der Kontrollexperimente

Zellkulturkontrolle: Zum Ausschluß einer unspezifischen Zerstörung des Zellrasens und zum Nachweis eines normalen Wachstums der Zellkultur wurden 2 Vertiefungen einer Multiwell-Platte nicht mit Wasserproben beimpft. Es zeigte sich ein normaler, dichter, gut anfärbbarer Zellrasen.

Toxizitätskontrolle: Zum Ausschluß einer Toxizität des filtrierten Wassers für die Gewebekultur wurde die oben beschriebene Toxizitätskontrolle in der Verdünnung 10^{-1} , 10^{-2} und 10^{-3} zu jeweils 2 Vertiefungen zugegeben. Auch hier zeigte sich ein normaler, dichter, gut anfärbbarer Zellrasen. Somit war schon in der Verdünnung 10^{-1} keine Toxizität der Wasserproben vorhanden.

2. Messung der Virusreduktion durch die Wasseraufbereitung

Zugegebene Poliovirusmenge: Die Titration einer Probe aus dem zugegebenen Poliovirus-haltigen Wassers zeigte bis zur Verdünnung 10^{-6} eine völlige Zerstörung des Zellrasens. In der Verdünnung 10^{-7} wurden 85 bzw. 73 Plaques gezählt. Die **Ausgangskonzentration des Poliovirus im Wasser betrug damit $7,9 \times 10^8$ für die Gewebekultur infektiöse Polioviruspartikel pro Milliliter**. Mit 2 Litern Wasser wurden somit dem Filtrationssystem insgesamt $1,58 \times 10^{12}$ Polioviren zugeführt.

Messung der Polioviruskonzentration nach Wasseraufbereitung: Nach dem Durchlauf durch die Aufbereitungsanlage konnte lediglich in der Probe, die nach 3 Liter Durchlauf gewonnen worden war in der Verdünnung 10^{-1} in einem der beiden Schälchen 3 Virusplaques registriert werden. In der Verdünnung 10^{-2} und weiteren Verdünnungen waren keine Plaques nachweisbar. Dies entspricht einer Viruskonzentration von $1,5 \times 10^1$ Viruspartikeln pro Milliliter. Da das Totvolumen des Aufbereitungsanlage etwa 2 Liter beträgt, stammt die nach 3 Litern Durchlauf entnommene Wasserprobe aus der Mitte der zur Aufbereitung zugeführten 2 Liter Poliovirus suspension, die $7,9 \times 10^8$ Viruspartikel pro Milliliter enthielt. Die Polioviruskonzentration wurde damit bei der Aufbereitung um mehr als das 10^7 -fache reduziert.

Eine Wasserprobe, die aus dem gepoolten 3. und 4. Liter des Auslaufs nach der Zugabe von Poliovirus entnommen worden war, zeigte bereits in der Verdünnung 10^{-1} keine Plaques. Die Viruskonzentration liegt damit in diesem Pool unter 10 Viruspartikeln pro Milliliter.

Auch die Wasserproben, die nach weiterem Durchlauf von jeweils 2 Liter Wasser nach 24 Stunden, 48 Stunden und 7 Tagen gewonnen waren, zeigten bei der Prüfung einer 10^{-1} -Verdünnung keine Virusplaques.

V. Beurteilung

Die hier durchgeführte Prüfung des Trinkwasserfilters PROaqua 4200 der Firma PROVITEC zeigte, daß im Zulaufwasser vorhandenes Poliovirus in der Wasseraufbereitungsanlage um mehr als den Faktor 10^7 in seiner Konzentration reduziert wird. Dabei wurden bei dieser Prüfung 2 Liter Wasser mit einer extrem hohen Viruskonzentration von $7,9 \times 10^8$ infektiösen Viruspartikeln pro Milliliter zugeführt. Viruskonzentrationen, die im Rohwasser vor einer Filtration vorhanden sein können, liegen jedoch fast immer an der Nachweisgrenze des Virus. Oft gelingt der Virusnachweis erst nach Konzentration des Virus aus großen Wassermengen. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß das hier geprüfte Filtrationssystem in fast jeder Situation eventuell im Wasser vorhandene Viren zuverlässig entfernt.

Die hier gemessene Reduzierung der Viruskonzentration um mehr als 7 log 10-Stufen (auf weniger als ein zehnmillionstel der Ausgangsmenge) ist ein hervorragender Wert. Bei der Prüfung von Desinfektionsmitteln auf Wirksamkeit gegen Viren fordert die Prüfrichtlinie zum Wirksamkeitsnachweis lediglich eine mindestens 10 000-fache Reduzierung (um 4 log 10-Stufen) der Viruskonzentration. Der Trinkwasserfilter PROaqua 4200 von PROVITEC kann deshalb als hervorragend geeignet angesehen werden, um krankheitserregende Viren aus dem Trinkwasser zu entfernen.



Prof. Dr. G. Frösner

Ergebnisbericht zum Laborversuch

Abtrennung von natürlicher Radioaktivität aus Trinkwasser mit dem Filter PROaqua 4200

für die

Provitec Trinkwasseraufbereitungstechnologie GmbH

Kapellenweg 10 d
D-94155 Otterskirchen

Verfasser:

Dr. rer. nat. Sascha Wisser

Februar 2005

**ESWE-Institut für Wasserforschung und
Wassertechnologie GmbH**

Kurfürstenstr. 6
65203 Wiesbaden

1 Einleitung

1.1 Anlass

Natürliche Radioaktivität ist in den vergangenen Jahren zunehmend ins öffentliche Interesse gelangt. Dies ist insbesondere auf die Gesundheitsgefahren zurückzuführen, die von radioaktiven Substanzen im Trinkwasser ausgehen können. Die novellierte Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) enthält erstmals eine „Gesamtrichtdosis“ für die Aufnahme natürlicher und künstlicher Radionuklide mit dem Trinkwasser, die zum 01. Dezember 2003 in Kraft getreten ist. Darüber hinaus ist ein Grenzwert für die chemische Toxizität des Elements Uran im Gespräch, der voraussichtlich im Bereich von 15 µg/l liegen wird und zahlreiche Trinkwässer in Deutschland betreffen würde.

Das ESWE-Institut beschäftigt sich bereits seit zwei Jahrzehnten mit der Entfernung von Radionukliden bei der Wasseraufbereitung. Bei unseren aktuellen Untersuchungen wurden wir auf den Filter Proaqua 4200 der Firma Provitec aufmerksam, der aufgrund des Multi-Barrieren-Systems vielversprechende Eigenschaften zur Abtrennung von Radioaktivität aufweist. Die Firma Provitec hat das ESWE-Institut daher mit der Durchführung der hier beschriebenen Experimente beauftragt, um das Abtrennungsverhalten des Filters PROaqua 4200 hinsichtlich radioaktiver Stoffe in Laborversuchen feststellen zu lassen.

1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Aufgabenstellung des Projektes umfasste nach Absprache mit dem Auftraggeber hauptsächlich die folgenden beiden Aspekte:

1. *Ermittlung der Abtrennungsrate von natürlichen Radionukliden aus einem radioaktiv belasteten Modellwasser mit dem Filter PROaqua 4200 im Labormaßstab,*
2. *Beschreibung und Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf den Einsatz des Filters PROaqua 4200 in privaten Haushalten*

Es handelt sich folglich um reine Laborversuche, die am ESWE-Institut für Wasserforschung und Wassertechnologie in Wiesbaden durchgeführt werden sollten. Das radioaktive Modellwasser sollte am ESWE-Institut hergestellt werden und einen Trinkwasser-ähnlichen Chemismus aufweisen. Bei den Laborversuchen sollte die Frage beantwortet werden, ob das Filtersystem PROaqua 4200 grundsätzlich radioaktive Stoffe aus Trinkwasser abtrennen kann. Über die Nachhaltigkeit der Abtrennung bzw. Lebensdauer des Filters bei der Gegenwart von Radioaktivität sollten im Labormaßstab zunächst keine Aussagen getroffen werden. Für diesen Ansatz war ein Wasservolumen von ca. 1.000 Litern vorgesehen, dass dem Filter über eine einfache Laborvorrichtung zugeführt werden sollte. Die Radioaktivität des Modellwassers sollte in derselben Größenordnung liegen, wie sie in deutschen Trinkwässern tatsächlich vorkommt bzw. vorkommen kann.

2 Versuchsablauf

Zur Durchführung der Laborversuche wurde dem ESWE-Institut ein handelsüblicher Filter vom Typ *PROaqua* 4200 kostenlos zur Verfügung gestellt. Dieser Trinkwasserfilter wurde nach Herstellerangaben zur Entfernung von Schadstoffen, gleich welcher Art und Konzentration, aus Roh- oder Trinkwasser entwickelt. Zur Überprüfung dieser Aussage im Hinblick auf Radioaktivität wurden insgesamt sechsmal 170 Liter eines Modellwassers mit erhöhten Konzentrationen radioaktiver Substanzen hergestellt und in einem Vorratsgefäß gesammelt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Das Vorratsgefäß für den Abtrennungsversuch

Vor Beginn der Versuche wurde der Gehalt an radioaktiven Stoffen im Modellwasser genau bestimmt. Die Inbetriebnahme des Filters im ESWE-Institut erfolgte am 17. November 2004 durch einen Mitarbeiter der Firma Provitec, Herrn Klaus-Jürgen Paetsch. Bei dieser Inbetriebnahme wurde der Filter exakt nach den Vorgaben des Herstellers angeschlossen, also wie es beim Kunden normalerweise erfolgt. Nachfolgend wurde das Wasservolumen – verteilt auf mehrere Wochen – durch den Filter laufen lassen. Das aufbereitete Wasser („Reinwasser“) wurde in regelmäßigen Abständen beprobt und auf radioaktive Substanzen untersucht. Anschließend wurde das Reinwasser über die Kanalisation abgeleitet.

3 Ergebnisse

Zur Vereinfachung des Analysenaufwandes wurden lediglich die **Gesamt-Alpha-Aktivitäten** der Wasserproben gemessen. Unter diesem Summenparameter werden alle im Wasser vorkommenden Alpha-Strahler erfasst, zu denen sowohl Uran als auch Radium gehören. Es sei an dieser Stelle kurz erwähnt, dass Uran und Radium die wesentlichen radioaktiven Isotope im Trinkwasser darstellen.

Mit der Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität hat man folglich alle wichtigsten im Wasser vorkommenden Radionuklide erfasst. Sämtliche Messungen erfolgten in unserem akkreditierten Labor und wurden mit Flüssigszintillometrie durchgeführt. Zur Probenaufbereitung wurde die Gefriertrocknungsmethode eingesetzt.

3.1 Filtereinlauf (Modellwasser)

Das für die Versuche verwendete Modellwasser basiert auf einem Grundwasser aus dem Saar-Nahe-Becken, dem zusätzlich Uran- und Radiumlösungen zugegeben wurden. Insgesamt wurden sechs Modellwässer (jeweils ca. 170 Liter) hergestellt, die sich in ihrem Chemismus quasi nicht unterscheiden. Zielsetzung war es, ein Modellwasser zu verwenden, das etwa 1,0 Becquerel pro Liter (Bq/l) an radioaktive Stoffe enthält. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Gehalte an natürlichen radioaktiven Stoffen der Modellwässer:

Tabelle 1: Eigenschaften des Modellwassers für die Abtrennungsversuche

	Gesamt-Alpha-Aktivität (Bq/l)	pH-Wert	Temperatur (°C)	Leitfähigkeit (µS/cm)
Modellwasser 1	0,82	7,69	22,8	638
Modellwasser 2	1,01	7,74	15,1	652
Modellwasser 3	1,04	7,64	18,5	629
Modellwasser 4	1,03	7,58	18,3	616
Modellwasser 5	1,02	7,63	17,2	633
Modellwasser 6	1,11	7,45	18,0	625
Messunsicherheit bei Gesamt-Alpha: ±12 %				

Die Modellwässer unterscheiden sich in den aufgetragenen Parametern nur gering. Die Temperaturunterschiede sind auf die Schwankungen der Zimmertemperatur im Labor zurückzuführen. Ansonsten sind die sechs Modellwässer in ihrem Chemismus nahezu identisch.

3.2 Filterauslauf (Reinwasser)

Während der sechs Versuchsreihen mit den oben beschriebenen Modellwässern wurde jeweils nach 10 Litern Wasserdurchsatz eine Probe am Filterauslauf entnommen. Demnach wurden während des Versuchszeitraumes etwa 100 Wasserproben entnommen. Anschließend erfolgte die Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität im ESWE-Labor. Erfreulicherweise befanden sich alle gemessenen Reinwässer im Bereich der Nachweisgrenze des Messverfahrens. In nachfolgender Tabelle sind daher nur die maximalen Gesamt-Alpha-Aktivitäten für jede Messreihe angegeben.

Tabelle 2: Die Ergebnisse der sechs durchgeführten Versuchsreihen

	<u>Modellwasser</u> Gesamt-Alpha (in Bq/l)	<u>Reinwasser / Auslauf</u> Gesamt-Alpha (in Bq/l)	<u>Abtrennungs-</u> <u>rate</u> in %	<u>Durchgeflossene</u> Wassermenge (insgesamt)
1. Versuchsreihe	0,82	0,007	99,1	170 Liter
2. Versuchsreihe	1,01	0,012	98,8	340 Liter
3. Versuchsreihe	1,04	0,008	99,2	510 Liter
4. Versuchsreihe	1,03	0,010	99,0	680 Liter
5. Versuchsreihe	1,02	0,012	99,8	850 Liter
6. Versuchsreihe	1,11	0,012	98,9	1020 Liter
Messunsicherheit bei Gesamt-Alpha: $\pm 12\%$				

Es ist offenkundig, dass sämtliche Wasserproben aus dem Filterauslauf nur geringste Gehalte an radioaktiven Stoffen aufweisen. Die Abtrennungsrate liegt bei mindestens 98 % für den Parameter Gesamt-Alpha-Aktivität. **Somit werden die im Modellwasser vorkommenden Gehalte an Uran und Radium fast vollständig entfernt.**

4 Schlussfolgerungen

Die in Kapitel 3 dargelegten Ergebnisse unserer Untersuchungen belegen die Wirkungsweise des untersuchten Filtersystems hinsichtlich radioaktiver Stoffe sehr eindrucksvoll. Der Trinkwasserfilter vom Typ PROaqua 4200 hält die Radioaktivität unseres Modellwassers quasi vollständig zurück. Während der einfachen Laborversuche wurde offensichtlich, dass radioaktive Substanzen durch das Multi-Barriere-System des Filters PROaqua 4200 entfernt werden.

Wiesbaden, den 17. Februar 2005

ESWE-Institut für Wasserforschung und Wassertechnologie GmbH

i.V. Dr. Sascha Wisser



Prüfbericht

Testung des Trinkwasseraufbereitungsgerätes - „PROaqua 4200 D“ aus dem Hause „PROVITEC“ - nach unseren neuen - und nach Standard-Methoden

Vorbemerkung:

Es ist schon eine wahre Pionierleistung des Herstellers, ein Wasserfiltergerät so zu entwickeln, dass man alle gängigen und bekannten Wasseraufbereitungssysteme darin unterbringen kann. Alles funktioniert nach einem ausgeklügelten Baukastensystem. Der Umgang mit dem PROaqua 4200 D stellt für den Laien in der Praxis auch kein Problem dar.

