



Magnetische Wasserbehandlung entmystifiziert

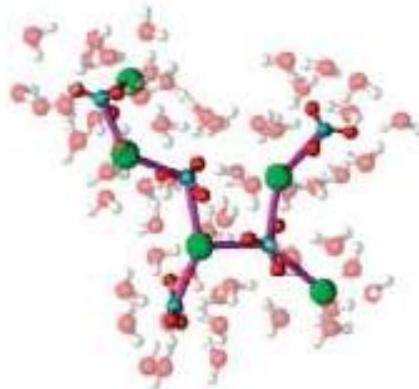
Coeys Hypothese getestet mit einem Niedrigfeld-Hochgradienten Wasserkernmagnet
Präsentation beim 9. Internationalen Schwimmteich Kongress
Donnerstag 16. November 2017, WTC Leeuwarden, Raum New York

Elmar C. Fuchs

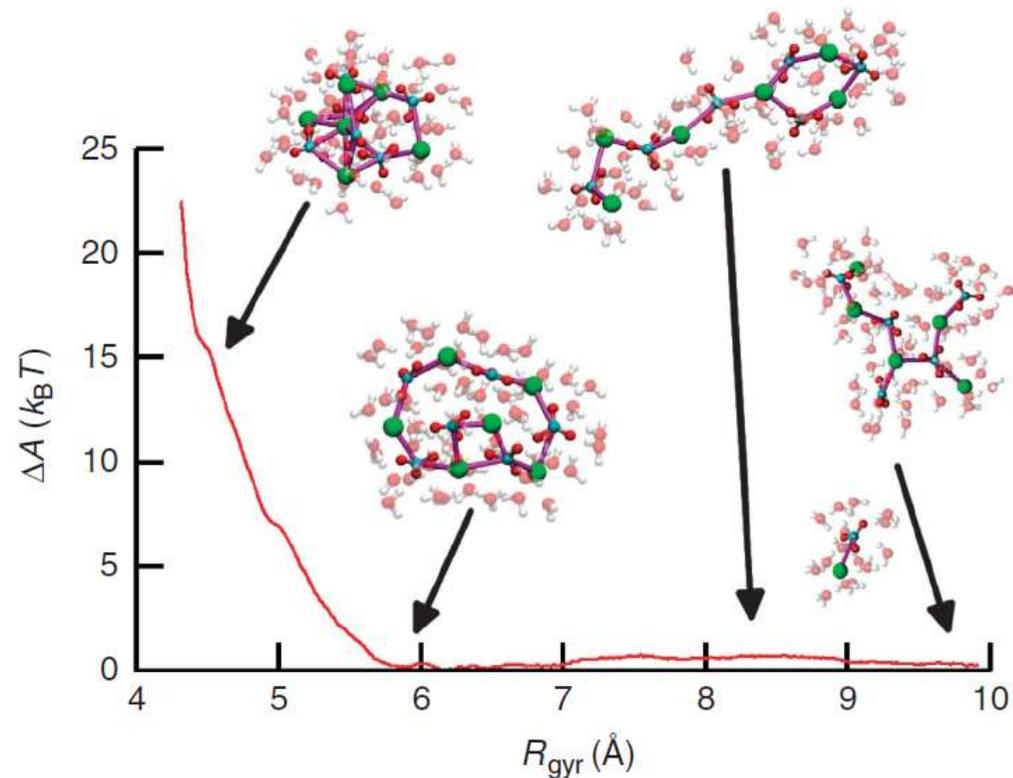
CaCO₃ Kristallisation

Mesoskopisch: zwischen dem Atomaren und dem Makroskopischen

- Thermodynamisch stabile Pränukleationsaggregate in nicht-gesättigten CaCO₃ Lösungen: DOLLOPs (dynamically-ordered liquid-like oxyanion polymers)
- Diese Pränuclei sind Aggregate von mehreren Atomen, ca. 1 nm groß, die im Gleichgewicht in wässrigen Kalziumkarbonatlösungen existieren.



DOLLOPs simuliert

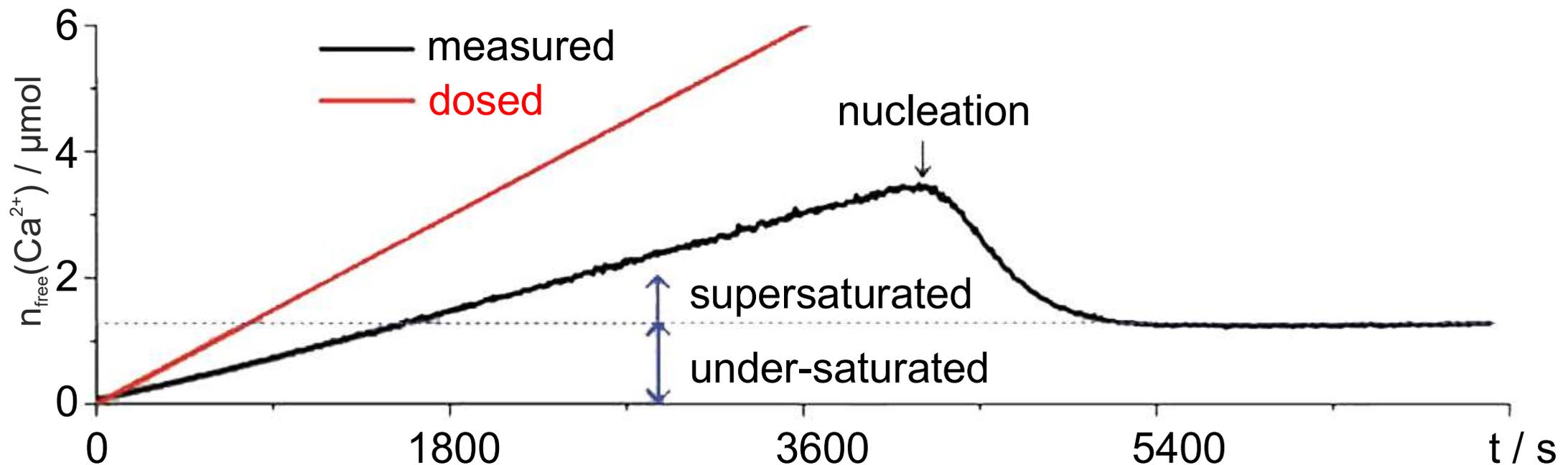


- Freie Energie als Funktion des Radius für einen 6-fach DOLLOP

Demichelis *et al.*, *Nat. Commun.* **2** (2011) 590; courtesy of Denis Gebauer (1.11.2017)

