

## Was tun, wenn das häusliche Trinkwasser einer Verbesserung bedarf? (Teil 2)

Bedarf ein Wasser der Reinigung, um Trinkwasserqualität zu erreichen, stehen eine Vielzahl von Methoden zur Wahl, welche zumeist ein qualitativ hervorragendes Wasser versprechen. In der Regel bewirken sie vor allem eine quantitative Verbesserung durch Entfernen unerwünschter Inhaltsstoffe. Es stellt sich jedoch die Frage, ob mit der jeweiligen Behandlung auch auf qualitativer Ebene Veränderungen bzw. möglichst auch Verbesserungen eintreten. Angestrebt werden sollte ein Qualitätsniveau vergleichbar gutem Quell- oder Grundwasser. Ob dieses Ziel durch Reinigungsverfahren mit nachfolgenden weiteren Behandlungen erreicht werden kann, war Aufgabenstellung dieses Projektes, dessen weitere Ergebnisse in diesem Artikel dargestellt werden. Die Folgen von verschiedenen, üblichen Reinigungsverfahren wurden an dieser Stelle schon vorgestellt:<sup>1</sup> Es zeigte sich, dass nach einer Reinigung z. T. weitere Behandlungen nötig sind, um auch durch den Reinigungsprozess eingetretene Beeinträchtigungen zu beheben. Erste Ergebnisse von Verbesserungsmaßnahmen sind in Teil 1 unseres Berichtes im letzten WASSERZEICHEN Nr. 46 erschienen. Sie beziehen sich auf Leitungswasser mäßiger Qualität, das erst mit Aktivkohle („AK“) bzw. Umkehrosmose („UO“) gereinigt und anschließend mit den zwei Verbesserungsmethoden Sonnenlicht und Mineralien behandelt worden war.<sup>2</sup> In Teil 1 finden sich auch Erläuterungen zum verwendeten Wasser und zu den Untersuchungsmethoden. Im Folgenden beschreiben wir die Wirkung von weiteren vier Behandlungsarten zur Verbesserung der Wasserqualität.

### **Behandlungen zum Verbessern gereinigter Wässer**

#### *Wirbel*

Für die Verwirbelung wurde ein oben offenes und nach unten konisch zulauendes Glasgefäß verwendet, das man mit einem Glashahn absperren konnte. Zur Behandlung füllten wir das Probenwasser von oben ein und versetzten es mithilfe eines Glasstabes von Hand in rechtsdrehende Bewegung. Nach Öffnen des Glashahns lief das Wasser unter Bildung eines kräftigen Ablaufwirbels aus. Dieser Vorgang wurde für jede Probe 7-mal wiederholt.

---

1 Schleyer (2016)

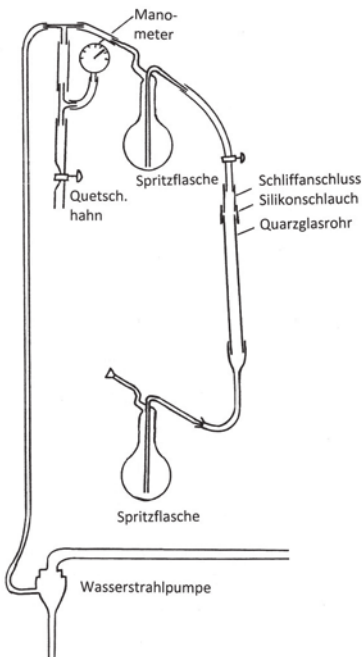
2 Schleyer *et al.* (2017)

### Tageslicht

Die Behandlung mit Tageslicht entsprach derjenigen mit Sonnenlicht<sup>2</sup>. Zwei Glasgefäße wurden durch ein Quarzrohr miteinander verbunden. Das Probenwasser wurde zuerst in das untere Gefäß gefüllt. Anschließend wurde das Quarzrohr mit dem oberen Gefäß aufgesetzt und die Anordnung im Freien, diesmal aber ohne direkte Sonnenbestrahlung, langsam in die Horizontale geneigt, bis das Wasser ruhig aus dem einen Gefäß in das andere hinüber fließen konnte. Dieser Fließvorgang wurde für jede Probe 7-mal wiederholt.

### Kombinationsbehandlung 2 mit Sog, Wirbel, Tageslicht und Mineralien (Komb2)

Die Skizze in Abb. 1 zeigt den Versuchsaufbau für diese Behandlung, welche ebenfalls im Freien bei Tageslicht aber ohne direkte Sonnenbestrahlung



durchgeführt wurde. Das obere Glasgefäß (Spritzflasche) enthielt die Mineralien Rosenquarz, Amethyst und Bergkristall. In den unteren Zulauf zum Quarzrohr war ein gewendelter dünner Schlauch so eingesetzt, dass das hochfließende Probenwasser in einer rechtsgängigen Schraubenbewegung wirbelig durch das Quarzrohr strömen konnte. Bei der Behandlung wurde das untere Gefäß mit dem Probenwasser befüllt. Dann wurde die Vakuumpumpe eingeschaltet, der Quetschhahn links geschlossen, der rechts geöffnet, so dass das Wasser über das Quarzrohr rechts aus dem unteren Gefäß wirbelnd in das obere hochgesaugt wurde. Dabei sank der Druck in dem System auf  $p_{\text{abs}} = 0,1$  bar ab. Nach Leerung des unteren Gefäßes floss das Probenwasser nach Öffnen des Quetschhahns oben links wieder in das untere Gefäß und der Saugvorgang wurde wiederholt. Alle Proben wurden 7-mal hoch gesaugt.