Prüfungen:

In unserem ganzheitlichen Grundlagenforschungslabor haben wir auch den Trinkwasserfilter PROaqua 4200 D auf Feinstofflichkeit nach unserer neuen **WasserReifeMethode** untersucht. Dabei konnten wir Erstaunliches feststellen:

Im Trinkwasserfiltergerät PROaqua 4200 D werden verschiedene Filterstoffe und –techniken so zu einer Einheit kombiniert (lt. Angaben des Herstellers), dass wir eine Verbesserung der Informationswerte aufzeigen konnten.

Zusätzlich bietet PROVITEC eine Leerkartusche zur Aufnahme energetisierbarer Stoffe an. Damit kann der Verwender selbst die Energetisierung durch auf ihn abgestimmte Informationsträger noch weiter erhöhen.

Bei unseren Prüfungen gingen wir von Regenwasser aus, das ohnehin schon eine mittelstarke, natürliche Energie aufweist. Nachdem das Regenwasser durch das PROVITEC-Filtersystem PROaqua 4200 D gelaufen war, hatte sich sein Informationsgehalt deutlich erhöht. Während wir bei Regenwasser nur Strukturen von Moosblumen und Schneekristallen haben, konnten wir bei dem mit dem PROaqua 4200 gefilterten Regenwasser Strukturen feststellen, die Blättern und Blüten ähnlich sehen.

Da uns kaum ein Hersteller bekannt ist, der mit seinen Filtergeräten eine solche Energetisierung erreicht, ist es schon wirklich sehr beachtlich, dass es die offensichtlich komplexe Anordnung mehrerer Filtersysteme in einem Gerät schafft, eine derartige gute Energetisierung zu ermöglichen.

Diese gute Trinkwasserqualität können wir auch hinsichtlich seiner „Feinstofflichkeit“ bescheinigen. Nach unserer neuen „WRM“ ist es möglich festzustellen, inwieweit ein Wasserenergetisator in der Lage ist, schon energiereiches Wasser weiter „aufzuschwingen“.

Wir beziehen uns hierbei auf eine erweiterte Prüfmethode nach „Hagalis“, wobei wir dann allerdings von „lebendigem Wasser“ ausgehen und nicht von der „Spagyrik“.

Wir brauchen für unsere Methode eine besondere „Startersubstanz, die es ermöglicht, entsprechende bildliche Darstellungen einzuleiten. Unsere Prüfverfahren zeigen viele Erkenntnismerkmale, die auch bei „Emoto“ eine große Rolle spielen.

So sind z.B. hochenergetisch starke Schwingungen wesentlich schwerer zu erfassen, wenn es sich um eine künstliche WRM (Wasser-Reife-Methode) handelt.

Die in der Natur vorkommenden Strukturen zeigen sich als wesentlich stabiler und können auch noch nach langer Lagerung im Wasser nachempfunden werden. Wenn nicht Glas als Aufbewahrungsbehältnis gewählt wird (günstigste Schwingung wegen Si), bilden sich die Reife-Strukturen wieder sehr stark zurück und können sogar den nicht energetisierten Zustand (Leitungswasser) wieder annehmen.

Mit „PROVITEC“ wird eine positive, rechtsdrehende Schwingung erreicht. Diese mit Regenwasser, nicht mit Leitungswasser zusammengebracht, liefert eine weitere Verbesserung feinstofflicher Wasserqualität. Bei Leitungswasser lässt sich die Wertung übertragen.

Um einen Überblick über die Entwicklung von solchen Strukturen zu gewinnen, zeigen wir in mehreren Abbildungen im Anhang faszinierende Eindrücke in Form und Farbe.

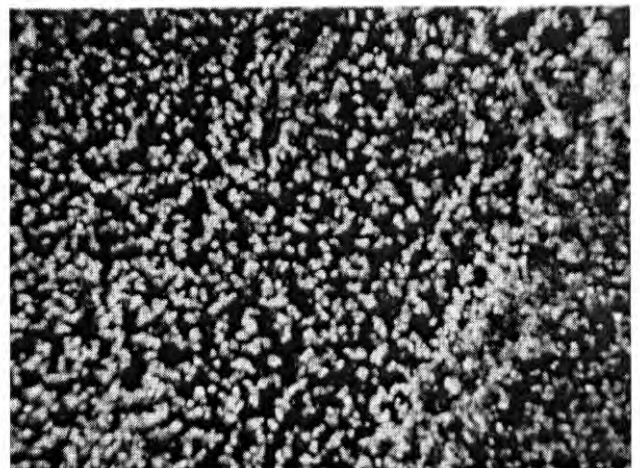
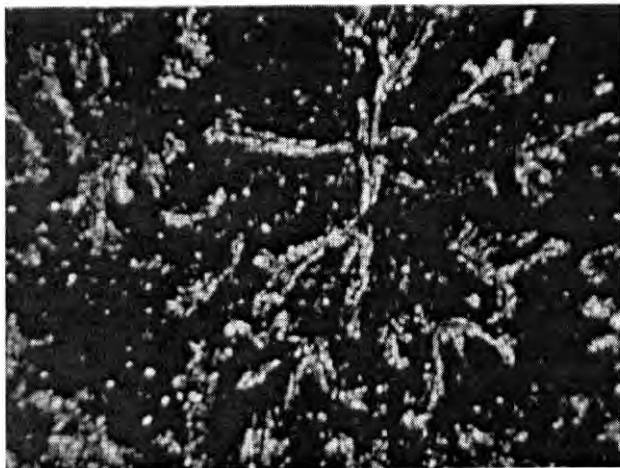
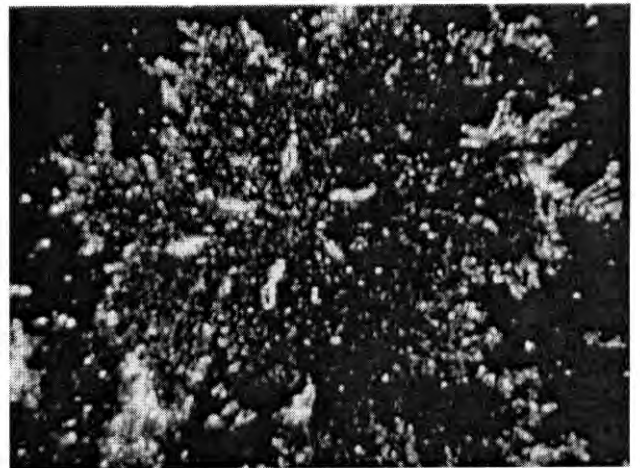
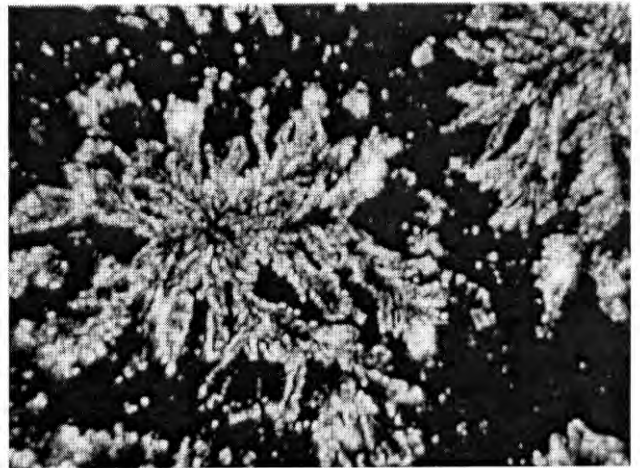
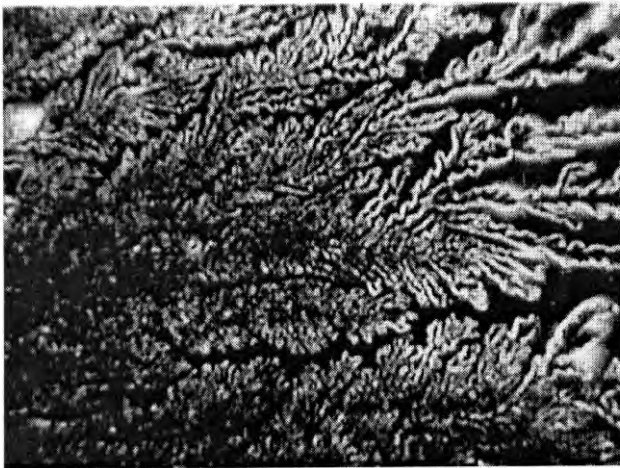
Schlussbetrachtung:

Wie schon eingangs erwähnt, sind wir begeistert über die Vielseitigkeit der Filtermöglichkeiten, die im PROAqua 4200 D eingebaut werden können.

Mit unserer neuen feinstofflichen Prüfmethode konnten wir auch beweisen, dass es sich von dem von PROVITEC entwickeltem Wasserfiltergerät um eine sehr ausgereifte Entwicklung handeln muss.

Wiesbaden, 15. April 2005

PROVITEC - Regenwasser-Strukturen



An Schönheit kaum noch zu überbieten !

Pflanzenbilder farblich-leuchtend, in ihren filigranartigen, feinst-durchgezeichneten Strukturen (Fraktale) demonstrieren dem Betrachter eine Augenweide.

Hier handelt es sich um Regenwasser, welches durch den Trinkwasserfilter PROaqua 4200 D der Firma PROVITEC zu einwandfreiem Trinkwasser aufbereitete wurde. Das aufbereitete Regenwasser wurde nicht "nachenergetisiert" und vermittelt trotzdem diese schönen Bildeindrücke.

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. UAZ 9670833 vom 17.07.1996

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des Wasserfilters **PROaqua 4200 Standart 1**, versehen mit einer Aktiv/PLUS_G-Kartusche und zwei Nitratharz_G-Kartuschen, hinsichtlich der Entfernung von verschiedenen Wasserinhaltsstoffen bzw. Abgabe verschiedener Metalle untersucht. Hierfür wurde eine ausgesprochen hohe Konzentration an organischen Substanzen, Blei, Chlor und Nitrat angesetzt. Hierbei sollte die Sicherheit des **PROaqua 4200 Standart 1** (Filtermindest- bzw. Standardausstattung) bei einer unerwarteten Schadstoffkonzentration geprüft werden.

Für die Durchführung wurde ein synthetisches Wasser aus Nürnberger Leitungswasser unter Zugabe von Nitrat, Blei, Chlor (aus Chlorbleichlauge), Tetrachlormethan, Tetrachlorethen und die Pflanzenschutzmittel Atrazin, Desethylatrazin, Simazin und Metazachlor hergestellt. Als Zugabemenge wurde der doppelte Grenzwert nach TrinkwVO (Anlage 2) herangezogen. Kupfer, Zink und Silber sollten aus der Abgabe des Filters untersucht werden; hier erfolgte also keine zusätzliche Dosierung.

Dieses Testwasser wurde in einem 700 l fassenden Vorratsgefäß angesetzt. Mittels einer Pumpe wurde das Wasser mit einem Volumenstrom von 2 l/min durch den Wasserfilter gefördert. Vor Beginn der Versuchsdurchführung wurden aus dem Vorratsgefäß Proben zur Bestimmung der Ausgangskonzentration für die einzelnen Parameter entnommen. In den nachstehenden Tabellen sind diese als **nach 0 Ltr.** gekennzeichnet. Entsprechend dem vorgelegten Prüfplan des Auftraggebers wurden dann die Proben nach dem Wasserfilter entnommen.

Abgebrochen werden sollte die Untersuchung, wenn der Gehalt an Nitrat 10 mg/l übersteigt („Nitratschlupf“). Nach Erreichung der vorgegebenen Messgrenzen kann der Filter wieder regeneriert werden.

2. Untersuchungsverfahren

Die Untersuchungen der einzelnen Parameter erfolgten entsprechend der nachstehenden tabellarischen Auflistung:

Parameter	Methode
pH-Wert	DIN 38404-C5
freies Chlor	DIN 38408-G4-2
Nitrat	DIN EN ISO 10304
Blei	DIN 38406-E6
Silber	DIN 38406-E18
Kupfer	DIN 38406-E7
Zink	DIN 38406-E8
Pflanzenschutzmittel (Triazine)	kapillargaschromatographisch mit stickstoff-phosphorsensitiven Detektor (PND) nach Festphasenextraktion
chlorierte leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe	kapillargaschromatographisch mit Elektroneneinfang-Detektor (ECD) nach Extraktion mit n-Hexan

3.1. Ergebnisse:

Parameter	pH-Wert	freies Chlor (Cl ₂)	Nitrat (NO ₃ ⁻)
Grenzwert - TrinkwVO	6,5 - 9,5	0,3	50,0
Dimension	-	mg/l	mg/l
Nachweisgrenze	-	0,01	0,5
nach 0 Ltr. (1. Ansatz)	- 7,79 -	- 0,25 -	- 116 -
nach 10 l	-	-	n.n.
nach 30 l	-	-	n.n.
nach 60 l	-	-	n.n.
nach 100 l	7,79	n.n.	n.n.
nach 200 l	-	-	n.n.
nach 300 l	7,75	0,02	n.n.
nach 400 l	-	-	n.n.
nach 500 l	7,87	0,03	n.n.
nach 600 l	-	-	n.n.
nach 700 l	8,00	0,03	1,9
nach 800 l	-	-	9,1
nach 900 l	7,94	0,03	22,0
nach 1000 l	-	-	44,4

n.n. = nicht nachweisbar

Bei der angegebenen Filterkonfiguration ist der Trinkwasserfilter bei einer Nitratbelastung von 116 mg/l und nach max. 800 Liter Durchsatzmenge zu regenerieren.

3.2. Ergebnisse:

Parameter	Blei (Pb)	Silber (Ag)	Kupfer (Cu)	Zink (Zn)
Grenzwert TrinkwVO	0,04	0,01	3 *)	5 *)
Dimension	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nachweisgrenze	0,005	0,001	0,02	0,05
nach 0 Ltr. (1. Ansatz)	- 0,060 -	-	-	0,13
nach 30 l	-	-	n.n.	0,22 (0,09)*)
nach 100 l	0,013	n.n.	n.n.	0,40 (0,27)*)
nach 300 l	0,022	n.n.	n.n.	0,38 (0,25)*)
nach 500 l	0,022	n.n.	n.n.	0,39 (0,26)*)

n.n. = nicht nachweisbar

*) Richtwert nach Anlage 7, TrinkwVO

*) um den Anfangswert bereinigter Meßwert

Die in dieser Filterkonfiguration eingesetzte Aktiv/PLUS_G-Kartusche hat im Zusammenhang mit Blei nur eine Schutzfunktion für eventuell auftretende Schwermetallbelastungen. Bei einer tatsächlich festgestellten Bleikonzentration von 0,060 mg/l ist der PROaqua 4200 mit einer speziellen Schwermetall-Kartusche (REDOX-SM) auszustatten.

