

Tagungsbeitrag zu: DBG-Jahrestagung
Titel der Tagung: Böden – Eine endliche
Ressource
5.-13. September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete On-
line-Publikation)
<http://www.dbges.de>

Bedeutung physikochemischer Oberflächeneigenschaften für die Bildung biogeochemischer Grenz- flächen in Böden

Marc-O. Göbel*, Jörg Bachmann*, Susane K. Woche*, Gawan Mühl[#], Jörg Rühlmann[#]

Zusammenfassung

Die physikochemischen Grenzflächeneigenschaften der festen Phase beeinflussen die Verteilung und Kontinuität der fluiden Phasen im Boden. Im Rahmen von Durchbruchexperimenten wurde der Frage nachgegangen, welchen Einfluss die Grenzflächeneigenschaften der festen Phase auf Transport und Retention von Kolloiden in der Bodenmatrix haben.

Schlüsselworte: Benetzungseigenschaften, Biogeochemische Grenzflächen, Kontaktwinkel

1 Einleitung

Elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigen die Bedeutung physikochemischer Grenzflächeneigenschaften (Grenzflächenenergie, Oberflächenladung) für die Verteilung und Kontinuität der fluiden Phasen in der Bodenmatrix. Die damit im Zusammenhang stehende Zugänglichkeit der Matrix für organische Kolloide und Mikroorganismen kann eine wichtige Rolle für die Bildung und Dynamik biogeochemischer Grenzflächen (BGI) spielen.

*Institut für Bodenkunde, Leibniz Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover,[#] Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren
e-mail: goebel@ifbk.uni-hannover.de

Um die Bedeutung der Grenzflächeneigenschaften im Hinblick auf BGI zu untersuchen, wurden die Transport- und Sorptionseigenschaften von grenzflächenmodifiziertem Material (Quarzsand und Glasperlen) im Rahmen von Säulenexperimenten untersucht.

2 Material und Durchführung

Als Matrixmaterial wurden Quarzsand (63-200 μm) und Glasperlen (300-400 μm) verwendet. Die Grenzflächeneigenschaften des Materials wurden durch Behandlung mit Dichlordimethylsilan (DCDMS) verändert. Die DCDMS-Behandlung führte zu einer Kontaktwinkelerhöhung von 0° auf 97° (Qz-Sand) bzw. von 42° auf 93° (Glasperlen) und zu einer entsprechenden Verringerung der Grenzflächenenergien. Die Oberflächenladung verringerte sich von 2.53×10^{-5} auf $1.58 \times 10^{-5} \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Sand). Durch Mischung hydrophiler und hydrophober Partikel wurde Material unterschiedlicher Benetzbarkeit geschaffen.

Die Versuche wurden zum einen mit initial trockenem Material und zum anderen mit gesättigtem Material durchgeführt. Um eine vollständige Sättigung des Materials zu gewährleisten und Luftblasen auszuschließen, wurde das Material in einem Erlenmeyerkolben mit entgastem deionisiertem Wasser überstaut. Anschließend wurde der Erlenmeyerkolben für ca. 10 min. evakuiert, bis keine Luftblasenbildung mehr erkennbar war. Nach der Entgasung wurde das suspendierte Material in die Säule überführt, die am unteren Ende mit einer Nylonmembran verschlossen war.

Als Modellkolloide dienten $1.0 \mu\text{m}$ große carboxylierte Mikrosphären aus Polystyrol mit einer Oberflächenladung von $17.5 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ und einem ζ -Potential von 115.38 mV . Die Mikrosphären wurden in deionisiertem Wasser bzw. einem $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Puffer (pH 10) suspendiert ($C_0 = 3.0 \times 10^7 \text{ Partikel mL}^{-1}$). Bei einigen Versuchen (gesättigte Säule) wurde die Ionenstärke durch Zugabe von CaCl_2 variiert. Die Säulen wurden mittels einer peristaltischen Pumpe mit der Kolloidsuspension beregnet. Die Mikrosphärenkonzentration des Perkolats wurde mit einem UV-VIS Spektrometer bei einer Wellenlänge von 600 nm bestimmt.

3 Ergebnisse

Unter gesättigten Bedingungen und bei geringer Ionenstärke (H_2O_{up}) zeigen sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Kolloidtransports zwischen dem hydrophilen und hydrophoben Sand. Eine Erhöhung der Ionenstärke führt grundsätzlich zu einer stärkeren Kolloidretention, insbesondere in der hydrophoben Matrix (Abb. 1). Bei $CaCl_2$ -Konzentrationen von 0.02 und 0.10 $mmol L^{-1}$ kann im Falle des hydrophoben Sandes auch nach Perkolati-on von 10 Porenvolumina (PV) kein Kolloiddurchbruch beobachtet werden.

Eine Partikelgrößenbestimmung ergab, dass es erst ab einer $CaCl_2$ -Konzentration von 1.0 $mmol L^{-1}$ zu einer deutlichen Aggregation der Kolloide kommt.

