

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der
DBG, Kommission IV

Titel der Tagung: Böden – eine endliche
Ressource

Veranstalter: DBG, September 2009, Bonn

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)

<http://www.dbges.de>

Verfälschung von Bodenrespirations- messungen durch CO₂Vorratsänderungen: Ausmaß und Faktoren

Martin Maier¹, Ernst E. Hildebrand,
Helmer Schack-Kirchner

Zusammenfassung

Die mit Kammermethoden gemessene CO₂ Emissionen entsprechen der aktuellen Bodenrespiration nur unter der Prämisse eines gleichbleibenden CO₂-Vorrats im Bodenporenvolumen. Inwiefern diese Annahme eines stationären CO₂-Speichers gerechtfertigt ist wurde am Beispiel eines gut belüfteten kalkhaltigen Bodens mit tief liegendem Grundwasserspiegel untersucht. Während 6 Monaten wurden Profile der CO₂-Konzentration und der Bodenfeuchte sowie ein umfangreicher meteorologischer Datensatz zeitlich hoch aufgelöst erfasst. Als Faktoren, die zu starken Vorratsänderungen führten, konnten Grundwasserstandsänderungen, starke Turbulenzen und Niederschläge identifiziert werden. Die CO₂-Vorratsänderungsrate betrug in ca. 20% der Zeit mehr als 15% der modellierten Respiration, in Einzelfällen erreichte sie 50% der erwartbaren Respiration und ist somit nicht vernachlässigbar.

Schlüsselworte: CO₂-Profil, Bodenrespiration, Gasdiffusion

Einleitung

Bei Bodenrespirationsmessungen wird angenommen, dass die gemessene CO₂-Emission des Bodens der aktuellen Respiration entspricht. Das heißt, die Änderung des im Bodenporenvolumen gespeicherten Vorrats an CO₂ wird vernachlässigt. Diese Annahme ist

¹Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre,
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
79085 Freiburg;
martin.maier@bodenkunde.uni-freiburg.de

allerdings nur dann gewährleistet, wenn der Gastransport im Boden auf stationärer Diffusion beruht. Bei instationärer Diffusion z. Bsp. infolge von steigenden Respirationsrate oder veränderter Diffusivität nach einem Regen gilt diese Annahme jedoch nicht. Ebenso ist nicht von einem stationären CO₂-Vorrat auszugehen, wenn Konvektion als weiterer Transportprozess für Bodengase z. Bsp. durch infiltrierendes Regenwasser, Grundwasserspiegeländerungen oder Turbulenz der bodennahen Luft eine Rolle spielt.

Ziel der Studie ist es, Änderungen des CO₂ Vorrats zu erfassen, zu quantifizieren und auf den Einfluss von Umweltfaktoren hin zu untersuchen.

Methoden und Standorte

Als Standort wurde die Forstmeteorologische Messstelle Hartheim bei Freiburg gewählt. Der Boden wurde als Pararendzina auf holozänem kalkhaltigen Auensediment angesprochen. Der Grundwasserspiegel liegt 7 m unter Flur und wird vom nahe gelegenen Rhein beeinflusst. Die Fläche ist mit einem 46-jährigen, mattwüchsigen, lichten Kieferbestand bestockt.

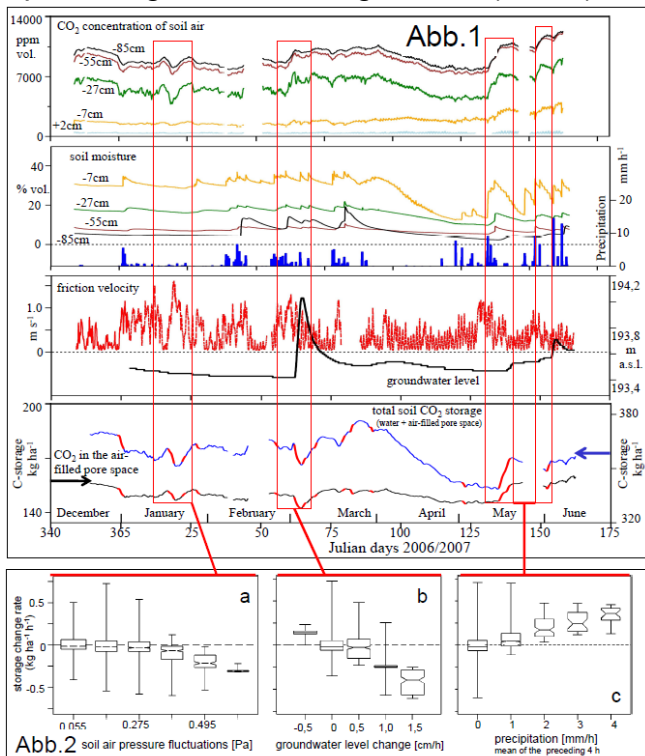
Das Tiefenprofil der CO₂-Konzentration wurde mit Vaisala GMP343 Sensoren, das Profil der Bodenfeuchte mit Delta-T ML1 Sonden erfasst. Neben einem Standortsatz an meteorologischen Messgrößen wurde zusätzlich die Schubspannungsgeschwindigkeit (Campbell Scientific CSAT3) und der Grundwasserspiegel aufgezeichnet. Während der Installation der Profilsensoren wurden insgesamt 50 Stechzylinder zur Bestimmung von bodenphysikalischen Größen genommen (Porenvolumen, pF-Kurve, Luftleitfähigkeit, Diffusionskoeffizienten).

