

**Tagungsbeitrag zu:**

Jahrestagung der DBG, Kommission I

**Titel der Tagung:**

Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

**Veranstalter, Termin und Ort der Tagung:**

DBG, September 2013, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>**Gasdiffusion in Böden:  
Bedeutung räumlicher Variabilität  
und Anisotropie**Anke Kühne<sup>1\*</sup>, Helmer Schack-Kirchner<sup>1</sup> &  
Friedericke Lang<sup>1</sup>**Einleitung**

Ein ausreichender Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre ist entscheidend für den Boden als Lebensraum. Dominiert werden diese Austauschprozesse in der Regel von molekularer Diffusion. Der Gasdiffusionskoeffizient ( $D_s/D_0$ , als Maß für die diffusive Durchlässigkeit) in Gashaushaltsmodellen stammt meist von gemittelten Messwerten oder aus empirischen Transferfunktionen. In realen Böden ist jedoch immer eine räumliche Heterogenität zu beobachten mit großen Unterschieden in der lokalen Durchlässigkeit. Die effektive Gasdurchlässigkeit auf Profil- oder Plotebene ist in diesem Fall nur unzureichend durch den mittleren Gasdiffusionskoeffizienten vorhersehbar. Dass Böden generell in ihren  $D_s/D_0$ -Werten eine Richtungsabhängigkeit mit der Präferenz für die vertikale Transportrichtung zeigen (KÜHNE et al., 2012), muss bei der Simulation von Gasflüssen in Böden ebenfalls berücksichtigt werden.

Für die Beurteilung der Bedeutung einer solchen Anisotropie sowie einer räumlichen Variabilität der Gasdurchlässigkeit innerhalb eines Bodens soll nun mithilfe eines etablierten zweidimensionalen Modells (SCHACK-KIRCHNER, 1994) eine stationäre

Gleichgewichtseinstellung für die Sauerstoffverteilung unter verdichteten Fahrspurbereichen modelliert werden.

**Material und Methoden**

Das zugrunde liegende 2-dimensionale Simulationsmodell basiert auf einem „ADI“-Verfahren („Alternating-Direction-Implicit“). Innerhalb des Modells werden stationäre Verhältnisse angenommen (Feuchte, Temperatur, Druck). Unterschieden werden zum einen 2 Bereiche (Fahrspur/unbeeinflusst) sowie 6 Horizonte mit den jeweiligen Tiefenstufen 0-5 cm, 5-15 cm, 15-25 cm, 25-35cm, 35-55 cm sowie 55-100 cm (Abbildung 1). Für diese Bereiche und Horizonte sind die folgenden Parameter auf Basis von gemittelten empirischen Daten festgelegt:

- Gasdurchlässigkeit,  $D_s/D_0$   
(gemittelt, normale sowie uniforme Verteilung im Wertebereich)
- Verbrauchsterm  
(Transferfunktion,  $f(D_s/D_0, C\text{-Gehalt})$ )

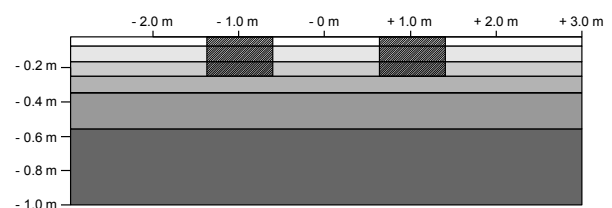


Abbildung 1: Schema des Modells

**Ergebnisse**

Die vom Modell berechneten Sauerstoffverteilungsmuster (Abbildung 2 + 3) zeigen, dass die eingestellten Gleichgewichte bei der Annahme eines Anisotropiefaktors von 1,7 (Präferenz für die vertikale Durchlässigkeit) deutlich geringere Sauerstoffgehalte unter den verdichteten Fahrspurbereichen aufweisen. Die Annahme von normal und uniform-verteilten Daten im Wertebereich verringert zudem noch weiter den Sauerstoffgehalt im Vergleich zu der Annahme von einheitlichen gemittelten Werten für die Gasdurchlässigkeit.

<sup>1</sup> Professur für Bodenökologie  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
79085 Freiburg i. Br., Tel.: +49-(0)761-203-9143

\* [anke.kuehne@bodenkunde.uni-freiburg.de](mailto:anke.kuehne@bodenkunde.uni-freiburg.de)

