

Trinkwasseraufbereitung mit Ultrafiltration nach neuestem Regelwerk und Stand der Technik

Die novellierte Trinkwasserverordnung steht Ende 2009 kurz vor der Verabschiedung. Bei Wasser, das Krankheitserreger enthalten kann, fordert sie klar eine Doppelbarriere: Aufbereitung gefolgt von Desinfektion, wobei die Desinfektionsstufe als reine Sicherheitsstufe betrieben werden muß. Das bedeutet im Regelbetrieb, dass die Desinfektion bei funktionierender Aufbereitung bereits Trinkwasserqualität zugeführt bekommt.

Seccua Ultrafiltration als Aufbereitungsverfahren sorgt auch bei durch Trübung und Verkeimung verunreinigtem Rohwasser für sicheres Trinkwasser. Zuverlässig frei von Trübstoffen und allen Mikroorganismen und Krankheits-erregern ist.

Die Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkWV) wurde im Laufe der letzten Monate in mehreren Diskussionsrunden überarbeitet. Die Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom Juli 2009 spiegelt die Mitarbeit aller beteiligten Gremien – unter anderem der Gesundheitsämter, des DVGW und seiner industriellen, gewerblichen sowie kommunalen Mitglieder – wider.

Der Referentenentwurf der TrinkWV, deren Gelbdruck derzeit dem Bundestag zur Verabschiedung vorliegt, führt ein Minimierungsgebot auch für Keime ein, für die bisher kein direkter Grenzwert galt. Es wird erwartet, dass der Weißdruck der Verordnung in wenigen Monaten Gültigkeit erhält.

Klare Gliederung der Wasserversorger

Klarer als bisher untergliedert die neue TrinkWV die öffentlichen sowie gewerblichen und privaten Wasserversorger in drei Kategorien: „Zentrale Wasserwerke“, „Dezentrale kleine Wasserwerke“ sowie „Kleinanlagen zur Eigenversorgung“. Die Tabelle 1 zeigt die Abgrenzungen der Kategorien untereinander. Für alle Gruppen gelten zwar dieselben Grenzwerte für Wasserinhaltsstoffe, jedoch unterscheiden sich Wasserversorger, die Wasser an Dritte abgeben – und zu „Dritten“ zählen alle, außer persönliche Gäste und Hand-

werker, die sich zur Erledigung von Arbeiten im Haus aufhalten – von privat genutzten Wassergewinnungen vor allem durch wesentlich strengere Qualitätskontrollen durch die Gesundheitsämter.

Brauchwasser auch Trinkwasserqualität

In der Sache nicht neu, aber durch die Wortwahl der überarbeiteten Version der TrinkWV nun verstärkt hervorgehoben ist die Tatsache, dass alles Wasser, das zum menschlichen Gebrauch dient, Trinkwasserqualität aufweisen muss. Hierzu zählt nicht nur das Trinkwasser selbst, sondern auch Wasser zum Duschen, Baden, Hände- oder Wäschewaschen und Geschirrspülen. Schilder mit dem Hinweis „Kein

Trinkwasser“, oft angebracht beispielsweise über Handwaschbecken auf Berghütten, um dem Wanderer zu signalisieren „Hier kannst Du Hände waschen, aber bitte trinke das Wasser nicht!“, sind also klar verordnungswidrig.

Verstärktes Augenmerk auf Legionellen

Auch der zunehmenden Diskussion über Legionellen wird in der neuen Version der TrinkWV Rechnung getragen. Immerhin gibt es jährlich mehr als 1.200 registrierte, tödliche Erkrankungsverläufe durch Legionellen in Deutschland. Das Minimierungsgebot der Verordnung – „Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist“ – wird in den kommenden Jahren, zusammen mit einem Grenzwert für Legionellen am Entnahmeort des Wassers, ab dem technische Maßnahmen getroffen werden müssen, zu einem erheblichen Investitionsbedarf in Kliniken, Heimen und anderen öffentlichen Einrichtungen führen.