3.3. Ergebnisse:

Parameter	Atrazin	Desethyl- atrazin	Simazin	Metazachlor
Grenzwert TrinkwVO	0,1	0,1	0,1	0,1
Dimension	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nachweisgrenze	0,05	0,05	0,05	0,05
nach 0 Ltr. (1. Ansatz)	- 1,66 -	- 1,37 -	- 0,84 -	- 1,29 -
nach 100 l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
nach 300 l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
nach 500 l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

Parameter	Tetrachlormethan, (CCl ₄)	Tetrachlorethen (C ₂ Cl ₄)
Grenzwert TrinkwVO	3	7 *)
Dimension	µg/l	µg/l
Nachweisgrenze	0,5	0,3
nach 0 Ltr. (1. Ansatz)	- 2,3 -	- 2,3 -
nach 100 l	n.n.	n.n.
nach 300 l	n.n.	n.n.
nach 500 l	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

*) in Verbindung mit weiteren chlorierten
leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen

Der Trinkwasserfilter PROaqua 4200 weist, selbst bei 6 Schadstoffen in einem Durchgang mit Konzentrationen teilweise über dem 16-fachen des zulässigen Grenzwertes, ein sehr gutes Rückhaltevermögen auf. In der Praxis sind in der Regel nur max. 3 organische Verbindungen im Trinkwasser vorhanden.

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. UAZ 9771289 vom 19.03.1997

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des Wasserfilters **PROaqua 4200**, versehen mit einer REDOX-SM_G-Kartusche und zwei „Kalk_G“-Kartuschen sowie einem sterilen Bakterienfilter, hinsichtlich der Entfernung von verschiedenen Wasserinhaltsstoffen bzw. die Abgabe verschiedener Metalle untersucht. Hierfür wurde eine ausgesprochen hohe Konzentration an Ammonium, Härte, Blei, Bakterien angesetzt. Hierbei sollten die Sicherheit und die Regenerationsintervalle des **PROaqua 4200** geprüft werden.

Für die Durchführung wurde ein synthetisches Wasser aus Nürnberger Leitungswasser unter Zugabe der Schwermetalle Blei, Nickel sowie Ammonium, Calcium und Magnesium (zur Einstellung der Gesamthärte), hergestellt. Als Zugabemenge für die Schwermetalle wurde der 4- bzw. 5-fache Grenzwert nach TrinkwVO (Anlage 2) herangezogen; für Ammonium ein Gehalt von 10 mg/l und für die Gesamthärte ein Wert von 25 °dH. Kupfer und Zink sollten aus der Abgabe des Filters untersucht werden; hier erfolgte also keine zusätzliche Dosierung.

Dieses Testwasser wurde in einem 700 l fassenden Vorratsgefäß angesetzt. Mittels einer Pumpe wurde das Wasser mit einem Volumenstrom von 2 l/min durch den Wasserfilter gefördert. Vor Beginn der Versuchsdurchführung wurden aus dem Vorratsgefäß Proben zur Bestimmung der Ausgangskonzentration für die einzelnen Parameter entnommen. In den nachstehenden Tabellen sind diese als **nach 0 Ltr.** gekennzeichnet. Entsprechend dem vorgelegten Prüfplan des Auftraggebers wurden dann die Proben nach dem Wasserfilter entnommen.

Für den Parameter „Ammonium“ erfolgte der Abbruch der Messung bei Überschreitung der 0,5 mg/l-Grenze; für den Parameter „Gesamthärte“ bei Überschreitung einer Härte von 10 °dH. Nach Erreichung der vorgegebenen Messgrenzen kann der Filter wieder regeneriert werden.

2. Untersuchungsverfahren

Die Untersuchungen der einzelnen Parameter erfolgten entsprechend der nachstehenden tabellarischen Auflistung:

Parameter	Methode
pH-Wert	DIN 38404-C5
Ammonium	DIN 38408-E5-1
Calcium/Magnesium/Gesamthärte	DIN 38406-E3-2 und DIN 38406-E3-3
Blei	DIN 38406-E6
Nickel	DIN 38406-E22
Kupfer	DIN 38406-E7
Zink	DIN 38406-E8
Mikrobiologie	DIN 38411-K5 und DIN 38411-K6

3.1. Ergebnisse:

Parameter	pH-Wert	Gesamthärte		Ammonium
Grenzwert TrinkwVO	6,5 - 9,5	-*)	-*)	0,5
Dimension	-	°dH	mmol/l	mg/l
Nachweisgrenze	-	1	0,18	0,01
nach 0 Ltr. (1. Ansatz)	- 7,77 -	- 24,5 -	- 4,37 -	- 9,9 -
nach 10 l	8,12	n.n.	n.n.	n.n.
nach 100 l	8,10	n.n.	n.n.	n.n.
nach 200 l	-	n.n.	n.n.	0,02
nach 300 l	7,93	n.n.	n.n.	0,03
nach 400 l	-	n.n.	n.n.	2,45
nach 500 l	7,89	n.n.	n.n.	-
nach 600 l	-	2,4	0,43	-
nach 650 l	-	7,7	1,38	-
nach 700 l	-	15,4	2,75	-

n.n. = nicht nachweisbar

*) Nach Anlage 4 der TrinkwVO gilt für Calcium ein Grenzwert von 400 mg/l und für Magnesium ein Grenzwert von 150 mg/l. Dies ergäbe rein rechnerisch einen Grenzwert von etwa 90 °dH.

Bei der angegebenen Filterkonfiguration ist der Trinkwasserfilter bei einer Ammoniumbelastung von 10 mg/l und bei der Härtebelastung von 24,5 °dH, für Ammonium nach max. 300 Liter und für Härte nach ca. 650 Liter zu regenerieren.

Bei einer Trinkwasserzusammensetzung mit weniger als 0,5 mg/l Ammonium ist ein „Kalk“-Schlupf erst nach ca. 900 Liter zu erwarten.

3.2. Ergebnisse Schwermetalle:

Parameter	Blei (Pb)	Nickel (Ni)	Kupfer (Cu)	Zink (Zn)
Grenzwert TrinkwVO	0,04	0,05	3 *)	5 *)
Dimension	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nachweisgrenze	0,005	0,01	0,05	0,05
nach 0 Ltr. (Ansatz)	- 0,23 -	- 0,20 -	n.n.	0,22
nach 10 l	0,006	n.n.	n.n.	n.n.
nach 100 l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
nach 300 l	0,014	n.n.	n.n.	n.n.
nach 500 l	0,018	n.n.	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

*) Richtwert nach Anlage 7, TrinkwVO

3.3. Ergebnisse Mikrobiologie:

Parameter	Keimzahl 20°C/44 h	Keimzahl 36°C/44 h	Escherichia Coli	coliforme Keime
Grenzwert nach TrinkwVO	100	1000	n.n.	n.n.
Dimension	KBE	KBE	-	-
nach 0 Ltr.	212	2400	nachweisbar	n.n.
nach 300 l	0	0	n.n.	n.n.
nach 600 l	0	0	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

„Bei einer Ausgangskonzentration von 212 Keimen (bei 20 °C nach 44 ± 4h) bzw. 2400 Keimen (bei 36 °C nach 44 ± 4h) sind selbst nach 600 Liter Durchlaufvolumen, und Prüfung nach DIN 38 411 Teil 1, keine Keime vorhanden. Escherichia Coli und coliforme Keime waren ebenfalls nicht mehr nachweisbar.“

Auszug aus den technischen Unterlagen der Firma Sartorius AG, Göttingen.

(Hersteller der Sartobran-P und PH Bakterienfilter)

„Pharmazeutische Produkte wie z.B. Injektions- und Infusionslösungen sowie Produkte, die mit offenen Wunden in Berührung kommen, unterliegen genau definierten Qualitätsanforderungen. Die entsprechende Endproduktqualität kann nur erreicht werden, wenn der vollständige Produktionsprozeß ausreichend sicher gegen Kontamination geschützt wird. An kritischen Stellen, bei denen eine partikuläre oder mikrobielle Kontamination des Produktes erfolgen kann, wird u.a. durch den Einsatz der Membranfiltrationstechnologie eine Endproduktqualität erreicht, welche den betreffenden Forderungen von Pharmakopöen entspricht.“

5.1 Grundlagen der Bestimmung von Integritätstestwerten

„Der Nachweis der Korrelation zwischen dem Keimrückhaltevermögen eines Sterilfilters und einem praktikablen, nichtdestruktiven Integritätstest ist für die Sicherheit der Filtration von ausschlaggebender Bedeutung.“

„Nach den Richtlinien der Health Industry Manufacturers Association (HIMA) 1983 und der FDA (Guideline On Sterile Drug Products Produced By Aseptic Processing June 1987) muß ein für die Sterilfiltration benutzter Filter bei einer Keimbelastung von 10^7 Pseudomonas diminuta/cm² Filtrationsfläche ein steriles Filtrat liefern.“

Im Test wurde die Filtrationsfläche mit ca. 660 Milliarden Keime belastet.

...„Die Tabelle zeigt, daß Filterkerzen mit einem Diffusionswert von $\leq 3,8$ ml/min in jedem Fall zu einem sterilen Filtrat führen, d.h. der Testkeim Pseudomonas diminuta wird zu 100 % zurückgehalten.“ ...

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. UAZ 9771401/1-5 vom 07.07.1997

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe sollte das mikrobiologische Verhalten des Wasserfilters **PROaqua 4200**, bei vorheriger, hochdosierter bakterieller Kontamination und bei einer sehr großen Stillstandszeit überprüft werden.

Der benutzte Wasserfilters **PROaqua 4200**, aus der Testreihe für den Untersuchungsbericht Nr. UAZ 9771289 vom 19.03.1997, wurde im Untersuchungslabor bei ca. 20 °C aufgestellt. Am 01.07.1997 wurden aus diesem Trinkwasserfilter fünf Proben zur mikrobiologischen Untersuchung nach einer Standzeit von etwa vier (4) Monaten zur Untersuchung entnommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt.

2. Untersuchungsverfahren

Die mikrobiologischen Untersuchungen erfolgten entsprechend den nachstehenden tabellarisch aufgeführten Methoden:

Parameter	Methode
Koloniezahl bei 20°C nach 44 ± 4 h	Anlage 1 der TrinkwVO
Koloniezahl bei 36°C nach 44 ± 4 h	Anlage 1 der TrinkwVO
Coliforme Keime	DIN 38411-K6
Escherichia Coli	DIN 38411-K6

3. Ergebnisse Mikrobiologie:

Parameter	Keimzahl 20°C/44 h	Keimzahl 36°C/44 h	Escherichia Coli	coliforme Keime
Grenzwert nach TrinkwVO §1 (3)	100	1000	n.n.	n.n.
Dimension	KBE	KBE	-	-
Ausgangskonzentration aus Test vom 19.03.1997	212	2400	nachweisbar	n.n.
Ausgangskonzentration nach Still- standszeit von ca. 4 Monaten	unzählbar	unzählbar	n.n.	n.n.
Ergebnis nach Filter und nach einer Spülzeit von 10 Min.	5	18	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

„Bei einer „unzählbaren“ Ausgangskonzentration an Keimen (bei 20 °C nach 44 ± 4h bzw. bei 36 °C nach 44 ± 4h) sind nach einer kurzen Spülzeit von 10 Min. keine nennenswerten Keime mehr vorhanden. Escherichia Coli und coliforme Keime waren ebenfalls nicht mehr nachweisbar.

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. 69253854 vom 17.11.1992

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde die bakterizide Wirkung von gesättigter Kochsalzlösung bei der Regeneration des Trinkwasserfilter-Prototypen, mit der Bezeichnung

„NSP 600“ bzw. „2 + 4 Wasserturm“ (ohne Bakterienfilter),

untersucht. Desweiteren sollte überprüft werden, welche Keimzahlen in einem unbenutzten Wasserfilter vorliegen.

Folgende Proben wurden zur Untersuchung überbracht:

Gerät 1: Am 25.08.1992 überbracht, benutzt für Untersuchungen, (Wasserdurchsatz ca. 600 Ltr.), dann Standzeit bei Zimmertemperatur für 8 Wochen.

Gerät 2: Am 26.11.1992 überbracht; neues, unbenutztes Gerät.

2. Untersuchungsverfahren

Filtration von Trinkwasser (Leitungswasser, chlorfrei):

Gemäß Bedienungsanleitung.

Regenerierung des benutzten Filters: Beide Filterteile wurden getrennt mit Kochsalzlösung entsprechend der Bedienungsanleitung gespült.

Mikrobiologische Untersuchung: Bestimmung der Kolonienzahl nach Anlage 1 Trinkwasserverordnung.

3. Ergebnisse:

Parameter	Kolonienzahl / ml	
	20 °C/44 h	36 °C/44 h
Versuch 1: Benutztes Gerät nach 8 Wochen Standzeit, Probenahme nach 10 Ltr. Durchlauf	2630	1800
Versuch 2: Benutztes Gerät wie bei Versuch 1, regeneriert mit Kochsalzlösung, Probenahme nach 5 Ltr. Durchlauf.	0	0
Versuch 3: Neues Gerät, Probenahme nach 20 Ltr. Durchlauf	3	2

Beurteilung der Ergebnisse:

Wie die Ergebnisse zeigen, weist der benutzte Filter nach einer Standzeit von 8 Wochen eine Verkeimung auf. Nach der Regenerierung ist das Gerät mikrobiologisch wieder einwandfrei. Die bakterizide Wirkung einer gesättigten Kochsalzlösung im Zusammenhang mit der speziellen Regeneration im Wasserfilter ist somit nachgewiesen. Bei dem unbenutzten Gerät ist keine nennenswerte Verkeimung des filtrierten Wassers festzustellen.

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. 69253854 vom 17.11.1992

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde die Bildung von Mikroorganismen beim Gebrauch des Wasserfilters überprüft. Dieser Versuch sollte Aufschluß über die Belastung eines Bakterienfilters im Betriebszustand geben.

Folgende Probe wurde zur Untersuchung überbracht:

Es handelte sich um einen bereits seit längerer Zeit benutzten

Trinkwasserfilter-Prototypen „2 + 4 Wasserturm“ (ohne Bakterienfilter),

der nach der letzten Benutzung ca. 6 Wochen bei Zimmertemperatur stand.

2. Untersuchungsverfahren

Filtration von Trinkwasser (Leitungswasser, chlorfrei):

Gemäß Bedienungsanleitung.

Es wurden täglich, außer Samstag und Sonntag, 3 Liter Wasser filtriert. Jeweils dienstags wurde das filtrierte Wasser mikrobiologisch untersucht.

Bestimmung der Koloniezahl

Methode 1: nach Anlage 1 Trinkwasserverordnung

Methode 2: Bebrütung auf Plate-Count-Agar, 3 Tage bei 30 °C

3. Ergebnisse:

Parameter	Kolonienzahl / ml		
	Methode 1		Methode 2
	20 °C/44 h	36 °C/44 h	36 °C/44 h
Unfiltriertes Leitungswasser bei Versuchsbeginn	2	0	-
Bei Beginn der 3. Woche	-	-	3
Filtrierte Wasser in der 1. Woche	1	0	-
2. Woche	3	20	-
3. Woche	-	-	55
4. Woche	-	-	185

Beurteilung der Ergebnisse:

Wie die Ergebnisse zeigen, liefert der regenerierte Filter mikrobiologisch einwandfreies Wasser. Eine nennenswerte Belastung eines nachgeschalteten Bakterienfilters entsteht nicht. Somit ist eine Standzeit eines Bakterienfilters über mehrere Jahre möglich.