Abb. 1: Skizze Versuchsaufbau für Kombinationsbehandlung 2

### *Flowforms (FlowF)*

Die von John Wilkes entwickelten Flowforms<sup>3</sup> sind Schalen, die das durchfließende Wasser in rhythmisch schwingende Bewegung bringen. Die für die Behandlung verwendeten 12 Flowforms für häusliche Wasserbehandlung bestanden aus glasierter Keramik und waren so übereinander angeordnet, dass der Auslauf jeder oberen Schale über dem Einlauf der unteren Schale lag, so dass das Probenwasser von oben nach unten rhythmisch schwingend durchfließen konnte. In Flowforms fließendes Wasser erwies sich infolge der großen, bewegten Wasseroberfläche als sehr offen und sensibel gegenüber möglichen Umgebungseinflüssen, wie z.B. auch Ausgasungen chemischer Substanzen.

Der vom Hersteller mitgelieferte Schutzzyylinder aus Plexiglas für die aufgestapelten Flowforms zeigte sich in Vorversuchen als unbrauchbar, da er unerwünschte Stoffe an das durch die Flowforms fließende Wasser abgab. Deshalb wurde die Behandlung ohne den Schutzzyylinder durchgeführt. Diese bestand aus 3-maligem Durchströmen der Flowformkaskade.

Das für die Behandlung mit Flowforms verwendete Umkehrosmose-Wasser wurde ohne LED-Beleuchtung hergestellt.

### ***Ergebnisse der Behandlungen***

#### *Chemisch-mikrobiologische Untersuchung*

Wesentliche Veränderungen im Vergleich zu den gereinigten, aber unbehandelten Wässern ergaben sich auch hier nicht.

#### *Tropfbilduntersuchung*

Beim Aktivkohle-gereinigten Wasser führten – aufgrund der in Teil 1 beschriebenen hohen Strömungsqualität der beiden gereinigten Wässer – die Behandlungen teilweise zu einer Verschlechterung. Beim Umkehrosmose-Wasser trat eine solche Verschlechterung bei der hier betrachteten *Kombinationsbehandlung 2* ein.

Bei keiner Behandlung war eine deutliche Steigerung der schon hohen Strömungsqualität zu beobachten.

#### *Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie*

Nach Erfahrungen mit käuflichen Tafel- und Mineralwässern drückt sich eine nicht stofflich bedingte Steigerung der Qualität durch höhere Lumineszenz-Werte aus.

---

<sup>3</sup> Wilkes (2009)

Beim Aktivkohle-Wasser sind die Lumineszenz-Werte nach allen hier betrachteten Behandlungen vermindert. Signifikante Erhöhungen der Lumineszenz ergaben sich für Umkehrosmose-Wasser bei den Behandlungen *Verwirbelung* und der *Kombinationsbehandlung 2*. Die Behandlungen *Tageslicht* und *Flowforms* zeigten nur geringfügige Steigerungen.

Aktivkohle-Wasser		Umkehrosmose-Wasser	
Probe	Mittelwert Mw1w [counts/ 0,1s]	Probe	Mittelwert Mw1w [counts/ 0,1s]
<b>AK (ohne Behandlung)</b>	<b>134 497</b>	<b>UO (ohne Behandlung)</b>	<b>20 276</b>
Wirbel	120 957	Wirbel	33 886
Tageslicht	131 575	Tageslicht	23 001
Komb2: Sog, Wirbel, Tageslicht, Mineralien	121 590	Komb2: Sog, Wirbel, Tageslicht, Mineralien	29 315
Flowform-Behandlung <sup>*)</sup>			
<b>AK (ohne Behandlung)</b>	<b>137 485</b>	<b>UO (ohne Behandlung)</b>	<b>22 406</b>
Flowforms	120 514	Flowforms	25 341

**Tab. 1:** Mittlere Lumineszenz-Werte der beiden gereinigten Wässer und der behandelten Proben.

<sup>\*)</sup> Die Flowform-Behandlung fand nicht gleichzeitig mit den anderen Behandlungen statt. Deshalb gilt für sie ein eigener Bezugswert „AK (ohne Behandlung)“.

### Algen-Untersuchung

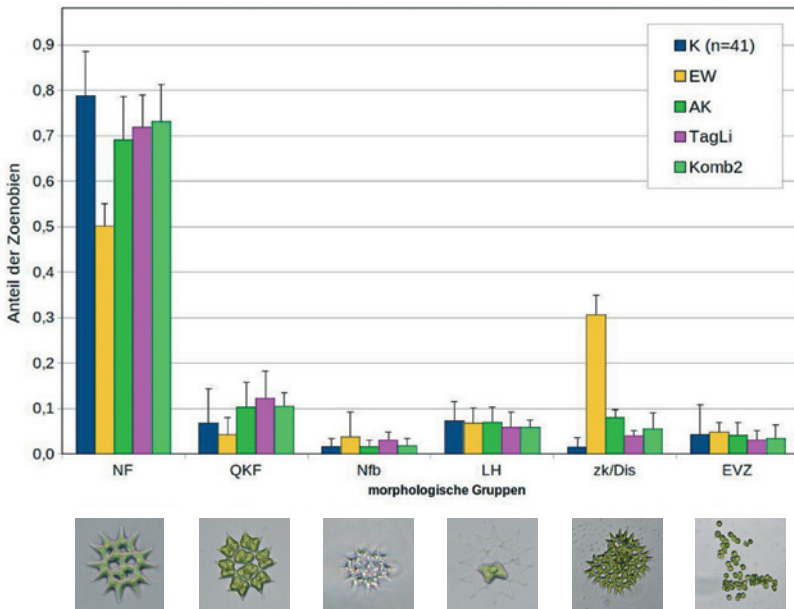
Bei dieser Untersuchung werden die Ergebnisse mit zwei Wässern verglichen:

1. das **Wasser der Kontrolle**, in welchem die Algen unter Standardbedingungen ihre Lebensprozesse vollziehen. Die Kontrolle soll den störungsarmen Wachstumsverlauf mit den hierbei entstehenden morphologischen Formen abbilden,
2. das durch eines der beiden Verfahren Aktivkohle bzw. Umkehrosmose **gereinigte Wasser**.