DOLLOPs gemessen

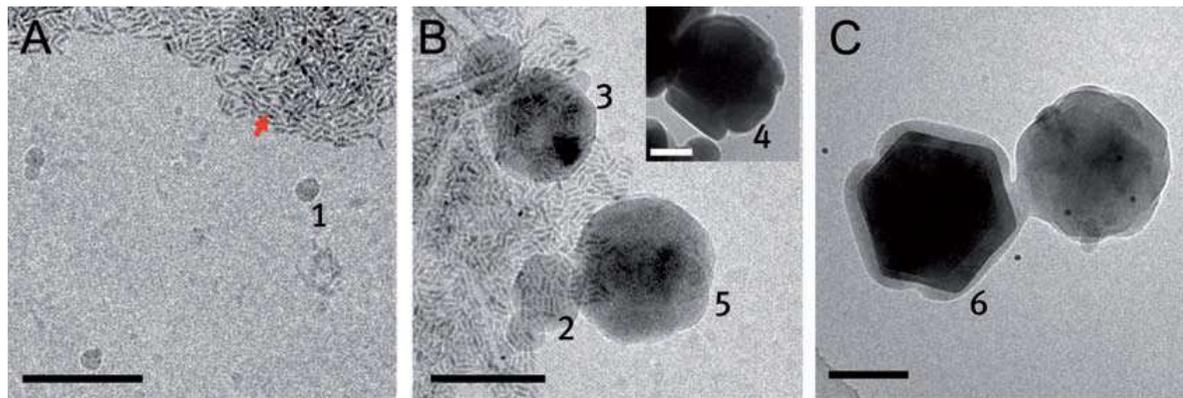
Freie Kalzium Ionen gemessen mit einer kalziumselektiven Elektrode (schwarz) bei pH 9.25 im Vergleich mit der zugegebenen Menge an Kalzium Ionen (rot).



- Bereits in nicht-gesättigten Lösungen sind Kalzium Ionen gebunden.

Beobachtung der Kristallisation

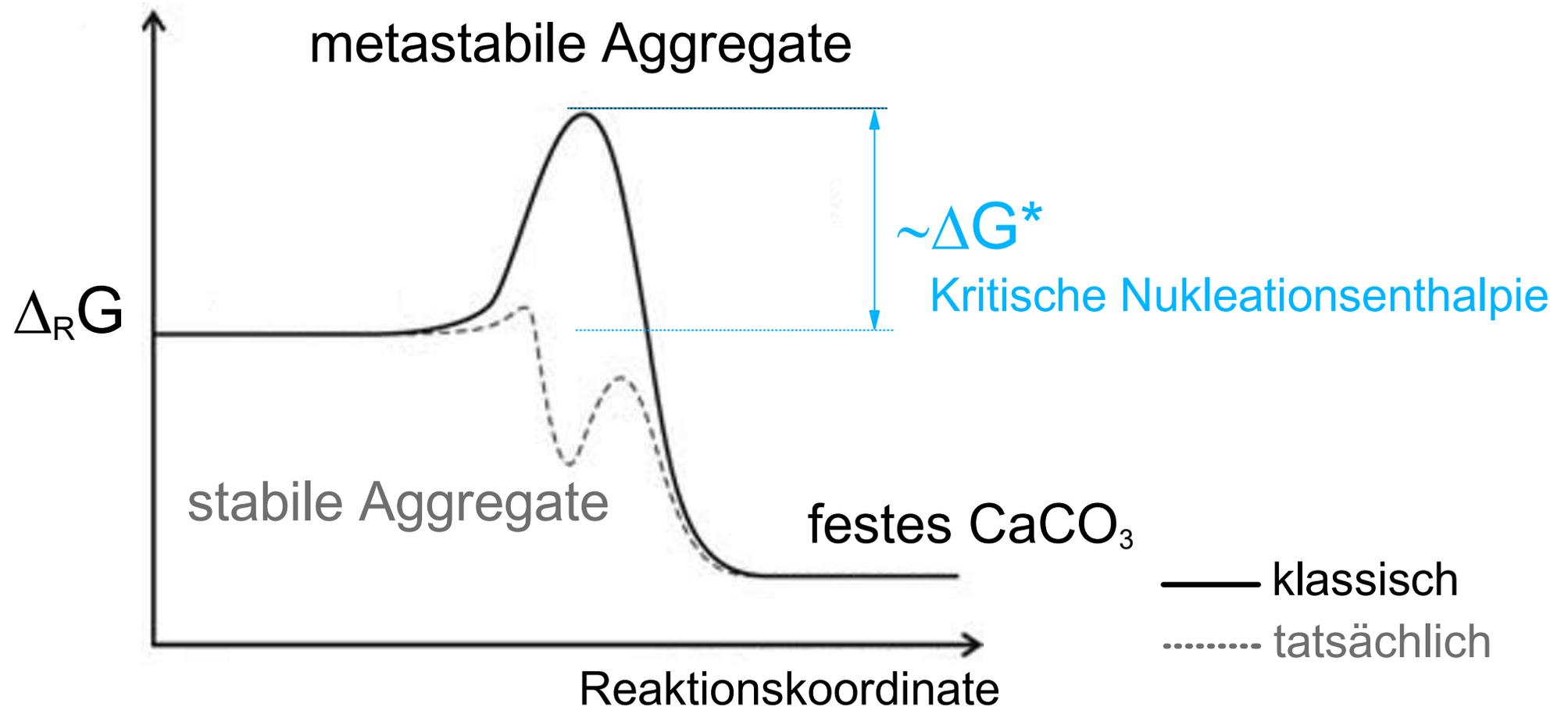
Der Beginn einer kontrollierten CaCO_3 Kristallisation beobachtet mittels Cryo-TEM