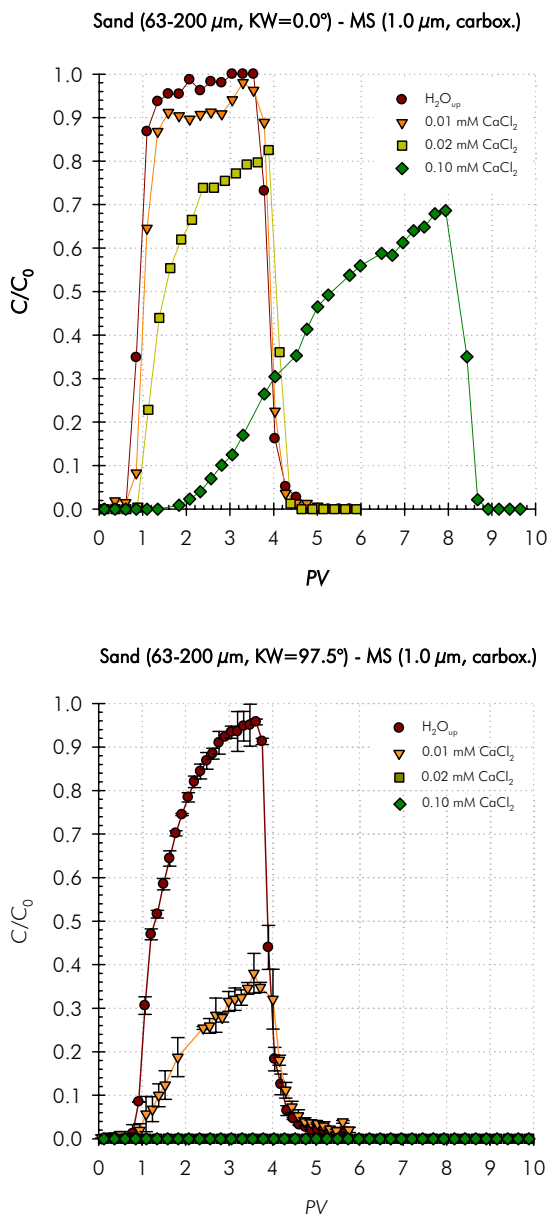
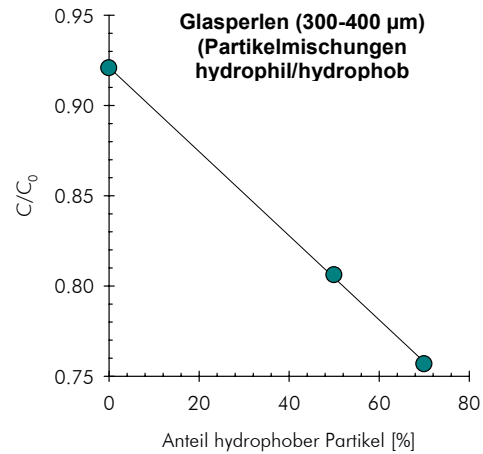


Abb. 1



Die Kolloide liegen demnach auch bei der höchsten $CaCl_2$ -Zugabe als Einzelpartikel vor. Eine mechanische Filterung der kolloidalen Aggregate kann daher weitgehend ausgeschlossen werden, so dass die erhöhte Retention der Kolloide in erster Linie auf Adsorptionsprozesse an den Partikel/Flüssigkeits-Grenzflächen zurückzuführen ist.

Unter ungesättigten Verhältnissen (initial trockenes Material) kommt es zu einer verstärkten Kolloidretention mit zunehmendem Kontaktwinkel der festen Phase, was auf einen zunehmenden Anteil von Gas/Flüssigkeits (G/F)-Grenzflächen zurückzuführen ist (Abb. 2). Elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen eine erhöhte Kolloidadsorption auf hydrophoben Partikeln (Abb. 3) und bestätigen damit die wichtige Rolle von G/F-Grenzflächen für die Kolloidretention.

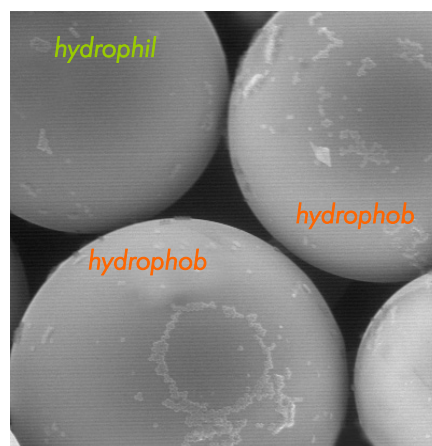


Abb. 3

Die Ergebnisse weisen damit auf die prinzipielle Bedeutung physikochemischer Grenzflächeneigenschaften für die Bildung und Dynamik von BGI in Böden hin.