Ziel aller Verbesserungsbehandlungen sollte ein Wachstum der Algen entsprechend der Kontrolle mit den dort gefundenen morphologischen Formen sein. Die mit *Wirbel* behandelten Proben des AK-Wassers und des UO-Wassers wurden mit der Algenmethode nicht untersucht. Deshalb enthalten die folgenden Diagramme keine Wirbel-Werte.

In **Aktivkohle-Wasser** gewachsene Algen zeigten nach 24 h Wachstum morphologische Eigenschaften ähnlich der Kontrolle (Abb. 2). Die Behandlungen Tageslicht und Kombination-2 bewirkten keine Veränderung. Während unter Kontrollbedingungen in der Regel achtzellige Kolonien<sup>4</sup> vorherrschen, traten diese zahlenmäßig im Aktivkohle-Wasser zurück zugunsten 16- und 32-zelliger Kolonien. Alle untersuchten Behandlungen waren nicht in der Lage, das Vorherrschen von 16- und 32-zelligen Kolonien im Verhältnis zu 4- und 8-zelligen Kolonien zu verändern.

**AK:** Anteile der morphologischen Gruppen, 24 h



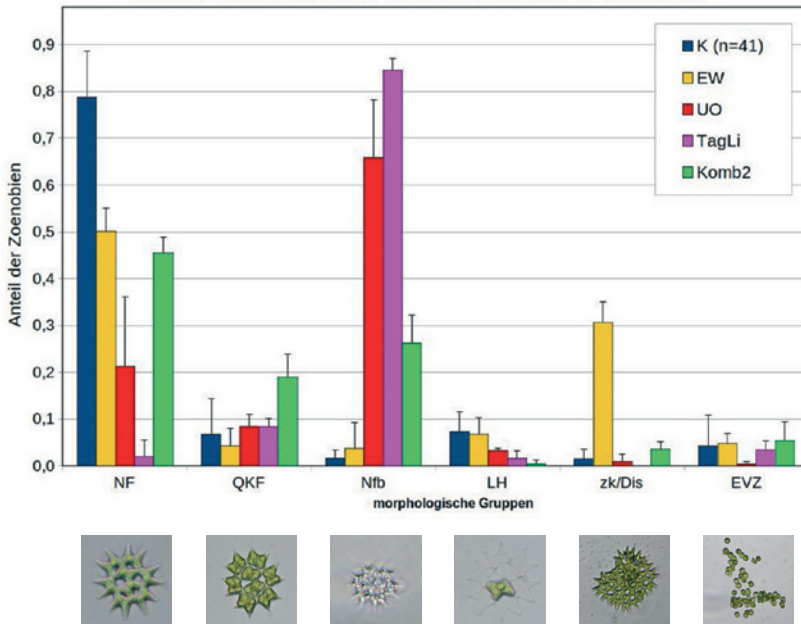
**Abb. 2:** Behandlungen von AK-Wasser: Durchschnittliche Anteile der morphologischen Gruppen von *P. duplex* nach 24 h, gewachsen in Kontrollmedium (K, links), sowie rechts anschließend im ungereinigten Ausgangswasser (EW), im Aktivkohle-gereinigten Wasser (AK) und nach Behandlungen dieses Wassers mit Tageslicht (TagLi) und der Kombination von Sog, Wirbel, Tageslicht und Mineralien (Komb2); untere Bildreihe: Beispiele für den morphologischen Typus

In **Umkehrosrose-Wasser** gewachsene Algen zeigten eine Verringerung der normal geformten Kolonien (NF) um etwa 75 % bei entsprechender Zunahme der Zahl farbloser Kolonien (Nfb) im Vergleich zur Kontrolle (Abb. 3). Diese

<sup>4</sup> bei einem kleinen Anteil von vierzelligen Kolonien

Veränderung wurde durch die Behandlung *Tageslicht* noch verstärkt, durch die *Kombination-2* jedoch deutlich vermindert zugunsten normal geformter Kolonien (NF) sowie Quellformen (QKF). Die negative Veränderung durch das UO-Wasser wird als Beeinträchtigung des Energiestoffwechsels der Algen interpretiert, da einerseits das Wachstum (Vermehrungsverhalten) beeinträchtigt ist und andererseits auch das Chlorophyll abgebaut wird.

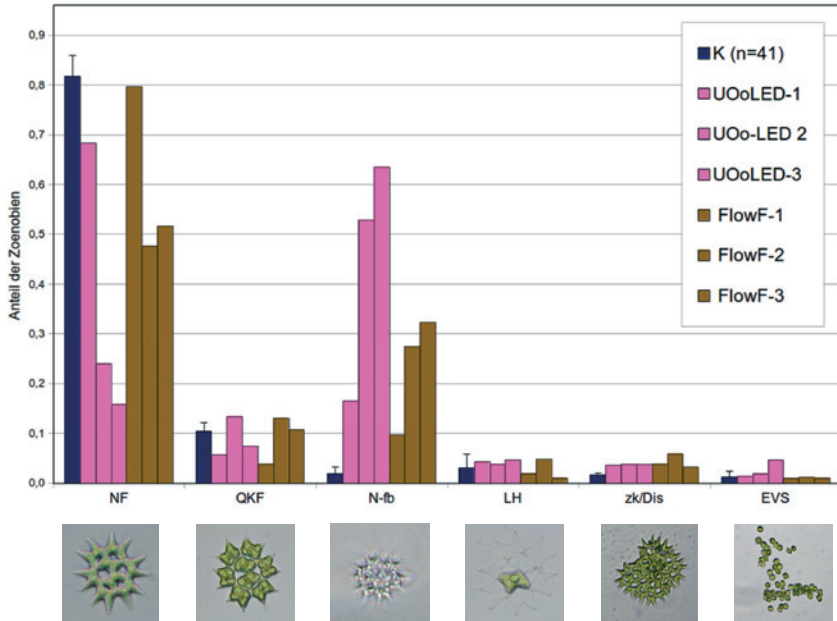
**UO:** Anteile der morphologischen Gruppen, 24 h



