

## WASSER UND FILTER- MATERIALIEN

### Ein immer schwieriger werdendes Umfeld

In unserem Berufsalltag beschäftigen wir uns unter anderem mit Optimierungen, aber auch Standzeitproblemen von Filtermaterialien. Immer wieder stellen wir fest, dass die Qualität der Spülwasser von Filterkerzen, Schichten, Disc-Modulen, Crossflow-Filtern und Umkehrosiose-Anlagen nicht den Anforderungen entsprechen. Dieses Thema wollen wir mit diesem Spotlight 3/12 ausleuchten.

#### Trinkwasser:

Trinkwasser fällt als Lebensmittel unter die Lebensmittelgesetzgebung. Diese umfasst das Lebensmittelgesetz (LMG; SR 817.0) und die dazugehörigen Verordnungen. Relevanz für den Trinkwasserbereich haben die Lebensmittel- und Gebrauchsgegenstände-Verordnung (LGV; SR 817.02), die Hygieneverordnung (HyV; SR 817.024.1), die Fremd- und Inhaltsstoff-Verordnung (FIV; SR 817.021.23), die Bedarfsgegenständeverordnung (SR; 817.023.21) und die Verordnung über Trink-, Quell- und Mineralwasser (SR; 817.022.102)

Das in der Schweiz gewonnene Trinkwasser stammt zu ungefähr 80% aus Grundwasser und zu 20% aus Oberflächenwasser. Wasserwerke, die Oberflächenwasser nutzen, verfügen in der Regel über mehrstufige Verfahren, die der Desinfektion/Entkeimung und der chemisch-physikalischen Reinigung dienen.

Wird dagegen Grundwasser genutzt, so wird das Wasser zum grössten Teil nicht oder nur

einstufig aufbereitet (87% des genutzten Grundwassers). Da die klassische einstufige Aufbereitung im Allgemeinen nur Mikroorganismen inaktiviert, ohne den Gehalt an chemischen Stoffen massgeblich zu beeinflussen, hängt die Qualität des Trinkwassers an den meisten Orten wesentlich von der Qualität des Grundwassers ab.

Die Trinkwasserqualität in der Schweiz ist (noch) sehr gut und wird durch die Kantonalen Laboratorien überwacht. Die Versorgung mit Trinkwasser ist eine wichtige öffentliche Aufgabe, die von den ungefähr 3'000 Wasserversorgern der Schweiz erfüllt wird.

Ausnahmen bestätigen die Regel und sind:

- Havarien in den Leitungsnetzen (Stadt Zürich mehrere pro Tag)
- Eindringen von Oberflächenwasser, z.B. Schmelzwasser
- Innerbetriebliche Wasserrohre und Leitungen

### Schäden, welche nicht konforme Wasserqualitäten an Filtermaterialien verursachen

Anhand von 4 Beispielen zeigen wir typische Schadenbilder auf und das erste Beispiel ist ein Sonderfall, der auch uns (über)forderte.

#### Eisen-/Phosphat-Fällung führt zu Trübung in abgefülltem Wein

- Eine „seltsame“ Trübung führte 2009 zu viel Hektik bei einem Selbstkelterer.
- Erster Verdacht: „mikrobielle“ Verunreinigung trotz Steril-Filterschicht; Sofortmassnahmen:
- Einbau einer Membranfilterkerze, Porengrösse 0,45 µm
- Füller zerlegen, reinigen und sterilisieren
- Schläuche reinigen und sterilisieren
- Wirkung: wie wenn nichts gemacht worden wäre
- Probe an Agroscope Wädenswil-Changins eingesandt.
- Resultat: seltene Eisen-/Phosphat Fällung

- Suche nach der Ursache:
- Weingut liegt etwas abseits des Dorfes, Wasserleitung wurde vor ca. 40 Jahren durch Weidewiese verlegt.
- hoher, sichtbarer Eisengehalt (weit über Grenzwert), verursacht durch „verrostete“ Wasserleitung
- Eindringen von Phosphat in Wasserleitung

#### Eisenfracht zerstört Crossflow-Module

Diese Art von „Wasserschaden“ hat leider keinen Seltenheitscharakter sondern begegnet uns mindestens einmal pro Jahr.

