

DFG-Projekt "Sensing the soil":

a CO₂-O₂ monitoring network system to study soil processes

Das DFG-Projekt „Sensing the soil“: ist eine Kooperation der Arbeitsgruppen von Dr. Levintal, Israel und Prof. Freudiger im Rahmen des DFG Programms *Middle East Collaboration* mit gemeinsamem Arbeitsprogramm und Feldmessungen.

Laufzeit: 1.12.2025-30.11.2028

Dr. Elad Levintal

Ben Gurion University

Zuckerberg Institute for Water Research

Prof. Dr. Martin Freudiger (né Maier)

University of Göttingen

Soil Physics

MA 5826/4

Die Bodenatmung stellt eine zentrale Funktion dar, die zahlreiche weitere Prozesse im Boden beeinflusst. Obwohl sie für das Verständnis des Kohlenstoffumsatzes in Böden von grundlegender Bedeutung ist, wird die „vergessene Hälfte“ dieses Flusses – der Gegenstrom von atmosphärischem Sauerstoff (O₂) in den Boden – bislang nur selten untersucht. Das Verhältnis von produziertem Kohlendioxid (CO₂) zu verbrauchtem O₂ (qO₂) wird als Respirationsquotient (RQ; qCO₂/qO₂) bezeichnet. Aktuelle Studien zeigen, dass der RQ im Mittel bei etwa 1,1 liegt, jedoch zwischen Standorten stark variieren kann. Diese Variabilität deutet darauf hin, dass der RQ als Schlüssel zur Identifikation und möglicherweise sogar zur Quantifizierung weiterer bodeninterner Prozesse dienen könnte. Allerdings existieren mehrere abiotische Prozesse, die die sowohl CO₂- als auch O₂-Flüsse beeinflussen und somit das eigentliche biotische RQ-Signal überlagern können (Abb. 1).

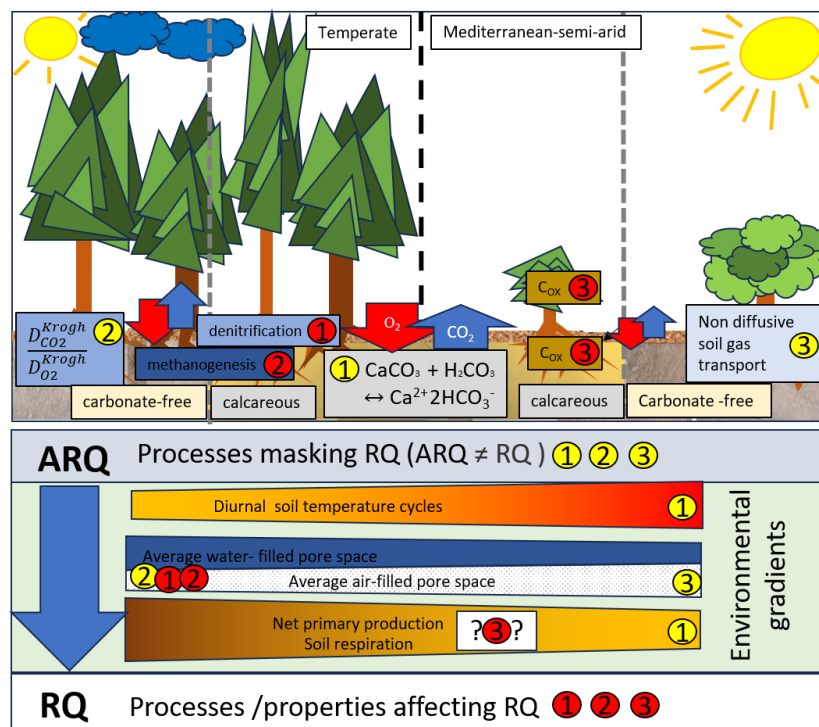


Abbildung 1: Schema verschiedener Prozesse die den scheinbaren Respirationsquotienten (ARQ) beeinflussen und dadurch den tatsächlichen Respirationsquotienten (RQ) überlagern. Gelbe Kreise symbolisieren nichtbiologische Prozesse, rote Kreise symbolisieren die erwarteten Hauptprozesse und -eigenschaften, die die RQ-Signale steuern. Beide Prozessarten treten typischerweise unter unterschiedlichen Umweltbedingungen auf, etwa in Abhängigkeit von Bodenbelüftung, Bodentyp, Temperatur und Bodenfeuchteregime. Dargestellt sind ausschließlich die erwarteten Hauptprozesse; Prozesse wie die Verwitterung von Mineralen, die Oxidation von Metallionen oder ähnliche Reaktionen werden hier nicht berücksichtigt.

Während CO₂-Flüsse mithilfe verschiedener Verfahren, etwa mikrometeorologischer Methoden oder Kammermessungen, zuverlässig erfasst werden können, stellt die Quantifizierung der O₂-Flüsse aufgrund des hohen atmosphärischen Hintergrunds von 20,95 % O₂ eine deutlich größere Herausforderung dar. Eine alternative Herangehensweise ist die In-situ-Messung von CO₂- und O₂-Konzentrationen im Bodenprofil, die es ermöglicht, den Gastransport zwischen Boden und Atmosphäre sowie den RQ zu untersuchen und dabei wertvolle Einblicke in die ablaufenden Prozesse zu gewinnen.