Wasser muss schon vor Eintritt in die Desinfektion Trinkwasserqualität aufweisen

Ein starkes Augenmerk wird in der neuen Fassung der TrinkWV auch auf das Vorkommen gelegt, aus dem das Wasser gefasst wird. Hier drängt der

	Zentrale Wasserwerke	Dezentrale kleine Wasserwerke	Kleinanlagen Eigenwasser-versorgung
Aufbereitung	Mehr als 10 m ³ pro Tag	Weniger als 10 m ³ pro Tag	Weniger als 10 m ³ pro Tag
Zahl versorgter Personen	Mehr als 50	Weniger als 50	Hauseigentümer, Handwerker, Gäste
Bemerkungen		Auch kommerzielle Kleinanlagen (z.B. Pensionen)	Viehversorgung zählt nicht zur Aufbereitungsmenge

Tabelle 1: Kategorisierung der Wasserversorgungen nach TrinkWV 2001 (Gelbdruck)

Gesetzgeber vor allem bei Nutzung von Oberflächengewässern wie Flüssen oder Talsperren, aber besonders auch bei durch Oberflächenwasser beeinflussten Grundwasserleitern, auf eine fachgerechte Aufbereitung des Wassers. Zu Letzterem zählen fast alle Quellen im Alpenraum sowie in den deutschen Mittelgebirgen. Oft wurde hier bisher eine Desinfektion, also eine Deaktivierung der Krankheitserreger durch Zerstörung des Erbgutes in deren Zellen, als Allheilmittel eingesetzt. Vermehrt achtet man nun auch auf desinfektionsmittelresistente Mikroorganismen, wie beispielsweise Parasitendauerformen und bestimmte Viren.

„Im Falle der Belastung des Rohwassers mit desinfektionsmittelresistenten Mikroorganismen (z. B. Parasitendauerformen, bestimmte Viren) muss sichergestellt sein, dass das Wasser in der Trinkwasseraufbereitung durch effektive Partikelentfernung möglichst schon vor der Desinfektion Trinkwasserqualität (d.h. frei von mikrobiologisch nachweisbaren Fäkalindikatoren) aufweist.“

Quelle: Begründung zum Referentenentwurf der TrinkWV, 24.7.09

Schon 2001 hat das Umweltbundesamt erkannt, dass von unzureichender Aufbereitung des Rohwassers vor der Desinfektion viele Gefahren ausgehen können. Man vermutete bereits damals, dass es nicht nur in den USA, Kanada und England zu Übertragungen von Parasiten durch das Grundwasser gekommen ist, sondern auch in Deutschland (siehe „Empfehlung zur Vermeidung von Kontaminationen des Trinkwassers mit Parasiten“, Umweltbundesamt, 2001). Parasiten im Trinkwasser können vielfältige Ursachen haben: Sie können entweder durch den Kot von Wildtieren eingetragen, durch Tierhaltung im Einzugsgebiet des Grundwasserleiters verursacht oder durch Zuläufe von Kläranlagen in das zur Trinkwassergewinnung genutzte Wasservorkommen eingebracht werden. Solche Parasiten können übliche Desinfektionsverfahren, wie zertifizierte

UV-Bestrahlungen und Chlordosierungen, oft ungehindert passieren.

Bei der Sicherung der Trinkwasserqualität steht Ressourcenschutz natürlich an erster Stelle. Es gilt auch hier: Vorbeugen ist besser als Aufbereiten. Oft ist aber, aufgrund der im Trinkwassereinzugsgebiet gegebenen geologischen Verhältnisse, der Grundwasserleiter nur unzureichend schützenswert. Auch dann weist das geltende Regelwerk ganz klar aus: Eine effiziente Aufbereitung kann durch Desinfektion, also den Einsatz von beispielsweise UV-Bestrahlung oder Chlorierung, nicht ersetzt werden. (Bundesgesundheitsblatt 40, 12/97).

Um sicherzustellen, dass keine gegebenenfalls vorhandenen, an Trübungspartikeln anhaftenden Parasiten durch eine Desinfektionsstufe hindurch ins Trinkwasser gelangen können, schreibt das Regelwerk vor der Desinfektion eine vollständige Entfernung jeglicher Trübung aus dem Rohwasser vor. Wohl wissend, dass eine solche Anforderung nur durch technisch anspruchsvolle Filtrationsstufen, wie der Ultrafiltration, Langsandsandfiltration oder Flockungsfiltration erreicht werden kann.