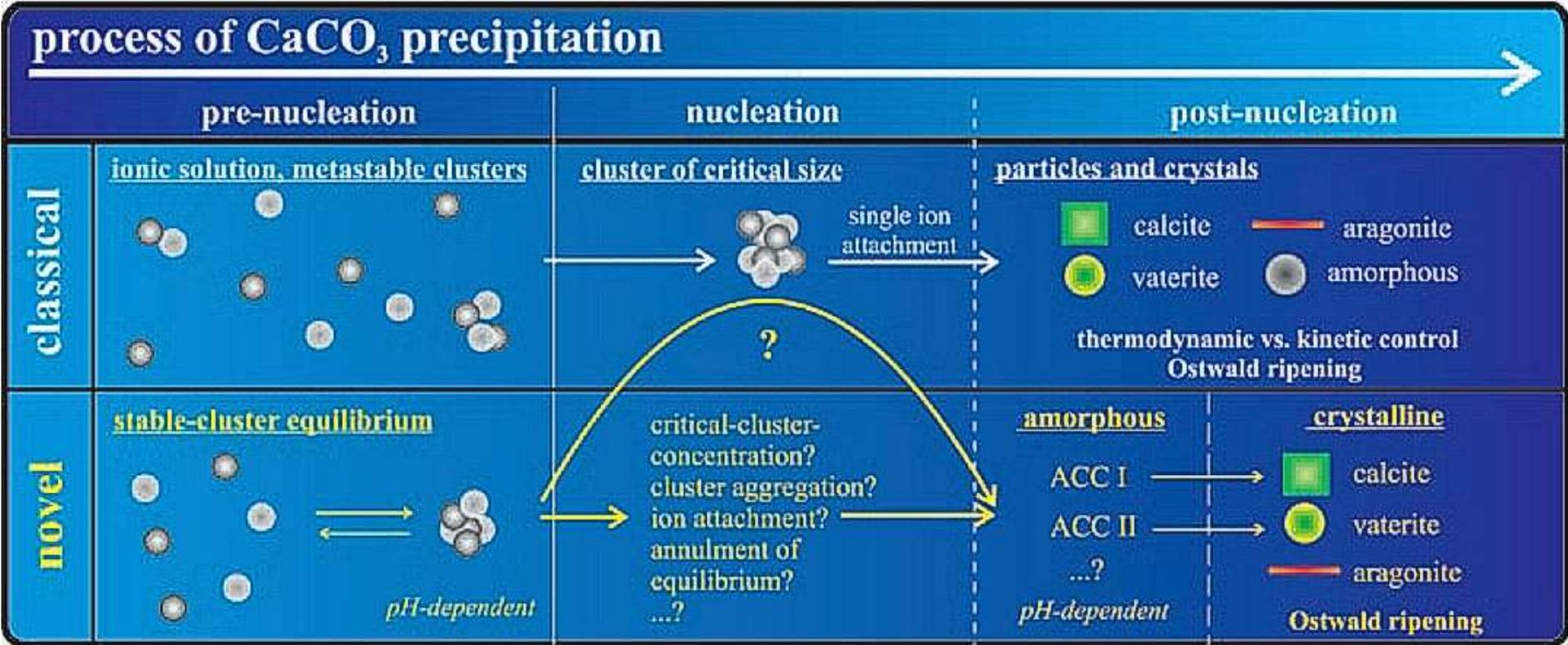
Cryo-TEM bilder der frühen, intermediären und späten Phasen, nach Reaktionszeiten von 6 min, 11 min und 45 min. Das Insert in (B) ist ein Mikrograph von einem anderen Gebiet. Die Länge der weißen Balken ist 200 nm.

Kalkentstehung neu betrachtet

Schematische Darstellung der freien Reaktionsenthalpie $\Delta_R G$ in Abhängigkeit der Reaktionskoordinate



Kalkentstehung neu betrachtet



DOLLOPs & ACC in Quellwasser

amorphous calcium carbonate

- Präsentiert 2010 von Nobelpreiskandidat Eshel Ben Jacob†
- Gefunden in israelischem Quellwasser
- Gefunden in österreichischem Quellwasser
- Besteht hauptsächlich aus CaCO_3

Magnetische Behandlung

- Bis vor kurzem wurde die Verwendung von Magneten für die Wasserbehandlung vom Großteil der wissenschaftlichen Gemeinschaft als Charlatanerie abgetan.
- Der Hauptgrund dafür war, dass Erklärungsmodelle, die auf der absoluten Feldstärke der Magnete und der daraus resultierenden Lorentzkraft basieren, die beobachteten Effekte nicht einmal ansatzweise erklären konnten.

