

Zusammenfassung Wassersymposium 2019

40 Jahre GRANDER®



Kitzbühel, am 7. September 2019

Inhalt

1.	Einleitung.....	3
2.	Hochauflösende Wasseranalytik.....	5
3.	Wissenschaftliche Publikationen.....	6
4.	Verständnis zu den GRANDER®-Effekten.....	9
5.	Nutzen der GRANDER®-Effekte.....	10
6.	Visionen für eine nachhaltige Zukunft.....	11

1. Einleitung

Seit Bestehen der GRANDER®-Wasserbelebung gibt es zwei Fragen als ständige Begleiter mit wachsender Bedeutung: Wie funktioniert die GRANDER®-Wasserbelebung und lassen sich diese Effekte wissenschaftlich untermauern?

Die tägliche Praxis und die vielfach empirisch dokumentierten, positiven Wirkungserfahrungen gingen der wissenschaftlichen Erklärbarkeit Jahrzehnte voraus.

Neu entstandene Wissenschaftszweige, wie etwa angewandte Wasserphysik (applied water physics) (1) und verbesserte Wasseranalyse-Verfahren (2) halfen, grundlegende Mechanismen und einzelne Faktoren der GRANDER®-Wasserbelebung zu verstehen, in Labor-Versuchen zu reproduzieren und zu verifizieren.

Angewandte Wasserphysik

Der Schwerpunkt des Themas „applied water physics“ liegt in der Erforschung dieser grundlegenden Eigenschaften des Wassers, unter anderem seiner Wechselwirkungen mit elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern und der Auswirkung solcher Wechselwirkungen auf lebende Organismen wie Bakterien.

In den vergangenen 40 Jahren wurde viel über die Auswirkungen der magnetischen oder elektromagnetischen Behandlung auf Wasser geforscht - über hundert Artikel und Berichte sind in der Literatur (Auszug Bsp.: 10–29) verfügbar.

Lange Zeit wurden Behauptungen, dass der Einfluss eines Magnetfeldes auf hartes Wasser die Struktur und Morphologie der Calciumcarbonatkristallisation beeinflusst, von der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Skepsis betrachtet. Dies war vor allem darauf zurückzuführen, dass es keinen plausiblen Mechanismus gab, der die dauerhafte Wirkung von Magnetfeldern auch nach Beendigung der Exposition erklären konnte

Daher war die Anwendung in Fachkreisen umstritten, nicht nur in Bezug auf die GRANDER®-Wasserbelebung.

Wetsus – Europas Kompetenzzentrum für nachhaltige Wassertechnologie

Die fächerübergreifende wissenschaftliche Zusammenarbeit von europäischen Universitäten und Forschungsinstituten (3) in Europas Kompetenzzentrum für nachhaltige Wassertechnologie – WETSUS – brachte einen Durchbruch im Verständnis der MWT aus Sicht der Wasserphysik. (4)

Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse:

Die wissenschaftlichen Ergebnisse von Dr. Elmar Fuchs (5) und seinem Team/ Wetsus (6)

"Strong Gradients in Weak Magnetic Fields Induce DOLLOP Formation in Tap Water"

(„Starke Gradienten in schwachen Magnetfeldern induzieren die DOLLOP-Bildung in Leitungswasser“) konnten in einem wissenschaftlichen Peer Review Verfahren bestätigt werden. (7)

2012 publizierte Coey eine Theorie über den Mechanismus der magnetischen Wasseraufbereitung, die auf dem Gradienten des angewendeten Feldes und nicht auf seiner absolute Stärke basiert.