Ultrafiltration als starkes nanotechnologisches Verfahren zur Aufbereitung

Mit dem Begriff „Ultrafiltration“ werden Filter bezeichnet, die meist aus Kunststoffen bestehen und deren Trenngrenze durch die Poren zwischen den Molekülstrukturen des Materials festgelegt wird. Für den Einsatz zur Entfernung von Trübung, Parasiten und Krankheitserregern aus Trinkwasser besteht der Filter aus Poren mit maximal 20 Nanometern – also 20 millionstel Millimetern – Durchmesser. Die Porengröße ist absolut, alle Poren liegen auf der Oberfläche des Filters. Beim Einsatz der Ultrafiltration bleiben nun alle Krankheitserreger und die gesamte Trübung auf der Oberfläche der Kunststoffmembran zurück. Im Gegensatz zu Tiefenfiltern wie beispielsweise Sand- oder Kiesfiltern ist bei der Ultrafiltration ein Durchbrechen der Filter auch bei grossen und stark schwankenden Schmutz- und Erregerbelastungen nicht möglich. Das Filtrat der Filter hat immer gleichbleibende Qualität: Frei von jeglichen, auch feinsten Trübungspartikeln und frei von allen Krankheitserregern.

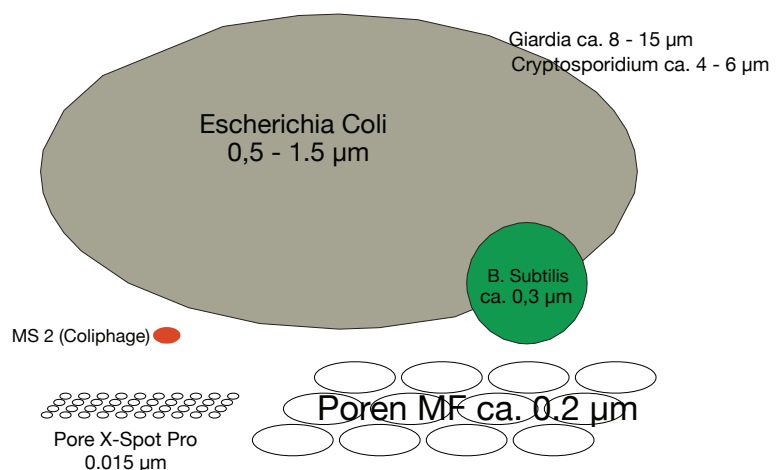


Abbildung 1: Größenvergleich von Krankheitserregern mit Poren der Ultrafiltration des Herstellers Seccua (links unten) und denen handelsüblicher Mikrofiltration

Um eine höchstmögliche Rückhaltung von Erregern wie Viren, Parasiten und Bakterien zu erreichen, darf keine der Poren mehr als 20 Nanometer Größe ausweisen. Die kleinsten, derzeit bekannten Krankheitserreger sind die Viren, und hier zählt die MS2-Phage zu denen mit dem geringstem Durchmesser: nämlich nur 20 – 23 Nanometer. Daher wird sie zum Test der Rückhaltungsleistung der Ultrafilter herangezogen: Um sämtliche Viren aus dem Trinkwasser zu entfernen, muss eine Ultrafiltration eine Rückhaltung von mehr als 99,99% der MS2-Phagen aufweisen. Daher kann zuverlässig davon ausgegangen werden, dass die wesentlich größeren Parasiten, Bakterien und andere Krankheitserreger den Filter nicht passieren können.