**Abb. 3: Behandlung von UO-Wasser:** Durchschnittliche Anteile der morphologischen Gruppen von *P. duplex* nach 24 h, gewachsen in Kontrollmedium (K, links), sowie rechts anschließend dem ungereinigten Ausgangswasser (EW), das mittels Umkehrosiose gereinigtes Wasser (UO), sowie nach Behandlungen dieses Wassers mit Tageslicht (TagLi) und der Kombination von Sog, Wirbel, Tageslicht und Mineralien (Komb2); **untere Bildreihe:** Beispiele für den morphologischen Typus

Eine Nachbehandlung des durch Umkehrosiose ohne LED gereinigten Wassers mit Flowforms bei sehr rasch fließendem Wasserdurchgang bewirkte bei darin gewachsenen Algen nach ~24 h Wachstum – bei allerdings hoher Varianz – eine deutliche Zunahme des Anteils normal geformter Kolonien bei Verringerung des Anteils farbloser Kolonien (Abb. 4, gezeigt sind hier die Werte der drei Einzeluntersuchungen).

**Flowforms:** Anteile der morphologischen Gruppen, ~ 24 h



**Abb. 4: Behandlung mit Flowforms nach Umkehrosiose-Reinigung ohne LED-Beleuchtung:** Durchschnittliche Anteile der morphologischen Gruppen von *P. duplex* nach ~24 h (oben) bzw. ~72 h (unten), gewachsen in Kontrollmedium (K, links), in mit Umkehrosiose ohne LED-Beleuchtung gereinigtem Wasser (UOoLED) sowie rechts anschließend Behandlung mit Flowforms (FlowF). Angegeben sind die über den Projektzeitraum gemittelten Werte mit Standardabweichung bei der Kontrolle sowie im Weiteren die drei Einzelwerte zur Verdeutlichung der Varianz; untere Bildreihe: Beispiele für den morphologischen Typus

**Wirkungssensorische Untersuchung**

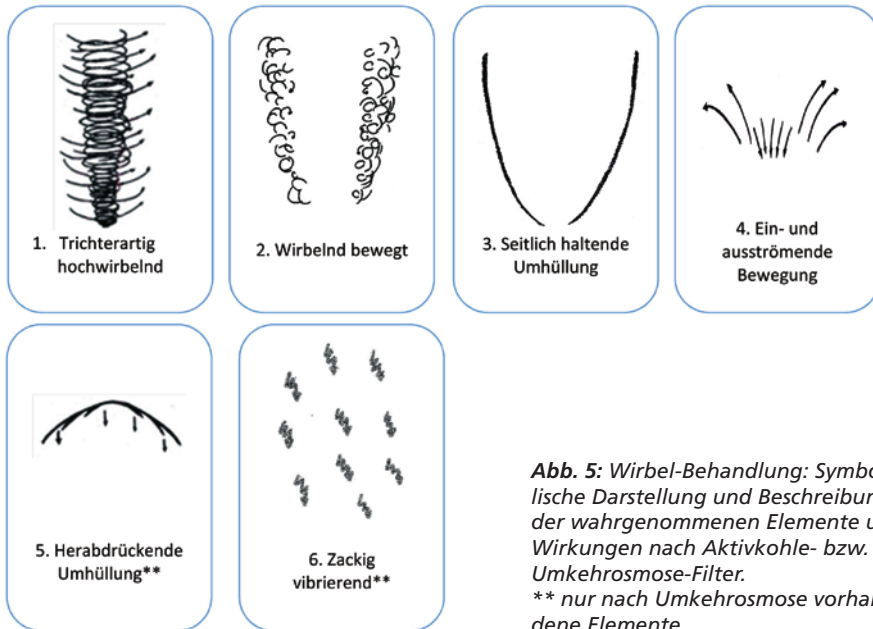
Die Wirkungssensorik als Methode der Bildekräfteforschung nach Dorian Schmidt strebt an, die Kräfte einer Probe zu betrachten, indem ein geschulter Proband in einer hoch konzentrierten Haltung im Kontakt mit der Probe ihre Kräftebewegungen sowie ihre Wirkung innerlich wahrnimmt. Diese Untersuchung wird mehrmals und ggf. unter mehreren Probanden wiederholt.

Die wirkungssensorisch wahrgenommenen Elemente wurden – soweit dies möglich ist – skizziert und vollständig in der Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen in der Tabelle entsprechen den Zahlen in der Skizze.

Die Wirkungen der Behandlungen waren kräftig, so dass die ursprünglichen Eigenschaften der beiden unterschiedlich gereinigten Wässer zum großen Teil

nicht mehr wahrnehmbar waren. Im Folgenden sind die beobachteten Elemente für die beiden durch Aktivkohle und Umkehrosmose gereinigten Wässer in den Skizzen und Tabellen zusammen aufgetragen, wobei die zusätzlich im Umkehrosmose-Wasser auftretenden Elemente markiert sind.

