

Auswirkungen des Klimawandels auf mikrobielle Gemeinschaften und deren Funktionen in Böden: Das ClimGrass-Experiment

Wolfgang Wanek^{1*}, Alberto Canarini¹, Eva Simon¹, Joana Silva¹, Judith Prommer¹, Ivana Bogdanovic¹, Tania Maxwell², Erich M. Pötsch³, Michael Bahn⁴ und Andreas Richter¹

Böden spielen eine wichtige Rolle für Ökosystemprozesse und Ökosystemleistungen wie etwa Kohlenstoffspeicherung, Wasserreinigung und -speicherung, und Nährstoffkreisläufe. Gesunde Böden mit intakten Bodenfunktionen stellen somit eine wichtige Basis für die nachhaltige und somit langfristige Nahrungs- und Futtermittelproduktion und den Erhalt der biologischen Vielfalt dar. Viele dieser Ökosystemleistungen wie die Nährstoffzyklisierung und Kohlenstoffspeicherung des Bodens werden durch mikrobielle Gemeinschaften in den Böden erbracht

Diese mikrobiellen Gemeinschaften reagieren empfindlich auf Umweltveränderungen. Klimaerwärmung und Trockenheit beeinflussen Bodenmikroben direkt, während sich ansteigende atmosphärische CO₂ Konzentrationen indirekt über Beeinflussung des Pflanzenwachstums und Wurzelausscheidungen auf die mikrobiellen Gemeinschaften auswirken.

Globale Klimamodelle prognostizieren für den Alpenraum atmosphärische CO₂-Erhöhungen um 200 – 400 ppm, einen Temperaturanstieg um +3 bis +4 °C sowie häufigere und extremere Dürreperioden. Es ist daher von entscheidender

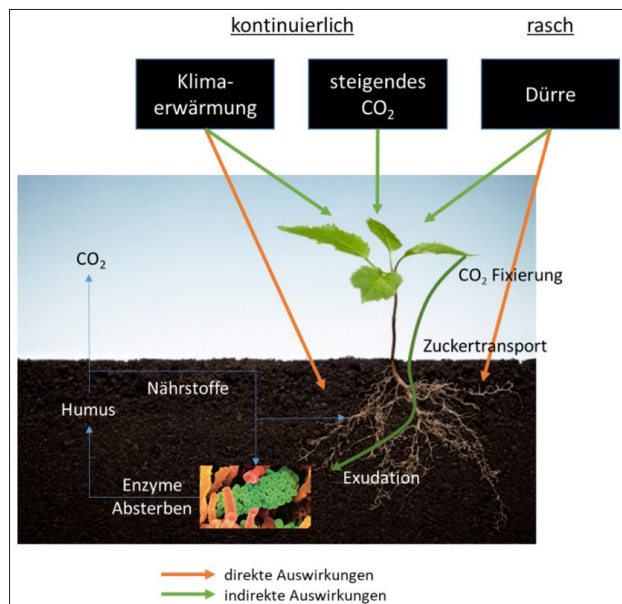
Bedeutung, die Auswirkungen dieser Klimaveränderungen auf Böden im alpinen Wirtschaftsgrünland zu erforschen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu dienen, Bewirtschaftungsweisen des Grünlands an die prognostizierten Klimaveränderungen adaptieren zu können, um deren nachhaltige Nutzung zu gewährleisten.

Diese Präsentation zeigt die Auswirkungen des Klimawandels auf Böden unter Grünlandbewirtschaftung mit speziellem Fokus auf mikrobielle Gemeinschaftsstrukturen, Nährstoffkreisläufe sowie den Kohlenstoffhaushalt von Böden. Im Folgenden wird zudem auf die Rolle der Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Bodenmikroben eingegangen. Innerhalb des Climgrass-Experiments untersuchen wir seit 6 Jahren die langfristigen ökosystemaren Auswirkungen von erhöhtem CO₂ (eCO₂) und erhöhter Temperatur (eT) wie auch den Effekt kurzfristiger Störungen, die durch Dürren (eD) ausgelöst werden.