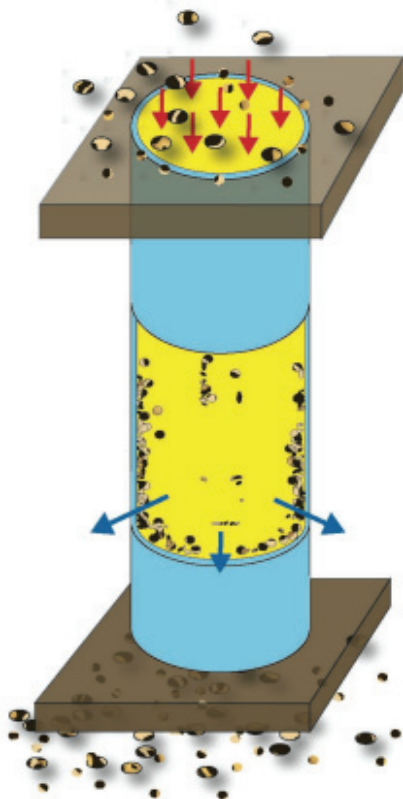


Abbildung 2: Darstellung einer Hohlfasermembran mit Flußrichtung von Innen nach Außen und Filterschicht auf der Innenseite

Die Bezeichnung „Ultrafiltration“ beschreibt allerdings keine fest definierte Trenngrenze des Filters: Der Anwender eines solchen Verfahrens muss einen

entsprechenden Nachweis über die Rückhaltung vom jeweiligen Hersteller verlangen; hierbei ist es wichtig, dass die Virenrückhaltung des Filters größer als 99,99% beträgt - oft auch als „4-Logstufen“ bezeichnet. Hieraus lässt sich, aufgrund der wesentlich größeren Abmessungen von Bakterien und Parasiten verglichen mit Viren, eine wesentlich höhere Rückhaltung für Letztere ableiten. Weist ein Filter nur eine Rückhaltung von 99,99%, also „4-Logstufen“ für Bakterien auf, so bedeutet dies im Umkehrschluss eine zu niedrige, nicht vollständige Rückhaltung von Viren.

Die energiesparendsten Ultrafiltrationsverfahren verwenden zur Filtration Hohlfasermembranen mit einem Durchmesser von lediglich 0,7 – 1,2 Millimeter. Das Wasser wird dabei mit sehr niedrigem Druck, oft weniger als 1 bar, in die Innenseite der Kapillare gepresst. Während der Filtration ist dem Wasser der gerade Weg durch die Hohlfaser durch ein Ventil auf der Filteranlage versperrt, so dass es nun durch die Membranwand auf die Reinwasserseite der Hohlfaser strömt. Sämtliche Partikel und Krankheitserreger bleiben auf der Innenseite der Membran zurück und werden, je nach anfallender Schmutzfracht, durch automatisch durchgeführte Reinigungsspülungen aus dem Filtersystem entfernt. Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung dieses Vorgangs.

Damit hohe Filterleistungen erreicht werden, bündelt man in einem Filterelement nun bis zu zehntausend solcher Hohlfasern, führt diese in ein Filtergehäuse ein und verschließt deren Zwischenräume an den Stirnseiten mit einer Vergußmasse.

Abbildung 3 zeigt Membranfaserbündel vor der Weiterverarbeitung zu

Filtermodulen, in Abbildung 4 sieht man schon fertig versiegelte Module im Fer-



Abbildung 3: Membranfaserbündel vor der Weiterverarbeitung

tigungsprozess des Herstellers Seccua, die auf den abschließenden Qualitätscheck warten.

Vollautomatischer Betrieb und regelmäßige Überprüfung

Moderne Ultrafiltrationsanlagen, die auch bei Quellwässern mit stark schwankenden Rohwasserqualitäten im Einsatz sind, müssen über intelligente Steuerungssysteme verfügen. Ziel ist es, die hohen technischen Anforderungen so benutzerfreundlich wie möglich umzusetzen.

Zu den wichtigsten Anforderungen an diese Systeme zählen zum einen die Anpassung des Spülzyklus an die oft stark schwankende Schmutzfracht. Außerdem müssen, vor allem bei öffentlich genutzten Trinkwasserversorgungen, vollautomatische Spülungen ohne Benutzereingriff erfolgen, bei sehr starker Verschmutzung auch mit Unterstützung durch Reinigungsmittel.