Zur Berechnung des CO₂ Vorrats wurde der Boden in diskrete Schichten bis zum Grundwasserspiegel eingeteilt und die Messwerte unter Berücksichtigung der stark ausgeprägten Horizontgrenzen interpoliert. Neben dem Vorrat in der Porenluft wurde der Vorrat in der Bodenlösung unter der Annahme eines Bodenluft-Bodenlösung-Gleichgewichts entsprechend dem Henry-Gesetz berücksichtigt. Durch das CO₂-CaCO₃-H₂O Lösungsgleichgewicht kommt der Bodenlösung besondere Bedeutung zu, da - auf das Volumen bezogen - die Konzentration von CO₂ in 1m³ kalkhaltigem Wasser höher ist als im angrenzenden

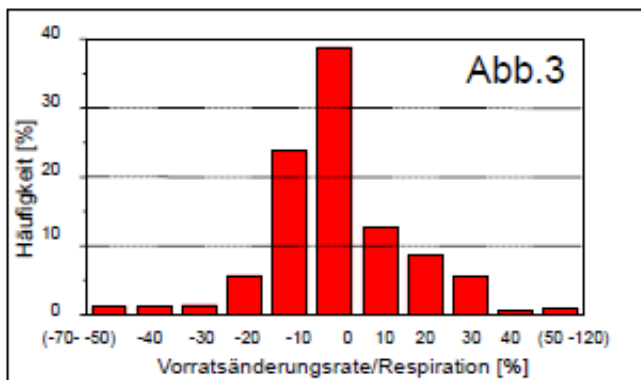
Luftvolumen von 1 m³.

Ergebnisse und Diskussion

Der CO₂-Vorrat in den Bodenschichten variiert zwischen 323.85 und 367.57 kg C ha⁻¹; die Änderungsrate beträgt zwischen -0.57 und 0,74 kg C ha⁻¹ h⁻¹. Ein genereller Zusammenhang der Vorratsveränderung mit der bodennahen Turbulenz (Abb.2a), den Grundwasserpegeländerungen (Abb.2b) und infolge von Niederschlägen (Abb.2c) konnte gefunden werden. Als Musterbeispiele sind solche Episoden grafisch hervorgehoben (Abb.1).



Ein Vergleich der Vorratsänderungsrate mit der modellierten Bodenrespirationsrate (Q₁₀-Modell, Schindler et al. 2006) ergibt, dass in mehr als ¾ der Fälle die Vorratsänderung weniger als (+/-)15% der Respirationsrate beträgt (Abb.3). In Einzelfällen allerdings kann die Änderungsrate -70 bis 115% der Bodenrespiration betragen und so zu erheblichen Fehlern bei der Schätzung der Respiration basierend auf Kammermessungen führen.



Eine Möglichkeit diese Fehlerquelle auszuschließen wäre die Erfassung der CO₂-Vorratsdynamik und somit die Integration des Bodenvorrats bei Messkampagnen mit Kammermessungen analog zur Korrektur von Eddy-Kovarianz-Flussmessungen, bei denen im Wald CO₂-Vorratsänderungen unterhalb der Baumkronen berücksichtigt werden (Hirsch et al., 2004).

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, standortspezifische Situationen zu identifizieren, während welcher die Vorratsänderungen nicht mehr vernachlässigbar sind. Durch das Festlegen von Grenzwerte für Umweltfaktoren (Turbulenz, Grundwasser, Regen) könnten so Messreihen systematisch bereinigt werden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Es gilt zu prüfen, inwiefern sich Bodenrespirationsmodelle durch die Integration des Vorrats-Terms verbessern lassen. Denkbar wäre, dass das „Rauschen“ von Respirationsmodellen reduziert werden könnte. Aber auch eine Beeinflussung des ganzen Modells oder eine Zunahme des „Rauschens“ wäre möglich.

Literatur

- Schindler, D., Tuerk, M. & Mayer, H. (2006) *CO₂ fluxes of a Scots pine forest growing in the warm an dry southern upper Rhine plain, SW-Germany*. Euro. J. Forset research, 125, 201-212.
- Hirsch, A., Trumbore, S. & Goulden, M. (2004). *The surface CO₂ gradient and pore-space storage flux in a high-porosity litter layer*. Tellus, 56B, 312–321.