- eine erhöhte Eisenfracht im Leitungswasser zerstört die Hohlfaser-Crossflow-Module, Schaden > CHF 20'000.00.
- Hohlfasermodule mussten nach 1 Jahr ersetzt werden. Im ersten Jahr wurden die Kosten durch Crossflow-Hersteller übernommen. Im zweiten Jahr war dann aber fertig lustig, der Selbstkelterer musste seinen Geldbeutel öffnen.
- Erster Verdacht: nicht konforme Reinigung der Hohlfasermodule wurde nicht bestätigt. Aber bei der Überprüfung der Spülwasserqualität stellte sich heraus, dass ein hoher Gehalt an Eisen vorliegt. Der Vergleich mit der Analyse des kommunalen Leitungswassers deckte auf, dass der Eisengehalt von alten Rohrleitungen im Kellergebäude stammt.
- Massnahme: Einbau einer Wasser-Enteisungs-Anlage

#### Härtebildner (Kalk) verblocken Membran-Filterkerzen

Leider ein Vorfall, den wir (zu) häufig antreffen. Schadenfälle immer im Bereich von einigen Hundert bis einigen Tausend Franken.

- Bei der thermischen Sterilisation fällt Kalk aus und belegt die Membrane.
- Insbesondere bei der Sterilisation mit Niederdruck-Dampf kann dies gravierende Folgen haben, da sich die Härtebildner (Kalkablagerungen) auf der Filtermatrix „einbrennen“.
- Diese Ablagerung ist „irreversible“ und kann mit allen „Tricks“ nicht gelöst werden.
- Das Fazit ist eine verblockte Membranfilterkerze.

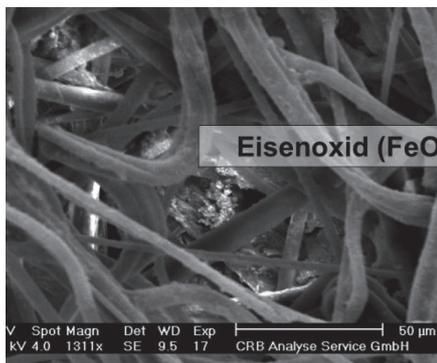
#### Partikelfrachten demolieren Membran-Filterkerzen

Zu viele Filterkerzen-Systeme sind (noch) nicht durch Partikelfilter geschützt. Schaden-

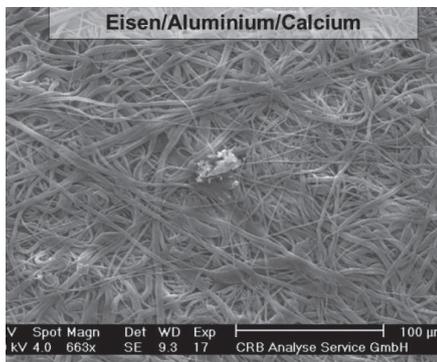
fälle immer im Bereich von einigen Hundert bis einigen Tausend Franken.

- Durch Beschädigungen von Wasser-Rohrleitungen gelangen kurzfristig grosse Partikelfrachten mit dem Trinkwasser in die Betriebe.
- Die Partikel, Teilchengrösse > 50 µm, haben eine mechanische Einwirkung (Schmiereffekt) und demolieren in kürzester Zeit das Membranmaterial von Filterkerzen.

Dies lässt sich schnell durch den Integritäts-Test feststellen.



Rastermikroskopische Aufnahme, Vergrösserung 1300-fach



Rastermikroskopische Aufnahme, Vergrösserung 600-fach

## Aufnahmen von Ablagerungen auf Filterkerzen **WASSER-LEITUNG** die Wortzerlegung zeigt die Problematik!

Der Wasserlieferant ist für die Wasserqualität in seinen Leitungen verantwortlich und die führen im Normalfall bis zum Hauseingang. Danach fängt in vielen Betrieben ein Patchwork an (Leitungen aus verschiedenen Werkstoffen, verlegt unter Putz und/oder über Putz, isoliert, nicht isoliert, Wirrwarr von Durchmessern, selten gekennzeichnet und ein Leitungsplan/Aufzeichnung fehlt, auch in grösseren Betrieben.