In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass vor allem bei kleinen Wasserversorgungen die wenigsten Betreiber



Abbildung 4: Ultrafiltrationselemente mit mehr als 1.000 Hohlfasern pro Filter in der Produktion

den Umfang der Schmutzfracht kennen, die nach einem Unwetter in die Wassergewinnung einbrechen kann. So wird meist erst nach dem Einbau einer Ultrafiltration festgestellt, wie hoch die Trübungsfrachten tatsächlich sind, die von einer Quelle nach einem Starkregenereignis angeschwemmt werden. Das System muss daher in der Lage sein, dem Betreiber eine Historie über Verschmutzungszustand und bestenfalls Trübung zu liefern, um eine Betriebs- und damit Betriebskostenoptimierung zu ermöglichen. Hierzu müssen die Steuerungen über eingebaute Datenschreiber verfügen, die die wichtigsten Betriebsdaten der letzten 30 Tage protokollieren und so eine Analyse der Verlaufskurven ermöglichen.

Gerade im kostengünstigen, weil standardisierten Marktsegment, vereinen nur wenige Ultrafiltrationssysteme derzeit diese Anforderungen. Als technologisch führend positioniert sich hier der Hersteller Seccua, dessen Anlagen, beispielsweise die Virex Pro, (Abbildung 5 mit geöffneter Abdeckung, Deutlich zu erkennen die integrierte Mess- und Regelungstechnik für vollautomatischen Betrieb), über vollumfängliche Steuerungstechnologie verfügen und dabei sogar noch einen Schritt weitergehen.

Membranschutz und -prüfung für zuverlässige Keimentfernung

Die in den Filterelementen von Seccua zusammengefassten Membranbündel entfernen zuverlässig Viren und andere Krankheitserreger aus dem Wasser. Wenn jedoch eine der vielen Fasern mechanisch beschädigt wird, sinkt die Rückhalterate unter das geforderte Maß. Beschädigt werden können Membranfasern zum Beispiel durch scharfkantige Wasserinhaltsstoffe wie Metallspäne, aber auch – und dies ist ein häufiger Grund – durch Druckstöße, die durch schnell anlaufende Pumpen oder zu schnell schließende Magnetventile im Leitungsnetz hinter der Anlage entstehen können. Solche Druckstöße sind

meist so hoch, dass Veränderungen der Filtermembran, beispielsweise durch Zusammenfassen mehrerer Fasern zu einer großen, keine Abhilfe schaffen können. Lediglich durch das rechtzeitige Erkennen des sich aufbauenden Druckstoßes in Verbindung mit der Einleitung entsprechender Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise einer schnellen Druckentlastung, können die Filter vor dauerhaften Schäden bewahrt werden. Hier ist die Mess- und Steuerungstechnik des Filtersystems gefragt.



Abbildung 5: Ultrafiltrationsanlage Seccua Virex Pro"

Bei großen Ultrafiltrationsanlagen zur Trinkwasseraufbereitung ist es zudem bereits seit Jahren Stand der Technik, in regelmäßigen Abständen eine vollautomatische Überprüfung des Systems im Rahmen eines sogenannten „Membranintegritätstests“ durchzuführen. Anerkannt nicht nur von staatlichen Gesundheitsämtern in den Vereinigten Staaten, sondern auch von den technischen Gremien des DVGW und von führenden Forschungsinstituten in Deutschland, können solche Tests Membranschäden im Bereich von tausendstel Millimetern aufspüren. Der Betreiber der Anlage kann dann umgehend über die Testergebnisse informiert werden und ggf. sofort reagieren.

Somit kann die hohe Entfernungsleistung der Technologie auch im täglichen Einsatz langfristig sichergestellt werden.

Ideales Verfahren zum Einsatz mit Solarstrom

Ultrafiltration arbeitet mit sehr niedrigen Betriebsdrücken.: Bei einer Membrananlage wie der Seccua Virex Pro, reicht beispielsweise schon ein Betriebsdruck von weniger als 0,5 bar – dies entspricht einem Druck wie er von 5 Metern Wassersäule erzeugt wird – um bis zu 30 Liter Wasser pro Minute zu filtern.