Im Rahmen der geplanten Zusammenarbeit im Nahen Osten besteht das übergeordnete Ziel darin, CO₂- und O₂-Flüsse im

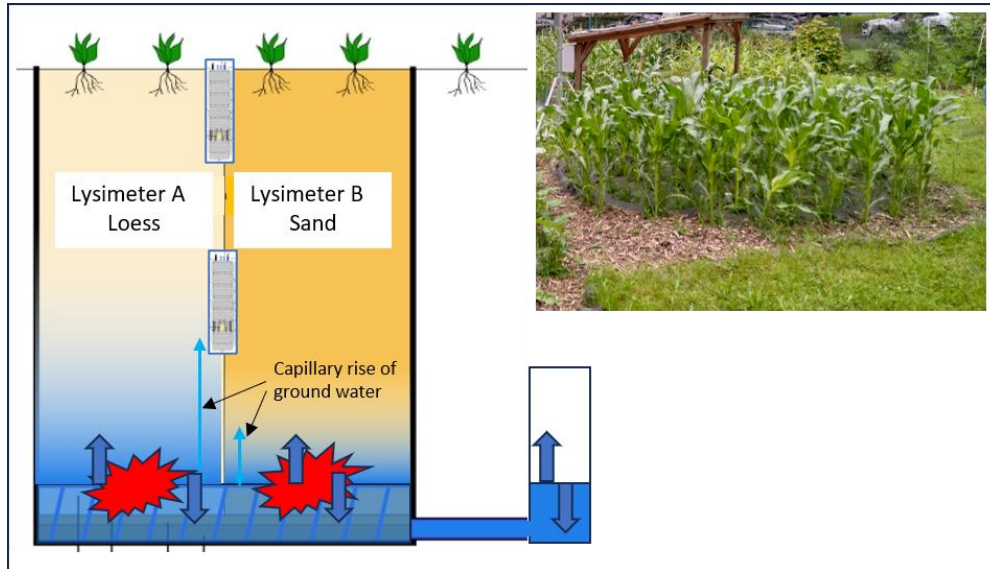


Abbildung 2: Querschnitt eines geplanten Versuchsaufbaus im Grosslysimeter der Abteilung Bodenphysik mit dem Ziel die Effekte von Grundwasserstandsänderungen auf den RQ zu untersuchen. Bei Ansteigendem Grundwasserstand ist mit lokalen sub – bis anoxischen Bedingungen im gesättigten Bereich zu rechnen, bei Absenkungen mit verstärkter Mineralisierung.

Feld systematisch zu erfassen und die Eignung des RQ als ökophysiologischen Schlüssel zur Erklärung räumlich-zeitlicher Muster und zugrunde liegender Bodenprozesse zu evaluieren. Zu diesem Zweck soll ein Sensornetzwerk aus Boden-CO₂-O₂-Profilsonden sowie ein Kammersystem zur Messung der CO₂- und O₂-Flüsse entwickelt werden.

Diese Instrumente sollen zunächst in einer halbkontrollierten Studie in einem großen Lysimetersystem eingesetzt werden, um die Auswirkungen von Grundwasserstandsschwankungen zu untersuchen (Abbildung 2). In einer anschließenden Feldstudie sollen räumliche und zeitliche Muster mithilfe des CO₂-O₂-Sensornetzwerks sowie die CO₂- und O₂-Flüsse mit einer mobilen Respirationsskammer erfasst und kartiert werden. Hierfür wurden vier stark kontrastierende Standorte ausgewählt: zwei karbonatische und zwei saure Böden, jeweils vertreten durch einen Standort in einem gemäßigten Wald und einen in einem mediterranen Wald.

Referenzen

Maier, M.; Osterholt, L.; Levital (2024). Development of an online O₂-CO₂ soil profile probe for flux estimations, EGU General Assembly 2024, EGU24-6777; <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-6777>, 2024.

Maier, M., Schirrmeister, F., and Levital, E.: How and how accurately can we measure soil O₂-CO₂ fluxes?, EGU General Assembly 2025, Vienna, Austria, 27 Apr–2 May 2025, EGU25-5232, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-5232>, 2025.

Nguyen, T. T., Bekin, N., Altman, A., Maier, M., Agam, N., Levital, L. (2025). Overcoming barriers in long-term, continuous monitoring of soil CO₂ flux: a low-cost sensor system Soil 11 (2), 639-653. <https://doi.org/10.5194/soil-11-639-202>

Osterholt, L.; Kolbe, S.; Maier, M. (2022): A differential CO₂ profile probe approach for field measurements of soil gas transport and soil respiration #. In J. Plant Nutr. Soil Sci. 185 (2), pp. 282–296. DOI: 10.1002/jpln.202100155