Landesgewerbeanstalt (LGA) Bayern in Nürnberg

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. 5471260 vom 01.07.1997

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde die Bildung von Mikroorganismen auf alle Gehäuse-Innenoberflächen des **Trinkwasserfilters PROaqua 4200** überprüft. Dieser Versuch sollte Aufschluß über die Bildung des sog. „Biofilms“ geben.

I. Mikrobiologische Untersuchungen

1. Hemmhoftest nach SNV 195921

Bewertungsschema für die Prüfmethode SNV 195921

Hemmzone in mm	Bewuchs	Beschreibung	Bewertung	Bezeichnung in der Ergebnistabelle
0	keine	keine Hemmzone, kein Bewuchs	gute Wirkung	+
0	schwach	keine Hemmzone, nahezu fehlender Be- wuchs	Wirkungsgrenze, je- doch ungenügende Wirkung	-
0	mittel	keine Hemmzone, im Vergleich zur Kon- trolle etwa auf die Hälfte reduzierter Be- wuchs	ungenügend	- -
0	voll	keine Hemmzone, im Vergleich zur Kon- trolle nicht oder nur schwach reduzierter Bewuchs	ungenügend	- - -

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach den Kriterien der Prüfnorm. Dabei stellte das Ausmaß des Bewuchses der Prüfkörper durch die Mikroorganismen sowie die Größe der bewuchsfreien Zone um die Prüfkörper ein Maß für die Wirksamkeit der antimikrobiellen Ausrüstung dar.

Die Prüfung wurde als Einfachbestimmung durchgeführt.

Ergebnis für den Test nach der Prüfmethode SNV 195921

Probe: Materialprobe (Kunststoffdeckel)

Testorganismuns	Bewuchs	Hemmzone in mm	Bewertung
Alternaria alternata	keine	0	+
Aspergillus niger	keine	0	+
Penicillium chrysogenum	keine	0	+

Probe: Materialprobe (Dichtungsring)

Testorganismuns	Bewuchs	Hemmzone in mm	Bewertung
Alternaria alternata	keine	0	+
Aspergillus niger	keine	0	+
Penicillium chrysogenum	keine	0	+

Die Prüfung nach der Richtlinie SNV 195921 zeigt, daß von den beiden Proben gegenüber allen drei eingesetzten Testpilzen eine ausreichende fungizide Wirkung ausgeht.

2. Hemmhoftest nach SNV 195921

Die Materialproben wurden mit einer Mikroorganismensuspension beaufschlagt und für vier Wochen bei 30°C und erhöhter Luftfeuchtigkeit bebrütet. Das Wachstumsverhalten dieser Keime im Verlauf der Zeit wurde regelmäßig überprüft.

Verwendete Prüfkeime:

Pilze: - Alternaria alternata
 - Aspergillus niger
 - Penicillium chrysogenum

Bakterien: - Pseudomonas aeruginosa
 - Bakterienisolat (isoliert aus einer Wasserprobe, die bei einem Regenerationsvorgang des Trinkwasserfilters genommen wurde)

Ergebnis

Probenbezeichnung	Ergebnis
Kunststoffdeckel	kein Wachstum
Dichtungsring	kein Wachstum

II. Zusammenfassung der Ergebnisse

Hemmhoftest nach SNV 195921

Bei keinem der drei eingesetzten Testpilze wurde eine Hemmhoftbildung festgestellt. Wie die durchgeführten Untersuchungen zeigen, diffundieren von dem untersuchten Material keine fungiziden Substanzen in den Nährboden, was zu einer Hemmhoftbildung führen würde. Gleichzeitig wird das Material selbst jedoch nicht von den Schimmelpilzen bewachsen. Insgesamt ist das Material daher in dieser Hinsicht als gut zu bewerten.

Wachstumsversuch

Die beiden untersuchten Kunststoffproben zeigen keinen Bewuchs mit Mikroorganismen. Daraus läßt sich schließen, daß das Material keine Inhaltsstoffe enthält, die den eingesetzten Mikroorganismen als Nahrungsgrundlage dienen können.

IBA - Institut für biologisch-chemische Analytik GmbH, Pocking

Auszug aus dem Untersuchungsbericht Nr. 97040439 vom 22.07.1997

1. Aufgabenstellung

Bei dieser Testreihe wurde der Befall von eventuellen Schimmelpilzen des Trinkwasserfilter-Prototypen, mit der Bezeichnung

„NSP 600“ bzw. „2 + 4 Wasserturm“ (ohne Bakterienfilter),

untersucht. Hierfür wurde ein benutzter Trinkwasserfilter mit einer Einsatzdauer von 4 Jahren und einer Durchlaufmenge von ca. 11.200 Liter verwendet. Der Filter wurde bei Raumtemperatur ca. 3 Monate im Labor gelagert. Anschließend wurde der Filter ca. 15 Minuten gespült und es wurden Proben zur Schimmelpilz- und Keimzahlbestimmung entnommen.

2. Untersuchungsverfahren

Die mikrobiologischen Untersuchungen erfolgten entsprechend den nachstehenden tabellarisch aufgeführten Methoden:

Parameter	Methode
Koloniezahl bei 20°C nach 44 ± 4 h	Anlage 1 der TrinkwVO
Koloniezahl bei 36°C nach 44 ± 4 h	Anlage 1 der TrinkwVO
Schimmelpilze	LMBG - 01.00-13

3. Ergebnisse:

Parameter	Kolonienzahl KBE/ml		Schimmelpilze - KBE/l
	20 °C/44 h	36 °C/44 h	
Versuch: Seit 4 Jahren benutztes Gerät nach 12 Wochen Standzeit, Probenahme nach 15 Min. Durchlauf	0	0	0

Beurteilung der Ergebnisse:

Wie die Ergebnisse zeigen, weist der benutzte Filter nach einer Standzeit von 12 Wochen und einer Spülzeit von ca. 15 Min. keine Verkeimung auf. Auch Schimmelpilzkulturen waren nicht vorhanden.

IBA - Institut für biologisch-chemische Analytik GmbH, Pocking

Aufgabenstellung

In Absprache mit der Gemeinde Bad Füssing und dem Gesundheitsamt Griesbach wurde der PROaqua 4200 bei 5 Familien mit Eigenversorgung installiert. Hierbei sollte die Möglichkeit des Einsatzes des Trinkwasserfilters PROaqua 4200 für Brunnenbesitzer als Alternative zum sehr kostenintensiven Fernwasseranschluß geprüft werden. Die Testdauer betrug 6 Monate.

Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des Wasserfilters **PROaqua 4200**, versehen mit einer Aktivkohle_G-Kartusche und zwei Nitratharz_G-Kartuschen, hinsichtlich der Entfernung im speziellen von Nitrat untersucht. Weiterhin wurde das bakteriologische Verhalten im praktischen Einsatz überprüft.

Während des Testlaufes wurden die Filtergeräte, bzw. die Armaturen, bei den Probenahmen weder gespült noch abgeflammt. Es wurde geprüft, wie sich retrograde Verkeimung auswirkt.

Einbaudatum der Trinkwasserfilter: 31. Oktober 1996

Probenahme am 04.11.96 durch IBA-Labor:

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis vor Filter	Ergebnis nach Filter
-----------	-----------------------	------------------------	-------------------------

Probenahme bei Familie Nebether

Nitrat in mg/l	50	122	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	0	0
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	0	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme bei Familie Lechner

Nitrat in mg/l	50	137	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	0	0
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	0	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme bei Familie Bründl

Nitrat in mg/l	50	90	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	0	0
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	0	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme bei Familie Frankenberger

Nitrat in mg/l	50	108	n.n.
Summe Triazine in µg/l	0,5	n.n.	n.n.

Probenahme bei Familie Leitner

Nitrat in mg/l	50	108	n.n.
----------------	----	-----	------

n.n. = nicht nachweisbar

Probenahme am 17.01.97 durch IBA-Labor – ohne Abflammung und Spülung:

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis vor Filter	Ergebnis nach Filter
-----------	-----------------------	------------------------	-------------------------

Probenahme bei Familie Nebether

Nitrat in mg/l	50	ca. 122	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	130
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	98
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Probenahme bei Familie Bründl

Nitrat in mg/l	50	ca. 90	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	14
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	2
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Probenahme bei Familie Frankenberger

Nitrat in mg/l	50	ca. 108	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	30
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Probenahme bei Familie Leitner

Nitrat in mg/l	50	ca. 108	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	10
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	2
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis nach Filter <u>vor</u> <u>Regeneration</u>	Ergebnis nach Filter <u>nach</u> <u>Regeneration</u>
-----------	-----------------------	--	---

Probenahme bei Familie Lechner

Bei der Familie Lechner wurde die doppelte Wassermenge entnommen (ca. 20 ltr./Tag für Fußbäder, Geschirrspülwasser, etc.). Bei dieser Entnahmemenge ist der Trinkwasserfilter nach ca. 4 - 6 Wochen zu regenerieren. Die Regenerierung wurde am 20.01.97 durchgeführt.

Nitrat in mg/l	50	115	n.n. nach Regeneration
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	0	-
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	2	-
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	-
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	-

n.n. = nicht nachweisbar

**Probenahme am 10.03.97 durch Wasseruntersuchungslabor S. Ziegler, Fürstenzell
im Auftrag der Gemeinde Bad Füssing und des Gesundheitsamtes Griesbach – ohne
Abflammung und Spülung.**

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis vor Filter	Ergebnis nach Filter
-----------	-----------------------	------------------------	-------------------------

Probenahme bei Familie Bründl

Nitrat in mg/l	50	ca. 90	3
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	0
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Probenahme bei Familie Frankenberger

Nitrat in mg/l	50	ca. 108	2,6
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	140
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	20
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Probenahme bei Familie Leitner

Nitrat in mg/l	50	ca. 108	2,9
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	-	3
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	-	9
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	-	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	-	n.n.

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis nach Filter <u>vor</u> <u>Regeneration</u>	Ergebnis nach Filter <u>nach</u> <u>Regeneration</u>
-----------	-----------------------	--	---

Probenahme bei Familie Nebether

Bei der Familie Nebether wurde im Zusammenhang mit der Testreihe größere Wassermengen entnommen um die Regeneration zu demonstrieren. Bei doppelter Entnahmemenge liegt der Regenerierintervall bei 4 - 6 Wochen. Die Regenerierung wurde am 21.03.97 durchgeführt.

Nitrat in mg/l	50	76	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	2	-
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	1	-
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	-
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	-

Probenahme bei Familie Lechner

Bei der Familie Lechner wurde die doppelte Wassermenge entnommen (ca. 20 ltr./Tag für Fußbäder, Geschirrspülwasser, etc.). Bei dieser Entnahmemenge ist der Trinkwasserfilter nach ca. 4 - 6 Wochen zu regenerieren. Die Regenerierung wurde am 21.03.97 durchgeführt.

Nitrat in mg/l	50	110	n.n.
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	1	-
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	1	-
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	-
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	-

n.n. = nicht nachweisbar

Beurteilung der Ergebnisse des 6-monatigen Testlaufes:

Der Trinkwasserfilter PROaqua 4200 weist selbst bei einer sehr hohen Nitrat-Konzentration (bis zu 137 mg/ltr. Nitrat) ein sehr gutes Rückhaltevermögen auf. Bei „normalen“ Trinkwasserentnahmemengen (ca. 10 Ltr./Tag) ist der Trinkwasserfilter PROaqua 4200 nach ca. 3 Monaten zu regenerieren. Bei unüblich höheren Entnahmemengen von ca. 25 Ltr./Tag, ist der PROaqua 4200 nach ca. 4 - 6 Wochen zu regenerieren. Die Regeneration kann vom Endverbraucher sehr einfach und selbst durchgeführt werden. Die Kosten für diese Regeneration betragen ca. 0,50 DM.

Trotz der nicht kontinuierlichen Abnahmemengen (siehe TrinkwV - Seite 18 aa)) weist die mikrobiologische Untersuchung einwandfreie Ergebnisse während des gesamten Testlaufes auf. Die retrograde Verkeimung der Auslafeinheit – Regenerierkammer, Auslaufschlauch, Auslaufhahn – ist äußerst gering.

IBA - Institut für biologisch-chemische Analytik GmbH, Pocking

Aufgabenstellung

In Absprache mit der Gemeinde Bad Füssing und dem Gesundheitsamt Griesbach wurde der PROaqua 4200 bei 5 Familien mit Eigenversorgung installiert. Hierbei sollte die Möglichkeit des Einsatzes des Trinkwasserfilters PROaqua 4200 für Brunnenbesitzer als Alternative zum sehr kostenintensiven Fernwasseranschluß geprüft werden.

Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des Wasserfilters **PROaqua 4200** hinsichtlich des bakteriologischen Verhalten nach 10-monatigem praktischen Einsatz überprüft.

Probe 1: Probenahme ohne Spülung und ohne Abflammung.

Probe 2: Probenahme nach 10 Minuten Spülung und mit Abflammung.

Probenahme am 28.08.97 durch IBA-Labor: Prüfbericht 970777

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	<u>ohne Spülung</u> und <u>ohne</u> Abflammung	nach 10 Min. Spülung und Abflammung
-----------	-----------------------	--	---

Probenahme bei Familie Leitner

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	10	2
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	10	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme bei Familie Frankenberger

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	1000	2	2
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	10	0
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

IBA - Institut für biologisch-chemische Analytik GmbH, Pocking

Aufgabenstellung

Die Familie Tetzlaff aus Teurow hatte unterschiedliche und sehr hohe Schadstoffbelastungen im Trinkwasser. Es sollte überprüft werden, welche Schadstoffbandbreite der Wasserfilter **PROaqua 4200** in einer Filterkonfiguration ermöglicht.

Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des **PROaqua 4200**, versehen mit einer Aktivkohle_K-Kartusche, einer REDOX-SM_K-Kartusche, einer Nitratharz_K-Kartusche und einer Kalk_G-Kartusche, hinsichtlich der Entfernung verschiedenster Schadstoffe untersucht. Zudem wurde eine Dolomit_K-Kartusche zur Anreicherung des Filterwasser mit Magnesium eingesetzt.

Einbaudatum des Trinkwasserfilters: 19.09.1996

Analysiert durch IBA-Labor:

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis vor Filter	Ergebnis nach Filter
Nitrat in mg/l	50	23	n.n.
Ammonium in mg/l	0,5	2,0	n.n.
Eisen, gesamt in mg/l	0,2	1,6	n.n.
Mangan in mg/l	0,05	1,2	n.n.
Kalium in mg/l	12	380	0,63
Calcium in mg/l	400	-	n.n.
Magnesium in mg/l	50	-	35,10 durch Dolomit angereichert
Härte, gesamt (Grad dt. Härte)	-	-	9,3 durch Dolomit angereichert
Kupfer	3	-	0,009
Zink	5	-	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

Umweltanalytik Fader, Karlsruhe

Dipl.-Chemieingenieur (TU) Wasser- und Umweltanalytik von der Industrie- und Handelskammer Karlsruhe öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Trink-, Grund- und Brauchwasser

Sachbearbeiter: Dr. J. Horst, Chem.-Ing.