$$F = q \cdot (E + v \times B)$$

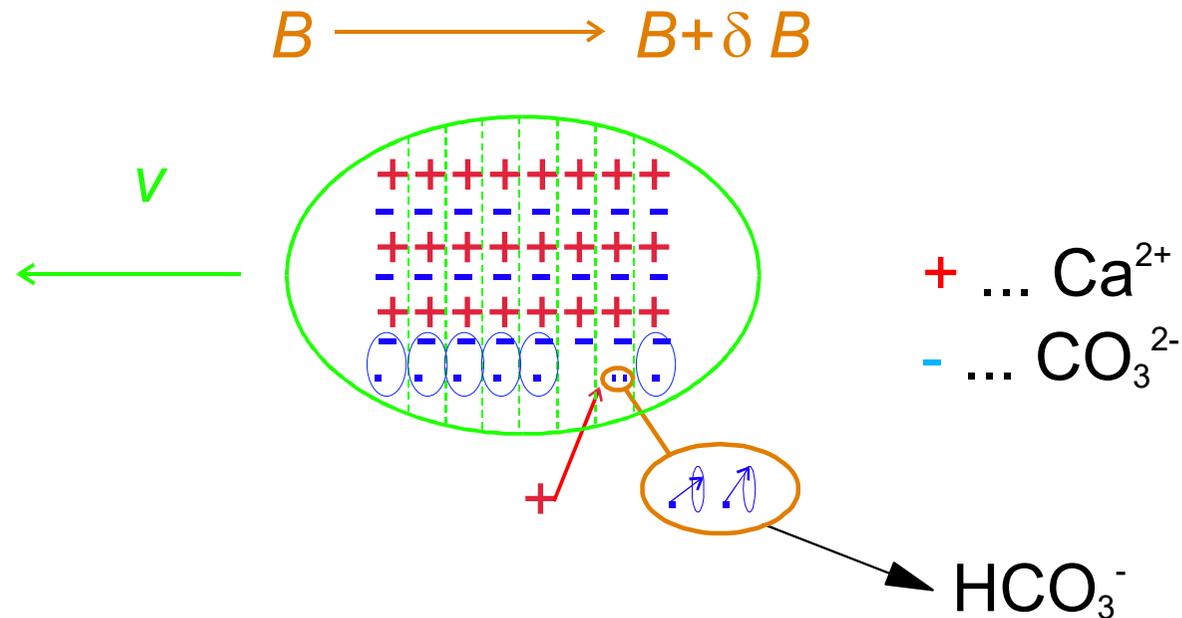
Prof. J.M.D. Coey

- Emeritierter Physikprofessor am Trinity College Dublin, Irland
- Veröffentlichte mehr als 700 wissenschaftliche Artikel über diverse Aspekte von **Magnetismus**
- Irlands meist-zitierter Wissenschaftler mit einem h-Index von 66 (Stand September 2013)

"Magnetic Water Treatment - How might it work?",
Philosophical Magazine **92**(31) (2012) 3857-3865

Coey's Hypothesis

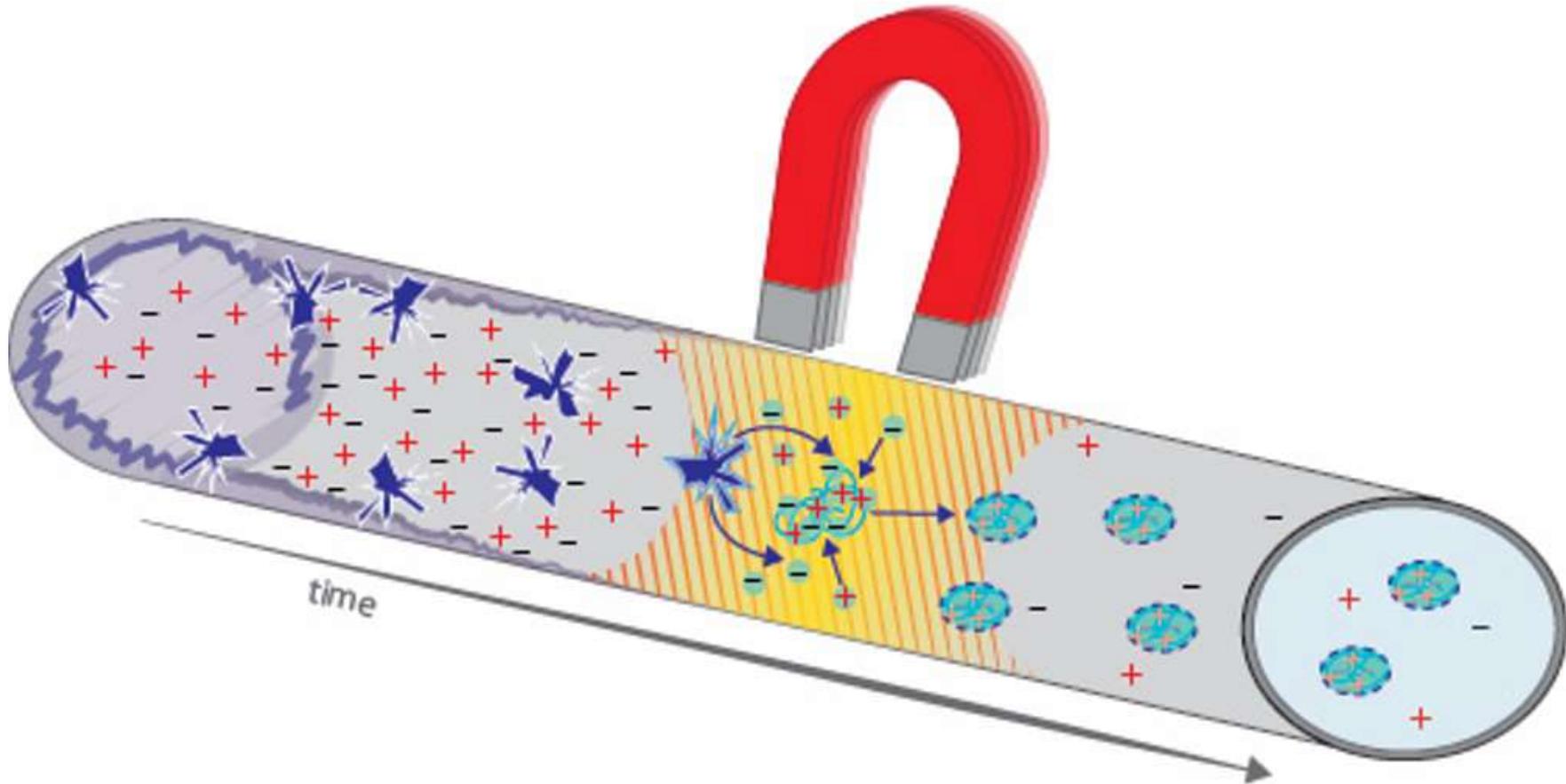
DOLLOP:



- Mehr nm-große Pränukleationsaggregate wachsen

Spin der Protonen der HCO_3^- nicht mehr in Phase durch Wirkung des magnetischen Gradienten; Ca^{2+} kann Protonen leichter verdrängen

Coey's Hypothesis



Coey's Hypothesis

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Behandlung:

$$C = 2(L/v)f_p a \nabla B \geq 1$$

L ... Länge des Magneten

v ... Geschwindigkeit der DOLLOPs

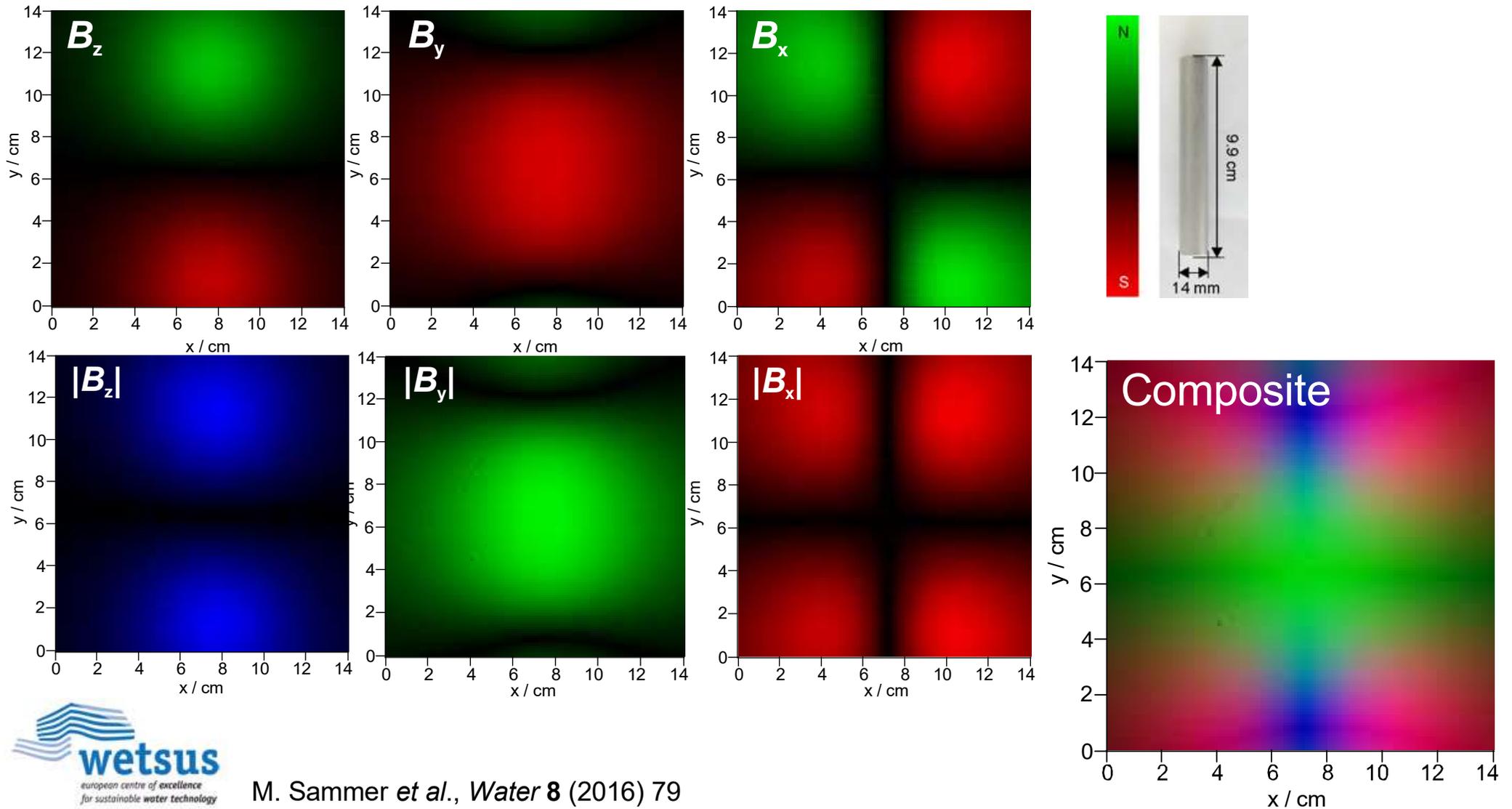