**Wirbel-Behandlung nach Aktivkohlefilter bzw. Umkehrosmose**

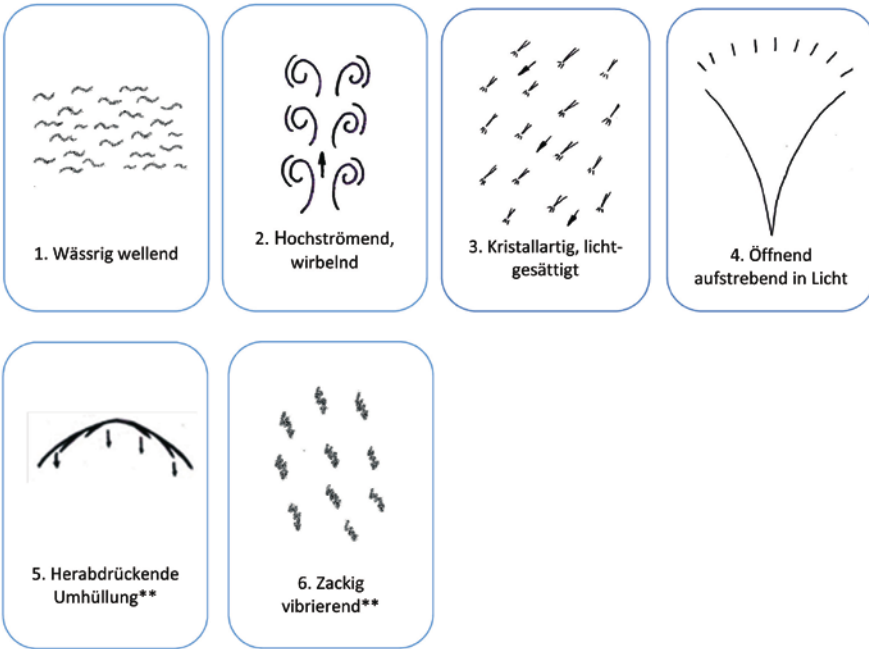


*Abb. 5: Wirbel-Behandlung: Symbolische Darstellung und Beschreibung der wahrgenommenen Elemente und Wirkungen nach Aktivkohle- bzw. Umkehrosmose-Filter. \*\* nur nach Umkehrosmose vorhandene Elemente*

Wahrgenommene Elemente	Wahrgenommene Wirkungen
1. Sich hochwirbelnde, wirbeltrichter-artige Bewegung, 2. Um 1 sehr bewegt wirbelnd, 3. Seitlich sehr haltende Umhüllung, 4. Starke ein- oder ausströmende Bewegung, 5. Oben dunklere, herabdrückende Umhüllung **, 6. Zackig-vibrierende, eindringende Elemente**.	Umhüllend, haltend, Durchströmend, Etwas herabdrückend und erstarrend**, Nicht nachwirkend.
Einige Umkehrosmose-spezifische Elemente waren zu beobachten.	



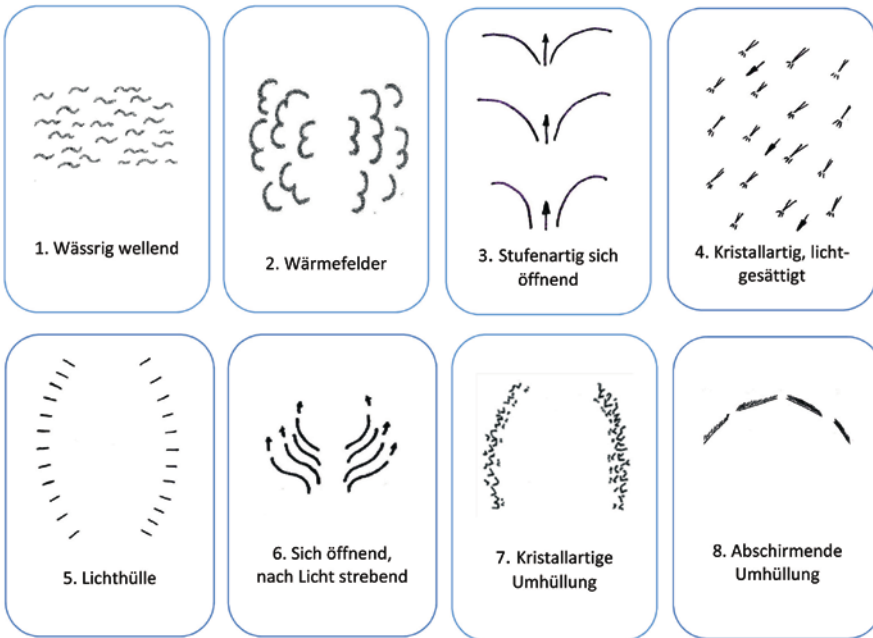
## Tageslicht-Behandlung nach Aktivkohlefilter bzw. Umkehrosmose



Wahrgenommene Elemente	Wahrgenommene Wirkungen
1. Wässrig wellende Bewegung*, 2. Hochströmende wirbelnde Bewegung*, 3. Einfallende, kristallartige, licht-gesättigte Elemente, 4. Sich öffnende aufstrebende Bewegung in Licht, 5. Dunklere herabdrückende Umhüllung**, 6. Zackig-vibrierende, eindringende Elemente**, Einige Umkehrosmose-spezifische Elemente waren zu beobachten.	Durchlichtend, Belebend, kräftigend, Weitend, öffnend, Leichte, Noch etwas herabdrückend und erstarrend**, Kaum nachwirkend.