Aufgabenstellung

Der PROaqua 4200 wurde beim Wassermeister Langendörfer, Weingarten, installiert. Bei dieser Testreihe wurde die Wirkung des Wasserfilters **PROaqua 4200**, versehen mit einer Aktivkohle_G-Kartusche und zwei Nitratharz_G-Kartuschen, hinsichtlich der Entfernung im speziellen von Nitrat untersucht. Weiterhin wurde das bakteriologische Verhalten im praktischen Einsatz überprüft – Beprobung ohne Abflammung und Spülung.

Parameter	Grenzwert TrinkwVO	Ergebnis vor Filter	Ergebnis nach Filter
-----------	-----------------------	------------------------	-------------------------

Probenahme: 14.01.97

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	100	0	27
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	100	0	21
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme: 24.01.97

Nitrat in mg/l	50	56,4	0,8
Sulfat in mg/l	240	93,1	< 2
Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	100	0	13
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	1000	0	11
Escherichia coli in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme Keime in 100/ml	n.n.	n.n.	n.n.

Probenahme: 14.03.97

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	100	-	3
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	1000	-	3

Probenahme: 15.04.97

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	100	-	1
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	1000	-	0

Probenahme: 18.04.97

Nitrat in mg/l	50	ca. 56	0,3
Sulfat in mg/l	240	ca. 93	4,2

Probenahme: 02.07.97

Koloniezahlen bei 20 °C in 1/ml	100	-	0
Koloniezahlen bei 36 °C in 1/ml	1000	-	1

n.n. = nicht nachweisbar

Nach einer Einsatzdauer von ca. 6 Monaten und einer Entnahmemenge von ca. 1.600 Liter liegt der Nitratgehalt, nach einer zwischenzeitlichen Regeneration, unter 1 mg/l. Die bakteriologische Untersuchung zeigt, daß die retrograde Verkeimung zu keiner nennenswerten Keimzahl geführt hat (siehe TrinkwV - Seite 18 aa)).

Abschließende Hinweise:

Durch die Möglichkeit, verschiedene Filtermedien und -techniken miteinander zu kombinieren, können in über 100 unterschiedlichen Varianten nahezu alle bekannten Wasserbelastungen dauerhaft abgefangen werden. Der **PROaqua 4200** Trinkwasserfilter kann somit individuell auf jede weltweit vorkommende Schadstoffproblematik abgestimmt werden.

Die Konstruktion gewährleistet dabei ein physikalisch optimales Strömungsverhältnis des Wassers durch die Filtermedien Aktivkohle, Ionenaustauscher, Redoxol-Granulate, Bakterienfilter, Kieselsteinschicht, etc., wodurch größtmögliche Filterqualitäten und -leistungen erzielt werden. Der sogenannte "Kanaleffekt" wird vermieden.

Welche Schadstoffe werden zurückgehalten?

Je nach Wasserbelastung und Wunsch des Endverbrauchers kann der PROVITEC Trinkwasserfilter PROaqua 4200 mit verschiedenen Filtermedien ausgestattet werden, z. B.:

- für die Entfernung von Nitrat, Nitrit, Sulfat:
 - Nitratselektive Anionenaustauscher
- für die Entfernung organischer Verbindungen (z. B. Pestizide, Halogenkohlenwasserstoffe, sowie Chlor, etc.):
 - Geschüttete Aktivkohle, aus Kokosnuss-Schalen geköhlt
- für die Entfernung von Blei, Kupfer, Zink, Eisen, etc.:
 - Verschiedene REDOX-Granulate
- für die Anreicherung mit Mineralstoffen (z. B. Calcium, Magnesium):
 - Dolomitgestein
- für die Entfernung von "Kalk", Ammonium, Kalium, etc.:
 - Kationenaustauscher
- für die Entfernung von Bakterien:
 - Fraktionierte Membranfiltration

Weitere Test's sind in Bearbeitung, z. B.:

- **Langzeittest der Aktivkohle in verschiedenartigen Konzentrationen und Kombinationen von Pflanzenschutzmittel Halogenkohlenwasserstoffe, etc.**
- **Langzeittest der REDOX-Granulate in verschiedenartigen Konzentrationen und Kombinationen von Schwermetallen und Spurenelementen.**

Desweiteren werden derzeit die im PROaqua 4200 verwendeten lebensmittelechten Materialien durch ein Hygieneinstitut zertifiziert. Diese Zertifizierung wurde bereits durch das GS-Zeichen der LGA für den Prototypen „NSP 600“ vorbereitet.

Passau, den 01. Januar 2003

Quality Assurance Certificate

This document is to certify that the designated product was manufactured by Sartorius in conformance with established Current Good Manufacturing Practice (cGMP) standards.

This product is developed, produced and distributed according to a Quality Management System that is certified for compliance with DIN/ISO 9001.

This product is registered with the Food and Drug Administration (FDA) under the Drug Master File No. 5967.



This product has passed Sartorius' inhouse tests and thus meets Sartorius' stringent quality control standards.

Integrity test values: Each membrane filter element has been individually tested for integrity by means of diffusion and bubble point testing. These tests have been performed according to the procedures stated in the corresponding Validation Guide.

For this filter element the bubble point measured was ≥ 3.2 bar/ 46 psi.

Diffusion rate measured for this filter was found to be < 3 ml/min, at a test pressure of 2.5 bar/ 36 psi.

For sterilizing - grade filters, these integrity test values have been fully correlated to the HIMA/ASTM F 838-83 Bacteria Challenge test, using a challenge level $\geq 1 \times 10^7$ CFU/cm² of *Brevundimonas diminuta*.

Biosafety: All materials of this filter element meet the requirements of the current USP Biological Reactivity tests < 88> for plastics Class VI; (Systemic Injection, Intracutaneous and Implantation tests).

Non fibre releasing: This filter product complies with the title 21 of the Code of Federal Regulations (CFR), section 210.3(b)(6) and 211.72.

In addition to these main tests, the following is checked on a regular basis:

Retention of *B. diminuta*: Quantitative retention of *Brevundimonas diminuta* is checked for every 0.2 µm membrane lot. Additionally, the retention of *B. diminuta* is checked by regular sampling of all sterilizing grade filter elements.

Oxidizable Substances: The filtrate of these filter elements shows a negative reaction when tested according to the current USP.

Extractable Substances: The total amount of extractables is well below the limits established by the current USP under "Sterile Water for Injection".

Bacterial Endotoxins: An 0.9% NaCl extract of this filter product contains less than 0.25 EU/ml, which was determined by using the Limulus Amebocyte Lysate (LAL) test.

Particulate Matter: This product releases particulate matter in quantities well below the requirements established in the current USP in "Large Volume Injections for Single Dose Infusion".

Thermal Stability: Filter cartridges that underwent multiple (25) steam sterilization cycles at 134 °C showed no loss of integrity.

Note: Details of the methodologies used in the tests mentioned above as well as more detailed test results are given in the respective Validation Guide.

11.10.2005

Date

Dr. Ralf Wawotzny
Director Quality Assurance



Sartorius AG, Biotechnology Division





Trinkwasseraufbereitung

PROaqua® 4200

- Das Multi-Barrier-System -

Seite 1: Interpretationen

Seite 2: Erläuterungen

Seite 3: Test-Bericht

Erläuterungen und Interpretationen zum Test-Bericht der Stiftung-Warentest - Januar 2001

Auszug aus dem Testbericht der "Stiftung Warentest" (01/2001):

Alle an den PROaqua 4200 vergebenen Testurteile wurden mit **"sehr gut"** bewertet.

Laut Testbericht ist der PROaqua 4200 das einzige Filtergerät, welches **„zur Aufbereitung von Wasser, das nicht der Trinkwasserverordnung entspricht, geeignet ist“** und ebenfalls der einzige Wasserfilter, welcher **"Problemstoffe zuverlässig entfernt"**.

- Blei und Kupfer: "sehr gut".
- Nitrat: "sehr gut".
- Biozide: "sehr gut".
- Trübstoffe: "sehr gut".

Test-Bericht der Stiftung-Warentest vom Januar 2001

und der Versuch der Stiftung Warentest den Verbraucher durch Fehlinterpretationen in die Irre zu führen.

Fest installierbare Filter			
	Everpure S - 100	Filopur HU-ST Haushaltgerät	Provitec Proaqua 4200
test-KOMMENTAR	Zur Aufbereitung von Wasser, das nicht der Trinkwasserverordnung entspricht, ist der Provitec Proaqua geeignet . Das mit Abstand teuerste Gerät im Test entfernt Problemstoffe zuverlässig. Allerdings gibt es Natrium und Chlorid an das Wasser ab. Everpure und Filopur sind bedingt geeignet . Die Reduzierung einzelner Schadstoffe ist möglich. Ihr Haupteinsatzzweck ist die geschmackliche Verbesserung (zum Beispiel Chlorentfernung) von Trinkwasser.		
Wirkprinzip	Die Filter sind zum Anschluss an das Leitungsnetz vorgesehen, werden vom Wasser durchströmt und besitzen eigene Armaturen. Everpure und Filopur enthalten Aktivkohle und Feinfiltermaterialien. Der Provitec Proaqua lässt sich je nach Wasserzusammensetzung mit unterschiedlichen Kartuschen bestücken (zum Beispiel Aktivkohle, Ionenaustauscher und Bakterienfilter).		
Entfernung von Schadstoffen und Bakterien	Blei und Kupfer entfernt der Provitec Proaqua am zuverlässigsten („sehr gut“). Everpure und Filopur sind für diesen Zweck nicht vorgesehen (Partikel werden allerdings zurückgehalten). Nitrat reduziert der Provitec-Filter „sehr gut“. Die beiden anderen Filter sind dafür nicht geeignet. Biozide lassen sich von allen Filtern „sehr gut“ entfernen. Trübstoffe lassen sich „sehr gut“ oder „gut“ (Everpure) entfernen. Keime können alle drei Filter sehr weitgehend zurückhalten. Die Verkeimungsgefahr ist gering.		
Abgabe unerwünschter Stoffe	Der Ionenaustauscher des Provitec gibt Natrium und Chlorid an das Wasser ab. Mit Filopur behandeltes Wasser wird mit Silber belastet (Urteil: „ausreichend“).		
Handhabung	Die Installation ist etwas schwierig. Da Erschöpfungsanzeigen fehlen, besteht die Gefahr, den Filterwechsel oder die Regeneration zu versäumen. Aufwändig ist die alle drei Monate erforderliche Regeneration des Provitec-Filters. Die Durchlaufgeschwindigkeit ist mit etwa 1 bis 2 Litern pro Minute „gut“.		

UNSER RAT

Die meisten Wasserfilter haben nur eine beschränkte Wirkung und entfernen einzelne Problemstoffe gar nicht oder unzuverlässig. Sie können sogar andere Substanzen ins Wasser abgeben. Außerdem verteuert der regelmäßig erforderliche Patronenwechsel den Wasserpreis erheblich. Beachten Sie deshalb unsere Tipps auf Seite 56. Von den geprüften Filtern eignet sich der **Provitec Proaqua** (1 680 Mark) am ehesten zur Schadstoffreduzierung.

Internet-Ausgabe des Testberichtes:

Kommentar:

Obwohl der PROaqua 4200 im Test hervorragend abgeschnitten hat, alle Problemstoffe wie Nitrat, Blei, Kupfer, Biozide und Trübstoffe vollständig entfernte, und diese Ergebnisse mit „sehr gut“ bewertet wurden, fehlt in der Internetveröffentlichung jeglicher Hinweis, bzw. die Ergebnisse werden unterschlagen:
„Die Filter wirken nur beschränkt. Einzelne Problemstoffe werden nicht oder nur teilweise entfernt.“

Der Leser soll hierbei vorsätzlich irregeführt werden.

Stiftung Warentest

TEST aus HAUS + GARTEN

test 1/2001



Wasserfilter Meist überflüssig

Deutsches Trinkwasser ist besser als sein Ruf. Die strengen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung werden fast überall eingehalten. Trotzdem versuchen die Anbieter von Wasserfiltern das Geschäft mit der Angst: Schadstoffe soll der Filter zurückhalten, Bakterien aus dem Leitungswasser holen und Trinkwasser von Blei und Kupfer befreien. Die STIFTUNG WARENTEST hat 11 Wasserfilter für Küche, Haushalt und Reise getestet.

Ergebnis: Die Filter wirken nur beschränkt. Einzelne Problemstoffe werden nicht oder nur teilweise entfernt. Manche Filter geben sogar Natrium, Chlorid oder Silber ins Wasser ab. Die Wasserqualität wird verschlimmbessert. Teuer ist das Filtern obendrein: Bei regelmäßiger Anwendung kostet ein Liter Wasser bis zu 32 Pfennig. Die Filterpatronen müssen regelmäßig gewechselt werden, sonst können gefährliche Keime entstehen.

Geeignet sind die Filter für spezielle Anwendungen. Etwa um Teewasser zu enthärten, Chlorgeschmack zu entfernen oder dem Kaffee mehr Aroma zu geben. Für Globetrotter gibt es Reisefilter, die unterwegs vor Bakterien schützen. Wer auch dem heimischen Trinkwasser misstraut, kann Klarheit schaffen: Die STIFTUNG WARENTEST analysiert Ihre Trinkwasserprobe auf Blei, Cadmium, Kupfer und Zink.

Begriffsbestimmungen:

Natrium-Chlorid:

**Natrium-Chlorid = Kochsalz = Speisesalz = Kostbarkeit
= Lebensnotwendig**

Salz als Motor aller Bewegung

Natrium ist Bestandteil von Kochsalz, einem Element, das seit Anbeginn unser Leben ermöglicht. Wie schon erwähnt, stammen alle Lebewesen entwicklungsgeschichtlich aus dem Meerwasser ab. Unsere Körperflüssigkeiten haben gewissermaßen als wichtigstes Erbe unserer Abstammung immer noch einen Salzanteil von 0,9 Prozent. Sie sind also ebenso salzreich wie das Meerwasser. Für unsere Zellen ist dies sehr wichtig, speziell für deren steten Wasseraustausch. Sie müssen und wollen unablässig Wasser aus der extrazellulären Flüssigkeit aufnehmen und an sie abgeben. Dies funktioniert nur mit Hilfe von Salz. Für Chemiker ist Salz Natriumchlorid, das im Wasser in zwei lösliche Ionen (Atomteilchen) zerfällt: In das positiv geladene Natrium und das negativ geladene Chlorid. Natrium zieht Wassermoleküle an, dadurch entsteht Bewegung, und Wasser gerät in Fluss.

Elektrolythaushalt:

Durch Austausch von Schadstoffen gegen ernährungsphysiologisch wichtige Mineralstoffe (Natrium und Chlorid) wird der Elektrolythaushalt des Wassers nicht verändert (im Gegensatz zu Osmose).