Diese neue wissenschaftliche Arbeit von der Wetsus Forschungsgruppe „Applied Water Physics“ (Martina Sammer, Cees Kamp, Astrid H. Paulitsch-Fuchs, Adam D. Wexler, Cees J.N. Buisman und Elmar C. Fuchs) beruht auf der Erkenntnis, dass sich - im Leitungswasser enthaltene - Kalziumcarbonat Nanoteilchen ("DOLLOPS") unter bestimmten (u. a. vom magnetischen Gradienten verursachte) Bedingungen neu strukturieren und somit die Umweltbedingungen für gelöste Stoffe (z. B. Kalk) verändern. (8)

Die Ergebnisse der Studie zeigen eine erhöhte Bildung von nm-großen Pränukleationsclustern (wie Oxyanionenpolymere oder "DOLLOPs") aufgrund der Exposition gegenüber dem Magnetfeld und stehen damit im Einklang mit Coeys Theorie, die daher auch auf sehr schwache magnetische Felder anwendbar ist, solange sie starke Gradienten enthalten.

2. Hochauflösende Wasseranalytik

Fortschrittliche Untersuchungsmethoden eröffnen neue Chancen in der modernen Wasseranalytik. Das gilt sowohl in der Spuren-Analytik, bei der niedrigste Konzentrationen von Stoffen bzw. Substanzen detektiert werden können (pg/l), als auch bei mikrobiologischen Untersuchungen, bei denen beispielsweise die Anzahl von Bakterien im Wasser in weniger als einer Stunde gefunden werden kann.

Ein Beispiel zur Veranschaulichung Achensee:

Fläche 6,8 km²
Volumen 0,481 km³

Löst man 1 Stück Würfelzucker im Achensee auf, so lässt sich dieser Zucker mit Hilfe einer hochentwickelten Messtechnik, welche als Durchflusszytometrie bezeichnet wird, immer noch nachweisen.



Abb. 2: Achensee

Die Feststellung der Gesamtkeimzahl in Trinkwasser dauert mit „konservativen Methoden“ 72 Stunden und es können nur ca. 1% der tatsächlich vorhandenen Bakterien sichtbar gemacht werden, die restlichen 99% bleiben unentdeckt.

Die Durchflusszytometrie

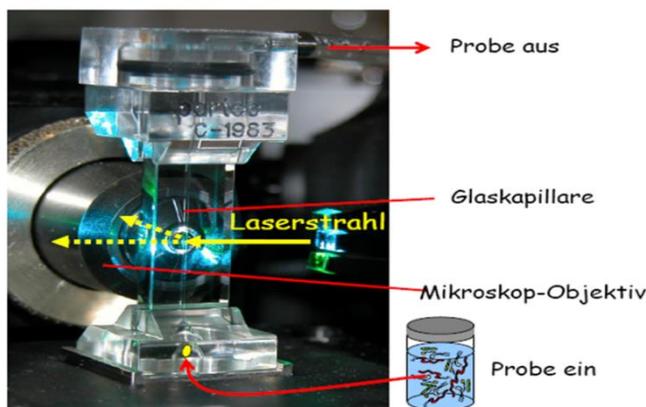


Abb. 1: Funktionsprinzip Durchflusszytometer

Das **Durchflusszytometer** erfasst 99% aller Bakterien im Wasser und kann sogar zwischen lebenden und toten Zellen unterscheiden.

Untersuchungszeit < 1 Stunde ⁽¹¹⁾

Die Methode der Durchflusszytometrie erlaubt die Analyse von Zellen, welche mit hoher Geschwindigkeit einzeln an einer elektrischen Spannung oder einer Lichtquelle (meist Laserstrahlen) vorbeifließen. Abhängig von Form, Struktur oder Färbung der Zellen werden verschiedene Effekte erzeugt, woraus sich die Eigenschaften einer Zelle ableiten lassen können.