### WAS TUN?

- Wasserleitungen identifizieren, spezifizieren (Werkstoff, Durchmesser, Art Verlegung) dokumentieren und gut sichtbar kennzeichnen.
- In das Inventar der Wasserleitungen gehören auch die Armaturen. Zu beachten sind die Werkstoffe der Armaturen. Mit Grünspan versetzte Messing-Armaturen haben keinen Seltenheitscharakter und gehören ersetzt (Stichwort: Lebensmittelverarbeitender Betrieb)
- Nicht mehr benötigte Leitungen und/oder Stumpen konsequent abtrennen. Dies sind wahre Zeitbomben, denn dort ist kein Durchfluss und das Wasser beginnt zu faulen.
- Neue Wasserrohrleitungen in Edelstahl (Presssystem) und über Putz verlegen. Heisswasserleitungen isolieren.
- Ein durchdachtes Wasserleitungs-System ist CIP- und sterilisierbar, z.B. nach Sektoren. Durch diese Massnahmen kann auch eine Biofilmentwicklung wirksam bekämpft bzw. ihr vorgebeugt werden.
- Zu beachten ist, dass für das CIP-en von Wasserleitungen besondere Vorkehrungen zu treffen sind, um mit Sicherheit zu verhindern, dass CIP-Lösungen in das kommunale Wasserleitungsnetz gelangen.
- ▶ Prioritär ist ein Rohrtrenner beim Hauseingang in die Wasserleitung zu installieren.

### Einige Parameter zur Beurteilung von Wasser im Umgang mit Filtermaterialien

#### Organoleptische Prüfung

##### Geruch:

erdig, torfig, modrig, jauchig, fischig, faulig, fäkalartig, chemisch, aromatisch, schimmelig

##### Geschmack:

fade, salzig, bitterlich, laugig, säuerlich, süsslich, „Mineralöl-Geschmack“, „zusammenziehend“, metallisch, faulig, muffig, nach Schwefelwasserstoff, Chlor, Phenol ober: „o.B.“ = ohne Befund

##### Klarheit:

blank, klar, opalisierend

##### Färbung:

farblos, gelblich, bräunlich, grünlich, etc.

### Parameter

#### Trübung:

Grenzwert Trinkwasser = < 1 NTU, Saison bedingt oder Herkunft des Wassers (Grund-/Oberfläche).

#### Temperatur:

Saison bedingt, sehr kalt = bessere Lösung von Sauerstoff > 18°C Bildung von Kleinstalgen (2003) = unangenehmer Geruch

#### Sauerstoff:

Der Sauerstoffgehalt des Oberflächen- oder Grundwassers ist unter anderem von den biochemischen Umsetzungsprozessen abhängig.

- Während es im Grundwasser oft als Folge von chemischen und physikalischen Prozessen zu einem Aufzehren des Sauerstoffgehaltes kommt, führt bei Oberflächen-gewässern der mikrobiologische Abbau von eingetragenen Wasserinhaltsstoffen zu einem Sauerstoffschwund.
- Bei starken Kontaminationen sind im (Grund-) Wasser häufig Sauerstoffarmut oder Sauerstofffreiheit zu beobachten.
- Reines Grundwasser ist in der Regel sauerstofffrei
- Für Fische sollte mindestens ein Sauerstoffgehalt von 5 mg/l vorliegen

Die **Sauerstoffsättigung** des Wassers ist physikalisch von der Wassertemperatur abhängig.

- Kaltes Wasser kann (in einer exponentiellen Funktionsweise) mehr Sauerstoff aufnehmen als warmes Wasser.
- Oberflächenwasser enthalten Sauerstoff, oft bis zur Sättigung (9,2 mg/l bei 20°C, 14,5 mg/l bei 0°C)

#### Leitfähigkeit:

- Gibt Auskunft über die Gesamtheit der gelösten Ionen und somit auf den Mineralisierungsgrad des Wassers.
- Deutlich erhöhte Leitfähigkeiten ergeben bereits einen Hinweis auf eine Beeinflussung des Grundwassers durch kontaminiertes Wasser.
- Leitfähigkeit nimmt mit ansteigender Wassertemperatur zu.
- Trinkwasser Grenzwert für spezifische elektrische Leitfähigkeit liegt bei +20°C Wassertemperatur bei 2500 µS/cm, bzw. bei +25°C bei 2790 µS/cm.