In der Medizin verabreicht man bei großem Blutverlust oder Kreislaufproblemen eine physiologische Kochsalzlösung (Natrium-Chlorid), die genau der Blutkonzentration von 9 Gramm pro Liter Flüssigkeit entspricht, **als Infusion**. Der menschliche Körper benötigt das Salz laufend durch die Nahrung, da es durch Harn, Schweiß und Tränenflüssigkeit ständig wieder ausgeschieden wird. Der durchschnittliche Mitteleuropäer verbraucht pro Tag etwa 5 Gramm Salz, in wärmeren Ländern ist der Salzverbrauch aufgrund der höheren Schweißproduktion wesentlich höher.

Kochsalz (Natrium-Chlorid) wird zur Würzung von fast allen Speisen benutzt und Kochsalz ist für den Menschen lebenswichtig.

Installation:

Die Installation eines Trinkwasserfilters PROaqua 4200 ist sehr einfach. Er kann in der Regel durch den Käufer selbst montiert werden. Die Montage dauert ca. 30 Minuten.

Regeneration:

Die Regeneration kann vom Verbraucher selbst und sehr einfach durchgeführt werden. Die Vorbereitungen vor und nach der Regeneration dauern ca. 3 Minuten - weniger als das Aus- und Einräumen eines Geschirrspülers. Die Regeneration selbst dauert ca. 2 Stunden und läuft selbstständig ab - wie bei einem Geschirrspülvorgang.

Die Regeneration ist in der Regel alle 3 Monate durchzuführen - den Geschirrspüler bedient der Verbraucher jeden Tag.

Salz ist lebenswichtig. Nur wer beim Salzen allzu üppig hinlangt, bringt den Körper aus dem Gleichgewicht.

Salz kann man nicht anbauen. Es ist vor Jahrmillionen entstanden – überall dort, wo Meer ist oder wo vor Urzeiten einmal Meer war. Im Salzwasser der Urmeere entstand das Leben. Noch heute wird jede unserer Körperzellen von einer salzreichen, dem Meerwasser ähnlichen Flüssigkeit umspült.

Salz bindet Wasser

Kochsalz ist die Verbindung von Natrium und Chlor: Natriumchlorid. Ein Gramm kann etwa 100 Milliliter Wasser im Körper binden. Bei übermäßigem Salzverzehr kann im Organismus so viel Flüssigkeit zurückgehalten werden, dass Herz und Nieren belastet werden. Wobei der durchschnittliche Salzverzehr mit etwa acht Gramm pro Kopf und Tag noch im grünen Bereich liegt. Nur wer täglich Fertigsüppchen löffelt, bei Schinken und Matjes kräftig zulangt, abends salzige Chips knabbert, liegt deutlich darüber.

Vorsicht bei Bluthochdruck

Und ein beständiges Zuviel kann kritisch werden. Zumindest für Menschen, die an Bluthochdruck leiden oder dafür anfällig sind. Wobei eine rigide Enthaltensamkeit in puncto Salz selbst Hochdruckkranken nicht mehr empfohlen wird. Ganz abgesehen davon, dass nur etwa jeder zweite Hypertoniker überhaupt salzsensitiv ist. Die Blutdruckwerte dieser Menschen reagieren auf übermäßige Salzzufuhr – beziehungsweise auf Salzaskese.

Salzmangel

Wer Sport treibt oder körperlich hart arbeitet und dabei ordentlich schwitzt, kann schnell unter Salz-mangel leiden. Denn mit dem Schweiß geht viel Salz verloren. Nach dem Sport kann man seinen Durst deshalb beruhigt mit natriumhaltigem Mineralwasser stillen. Natrium allein steigert nicht den Blutdruck. Erforderlich dafür ist auch das Chlorid.

Unter Salz-mangel leiden häufig auch ältere Menschen. Sie verspüren kaum noch Durst, trinken zu wenig und trocken regelrecht aus. Schon eine zusätzliche Prise Salz kann ihren Durst wieder anregen und den Flüssigkeitshaushalt ins Lot bringen.

Kostbarkeiten



SALZ-WARENKUNDE

Millionen Jahre alt

Steinsalz

Ganz normales Koch- oder Tafelsalz ist meist Steinsalz. Es wird aus unterirdischen Salzlagern gewonnen, die durch Eintrocknen urzeitlicher Binnenmeere entstanden sind. Abgebaut wird es bergmännisch unter Tage oder durch Lösung in Wasser (Sole) und Eindampfen in Salinen (Siedesalz). Das teure Trendprodukt Ur-Salz, der Renner in Bioläden, ist solches Steinsalz – allerdings ungeraffiniert. Handelsübliches Kochsalz wird zerkleinert und gereinigt (raffiniert). Dabei gehen einige Mineralstoffe und Spurenelemente verloren, aber auch Verunreinigungen. Zusätze wie Kalium- oder Natriumkarbonat erhalten die Rieselfähigkeit.

Meersalz

Meerwasser liefert Salz in seiner ursprünglichsten Form. Um es zu gewinnen, muss das Wasser in Becken durch Sonne und Wind verdunsten. Doch gereinigtes Meersalz im Handel weist zum normalen Kochsalz kaum Unterschiede auf: Es besteht im Wesentlichen aus Natriumchlorid. Nur zu etwa zwei Prozent sind auch andere Mineralsalze enthalten. Zur Jodversorgung trägt nicht angereichertes Meersalz wenig bei. Und Kalzium, Magnesium, Zink holt sich der Körper aus anderen Lebensmitteln.

Mehr Salz

Mitteleuropa ist Jodmangelgebiet, unsere Nahrung ist extrem jodarm. Es ist deshalb sinnvoll, jodiertes Speisesalz zu verwenden. Es enthält mindestens 15, höchstens 25 Milligramm Jod pro Kilogramm. Wer täglich 5 Gramm Jodsalz zu sich nimmt, kommt auf 0,1 Milligramm Jod – immer noch nur die Hälfte dessen, was täglich notwendig wäre. Bisweilen wird auch Fluor zugesetzt. Das kann, auch noch bei Erwachsenen, Karies vorbeugen. Aber Vorsicht bei Kleinkindern, die bereits Fluortabletten bekommen. Ein Zuviel an Fluor kann schaden. Kräuter-, Gewürzsalze müssen neben Kochsalz mindestens 15 Prozent Würzzusätze enthalten. Auch in Streuwürzen wie Aromat oder Fondor stecken neben dem Geschmacksverstärker Natriumglutamat (E 621) zwischen 40 und 60 Prozent Kochsalz.

Himalaya-Salz

Kristallsalz vom Himalaya wird angeblich von Hand abgebaut und ist sehr teuer. Es enthält, so die Werbung, genau jene 84 Elemente, aus denen unser Organismus aufgebaut ist. Letztlich ist der Gehalt an Mineralstoffen jedoch extrem gering und kann bei sinnvoll mäßigem Verzehr nicht den Bedarf decken – siehe Steinsalz.

WEB CAMS

Seite 18-21

AverMedia

Hausinger Str. 6
40764 Langenfeld
Tel. 0 21 73/10 63 60
Fax 0 21 73/1 06 36 29
www.avermedia.de

Boeder

Industriestr. 30-34
65760 Eschborn
Tel. 0 61 96/90 36 00
Fax 0 61 96/90 36 29
www.boeder.de

Creative Labs

Feringastr. 6
85774 München-
Unterföhring
Tel. 0 89/9 92 87 10
Fax 0 89/99 28 71 22
www.creative.com

3COM

Max-Planck-Str.
85609 Dornach
Tel. 0 89/25 00 00
Fax 0 89/25 00 01 11
www.3com.de

Intel

Pipers Way
Swindon
Wiltshire, SN3 1 RJ
England
Tel. 0 69/95 09 60 99
Fax 00 44 17 93 48 80 13
www.intel.de

Kodak

70323 Stuttgart
Tel. 07 11/40 60
Fax 07 11/4 06 53 85
www.kodak.de

Logitech

Strefflacher Str. 7
82110 Germering
Tel. 0 89/89 46 70
www.logitech.de

Mustek

Hellersbergstr. 2a
41460 Neuss
Tel. 0 21 31/1 62 60
Fax 0 21 31/10 38 30
www.mustek.de

Philips

Alexanderstr. 1
20099 Hamburg
Tel. 0 40/2 85 20
Tel. 0 40/28 52 12 12
www.philips.de

MP3-SPIELER

Seite 30-33

Casio

Bornbach 10
22848 Norderstedt
Tel. 0 40/52 86 50
Fax 0 40/52 86 51 00

Grundig

90748 Fürth
Tel. 01 80/5 30 21 22
Fax 09 11/7 03 85 00

Hango

UHU Trading
Hohlstr. 190
CH 8004 Zürich
Tel. 00 41/12 40 33 60
Fax 00 41/12 40 33 62

Microboss

Dammstr. 31-33
47119 Duisburg
Tel. 02 03/35 82 72
Fax 02 03/35 82 99

Pontis

Irrenloher Damm 17
92521 Schwarzenfeld
Tel. 0 94 35/5 40 70
Fax 0 94 35/54 07 40

Sony

Postfach 30 12 49
50782 Köln
Tel. 02 21/5 96 60
Fax 02 21/5 96 63 49

Thomson

Postfach 61 01 31
30601 Hannover
Tel. 05 11/41 80
Fax 05 11/4 18 23 00

Vivanco

Postfach 13 20
22903 Ahrensburg
Tel. 0 41 02/23 10
Fax 0 41 02/23 14 51

S.E.G.:

VESEG Video
Postfach 10 20
66774 Rehlingen-
Siersburg
Tel. 0 68 35/5 00 00
Fax 0 68 35/78 55

VIDEO-KASSETTEN

Seite 35-39

EMTEC/BASF

Postfach 21 01 69
67001 Ludwigshafen
Tel. 06 21/5 92 00
Fax 06 21/5 92 03 80

Fuji

Fujistr. 1
47533 Kleve
Tel. 0 28 21/50 90
Fax 0 28 21/50 91 83

JVC

Postfach 10 05 62
61145 Friedberg
Tel. 0 60 31/93 90
Fax 0 60 31/1 83 83

Kodak

Postfach 60 03 45
70323 Stuttgart
Tel. 07 11/40 60
Fax 07 11/4 06 53 85

Maxell

Postfach 23 43
40646 Meerbusch
Tel. 0 21 59/91 30
Fax 0 21 59/91 31 50

Panasonic

Postfach 54 04 69
22504 Hamburg
Tel. 0 40/8 54 90
Fax 0 40/85 49 30 19

Philips

Rheingastr. 190
20099 Wiesbaden
Tel. 06 11/9 62 06
Fax 06 11/9 62 93 58

Sony

Postfach 30 12 49
50782 Köln
Tel. 02 21/5 96 60
Fax 02 21/5 96 63 49

TDK

Postfach 21 68
40844 Ratingen
Tel. 0 21 02/48 70
Fax 0 21 02/47 15 31

MATRATZEN

Seite 44-48

Bettina

Max-Planck-Str. 1
50189 Elsdorf
Tel. 0 22 74/9 22 90
Fax 0 22 74/92 29 38

Breckle

Postfach 11 67
37141 Northeim
Tel. 0 55 51/6 09 70
Fax 0 55 51/60 97 60

Concord

Dürener Str. 422
50858 Köln
Tel. 02 21/48 92 71 25
Fax 02 21/48 92 71 44

Diamona

Hermann Koch
Daimlerstr. 19
38446 Wolfsburg
Tel. 0 53 61/8 50 20
Fax 0 53 61/5 48 88

Domäne

Postfach 12 55
37178 Hannover
Tel. 0 55 05/50 20
Fax 0 55 05/27 72

Dormilux

Dormita
Augsfelder Str. 15
97437 Haßfurt
Tel. 0 95 21/69 70
Fax 0 95 21/6 97 50

Dunlopillo

Dunlop
Birkenhainer Str. 77
63450 Hanau
Tel. 0 61 81/68 04
Fax 0 61 81/68 43 92

f.a.n.:

Frankenstolz
Schlafkomfort
Postfach 307
63704 Aschaffenburg
Tel. 0 60 21/70 80
Fax 0 60 21/7 64 79

femira

Postfach 69
74383 Pleidelsheim
Tel. 0 71 44/20 20
Fax 0 71 44/20 22 01

Fey

Postfach 15 65
48273 Emsdetten
Tel. 0 25 72/15 40
Fax 0 25 72/1 54 90

Hukla

Postfach 12 84
77718 Gengenbach
Tel. 0 78 03/93 10
Fax 0 78 03/93 14 08

IKEA

Am Wandersmann 2-4
65719 Hofheim
Tel. 0 61 22/7 10
Fax 0 61 22/7 13 99

Origo

St. Michel
Perlenweg 3
73525 Schwäbisch
Gründ
Tel. 0 71 71/92 52 20
Fax 07 71/9 25 25 59

Quelle/Schlaf-Gut

Kundenservice
90750 Fürth
Tel. 0 180 5/31 00
Fax 09 11/1 42 85 00

Real

Dorstener Str. 164
46145 Oberhausen
Tel. 02 08/8 90 80
Fax 02 08/8 90 82 26

Schlaraffia/Baur:

Baur Versand
Bahnhofstr. 10
96224 Burgkunstadt
Tel. 0 95 72/9 10
Fax 0 95 72/29 90

Schlaraffia:

Hülser
Postfach 60 01 05
44841 Bochum
Tel. 0 23 27/32 50
Fax 0 23 27/32 52 0

WASSERFILTER

Seite 55-57

Aqua Select

Kabelkamp 11
30179 Hannover
Tel. 05 11/9 66 13 66
Fax 05 11/9 66 13 30

Brita

Heinrich-Hertz-Str. 4
65232 Taunusstein
Tel. 0 61 28/74 60
Fax 0 61 28/74 63 55

Cascade

H.C. Andersen-Weg 33
24939 Flensburg
Tel. 04 61/5 00 25 55
Fax 04 61/5 00 29 50

Filopur

Noltenweg 15
70597 Stuttgart
Tel. 07 11/76 60 77
Fax 07 11/76 67 66

Katadyn

Birkenweg 4
CH-8304 Wallisellen
Tel. 00 41/18 39 21 11
Fax 00 41/18 30 79 42

Kenwood

Postfach 14 17
63234 Neu-Isenburg
Tel. 0 61 02/7 15 10
Fax 0 61 02/71 51 10

Mabeco

Hermann-Laur-Str. 4
78253 Eigeltingen
Tel. 0 77 74/5 05 70
Fax 0 77 74/5 05 99

USF

Postfach 551
56235 Ransbach-
Baumbach
Tel. 0 26 23/89 11 51
Fax 0 26 23/89 11 50

AUTORADIO-NAVIGATIONS-GERÄTE

Seite 61-69

Alpine

Brandenburger Str.
2-6
40880 Ratingen
Tel. 0 21 02/45 50
Fax 0 21 02/44 53 21
www.alpine.de

Blaupunkt

Postfach 77 77 77
31132 Hildesheim
Tel. 0 51 21/4 90
Fax 0 51 21/49 25 90
www.blaupunkt.de