3. Wissenschaftliche Publikationen

Es gibt nun ein **wissenschaftliches peer-reviewed Paper**, das den **Unterschied zwischen behandeltem und unbehandeltem Wasser nachweist**. (7)

"Strong Gradients in Weak Magnetic Fields Induce DOLLOP Formation in Tap Water"

(Übersetzt: „Starke Gradienten in schwachen Magnetfeldern induzieren die DOLLOP-Bildung in Leitungswasser“)

Martina Sammer 1, Cees Kamp 2, Astrid H. Paulitsch-Fuchs 1, Adam D. Wexler 1, Cees J. N. Buisman 1 and Elmar C. Fuchs 1,*

1 Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Oostergoweg 9, 8911 MA Leeuwarden, The Netherlands; Martina.sammer@wetsus.nl (M.S.); astrid.paulitsch-fuchs@wetsus.nl (A.H.P.-F.); adam.wexler@wetsus.nl (A.D.W.); cees.buisman@wetsus.nl (C.J.N.B.)

2 Kamp Consult, Deventerweg 81, 7203 AD Zutphen, The Netherlands; ceeskamp@xs4all.nl

* Correspondence: elmar.fuchs@wetsus.nl; Tel.: +31-58-284-3162

Academic Editor: Wilhelm Püttmann

Received: 21 January 2016; Accepted: 23 February 2016; Published: 3 March 2016

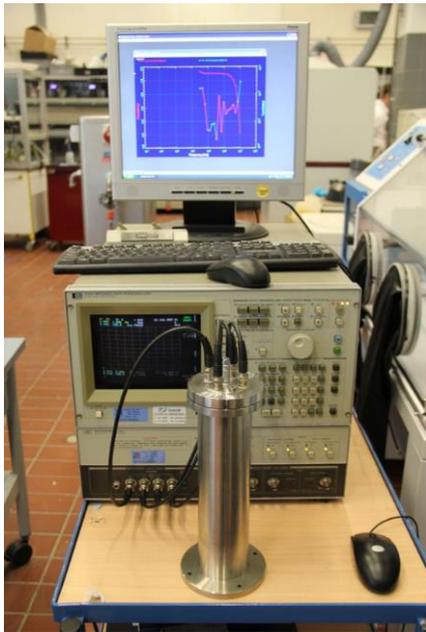
Ergebnis:

1. Durch die Belegung kommt es im Wasser zur Änderung des elektrischen Wechselstromwiderstands (Impedanz)
2. Durch die Belegung kommt es im Wasser zur verstärkten Bildung von Kalk-Nano-Teilchen den sogenannten DOLLOPS

Der Nachweis wurde durch drei unabhängige Untersuchungsmethoden aufgezeigt.

a) Impedanzspektroskopie

Bei dieser Methode wird definiert Wechselstrom in eine Messzelle, die mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt ist, eingeleitet. Dabei wird die Frequenz des Wechselstroms variiert und der elektrische Wechselstromwiderstand (Impedanz) sowie die Phasenverschiebung der Probe werden bestimmt.



Impedanz Analysator:
 HP4194A Impedance Analyzer
 (Hewlett-Packard, California,
 U.S.A)

**Probenhalter (BDS 1200)
 besteht
 aus Connection Head und
 Shielding**
 Probenhalter wird über vier
 BNC-Kabeln an Analysator
 angeschlossen

Abb. 3: Impedanz Analysator

Frequenzabhängig zeigen
 sich **signifikante** Unterschiede
 zwischen unbehandelten Proben (8)
 und durch GRANDER behandelte
 Proben