Während der Filtration arbeiten die meisten Anlagen zudem mit einem minimalen Stromverbrauch von weniger als fünf Watt. Im Vergleich zu energieintensiven Systemen wie der UV-Bestrahlung, deren Strahler kontinuierlich mehrere hundert Watt Strom verbrauchen, eignet sich die Ultrafiltration daher auch ideal zum Einsatz in Gebieten, in denen nur wenig Strom zur Verfügung steht. So lassen sich UF-Anlagen beispielsweise auch mit örtlich erzeugtem Solarstrom betreiben, wie es in vielen Berghütten der Fall ist.

Auch bei einem Stromausfall ist die Sicherheit des Trinkwassers weiter gewährleistet. Das Wasser muss auch dann noch die Membran, eine unüberwindbare Barriere für Krankheitserreger und Trübungen, durchströmen und gelangt gereinigt zur Entnahmestelle.

Regelkonforme Aufbereitung und Desinfektion

Die neue TrinkWV verstärkt nochmals die durchaus sinnvolle Forderung nach einer gründlichen Aufbereitung des Wassers vor Eintritt in eine Desinfektionsstufe. Denn der Praxisbetrieb hat gezeigt, dass bei Desinfektionsverfahren mit UV Bestrahlung oft mit unzureichender Voraufbereitung durch Kartuschenfiltration, gearbeitet wird.

Abbildung 7 zeigt eine mögliche Variante einer regelkonformen Trinkwasseraufbereitung: Falls Trübung im Rohwasser – auch nur zeitweise – vorhanden ist, muss diese nach den Vorgaben der TrinkWV bis auf einen Trübungswert von maximal 0,1 bis 0,2 NTU aus dem Wasser entfernt werden. Wie oben beschrieben ist dies technisch und zu vertretbaren Kosten mittels standardisierten Ultrafiltrationsanlagen besonders effizient zu erreichen. Nach der Ultrafiltrationsstufe ist das Wasser dann zuverlässig von Krankheitserregern befreit und weist,

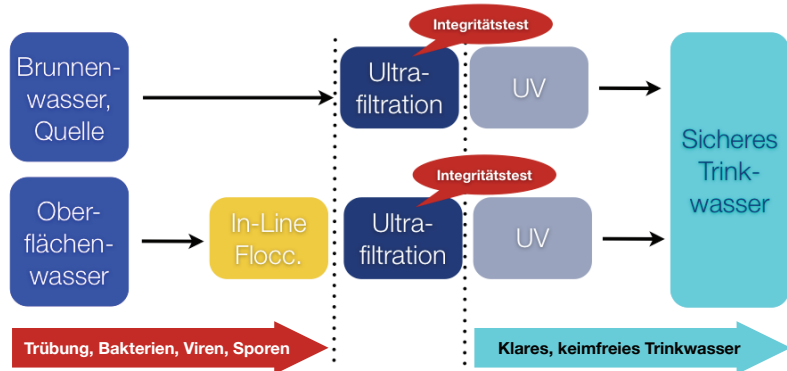


Abbildung 6: Regelkonforme Aufbereitung und Desinfektion

vor allem bei der Wassergewinnung aus Quellen, schon Trinkwasserqualität auf.

Im Regelfall einer ordnungsgemäß betriebenen Ultrafiltration hat die darauf folgende Desinfektionsstufe nur noch die Funktion einer zusätzlichen Sicherheitsstufe. In Verbindung mit einem automatischen, regelmäßigen Membranintegritätstest kann die wesentliche Funktion der Ultrafiltration, nämlich die Entfernung der Krankheitserreger, dauerhaft sichergestellt werden.

Bei Betrachtung der Kosten eines derzeit regelkonformen Verfahrens mit zusätzlicher Desinfektionsstufe (Abb. 6) und unter Einbeziehung der finanziellen Spielräume kleiner Wasserversorgungen scheint der Weg für eine weitere Verfahrensvereinfachung im Regelwerk vorgezeichnet: hin zur Ultrafiltration mit Integritätstest als zuverlässiger, allein stehender Trinkwasseraufbereitung.

Kontakt

Seccua GmbH
 Krummbachstraße 8
 D-86989 Steingaden
 Tel. +49/8862/91172-0
 Fax: +49/8862/91172-19
 info@seccua.de
 www.seccua.de