Clarion

Hessenring 19-21
64546 Mörfelden-
Walldorf
Tel. 0 61 05/97 70
Fax 0 61 05/97 73 99
www.clarionmultimedia.com

Garmin

GPS
Lochhamer Schlag 5a
82166 Gräfelfing
Tel. 0 89/58 58 36 40
Fax 0 89/58 83 64 44
www.gps-nav.de

Grundig

Kurgartenstr. 37
90748 Fürth
Tel. 09 11/70 30
Fax 09 11/7 03 92 18
www.grundig.de

JVC

Postfach 10 05 62
61145 Friedberg
Tel. 0 60 31/93 90
Fax 0 60 31/93 91 00
www.jvc.de

Kenwood

Postfach 15 55
63133 Heusenstamm
Tel. 0 61 04/6 90 10
Fax 0 61 04/6 39 75
www.kenwood.de

Magneti Marelli

Wannenackerstr. 71
74078 Heilbronn
Tel. 0 71 31/29 10
Fax 0 71 31/17 69 28
www.magnetmarelli.de

Panasonic

Postfach 54 04 69
22504 Hamburg
Tel. 0 40/8 54 90
Fax 0 40/85 49 25 00
www.panasonic.de

Philips

VDO Car Communica-
tion
Postfach 1480
35573 Wetzlar
Tel. 0 64 41/37 00
Fax 0 64 41/37 06 90
www.vdodayton.de

Pioneer

Postfach 12 37
47853 Willich
Tel. 0 21 54/91 30
Fax 0 21 54/42 96 70
www.pioneer.de

Sony

Postfach 30 12 49
50782 Köln
Tel. 02 21/5 96 60
Fax 02 21/5 96 63 49
www.sony.de

VDO Dayton

siehe Philips

WEISSWEIN

Seite 77-83

Aldi (Nord)/Villa

Alberty
Postfach 13 01 10
45291 Essen
Tel. 02 01/8 59 30
Fax 02 01/8 59 33 18

Aldi (Süd)

Postfach 10 01 52
45401 Mülheim
Tel. 02 08/9 92 70
Fax 02 08/9 92 73 21

Amselkeller:

A. Racke
Postfach 16 53
55386 Bingen/Rhein
Tel. 0 67 21/18 80
Fax 0 67 21/18 82 20

Arcosoli:

Metro
Postfach 23 03 62
40089 Düsseldorf
Tel. 02 11/9 69 15 75
Fax 02 11/9 69 15 79

Blanchet:

siehe Amselkeller

Deinhard:

Henkell & Söhne
Biebricher Allee 142
65174 Wiesbaden
Tel. 06 11/6 30
Fax 06 11/6 31 03

Erben:

F. W. Langguth Erben
Dr. Ernst-Spies-Allee 2
56841 Trarbach-Trarbach
Tel. 0 65 41/1 70
Fax 0 65 41/64 74

Ernest & Julio Gallo:

E. & J. Gallo Winery
Am Kronberger Hang 2a
65824 Schwalbach a. T.
Tel. 0 61 96/8 80 30
Fax 0 61 96/8 80 33 33

Graf Károlyi:

BSU Binderer-
St. Ursula
Lerdienstr. 66
80995 München
Tel. 0 89/3 14 00 30
Fax 0 89/31 40 03 55

J. P. Chenet:

Les Grands Chais de
France
1. Rue de la Division
Lederer
F-67290 Petersbach
Tel. 00 33/3 8871 79 79
Fax 00 33/3 8870 45 09

Langguth:

siehe Erben

Le Filou:

siehe Graf Károlyi

Le Flamand:

Rheinberg Kellerei
Mainzer Str. 162-170
55411 Bingen/Rhein
Tel. 0 67 21/18 90
Fax 0 67 21/1 89 37

Lidl

74204 Bad-Wimpfen
Tel. 0 71 32/94 20 00
Fax 0 71 32/94 21 69

Lindemann:

Reh Kendermann
Am Ockenheimer
Graben 35
55411 Bingen/Rhein
Tel. 0 67 21/90 10
Fax 0 67 21/90 12 61

Martin Schongauer:

Badischer Winzerkeller
Postfach 12 49
79201 Breisach am
Rhein
Tel. 0 76 67/90 00
Fax 0 76 67/90 02 32

Medinet:

siehe Erben

Moselland Classic:

Moselland
54470 Bernkastel-Kues
Tel. 0 65 31/5 70
Fax 0 65 31/57 37

Norma

Hansastr. 20
90766 Fürth
Tel. 09 11/9 73 90
Fax 09 11/9 59 19 93

Oberon:

siehe
Martin Schongauer

Penny

50603 Köln
Tel. 02 21/14 90
Fax 02 21/1 49 90 00



Meist überflüssig

Nitrat, Blei, Pestizide oder Bakterien?

Viele Menschen misstrauen der Qualität ihres Trinkwassers und liebäugeln mit einem Wasserfilter. Welchen Schutz bieten die Mini-Wasserwerke im Haushalt?

Anita K. macht sich Sorgen um ihr wichtigstes Lebensmittel: das Trinkwasser. Die Berlinerin wohnt mit ihren zwei Kindern in einem Altbau und fürchtet, dass die Steigeleitungen im Haus aus Blei sind. Der Schadstoff ist bekannt dafür, das Nervensystem zu belasten und besonders die Lernfähigkeit von Kindern zu beeinträchtigen. Anita K. will jetzt mithilfe der Trinkwasseruntersuchung der STIFTUNG WARENTEST (siehe S. 57) auf Nummer Sicher gehen. Und sie fragt: „Wenn mein Wasser belastet ist, können Sie mir dann einen Wasserfilter empfehlen?“

Wie Anita K. haben viele Verbraucher Zweifel an der Qualität ihres Trinkwassers. Doch Tatsache ist: Das Wasser aus

dem Hahn ist besser als sein Ruf. Wasserwerke und Gesundheitsämter kontrollieren es regelmäßig. In Deutschland gilt eine Trinkwasserverordnung, deren strenge Grenzwerte fast überall eingehalten werden.

Andererseits: Immer wieder melden einzelne Wasserwerke im ländlichen Raum Probleme mit Nitrat und Pestiziden. Wo die Bauern im Einzugsgebiet der Brunnen übermäßig viel düngen und die chemische Keule schwingen, ist das Grundwasser oft belastet. Anderorts – vor allem bei kleinen Einzelwasserversorgungsanlagen – kann das Wasser so aggressiv sein, dass es Kupferrohre angreift und Metallionen herauslöst. Und vor einigen Wochen bestätigten ei-

nige Wasserwerke, dass unter der Erde zum Teil noch einzelne Rohre mit geteilter Innenwand liegen, die kleine Mengen polyaromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK, siehe test 11/2000) ins Wasser abgeben können.

Obwohl derartige Schadstoffe in den meisten deutschen Trinkwässern keine Rolle spielen, versuchen einige Anbieter kleiner Wasserfilter, mit der Angst ein Geschäft zu machen. Zum Beispiel stehen auf der Verpackung des Kenwood-Wasserfilters Prozentzahlen zur Reduzierung von Kadmium und anderen Problemstoffen, ohne auf die (geringe) Verbreitung dieser Substanzen hinzuweisen. Der Waterboy-Filter wird sogar für die in Deutschland abwegige Quecksilber-Entfernung angeboten. Die Hersteller des Everpure versprechen, mit ihm „Schmutz und Trübheit“, „Schimmelpilze und Algen“ zu beseitigen – und fügen dann den vielsagenden Satz an: „Die oben aufgeführten Stoffe müssen nicht unbedingt in Ihrem Leitungswasser sein.“ Marktführer Brita wirbt vergleichsweise bescheiden mit der „Reduktion von Kalk und geschmacksstörenden Stoffen“.

Wir haben untersucht, in welchem Maße handelsübliche Wasserfilter diejenigen Schadstoffe entfernen können, die zumindest in einigen Wässern tatsächlich vorkommen. In den Test einbezogen wurden folgende Filterarten:

UNSER RAT

Die meisten Wasserfilter haben nur eine beschränkte Wirkung und entfernen einzelne Problemstoffe gar nicht oder unzuverlässig. Sie können sogar andere Substanzen ins Wasser abgeben. Außerdem verteuert der regelmäßig erforderliche Patronenwechsel den Wasserpreis erheblich. Beachten Sie deshalb unsere Tipps auf Seite 56. Von den geprüften Filtern eignet sich der **Provitec Proaqua** (1 680 Mark) am ehesten zur Schadstoffreduzierung. Von den Reisefiltern kann der **Katadyn Combi** (300 Mark) am zuverlässigsten Bakterien entfernen.

Wer Teewasser enthärten möchte oder Chlorgeschmack entfernen will, kann einen der kleinen Tischfilter wählen. In dieser Produktgruppe haben die Modelle von **Brita** (30 und 50 Mark) und **Kenwood** (39 Mark) etwas besser abgeschnitten als die Konkurrenz.

- Sechs tragbare Tischfilter, die alle nach dem gleichen Prinzip arbeiten: Oben gießt man Wasser hinein, das dann durch die Filterpatrone sickert und in einen Vorratsbehälter rinnt.
- Drei Filter, die in der Küche an die Leitung oder an die Wasserarmatur fest angeschlossen werden und zumindest zeitweise unter Wasserdruck stehen.
- Zwei Reisefilter, mit denen Globetrotter Oberflächenwasser per Handpumpe zu Trinkwasser filtrieren sollen.

Wie wirksam diese Filter vor Schadstoffen und Bakterien schützen, prüften wir mithilfe verschiedener Wässer (siehe „Ausgewählt ...“, S. 58). Die Patronen der Tischfilter enthalten normalerweise zwei Komponenten: Ionenaustauschermasse und Aktivkohle. Der Ionenaustausch findet an der Oberfläche von Kunsthärzkügelchen statt. Mineralien wie Kalzium und Magnesium, aber auch gelöstes Blei und Kupfer (alle Kationen) werden hier festgehalten – im Austausch gegen Wasserstoffionen. Das Filtrat ist deshalb mineralärmer und weniger hart, dafür aber etwas saurer. Solange die Austauschkapazität nicht erschöpft ist, funktionieren die Tischfilter recht or-

dentlich. Danach ist aber unbedingt die Patrone zu wechseln.

Untersucht haben wir auch zwei Spezialfilter zur Nitratentfernung. Ihre Anionenaustauscher sollen den Umweltschadstoff Nitrat zurückhalten und dafür Chlorid zugeben. Die Kapazität der Austauscher war aber so knapp bemessen, dass wir sie nur mit „ausreichend“ bewerteten.

Bei der Entfernung von Chlor und organischen Wasserinhaltsstoffen setzen die meisten Filter auf Aktivkohle, an deren poröser Oberfläche organische Substanzen wie Chlorphenol oder das Pestizid Atrazin anhaften. Im Test zeigte sich aber, dass das Wasser die relativ kleine Aktivkohleschicht der Tischfilter schnell passiert und die Problemstoffe dabei nur zum Teil zurückgehalten werden. Besser schnitten die fest angeschlossenen Filter mit ihren größeren und feineren Aktivkohlefiltern ab.

Verkeimungsrisiko

Bakterien entfernen die meisten Filter unzuverlässig aus dem Wasser. Ihre Zahl zu verringern schaffen zwar alle, doch der Verbraucher darf sich darauf nicht

verlassen. Immerhin: Die beiden Reisefilter, bei denen die Entkeimung die wichtigste Aufgabe ist, waren in dieser Hinsicht erfolgreich.

Bleibt die Frage, ob die Filter selbst verkeimen können – zum Beispiel infolge eines Patronenwechsels mit schmutzigen Händen. Wir haben das mit Testkeimen überprüft, die in hoher Konzentration einmalig auf die Filter gegossen wurden. Danach betrieben wir die Geräte mit unbelastetem Trinkwasser, kontrollierten die Bakteriengehalte im Filtrat – und fanden fast keine.

Hintergrund: Die in den Filtern enthaltene Aktivkohle ist meist mit Silber behandelt. Und dieses Silber wirkt bakterientötend. Aber: Das Silber wird nach und nach aus dem Filter gespült. Gleichzeitig filtert die Aktivkohle organische Schmutzstoffe und speichert sie – als potenziellen Nährboden für Bakterien. Je länger die empfohlene Betriebsdauer einer Patrone überschritten wird, desto höher das Verkeimungsrisiko. Auch Anbieter wissen um diese Gefahr und sichern sich ab. So heißt es in der Gebrauchsanleitung von Kenwood: „Gefiltertes Wasser ist abzukochen, bevor es

TIPPS

- **Oft überflüssig.** Aus den meisten Armaturen in Deutschland fließt einwandfreies Trinkwasser. Eine zusätzliche Filterung ist hier nicht erforderlich.
- **In Zweifelsfällen.** Fragen Sie Ihr Wasserversorgungsunternehmen nach Nitrat- und Pestizidrückständen. Auch Informationen zur Wasserhärte und Chlorung können Sie dort erhalten. Ob Schwermetalle aus Ihrer Hausinstallation die Wasserqualität beeinträchtigen, klärt unser Wassertest (siehe rechts).
- **Hartes Wasser.** Mineralhaltiges hartes Wasser ist eigentlich gesund. Wer aber als Teegenießer weiches Wasser bevorzugt, kann sich einen Tischfilter zulegen. Fürs Blumengießen hingegen ist Regenwasser die billigere Alternative.
- **Problemwasser.** Wo kein einwandfreies Trinkwasser aus der Leitung kommt, kann ein kleiner Wasserfilter nie eine dauerhafte, sichere Lösung sein. Sind Schadstoffe vorhanden, müssen die Ursachen beseitigt werden – zum Beispiel sollten alte Bleileitungen unbedingt entfernt werden. Bei kleinen privaten Brunnen auf dem Lande oder in Kleingärtenanlagen ist im Zweifelsfall die

Einschätzung des Gesundheitsamts maßgeblich. Bei Beanstandungen wird es in der Regel eher Flaschenwasser „verordnen“ als zum Einsatz eines Wasserfilters raten.

- **Gezielt einsetzen.** Wenn überhaupt ein Filter, dann sollten Sie anhand unserer Testergebnisse überprüfen, welcher sich für Ihre Bedürfnisse (z. B. Wasserenthärtung) am besten eignet.
- **Hygiene beachten.** Auf jeden Fall die Bedienungsanleitung genau befolgen und Verunreinigungen vermeiden. Zum



Schutz vor Bakterien sollten Sie nach Betriebspausen (zum Beispiel schon nach einem Wochenendurlaub) das danach zuerst filtrierte Wasser nicht trinken, sondern besser zum Blumengießen oder zum Teekochen verwenden. Sinnvoll kann dann auch ein vorzeitiger Patronenwechsel sein.