**Abb. 6: Tageslicht-Behandlung:** Symbolische Darstellung und Beschreibung der wahrgenommenen Elemente und Wirkungen nach Aktivkohle- bzw. Umkehrosmose-Filter. \*wassertypische Elemente, \*\* nur nach Umkehrosmose vorhandene Elemente

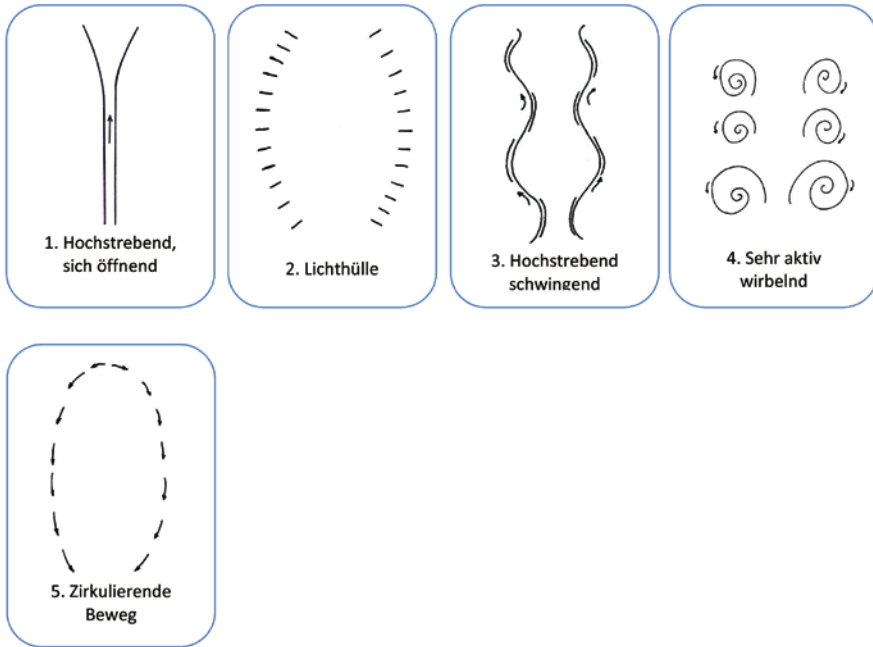
Kombinationsbehandlung 2 nach Aktivkohlefilter bzw. Umkehrosmose



Wahrgenommene Elemente	Wahrgenommene Wirkungen
1. Wässrig wellende Bewegungen*, 2. Wärmefelder, 3. Hochstrebende, stufenartig sich öffnende Bewegung, 4. Einfallende, kristallartige, licht-gesättigte Elemente 5. Lichthülle, 6. Sich öffnende, nach Licht strebende Bewegung, 7. Kristallartige Umhüllung, 8. Abdämpfende, abschirmende Umhüllung. Es waren keine Umkehrosmose-spezifische Elemente zu beobachten.	Wärmend, Aufrichtend, Umschließend, bergend, Kräftigend, Leicht durchlichtend, Leicht abschirmend, Nachwirkend.

Abb. 7: **Kombinationsbehandlung 2:** Symbolische Darstellung und Beschreibung der wahrgenommenen Elemente und Wirkungen nach Aktivkohle- bzw. Umkehrosmose-Filter. \*wassertypische Elemente

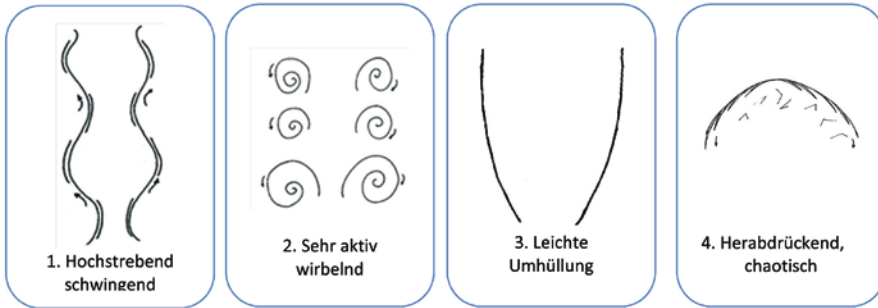
## Flowform-Behandlung nach Aktivkohlefilter



Wahrgenommene Elemente	Wahrgenommene Wirkungen
1. Hochstrebende, aufrichtende, sich öffnende Bewegung, Leichte, 2. Ausstrahlendes Licht, 3. Hochstrebende, schwingende, wässrige Bewegung*, 4. Sehr aktive, in freudiger Stimmung wirbelnde, wässrige Bewegung*, 5. Zirkulierende Bewegung,	Leicht durchlichtend, Aufrichtend, Sehr durchströmend, Belebend, Erhebend.

**Abb. 8: Flowform-Behandlung nach Aktivkohle-Reinigung:** Symbolische Darstellung und Beschreibung der wahrgenommenen Elemente und Wirkungen des behandelten Aktivkohle-Wassers. \*wassertypische Elemente.

## Flowform-Behandlung nach Umkehrosmose



Wahrgenommene Elemente	Wahrgenommene Wirkungen
<p>1. Hochstrebende, schwingende, wässrige Bewegung*,</p> <p>2. Aktive, in freudiger Stimmung wirbelnde, wässrige Bewegung*,</p> <p>3. Leichte Umhüllung,</p> <p>4. Darüber herabdrückende, dominierende Hülle mit chaotischen Bewegungen.</p> <p>Einige Umkehrosmose-spezifische Elemente waren zu beobachten.</p>	<p>Leicht durchlichtend,</p> <p>Aufrichtend,</p> <p>Sehr durchströmend,</p> <p>Belebend,</p> <p>Dann etwas herabdämpfend und erstarrend.</p>

**Abb. 9: Flowformbehandlung nach Umkehrosmose-Reinigung ohne LED:**  
 Symbolische Darstellung und Beschreibung der wahrgenommenen Elemente und Wirkungen des behandelten Umkehrosmose-Wassers. \*wassertypische Elemente

### Zusammenfassende Beurteilung der Behandlungsverfahren

Die im zweiten Teil des Projektes untersuchten Nachbehandlungsverfahren führten vor allem zu behandlungsspezifischen Wirkungen. *Die Eigenschaften eines hochwertigen, unbelasteten Quellwassers wurden nicht erreicht.* Trotzdem können die Behandlungsmethoden mit ihren **spezifischen Wirkungen** empfohlen werden, wenn solche erwünscht sind.