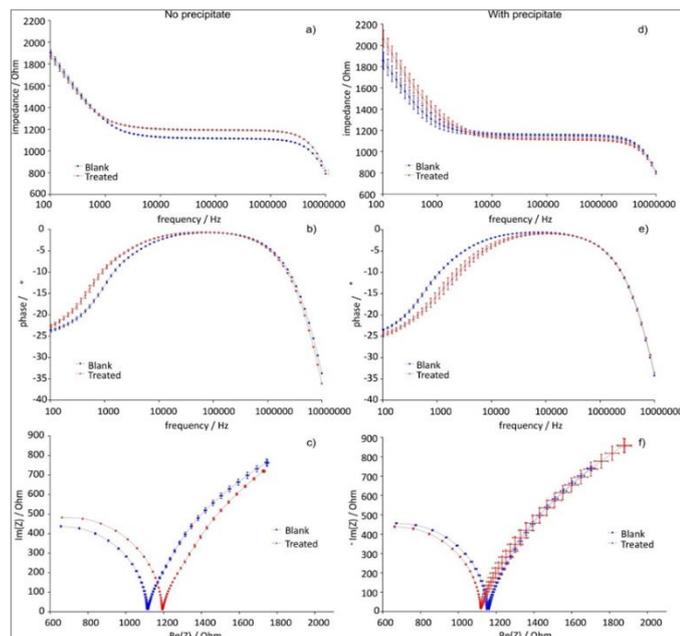


Abb. 4: Vergleich – belebte vs. unbelebte Proben

Anm.: Die DOLLOP-Formation wurde in mindestens 16 unabhängigen Experimenten getestet 12 Messungen pro Experiment, eine Messung umfasst die Impedanz bei 65 Frequenzen, Messung von zwei Parametern (Phase und Impedanz) pro Frequenz. (8)

b) Laserstreuung



Abb. 5: Durchflusszytometer

Analyse von Wasserproben - Messprinzip eines Durchflusszytometers:

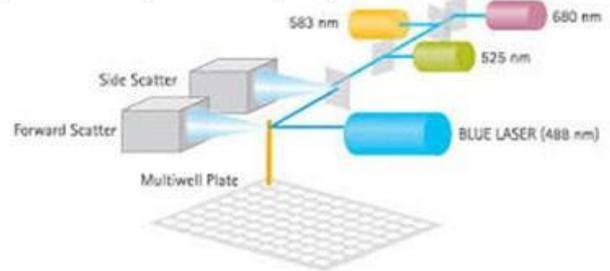


Abb. 6: Veranschaulichung Laserstrahl

Mittels Durchflusszytometer wurde die Anzahl der Calciumcarbonat-Nanopartikel (DOLLOPS) gemessen. (8)

c) Rasterelektronenmikroskop



Abb. 7: Rasterelektronenmikroskop

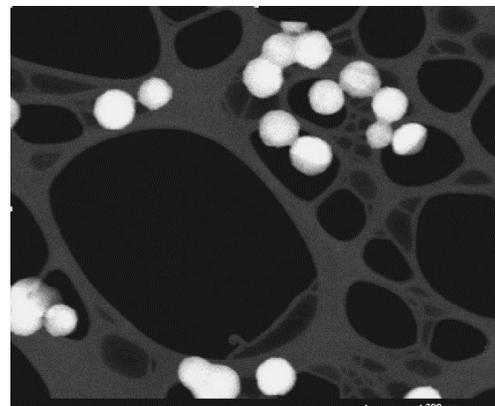


Abb. 8: DOLLOPS – CaCO₃-Nanopartikel

Nach der Behandlung mit der GRANDER®-Wasserbelebung zeigt sich eine verstärkte DOLLOP-Bildung. DOLLOPS können als Kristallisationskeime für die Kalkkristallbildung fungieren und beeinflussen das Kalkablagerungsverhalten. (8)(9)

4. Verständnis zu den GRANDER®-Effekten

Verändertes Ablagerungsverhalten

Wenn gelöster Kalk an den Rohrwandungen auskristallisiert, kommt es zur unerwünschten Reduktion des Rohrquerschnittes und zu einem erhöhten Fließwiderstand. Außerdem kann die meist raue „Kalkoberfläche“ unerwünschten Bakterien und Biofilmen verbesserte Wachstumsbedingungen bieten.