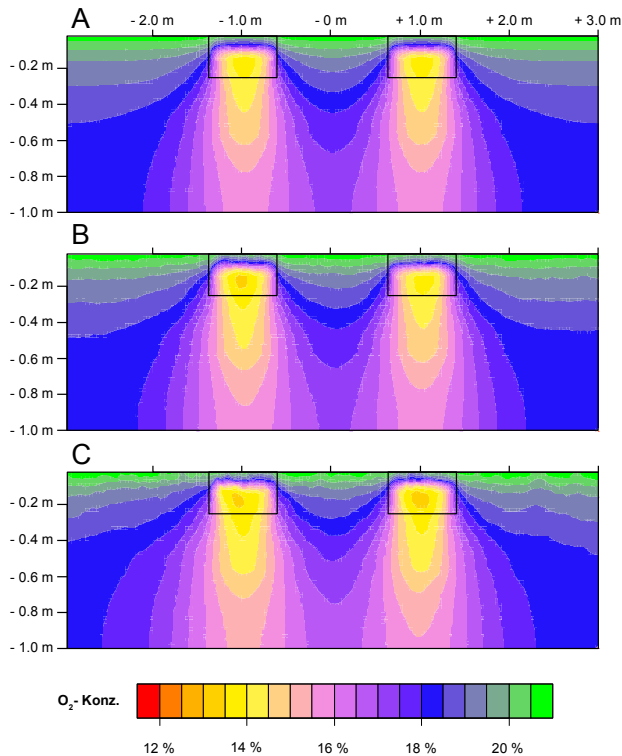


Abbildung 2: Modellierte Sauerstoffgehalte unter der Annahme einer Isotropie der Gasdurchlässigkeit des Bodens und basierend auf empirischen Daten, die für den jeweiligen Bereich bzw. Horizont gemittelt (A) oder über den angenommenen Wertebereich normalverteilt (B) bzw. uniformverteilt (C) angenommen wurden.

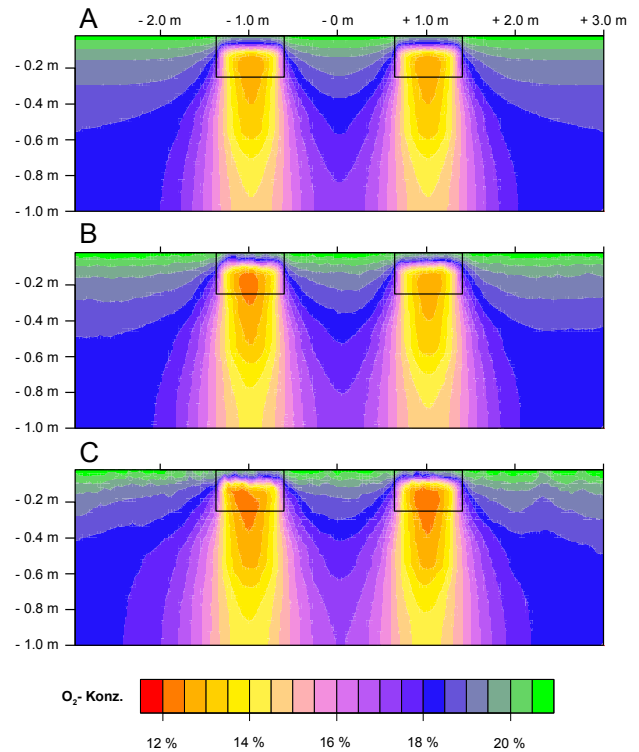


Abbildung 3: Modellierte Sauerstoffgehalte unter der Annahme einer Anisotropie der Gasdurchlässigkeit (Faktor 1,7 mit vertikaler Präferenz) des Bodens und basierend auf empirischen Daten, die für den jeweiligen Bereich bzw. Horizont gemittelt (A) oder über den angenommenen Wertebereich normalverteilt (B) bzw. uniformverteilt (C) angenommen wurden.

## Schlussfolgerung und Ausblick

Sowohl eine Anisotropie im Sinne einer verringerten horizontalen Diffusivität als auch die räumliche Heterogenität der Diffusivität verschlechtern die Belüftung unter verdichteten Fahrspuren. Ein vermeintlich ausreichender mittlerer Gasdiffusionskoeffizient ist zum Nachweis einer ausreichenden Gasdurchlässigkeit nicht unbedingt angemessen. Die Quantifizierung des Effektes ist eine Herausforderung und erfordert die Bestimmung von richtungsabhängigen Gasdiffusionskoeffizienten, Variabilität der Gasdiffusionskoeffizienten sowie der Kovarianzstruktur der Gasdiffusionskoeffizienten und deren Richtungsabhängigkeit im Raum.

## Literatur

- KÜHNE, A., SCHACK-KIRCHNER, H., HILDEBRAND, E.E. (2012): Gas diffusivity in soils compared to ideal isotropic porous media. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 175 (1), 34-45
- SCHACK-KIRCHNER, H. (1994): Struktur und Gashaushalt von Waldböden, Berichte Forschungszentrum Waldökosysteme, Hrsg. Gravenhorst, G., Göttingen. Reihe A Bd. 112. 146 S.
- SCHACK-KIRCHNER, H., KÜHNE, A., HILDEBRAND, E.E. (2012): Anisotropic features of gas transport in forest soils occurrence and ecological relevance, ISTRO Conference, 24.-28. September 2012, Montevideo (Uruguay)