- **Kühlen.** Niedrige Temperaturen hemmen das Bakterienwachstum. Es ist daher sinnvoll, die Filter im Kühlschrank aufzubewahren. Außerdem schmeckt kühles Wasser oft besser. Aber: Unsinnig ist die Kühlung, wenn ein Filter nur für Kaffee oder Tee genutzt wird. Denn erstens schützt das Kochen vor Bakterien und zweitens wäre die vorherige Kühlung Energievergeudung.
- **Umweltbelastend.** Beim Betrieb der meisten Wasserfilter fallen regelmäßig verbrauchte Filterpatronen an, die entsorgt werden müssen. Paradox: Einerseits will man sich vor Umweltschadstoffen schützen, andererseits belastet man damit selbst die Umwelt. Der Hersteller Brita bietet an, benutzte Kartuschen zurückzunehmen und sie zu recyceln. Diesen Service sollten Sie nutzen.



Einige Wasserfilter (hier zum Beispiel Filupur) können direkt an den Wasserhahn angeschlossen werden.

Kleinkindern unter 12 Monaten verabreicht wird.“ Und Brita und andere empfehlen in ihren Anleitungen, nur Wasser zu verwenden, „welches von den Wasserwerken bereitgestellt wird“. Wünschenswert wäre ein solcher deutlicher Hinweis auf der Verpackung.

Die ständige Abgabe von Silber in das Trinkwasser steht im Gegensatz zur Erwartung des Verbrauchers, dass ein Filter eigentlich Fremdstoffe aus dem Wasser herausholen und nicht zufügen soll. Immerhin handelt es sich bei Silber um



Praktisch: Schmale Tischfilter lassen sich in der Kühlschranktür aufbewahren.

ANALYSEN



Wir testen Ihr Trinkwasser

Haben Sie Zweifel an der Qualität Ihres Trinkwassers? Gibt es in Ihrem Haus eventuell alte Bleileitungen? Weisen grünliche Ablagerungen an Sanitärkeramik auf Kupferkorrosion hin? Oder zeigt die Braunfärbung ein Rostproblem der verzinkten Stahlrohre an? Die test-Leseraktion ermöglicht es, für 52 Mark das Wasser auf Blei, Kupfer, Kadmi- um und Zink untersuchen zu lassen: Infos und Kupon erhalten Sie per Faxabruf unter 0 180 5/88 76 83 02, im Internet unter www.stiftung-warentest.de oder telefonisch unter 0180 5/ 00 24 67 (0,24 Mark pro Minute, bitte Kuponnummer M 9606 angeben).

Fest installierbare Filter

	Everpure S - 100	Filopur HU-ST Haushaltgerät	Provitec Proaqua 4200
Mittlerer Preis in Mark ca.	280,00	245,00	1 680,00
Preis pro Liter Wasser in Mark ca. ¹⁾	0,09	0,32	0,24
test-KOMMENTAR	Zur Aufbereitung von Wasser, das nicht der Trinkwasserverordnung entspricht, ist der Provitec Proaqua geeignet . Das mit Abstand teuerste Gerät im Test entfernt Problemstoffe zuverlässig. Allerdings gibt es Natrium und Chlorid an das Wasser ab. Everpure und Filopur sind bedingt geeignet . Die Reduzierung einzelner Schadstoffe ist möglich. Ihr Haupteinsatzzweck ist die geschmackliche Verbesserung (zum Beispiel Chlorentfernung) von Trinkwasser.		
Wirkprinzip	Die Filter sind zum Anschluss an das Leitungsnetz vorgesehen, werden vom Wasser durchströmt und besitzen eigene Armaturen. Everpure und Filopur enthalten Aktivkohle und Feinfiltermaterialien. Der Provitec Proaqua lässt sich je nach Wasserzusammensetzung mit unterschiedlichen Kartuschen bestücken (zum Beispiel Aktivkohle, Ionenaustauscher und Bakterienfilter).		
Entfernung von Schadstoffen und Bakterien	Blei und Kupfer entfernt der Provitec Proaqua am zuverlässigsten („sehr gut“). Everpure und Filopur sind für diesen Zweck nicht vorgesehen (Partikel werden allerdings zurückgehalten). Nitrat reduziert der Provitec-Filter „sehr gut“. Die beiden anderen Filter sind dafür nicht geeignet. Biozide lassen sich von allen Filtern „sehr gut“ entfernen. Trübstoffe lassen sich „sehr gut“ oder „gut“ (Everpure) entfernen. Keime können alle drei Filter sehr weitgehend zurückhalten. Die Verkeimungsgefahr ist gering.		
Abgabe unerwünschter Stoffe	Der Ionenaustauscher des Provitec gibt Natrium und Chlorid an das Wasser ab. Mit Filopur behandeltes Wasser wird mit Silber belastet (Urteil: „ausreichend“).		
Handhabung	Die Installation ist etwas schwierig. Da Erschöpfungsanzeigen fehlen, besteht die Gefahr, den Filterwechsel oder die Regeneration zu versäumen. Aufwändig ist die alle drei Monate erforderliche Regeneration des Provitec-Filter. Die Durchlaufgeschwindigkeit ist mit etwa 1 bis 2 Litern pro Minute „gut“.		

Tischfilter

	Aqua Select System Glas	Brita Aluna	Brita Fjord	Kenwood/ WF 95	Waterboy
Mittlerer Preis in Mark ca.	40,00	30,00	50,00	39,00	13,50
Preis pro Liter Wasser in Mark ca. ¹⁾	0,14	0,14	0,15	0,16	0,11
Baugleichheiten	Mabeco Krugfiltersystem (49 Mark) ist baugleich mit Aqua Select .				
test-KOMMENTAR	Nicht geeignet zur Aufbereitung von Wasser, das nicht der Trinkwasserverordnung entspricht. Viele organische Schadstoffe, Nitrat und Bakterien werden unzureichend entfernt. Die meisten Filter können zwar den Schwermetallgehalt verringern, geben aber andere Substanzen an das Wasser ab. Haupteinsatzzweck ist die Enthärtung und die geschmackliche Verbesserung (zum Beispiel Chlorentfernung) von Trinkwasser.				
Wirkprinzip	Wasser fließt durch auswechselbare Kartuschen, die mit Aktivkohle und Ionenaustauscher gefüllt sind. Mit Aktivkohle lassen sich Chlor und organische Stoffe entfernen, die den Geschmack des Wassers beeinträchtigen. Der Ionenaustausch enthärtet das Wasser. Kenwood und Waterboy bieten spezielle Kartuschen zur Nitratentfernung an.				
Entfernung von Schadstoffen und Bakterien	Blei und Kupfer lassen sich als Nebeneffekt der Wassereenthärtung „gut“ entfernen (Ausnahme ist der Waterboy mit eingesetztem Nitratfilter: „mangelhaft“). Nitrat : Geprüft wurden die speziellen Patronen zur Nitratentfernung von Kenwood und Waterboy. Deren Kapazität erwies sich als zu gering. Urteil: „ausreichend“. Die anderen Filter sind für die Nitratentfernung ungeeignet. Biozide werden von Brita „befriedigend“ entfernt, von den anderen Filtern schlechter. Zur Trübstoffentfernung sind Tischfilter ungeeignet. Keime : Alle Tischfilter sind ungeeignet, Bakterien aus verunreinigtem Wasser zu filtern. Andererseits ist das Verkeimungsrisiko bei bestimmungsgemäßem Gebrauch mit Trinkwasser sehr gering, bei Waterboy mäßig („befriedigend“).				
Abgabe unerwünschter Stoffe	Alle Tischfilter (Ausnahme: Waterboy) belasten das Filtrat mit Silber (Urteil: „ausreichend“). Die Nitratfilter von Kenwood und Waterboy erhöhen den Chlorid -Gehalt.				
Handhabung	Anwendungsfehler sind bei keinem Filter ausgeschlossen. Die Erschöpfungsanzeigen beurteilen wir beim Kenwood „befriedigend“, bei Brita „ausreichend“ und bei den anderen Filtern nur „mangelhaft“. Die Durchlaufgeschwindigkeit ist mit etwa 0,2 Litern pro Minute „ausreichend“. Das Austauschen der Filterpatronen ist einfach. Den etwas umständlichen praktischen Gebrauch beurteilen wir als „ausreichend“ oder – wenn die Filter in die Kühlschranktür passen – „befriedigend“ (Brita Fjord und Kenwood).				

¹⁾ Die genannten Preise ergeben sich unter der Annahme, dass pro Tag 2 Liter (Tischfilter) oder 4 Liter (fest ange-schlossene Filter) Wasser benötigt werden. Abschreibung in 2 bzw. 5 Jahren. Kartuschenwechsel alle 4 Wochen (alle Tischfilter) bzw. nach Anbieterangaben. Die Kartuschen sind zum Teil für mehr Wasser dimensioniert.

Reisefilter

	Katadyn Combi	Sweetwater Guardian Microfilter
Mittlerer Preis in Mark ca.	300	140
test-KOMMENTAR	Reisefilter sind für Globetrotter sinnvoll, die zum Beispiel auf – nicht immer hygienisch einwandfreies – Oberflächenwasser angewiesen sind. Für diese Zielgruppe ist der Katadyn Combi empfehlenswert , der Sweetwater Guardian Microfilter geeignet.	
Wirkprinzip	Die Reisefilter enthalten ein Mikrofilterelement, das feine Partikel und Bakterien zurückhalten soll. Gelöste organische Stoffe können durch Aktivkohle reduziert werden. Das Wasser wird mit einer Handpumpe angesaugt und durch den Filter gepresst.	
Entfernung von Schadstoffen und Bakterien	Keime: Mit beiden Reisefiltern lassen sich Bakterien aus verunreinigtem Wasser filtern: Mit Katadyn („sehr gut“) etwas wirkungsvoller als mit Sweetwater („gut“). Das Verkeimungsrisiko der Filtermaterialien ist beim Katadyn sehr gering, beim Sweetwater mäßig („befriedigend“). Trübstoffe entfernen beide Reisefilter „sehr gut“. Biozide entfernen die Filter „gut“ (Katadyn mit Aktivkohle-Filter) beziehungsweise „befriedigend“ (Sweetwater). Blei, Kupfer und Nitrat können die Reisefilter nicht entfernen.	
Abgabe unerwünschter Stoffe	Der Katadyn-Filter belastet das Filtrat mit Silber (Urteil: „ausreichend“), der Sweetwater-Filter nicht.	
Handhabung	Die Gefahr von Anwendungsfehlern ist bei beiden Filtern gering, aber die Erschöpfungsanzeigen sind nur „ausreichend“. Die Filtrationsgeschwindigkeit ist mit etwa 0,5 Litern pro Minute „befriedigend“. Das Austauschen der Filterpatronen ist einfach. Den praktischen Gebrauch bewerteten wir mit „befriedigend“ (Katadyn) beziehungsweise „ausreichend“ (Sweetwater). Katadyn ist jedoch etwas schwerer.	



Reisefilter: Für Wasser mit zweifelhaften hygienischen Eigenschaften.

ein enzymatisch wirkendes Bakteriengift, dessen mögliche Nebenwirkungen in niedrigen Konzentrationen auf den Menschen bislang nicht ausreichend erforscht sind.

Neben dem Silber kann auch Aktivkohlestaub aus der Kartusche gespült werden. Einige Anbieter empfehlen deshalb, die ersten Portionen gefilterten Wassers nur zum Blumengießen zu nutzen. Auch der Provitec Proaqua kann nicht zaubern, sondern nur austauschen: Im gleichen Maße, in dem er Kalzium, Kupfer, Nitrat und andere Ionen aus dem Wasser herausholt, fügt er Natrium und Chlorid hinzu. Und auch die kleinen Tischfilter sind mit Vorsicht zu

genießen: Das leicht angesäuerte Wasser sollte man grundsätzlich nicht in alten Wasserkochern erhitzen, weil es dort übermäßig viel Nickel herauslösen kann.

Ob ein Wasserwerk funktioniert, kontrollieren Techniker, Chemiker und Mikrobiologen nach strengen Maßstäben. Wer zu Hause eine Miniaturanlage betreibt, muss selbst aufpassen, dass sich die Wasserqualität nicht verschlechtert. Das kann zum Beispiel passieren, wenn die Filterpatronen zu lange genutzt werden. Ärgerlich: Erschöpfungsanzeigen fehlen entweder völlig, oder es handelt sich um relativ primitive Merkhilfen. Selbst die laut Werbung „einzigartige elektronische Kartuschen-Wechselan-

zeige“ des Brita-Fjord-Filters entpuppte sich als simple (Rest-)Zeitanzeige ohne Berücksichtigung der Filterleistung.

Die Untersuchung der Wasserprobe aus dem Haushalt von Anita K. hat übrigens tatsächlich eine erhöhte Bleiblastung ergeben. Einen Wasserfilter haben wir ihr dennoch nicht empfohlen. Stattdessen ist sie unserem Ratschlag gefolgt und hat den Vermieter über das Messergebnis informiert. Die alten Wasserleitungsrohre sollen nun demnächst verschwinden. Bis dahin hilft sich Anita K. selbst: Wasser, das einige Stunden in der Leitung gestanden hat, lässt sie im Zweifelsfall ablaufen, bevor sie es zum Kochen und Trinken nutzt. ◀

AUSGEWÄHLT ► GEPRÜFT ► BEWERTET

Im Test: Elf Wasserfilter unterschiedlicher Bauart. Einbezogen wurden sechs Tischfilter (Kannenfilter) inklusive einer Gleichheit, drei fest an die Wasserleitung anschließbare Wasserfilter und zwei Reisefilter. Je nach Angebot wurden unterschiedliche Filterkartuschen untersucht. Einkauf der Prüfmuster im März/April 2000.

Preise

Anbieterbefragung im Oktober 2000.

Entfernung von Schadstoffen und Keimen

Die Wirksamkeit der Filter überprüften wir mit verschiedenen Prüfwässern (bei haushaltstypischer Nutzung, jeweils sieben Probenahmen innerhalb von 14 Tagen). Ein Prüfwasser enthielt Nitrat, Kupfer, Blei sowie Biozide (Chlorphenol, Simazin und Desethylatrazin). Ein zweites Prüfwasser war mit den Testkeimen Escherichia coli

und Pseudomonas aeruginosa in einer Konzentration von mindestens 1 000 koloniebildenden Einheiten pro Milliliter kontaminiert (Prüfung auf Testkeime und Gesamtkeimzahl). Mit schwach getrübbtem Oberflächenwasser überprüften wir die Reduzierung von Trübstoffen. Die Verkeimung der Filter kontrollierten wir durch einmalige Zugabe verkeimten Prüfwassers. Nach einwöchiger Standzeit wurden die Filter zwei Wochen lang mit unverkeimtem Wasser betrieben (Prüfung auf Testkeime und Gesamtkeimzahl).

Abgabe unerwünschter Stoffe

Wir untersuchten, ob die Filter Silber, Natrium oder Chord an das Wasser abgeben.

Handhabung

Geprüft wurden die Gebrauchsanleitungen, das Anschließen der Filter an den Wasserhahn (falls

erforderlich), das Austauschen der Filtermasse, vorbeugende Maßnahmen gegen Fehlverwendung, die Erschöpfungsanzeige, die Entsorgung, die Durchlaufgeschwindigkeit und der praktische Gebrauch.



Viele Wasserfilter bieten keinen Schutz vor Bakterien.

FOTO: R.H.LOX