Abb. 9a: Vergleich Rohrablagerungen – Legende

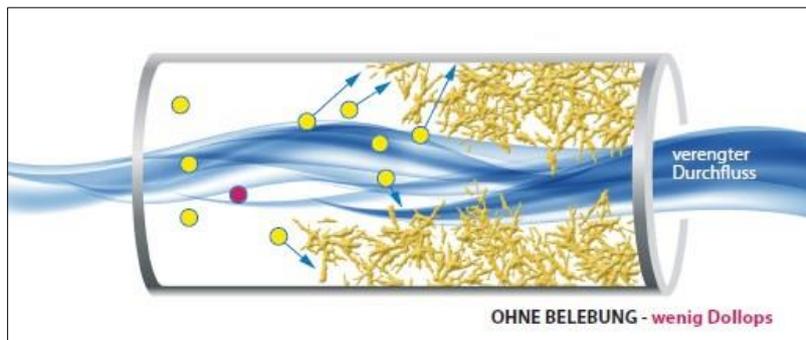


Abb. 9b: Vergleich Rohrablagerungen – unbelebtes Wasser

Ohne Belebung, weniger Dollops

Gelöster Kalk kristallisiert an den Rohrwandungen und verengt den Querschnitt (9)

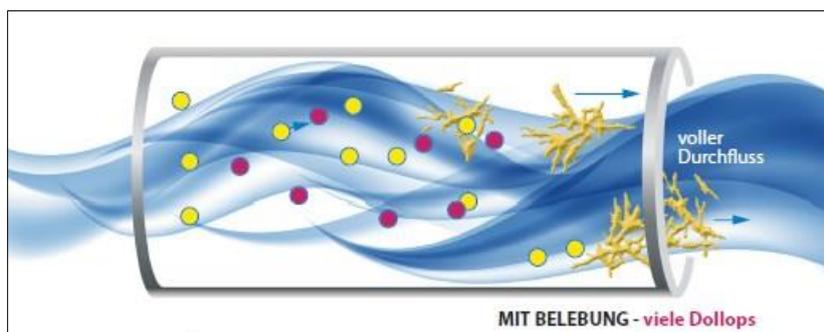


Abb. 9c: Vergleich Rohrablagerungen – belebtes Wasser

Mit Belebung, viele Dollops

Gelöster Kalk kristallisiert durch die Dollops bereits im Wasser und wird ausgeschwemmt (9)

Bei einer hohen Konzentration von DOLLOPS im Wasser beginnt die Kristallbildung bereits im Wasser und nur geringfügig an den Rohroberflächen. Dadurch haften sich die Kristalle nicht mehr ans Rohr, sondern werden mit dem Wasserstrom ausgeschwemmt. (8)

5. Nutzen der GRANDER®-Effekte

Beispiel Ablagerungsneigung:

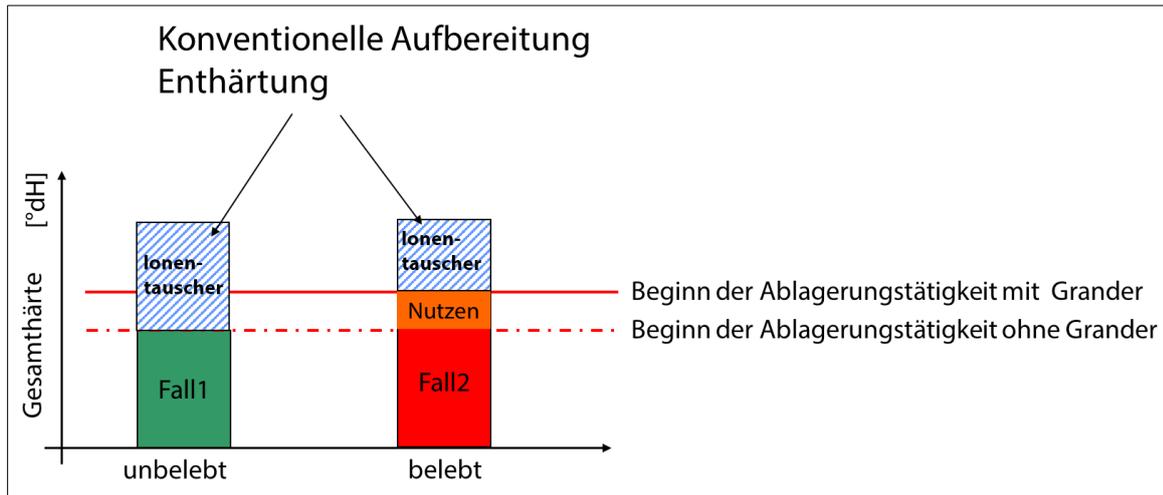


Abb. 10: Beispiel Ablagerungsneigung

Wasser besitzt die Fähigkeit, Kalk zu lösen. Dabei spielen die Parameter pH-Wert und Temperatur eine wesentliche Rolle. Auch die Sättigung mit anderen Mineralien und Stoffen bestimmt wieviel Kalk im Wasser gelöst bleibt und ab wann sich dieser auszukristallisieren beginnt.

In belebtem Wasser beginnen sich Ablagerungen erst ab einem höheren Härtegrad, als in unbelebtem Wasser zu bilden. Bei sehr hartem Wasser und ungünstigen Bedingungen wird eine Kombination mit konventioneller Aufbereitung (Ionentauscher) empfohlen, wenn man keine Kalkablagerungen will.

Nutzen der Wasserbelebung bezüglich Ablagerungen

- ✓ Belebtes Wasser toleriert einen höheren Härtegrad ohne Ablagerungsbildung.
- ✓ Bei der Kombination mit einem Ionentauscher kann die Resthärte auf einen höheren Wert eingestellt werden
- ✓ Spart Kosten bei Chemie, Strom und Wartung
- ✓ Das Wasser hat einen besseren Geschmack



*„Das Kleine sehen wir nicht und
das Große verstehen wir nicht“*

Johann Grander

Abb. 12: Zitat Johann Grander

Dank der modernen Messtechnik sehen wir nun endlich zumindest einen Teil des Kleinen!
Johann Grander war uns mit seinem Wissen Jahrzehnte voraus.

Visionen für eine nachhaltige Zukunft

Die Nutzung der natürlichen Kräfte
des belebten Wassers ist ein wichtiger Schritt
zur Erreichung von Nachhaltigkeit und
Gesundheit.

Je stärker und natürlicher ein Wasser ist,
desto weniger Aufbereitung ist erforderlich.
Das spart Ressourcen, schont unsere Umwelt
und hilft Kosten zu sparen.

Unsere Philosophie lautet, die positiven Kräfte des
Wassers zu stärken und es in ein natürliches
Gleichgewicht zu bringen.

Quellenangaben:

- (1) Link: <https://www.wetsus.nl/research/research-themes/applied-water-physics>
- (2) Link: <https://www.grander.com/international/grander-wasser/wasserforschung/forschungskonzept/externe-forschung/messmethoden>
- (3) Listung Universitäten: <https://www.wetsus.nl/research/research-institutes>
- (4) Coey, J. M. D. (2012). Magnetic water treatment – how might it work? Philosophical Magazine, 92(31), 3857–3865.
- (5) Homepage Dr. Elmar C. Fuchs
<http://ecfuchs.com/>
- (6) WETSUS – Applied Water Physics
<https://www.wetsus.nl/research/research-themes/applied-water-physics>
- (7) <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/3/79/pdf>
- (8) Strong Gradients in Weak Magnetic Fields Induce DOLLOP Formation in Tap Water
Cees J. N. Buisman and Elmar C. Fuchs, Martina Sammer, Cees Kamp, Astrid H. Paulitsch-Fuchs, Adam D. Wexler
Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, MA Leeuwarden
Received: 21 January 2016; Accepted: 23 February 2016; Published: 3 March 2016
- (9) IPF GmbH
- (10) Josh, K.M.; Kamat, P.V. Effect of magnetic field on the physical properties of water. J. Ind. Chem. Soc. 1966, 43,620–622.
- (11) Duffy, E.A. Investigation of Magnetic Water Treatment Devices. Ph.D. Thesis, Clemson University, Clemson, SC, USA, 1977.
- (12) Lin, I.; Yotvat, J. Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction. J. Mag. Magn. Mat. 1990, 83, 525–526.
- (13) Higashitani, K.; Kage, A.; Katamura, S.; Imai, K.; Hatade, S. Effects of a magnetic field on the formation of CaCO₃ particles. J. Colloid Interface Sci. 1993, 156, 90–95.
- (14) Gehr, R.; Zhai, Z.A.; Finch, J.A.; Rao, S.R. Reduction of soluble mineral concentrations in CaSO₄ saturated water using a magnetic field. Water Res. 1995, 29, 933–940.
- (15) Baker, J.S.; Judd, S.J. Magnetic amelioration of scale formation. Water Res. 1996, 30, 247–260.
- (16) Pach, L.; Duncan, S.; Roy, R.; Komarneni, S. Effects of a magnetic field on the precipitation of calcium carbonate. J. Mater. Sci. Lett. 1996, 15, 613–615.
- (17) Wang, Y.; Babchin, A.J.; Chernyi, L.T.; Chow, R.S.; Sawatzky, R.P. Rapid onset of calcium carbonate crystallization under the influence of a magnetic field. Water Res. 1997, 31, 346–350.
- (18) Parsons, S.A.; Wang, B.L.; Judd, S.J.; Stephenson, T. Magnetic treatment of calcium carbonate scale-effect of pH control. Water Res. 1997, 31, 339–342.
- (19) Barrett, R.A.; Parsons, S.A. The influence of magnetic fields on calcium carbonate precipitation. Water Res. 1998, 32, 609–612.
- (20) Colic, M.; Morse, D. The elusive mechanism of the magnetic 'memory' of water. Colloid Surface A 1999, 154, 167–174.
- (21) Goldsworthy, A.; Whitney, H.; Morris, E. Biological effects of physically conditioned water. Water Res. 1999, 33, 1618–1626.
- (22) Coey, J.M.D.; Cass, S. Magnetic water treatment. J. Magn. Magn. Mater. 2000, 209, 71–74.
- (23) Hołysz, L.; Chibowski, E.; Szczeńs, A. Influence of impurity ions and magnetic field on the properties of freshly precipitated calcium carbonate. Water. Res. 2003, 37, 3351–3360.
- (24) Kobe, S.; Dražić, G.; McGuinness, P.J.; Meden, T.; Sarantopolou, E.; Kollia, Z.; Sefalas, A.C. Control over nanocrystallization in turbulent flow in the presence of magnetic fields. Mater. Sci. Eng. 2003, 23, 811–815.
- (25) Knez, S.; Pohar, C. The magnetic field influence on the polymorph composition of CaCO₃ precipitated from carbonized aqueous solutions. J. Colloid Interface Sci. 2005, 281, 377–388.

- (26) Fathia, A.; Mohamed, T.; Claude, G.; Maurin, G.; Mohamed, B.A. Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate. *Water Res.* 2006, 40, 1941–1950.
- (27) Li, J.; Liu, J.; Yang, T.; Xiao, C. Quantitative study of the effect of electromagnetic field on scale deposition on nanofiltration membranes via UTDR. *Water Res.* 2007, 41, 4595–4610.
- (28) Katsir, Y.; Miller, L.; Aharanov, Y.; Jacob, E.B. The effect of rf-irradiation on electrochemical deposition and its stabilization by nanoparticle doping. *J. Electrochem. Soc.* 2007, 154, 249–259.
- (29) Hołysz, L.; Szcześ, A.; Chibowski, E. Effects of a static magnetic field on water and electrolyte solutions. *J. Colloid Interface Sci.* 2007, 316, 996–1002.