f_p ... Larmor Frequenz

a ... Spinseparation

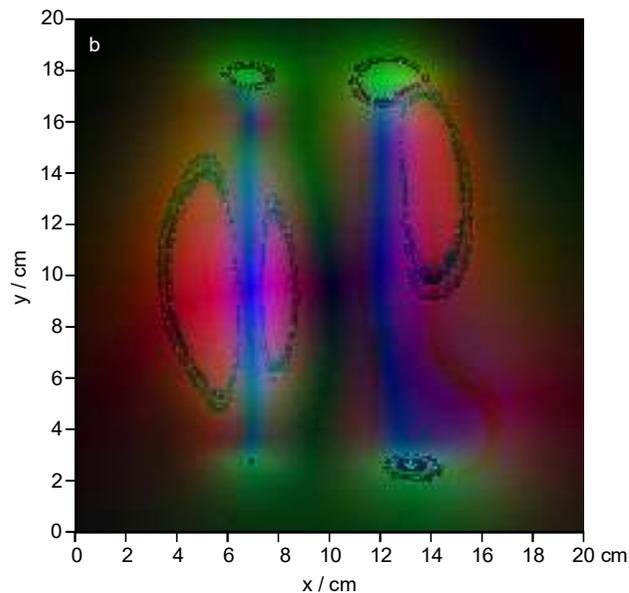
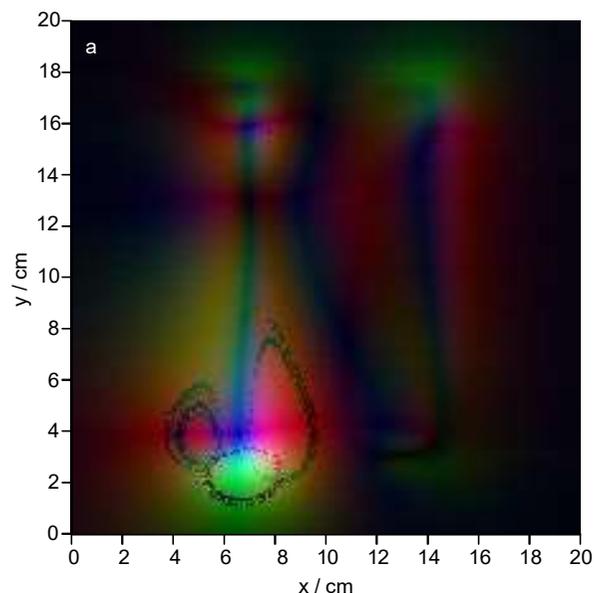
∇B ... Magnetischer Gradient

Magnetische Felder messen

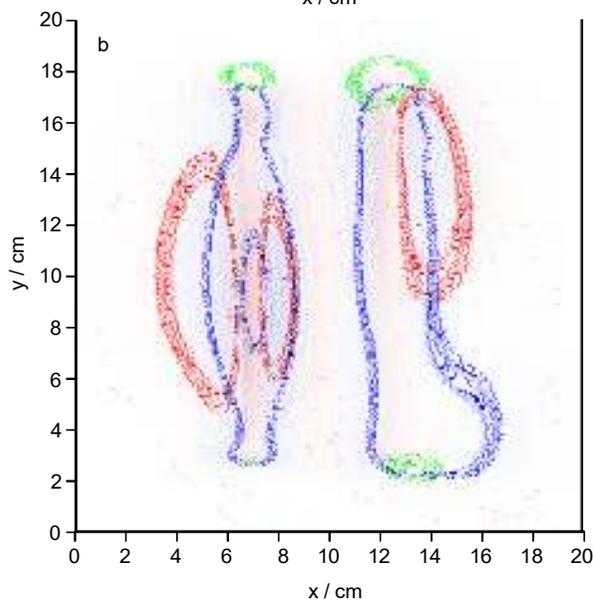
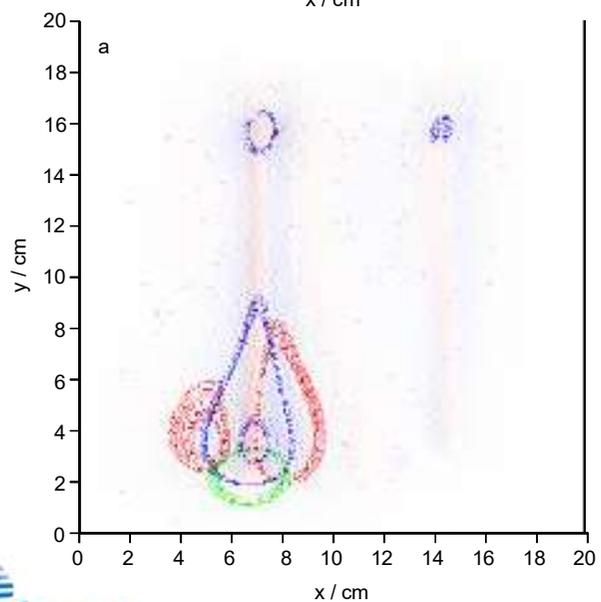
Kartographierung magnetischer Felder



Wasserkernmagnet



Absolut:
~0-5 G



Gradient:
~0-2000 G/m

Coey's Hypothesis

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Behandlung:

$$C = 2(L/v)f_p a \nabla B \geq 1$$

L ... Länge des Magneten

v ... Geschwindigkeit der DOLLOPs

f_p ... Larmor Frequenz

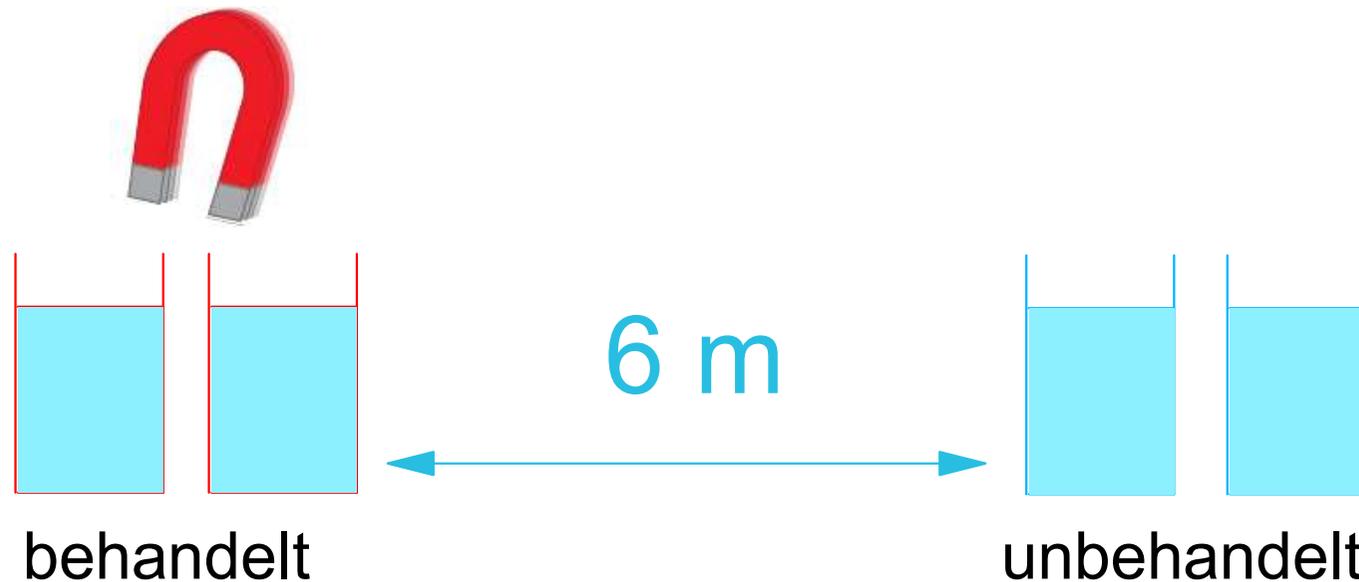
a ... Spinseparation

∇B ... Magnetischer Gradient (2 kG/m)

$$C = 21 \quad (C > 1)$$

Experiment

Die Behandlung

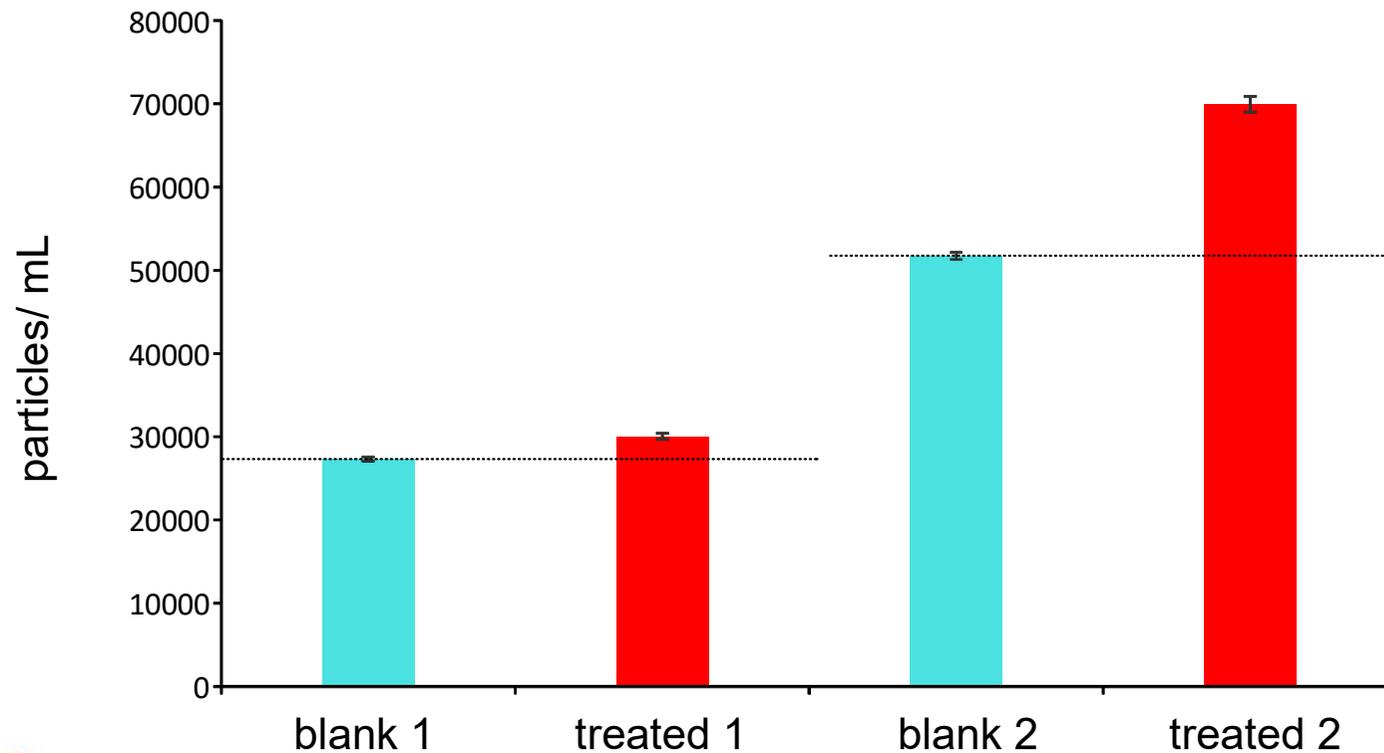


Analyse: Direkt (Laserstreuung) und indirekt (Impedanz)