- Die Messung ermöglicht eine schnelle Aufdeckung von Variationen in der Wasserzusammensetzung (meistens Herkunftsbedingt)

50 ... 400µS/cm	Sehr gute Qualität
400 ... 750µS/cm	gute Qualität
> 750µS/cm	Hinweis auf anthropogene (durch Menschen verursachte) Einflüsse

- pH-Wert unbelasteter Grundwasser sollte im neutralen bzw. sehr schwach sauren oder alkalischen Bereich liegen.
- Je nach Art der Kontaminationen können sich die pH-Werte des Grund- oder Oberflächenwassers deutlich verändern.
- Die Flora und Fauna eines Gewässers ist abhängig vom pH-Wert, da viele Organismen saures oder alkalisches Milieu bevorzugen.
- Süßwasserfische bevorzugen pH-Werte zwischen 6.0 und 7.5.
- Schon geringe Normabweichungen können für die biologischen Vorgänge im Wasser von ausschlaggebender Bedeutung sein.
- Der pH-Wert sollte in natürlichen Gewässern um 7 liegen

**Härte:**

Die Gesamthärte ist definiert als die Summe aller Erdalkali-Ionen; dies sind unter anderem: Calcium und Magnesium. In Lösungen sind diese „gepaart“ mit Chloriden, Sulfaten, Carbonaten und anderen Anionen.

Die Carbonathärte hingegen umfasst nur die Carbonate dieser Ionen, in der Regel ist sie niedriger als die Gesamthärte.

- Die Gesamthärte hat grosse Bedeutung bei der thermischen Sterilisation von Filterschichten und -Membranen sowie bei der Warmwasserspülung von Crossflowfiltern und Umkehrosiose- Anlagen.

Einstufung Wasser-Härte:

> 12°dH (20°F): Bildung Härteablagerungen, erhöhter Verbrauch von Seife (alkalische Reinigungsmittel), Härteablagerungen in Heisswasserschläuchen und Heizkesseln.

< 6°dH (10°F): Wasser beginnt aggressiv zu werden und kann zu Beschädigungen von Kanalisationen führen.

**Eisen:**

- Eisen-Gehalte über 0,1 mg/l treten oft in Grundwassern mit niedrigen Sauerstoffgehalten und reduzierendem Milieu auf.
- Grundwasser aus unbedeckten Burgsandsteinen haben oftmals sehr geringe Sauerstoffgehalte und weisen vielerorts hohe Eisen- und Mangangehalte auf (Fe bis 17 mg/l).
- Das im sauerstoffarmen Grundwasser enthaltene zweiwertige Eisen ist besonders empfindlich gegen Luftzutritt, wobei es in dreiwertige Eisenverbindungen umgewandelt wird und aufgrund deren geringer Löslichkeit als bräunlich flockiges Fe<sup>3+</sup>-Oxyd-Hydrat ausfällt.
- Eisen Toleranzwert 0.3 mg/kg FIV-Liste 2 (EG-R98/83 0,2 mg/kg)

**Chlorid:**

- Normale Oberflächen-/Grundwasser enthalten 10–30 mg Cl-/l. In der Nähe von Salzlagerstätten kann der Chlorid-Gehalt stark erhöht sein.
- Ein Chlorid-Gehalt > 250 mg Cl-/l verleiht dem Wasser einen salzartigen Geschmack. Die Grenze für die Geniessbarkeit liegt bei etwa 400 mg Cl-/l, wobei dieser Gehalt jedoch physiologisch unbedenklich ist.
- Ein hoher Chlorid-Gehalt fördert ausserdem die Korrosion von eisernen Rohren und Armaturen.
- In der Regel ist der Chlorid-Gehalt auf Natriumchlorid zurück zu führen. 400 mg Cl-/l entsprechen dabei etwa 600 mg/l gelöstem Natrium-Chlorid.

**Silikate:**

Erde, Sand, Rostteilchen (Korrosionsschäden Rohrleitungen)

**Partikel:**

Lehm, etc. werden unter dem Parameter „Silikate“ erfasst. Diese Partikel führen zu frühzeitiger Verblockung von Filtermaterial und verstopfen die Siebe der Wasserhähne (oft erstes Anzeichen). Sie haben eine mechanische, beschädigende Wirkung! Sofern vorhanden, Filtereinsatz kontrollieren und sofern möglich, rücksprülen.

**Anforderungen Spülwasser für Filtermaterialien**

Unzureichende Spülwasserqualität führt zur Bildung von Leistungsmindernden Deckschichten auf Membranen. Diese Deckschichten sind oft irreversibel und führen unweigerlich zu frühzeitiger Verblockung von Membranen.

Es wird empfohlen den Hersteller/Lieferanten der Membranen nach konkreten Anforderungen an das Spülwasser zu fragen und die Spülwasserqualität periodisch zu überprüfen. Der Lieferant von Leitungswasser (i.d.R. Gemeinde) kann die Herkunft des Wassers ändern, ohne dies explizit zu kommunizieren. Eine Umstellung von Grund- auf Oberflächenwasser hat zwingend einen Einfluss auf die Qualität von Spülwasser.