### Verwirbeln

Das *Verwirbeln* veränderte die Strömungsqualität nicht, die Lumineszenz war bei dem AK-Wasser etwas geringer, beim UO-Wasser deutlich höher als vor der Behandlung. In der Wirkungssensorik zeigten sich im Verwirbelungsprozess zusätzliche kräftige Wirbel und ein- und ausströmende Bewegungen. Die Wirkung reichte jedoch nicht aus, um alle Umkehrosmose-Einflüsse zu entfernen. Ein Intensivieren oder Verlängern des Verwirbelungs-Prozesses wäre eventuell hilfreich.

Bei dieser Behandlung ist die Verwendung Wasser-neutraler Materialien (z. B. Edelstahl) wichtig.

### *Tageslicht*

Wie beim *Sonnenlicht* zeigte sich die Wirkung des *Tageslichts* nur in der wirkungssensorischen Untersuchung als anregend und freilassend mit einzelnen wassertypischen und sonnentypisch lichthaften und kristallinen Elementen. Das AK-Wasser erhielt dadurch einen mehr wassertypischen Charakter, während beim UO-Wasser die Wirkungen im Vergleich zur Behandlung mit *Sonnenlicht* schwächer waren und nicht ausreichten, um alle Umkehrosmose-Einflüsse zu entfernen.

### *Kombinationsbehandlung 2 mit Sog, Wirbel, Tageslicht und Mineralien*

Die Wirkung dieser *Kombinationsbehandlung 2* ergab eine schwächere Strömungsqualität, vermutlich infolge des Austritts von Bestandteilen des verwendeten Schlauchmaterials unter der Wirkung des Soges. Die Lumineszenz war beim AK-Wasser unverändert, beim UO-Wasser dagegen erhöht. Sehr positive Wirkungen zeigten sich jedoch bei den Algen sowie in der wirkungssensorischen Untersuchung mit einzelnen wassertypischen Bewegungen und vielen naturgemäßen, aufbauenden Elementen, so dass diese Behandlung in der Lage war, selbst Umkehrosmose-Einflüsse deutlich zu verringern bis auszugleichen. Wegen der Sogbehandlung ist hier jedoch die Verwendung wasserneutraler Materialien (z. B. Edelstahl) sehr wichtig.

### *Flowforms*

Beim dreimaligen Durchlaufen der *Flowforms* nahm das Probenwasser offenbar Substanzen aus der Luft auf, so dass sich die Strömungsqualität verschlechterte. Die Lumineszenz-Werte waren beim UO-Wasser leicht erhöht, beim AK-Wasser deutlich vermindert. Die Algen reagierten bei beiden Wässern positiv auf diese Behandlung. Auch die wirkungssensorische Untersuchung zeigte positiv zu beurteilende Wirkungen mit wasser- und naturgemäßen, freilassenden Elementen.

Diese Behandlung verringerte die durch Umkehrosmose bewirkten Veränderungen deutlich, sie reichte jedoch nicht aus, um den Einfluss der Umkehrosmose vollständig zu entfernen.

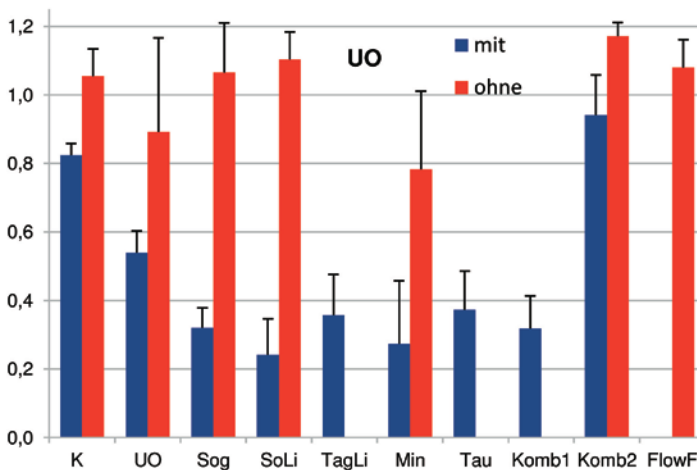
Eine Verbesserung der Wirkung ist eventuell durch mehr Durchläufe und durch eine neutrale Abschirmung von der Umgebung möglich.

### Wirkung der LED-Beleuchtung bei der Umkehrosmose

Wie in Teil 1 beschrieben, war das Umkehrosmose-Gerät mit einer LED-Lampe ausgerüstet, die das gereinigte, auslaufende Wasser beleuchtete. Außer für die Flowform-Behandlung wurde für alle Nachbehandlungen Umkehrosmose-Wasser mit dieser LED-Beleuchtung verwendet. Die Ergebnisse der ersten Messreihen zeigten, dass von der LED-Lampe vermutlich Wirkungen ausgingen, die als beeinträchtigend beurteilt werden und näher geprüft werden sollten. Deshalb wurden am Ende der Untersuchungen noch einige Behandlungen mit einem Umkehrosmose-Gerät ohne LED-Lampe wiederholt. Weitere Ergebnisse sind im ausführlichen Bericht dargestellt.<sup>5</sup>

Die Wirkung der LED-Lampe zeigte sich deutlich bei den Wachstumsraten der Algen (siehe Abb. 10)<sup>6</sup>. Während die Wachstumsrate der Proben aus UO-Wasser **ohne** LED-Beleuchtung etwa derjenigen der Kontrolle entsprach, zeigten die Algen in UO-Wasser **mit** LED-Beleuchtung deutliche Wachstumsunterschiede im Vergleich zur Kontrolle. Nur die *Kombinationsbehandlung 2* war in der Lage war, die Wachstumsrate zu normalisieren.