DOLLOPs

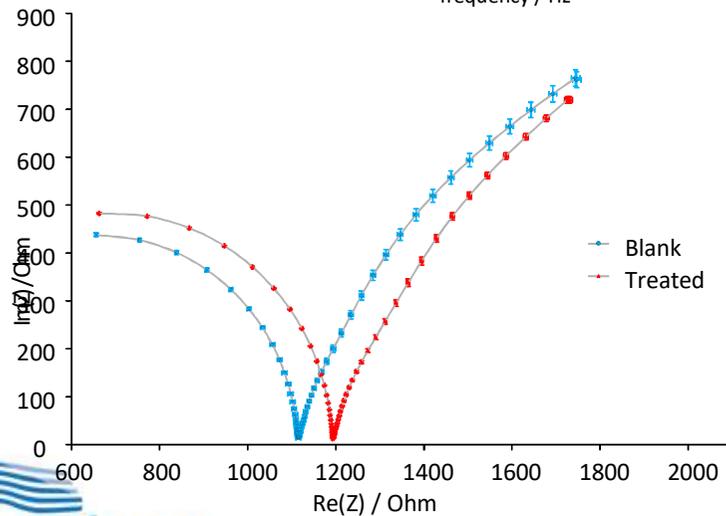
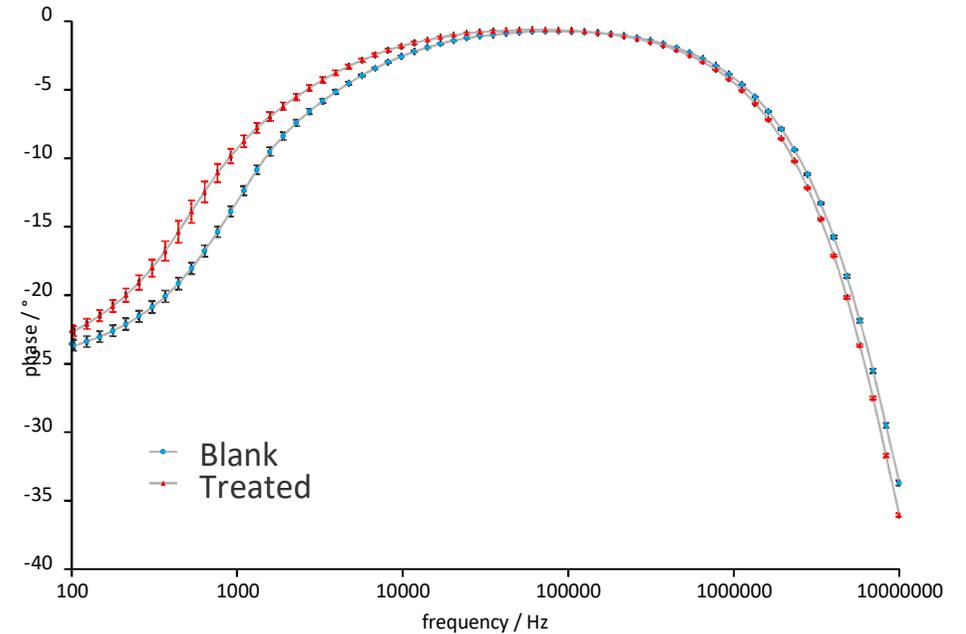
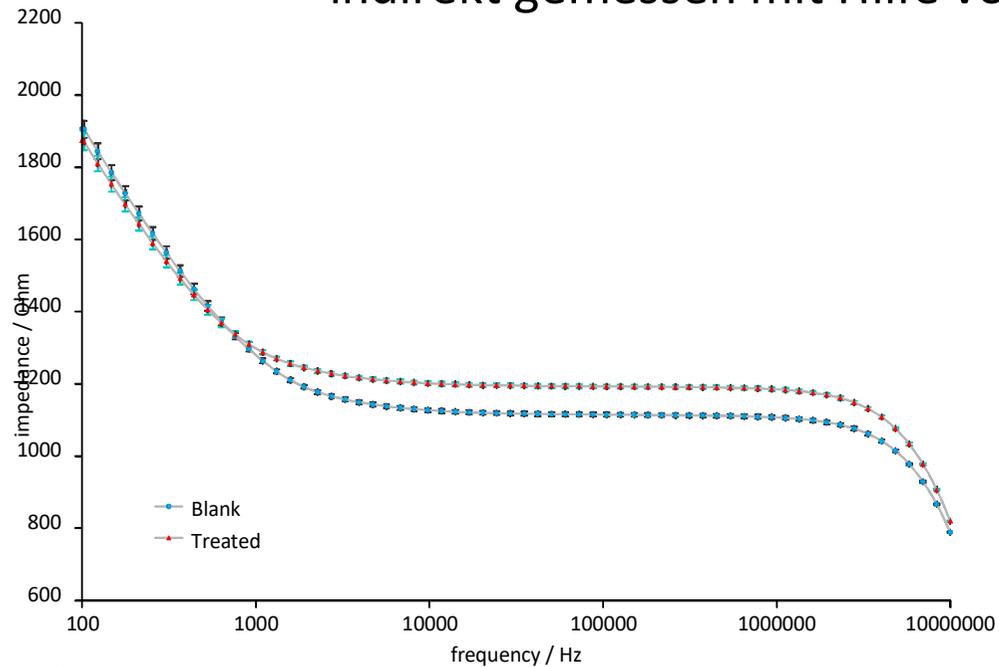
direkt gemessen

- Teilchenzählung mit Hilfe von Laserstreuung
- Mißt Teilchen zwischen 10nm und ein paar μm
- 22 Messungen pro Experiment



DOLLOPs

indirekt gemessen mit Hilfe von Impedanzspektroskopie



Erwartete Resultate:

- Mehr DOLLOPs =
 - weniger Ionen
 - höhere Impedanz
 - kleinere Phasenverschiebung
 - weniger (kein) Niederschlag

Zusammenfassung:

- Geeignete magnetische Feldgradienten können Protonenspinpaare auf DOLLOP Oberflächen entkoppeln
- Nicht gekoppelte Protonen können schneller von Kalzium Ionen verdrängt werden, weshalb die Behandlung mit geeigneten Magneten zu verstärktem DOLLOP Wachstum führt



Magnetische Wasserbehandlung entmystifiziert

Coeys Hypothese getestet mit einem Niedrigfeld-Hochgradienten Wasserkernmagnet

Präsentation beim 9. Internationalen Schwimmteich Kongress
Donnerstag 16. November 2017, WTC Leeuwarden, Raum New York

Elmar C. Fuchs

Acknowledgments & special thanks:

Martina Sammer, Cees Kamp, Astrid H. Paulitsch-Fuchs, Adam D. Wexler, Cees Buisman, the AWP companies

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.