Chemische Parameter	
Eisen (Fe)	< 0,05 mg/l
Mangan (Mn)	< 0,02 mg/l
Aluminium (Al)	< 0,05 mg/l
Silikat (SiO <sub>2</sub> )	< 10 mg/l
Hypochlorid (Cl <sub>2</sub> / HOCl)	< 5 mg/l
Härte	< 10°dH (Deutsche Härte)
Leitfähigkeit	> 5 µS/cm
Trübung	< 1 NTU
Fouling-Index	< 3 SDI Silt Density Index (Index für Wasser-Kolloide)

Mikrobiologie	
Trinkwasser im Verteilnetz	Liste „B“ Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Teil Hygieneverordnung)
amK (aerobe mesophile Keime)	Toleranzwert 300/ml KBE (Kolonienbildende Einheiten)
Escherichia coli (E-Coli)	Toleranzwert: nn/100ml (nicht nachweisbar)
Enterokokken	Toleranzwert: nn/100ml (nicht nachweisbar)

## Wasser und Schläuche

Wasser und Schläuche sind doch quasi „gepaart“, die Realität sieht jedoch anders aus!

### Schlauch Weinkeller



#### Mikrobiologische Wasseruntersuchung

187/ml – Aerobe, mesophile Keime

Ab Schlauch ohne Vorlauf

4'640/ml – Aerobe, mesophile Keime

Ab Schlauch 10 Min. Vorlauf

1'018/ml – Aerobe, mesophile Keime

#### Mikrobiologische Wasseruntersuchung

(Probenahme ohne Filterkerze)

Ab Schlauch ohne Vorlauf

98'000/ml – Aerobe, mesophile Keime

Ab Schlauch 10 Min. Vorlauf

500/ml – Aerobe, mesophile Keime

120/ml – Aerobe, mesophile Keime

Diese beiden Bilder benötigen keinen Kommentar und keinen Hinweis, sie sprechen für sich und bestätigen den Spruch: Sicher ist, dass nichts sicher ist. Selbst das nicht.

### Schlauch Trotte



## Wasser-Monitoring

Darunter soll man nicht etwas Aufwendiges oder Kompliziertes verstehen. In erster Linie geht es darum, ein Gefühl für den kostbaren Rohstoff Wasser zu erhalten und auffällige Veränderungen rechtzeitig festzustellen.

Durchführung:	
Organoleptische Prüfung	täglich
Trübung, Temperatur	täglich
Wasserverbrauch	täglich
andere Parameter	4 x Jahr (Jahreszeiten)
chemische Parameter	1 x Jahr
Mikrobiologie	1 x Jahr
bei Schäden an Wasserleitung	sofort handeln

Als Gerätschaften braucht es Trübungs-, pH- und Leitfähigkeits-Messgeräte, welche in vielen Betrieben zur Verfügung stehen.

Beobachten, Degustieren und Festhalten von Werten, wie dies z.B. bei der Produktion von Getränken (Wein, Bier, Softdrink, etc.) auch der Fall ist.

#### Analytik:

Wir empfehlen, die Analytik von Parametern zur Beurteilung von Wasser und Mikrobiologie nur durch ein akkreditiertes Labor durchführen zu lassen, um gegebenenfalls mit neutralen Untersuchungsergebnissen zu argumentieren.

#### Unser akkreditiertes Partnerlabor:

Labor Veritas AG, Engimattstrasse 11, 8002 Zürich, T: 044 283 29 30, [www.laborveritas.ch](http://www.laborveritas.ch)

#### Dienstleistungen:

Keller Fluid Pro AG ist gerne Ihr Ansprechpartner für alle Bereiche um die Filtration,

Monitoring und die gezielte Aufbereitung von Wasser.

#### Checkliste Wasser-Monitoring

► Fordern Sie unsere spezifische Wasser-Monitoring Checkliste an.

Kontakt: Andres Keller, Geschäftsführer, Keller Fluid Pro AG ([andres.keller@keller.ch](mailto:andres.keller@keller.ch))

#### Literatur:

##### Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Wasser: [www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung/00171/01708/index.html](http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung/00171/01708/index.html)

##### World Health Organization (WHO)

[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/)

##### Geologische Universität D-Erlangen

[www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/paramete.htm](http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/paramete.htm)

##### Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Wasseranalyse>