eCO₂ bewirkte, dass innerhalb weniger Jahre bis zu 15 % des Bodenhumus von frischem Pflanzenmaterial ersetzt wurden; ein Hinweis auf die hohe Dynamik des Kohlenstoffs im Boden. Wir fanden jedoch kaum Auswirkungen auf die Struktur der mikrobiellen Gemeinschaften, auf die Nährstoffverfügbarkeit (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium) oder auf mikrobielle Prozesse generell. Im Gegensatz dazu bedingte eCO₂ eine verbesserte pflanzliche Wassernutzungseffizienz und steigerte damit den Bodenwassergehalt. Wir erwarten, dass ausgeprägte eCO₂ Effekte erst deutlich später erkennbar werden, etwa nach mehr als 10 Jahren CO₂ Behandlung, da sich nicht nur die Entwicklung sondern auch die Veränderung/Anpassung eines Ökosystems über längere Zeiträume erstreckt.

eT wirkte sich nach 4 – 5 Jahren analog zu eCO₂ nicht auf die Struktur der mikrobiellen Gemeinschaften aus, verursachte jedoch verstärkten Bodenwasserverlust, beschleunigte die Kalzium- und Magnesiumnachlieferung der Böden, während die Stickstoff- und Phosphorverfügbarkeit sowie mikrobielle Aktivitäten (mikrobielle Kohlenstoffnutzung) relativ unbeeinflusst blieben. Auch diese Resultate zeigen, dass Auswirkungen des Klimawandels, hier eT, sich erst nach längeren Zeiträumen in einem Ökosystem manifestieren.

Dürre, als eine kurzfristige, wiederkehrende Ökosystemstörung durch Extremwetterereignisse, hingegen zeigte bei



¹ Department of Microbiology and Ecosystem Science, Althanstrasse 14, A-1090 Wien

² INRA UMR 1391 Interactions Sol-Plante-Atmosphère, Université de Bordeaux, CS 20032, FR-33882 Villenave d'ornon cedex

³ Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

⁴ Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, Sternwartestrasse 15, A-6020 Innsbruck

* Ansprechpartner: Ao. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WANEK, wolfgang.wanek@univie.ac.at



weitem die stärksten Auswirkungen auf die untersuchten Prozesse. Dürreperioden beeinträchtigten die Interaktion von Pflanzen und Bodenmikroorganismen: so wurden z.B. weniger pflanzliche Zucker über die Wurzeln in die austrocknenden Böden abgegeben. Der starke Bodenwasserverlust und die Einschränkungen im Pflanzenwachstum führten zu einer Veränderung in der mikrobiellen Gemeinschaftsstruktur, einem Anstieg von Ammonium und organischem Stickstoff im Boden, während die Phosphorkonzentrationen im Boden sanken. Die Calcium- und Kaliumnachlieferungen sanken deutlich, während die mikrobiellen Aktivitäten wiederum relativ wenig reagierten. Die Dürre-beeinträchtigten Grünländer waren jedoch 2 Wochen nach Wiederbefeuchtung wieder in ihrem natürlichen/ökologischen Gleichgewicht. Dies bezeugt, dass Ökosysteme auf kurzfristige

Störungen „ökologisch und ökonomisch“ reagieren können, indem sie ihre grundlegende Organisationsweise wiederherhalten (Resilienz).

Zusammenfassung

Kurzfristige Störungen wie Dürre wiesen deutlich stärkere Auswirkungen auf Nährstoffkreisläufe und mikrobielle Aktivitäten auf, verglichen zu den langsam wirksamwerdenden Klimaszenarien Erwärmung und steigendes Kohlendioxid. Es wird folglich hoch interessant das Verhalten des Berggrünlands über die Jahre weiter zu verfolgen, um langfristige Reaktionen der Systeme auf Klimawandel zu verstehen und Anpassungen der Managementstrategien abzuleiten.