Diese Art von Beleuchtung sollte bei der Wasserbehandlung nicht eingesetzt werden.



**Abb. 10:** Mittelwerte der Wachstumsraten  $\mu$  der in den jeweiligen Wässern gewachsenen Algenkulturen ( $n=3$ ) mit Standardabweichung, mit LED-Beleuchtung blau, ohne rot. Die Abkürzungen entsprechen von links nach rechts der Kontrolle (K), dem mit Umkehrosmose gereinigten Wasser (UO) und den Behandlungen dieses Wassers mit Sog, Sonnenbelichtung (SoLi), Belichtung ohne direkte Sonnenbestrahlung (TagLi), Mineralien (Min), Tau, zwei Kombinationsbehandlungen sowie der Behandlung mit Flowforms; nicht gezeigte Werte: nicht untersucht.

<sup>5</sup> Liess et al. (2017)

<sup>6</sup> Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass jeweils nur das Wasser behandelt wurde und nicht die Algen einer LED- Behandlung ausgesetzt waren.

### **Zusammenfassung**

#### *Nachbehandlung nach Aktivkohle-Reinigung:*

Die in diesem zweiten Teil des Projektes untersuchten Nachbehandlungsverfahren (siehe Teil 1<sup>7</sup>) *durch Sog, Verwirbelung, Sonnen- oder Tageslichtbestrahlung, durch Mineralien, Tau, Flowforms* und zwei Kombinationen der Behandlungen führten vor allem zu behandlungs-spezifischen Wirkungen. In drei Fällen – bei Tageslicht, Flowforms und bei der Kombination von *Sog, Verwirbelung, Tageslicht und Mineralien* – ergab sich eine leichte Zunahme der wasser-spezifischen Elemente, doch die Eigenschaften eines hochwertigen, unbelasteten Quellwassers wurden nicht erreicht. Trotzdem können die Behandlungsmethoden mit ihren **spezifischen Wirkungen** empfohlen werden, wenn solche erwünscht sind.

#### *Nachbehandlung nach Umkehrosmose-Reinigung:*

Von den untersuchten Nachbehandlungsverfahren führten die Behandlungen mittels *Sonnenlicht, Tau, Flowforms* sowie eine Kombination von *Sog und Tageslicht-Beleuchtung* zu einer deutlichen Verbesserung der Eigenschaften. Bei einer erweiterten Kombination von *Sog, Verwirbelung, Tageslicht sowie Mineralien* ergab sich eine deutliche Verringerung bis Aufhebung der Umkehrosmose-bedingten Veränderungen einschließlich der Wirkungen der nachfolgenden kurzzeitigen LED-Beleuchtung. Hier traten auch einzelne, wasser-typische Eigenschaften neben weiteren behandlungs-typischen Eigenschaften hervor. Die Qualität eines hochwertigen, reinen und unbelasteten Quellwassers wurde jedoch auch mit diesem Verfahren nicht erzielt.

### **Ausblick**

Zur Bestätigung und Weiterentwicklung dieser Ergebnisse ist eine vertiefte Untersuchung in einem Folgeprojekt geplant. Aufbauend auf den vorliegenden Erfahrungen sollen darin gezielt Behandlungen mit weniger Nebenwirkungen und auch inzwischen erfolgte Weiterentwicklungen insbesondere von Ultrafiltrationsmethoden, z. B. mit Keramikfiltern geringer Porengröße, untersucht werden. Die Nachbehandlungen mit kombinierten Verfahren zeigten erfreuliche Verbesserungen auf, die intensiver und erweitert untersucht werden sollten.

---

7 Schleyer et al. (2017)

## **Danksagung**

Wir danken der Anthroposophischen Gesellschaft in Deutschland, Bereich Forschungsförderung, Eichwalde sowie Damus e. V., Fulda, für die großzügige Förderung, welche die Durchführung dieser Untersuchungen ermöglichte.

*Manfred Schleyer, Christine Sutter, Christian Liess*

---

## **Literatur**

- Liess, C., C. Sutter, P. Stolz, M. Schleyer (2017): Entwicklung von Verfahren zur Qualitätsverbesserung von gefilterten bzw. gereinigten Trinkwässern, Teil 2: Verbesserung der lebensfördernden Eigenschaften, Projektbericht, Herrischried
- Schleyer, M. (2016): Entwicklung von Verfahren zur Qualitätsverbesserung von gefiltertem bzw. gereinigtem Trinkwasser, WASSERZEICHEN Nr. 43, S. 32 – 50, download unter: [stroemungsinstitut.de/aktuelle-veroeffentlichungen/](http://stroemungsinstitut.de/aktuelle-veroeffentlichungen/)
- Schleyer, M., C. Sutter, C. Liess (2017) Was tun, wenn das häusliche Wasser einer Verbesserung bedarf? (Teil 1), WASSERZEICHEN Nr. 46, S. 17-35. download unter: [stroemungsinstitut.de/aktuelle-veroeffentlichungen/](http://stroemungsinstitut.de/aktuelle-veroeffentlichungen/)
- Wilkes, A. J. (2008): Das Flowform Phänomen, Verlag Engel, Stuttgart.