

Mikrobielle Prozesse im Klimawandel

Andreas RICHTER^{1*}

Böden speichern weltweit etwa fünfmal mehr an organischem Kohlenstoff als die gesamte Vegetation zusammen genommen. Die Speicherung von Bodenkohlenstoff ist dabei stark an mikrobielle Prozesse gekoppelt, da Mikroorganismen sowohl die zentrale Rolle im Abbau von organischem Material spielen, wie auch die wichtigste Komponente im Aufbau von Humus darstellen. Derzeit setzen Mikroorganismen etwa 60-75 Gt C pro Jahr aus Streu und Humus frei, circa achtmal mehr als die Emissionen aus fossilen Treibstoffen. Es ist daher von außerordentlicher Bedeutung die Reaktion der mikrobiellen Gemeinschaften auf Klimawandel zu verstehen, weil von dieser Reaktion abhängt, ob es zu einer positiven oder negativen Rückkopplung auf das Klima kommen wird.

Der Globale Wandel beeinflusst mikrobielle Prozesse in vielfältiger Weise. Man kann dabei grundsätzlich direkte und indirekte Effekte auf mikrobielle Gemeinschaften unterscheiden. Zu den wichtigsten direkten Einflüssen gehören erhöhte Temperaturen, veränderte Niederschlagsmengen und -muster (die zum Beispiel zu Bodentrockenheit führen können) und erhöhte Nährstoffdepositionen. Wichtiger scheinen aber indirekte Effekte sein, die vor allem durch Veränderungen des Pflanzenwachstums und der Zusammensetzung der Vegetation durch erhöhte Temperaturen, veränderte Niederschläge, sowie durch erhöhtes atmosphärische CO₂ und Nährstoff-Deposition ausgelöst werden. Verändertes Pflanzenwachstum führt dabei nicht nur zu Veränderungen in Menge und Qualität der Blatt- und Wurzelstreu, sondern auch zu Änderungen in Wurzelexsudaten, Rhizodeposition und Kohlenstoffabgabe an Mykorrhiza-Pilze. Dieser unterirdischen Inputs sind ganz wesentlich für die Aktivität der Mikroorganismen im Boden verantwortlich. Wurzelexsudationen können dabei die mikrobielle Gemeinschaft aktivieren (etwa in tieferen Bodenschichten, wo die Mikroorganismen meist energielimitiert sind) oder zu verstärktem Abbau von stickstoffhaltigen Substraten anregen, was man als „microbial

nitrogen mining“ bezeichnet. In beiden Fällen kann es durch die Wurzelexsudationen zu einem verstärkten Abbau von Humusstoffen kommen, was man als „priming of soil organic matter decomposition“ bezeichnet und was einer der wichtigsten Mechanismen sein dürfte, wie Pflanzen den Abbau von organischem Material beeinflussen, und damit die Verfügbarkeit von Nährstoffen.

Ziel unserer Arbeitsgruppe an der Universität Wien ist es aber nicht nur die Auswirkungen von Klimawandel zu beschreiben, sondern auch die dahinterliegenden Mechanismen zu verstehen, um bessere Prognosen von Boden-Klima-Rückkopplungen zu ermöglichen. Um die Reaktionen von Mikroorganismengemeinschaften zu beschreiben, gibt es vor allem drei Schlüssel-Parameter: die Kohlenstoff- und Stickstoffnutzungseffizienz, die mikrobiellen Turnover-Raten (mikrobielle Mortalität) und die Muster der Extrazellulären Enzymaktivitäten. Die mikrobielle Kohlenstoffnutzungseffizienz (CUE) beschreibt, wie viel vom organischen Kohlenstoff, den Mikroorganismen aufnehmen, in Wachstum umgesetzt werden kann. Gemeinsam mit den mikrobiellen Turnover-Raten, bestimmt diese Größe, wie viel Kohlenstoff pro Zeiteinheit im Boden verbleibt und wie viel als CO₂ in die Atmosphäre gelangt. Die mikrobielle Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) beschreibt hingegen, wie viel vom organischen Stickstoff den Mikroorganismen aufnehmen, als anorganischer Stickstoff wieder in den Boden kommt und damit für das Pflanzenwachstum zu Verfügung steht. CUE und NUE sind daher synthetisch-integrative Darstellungen des Kohlenstoff- und Stickstoff-Metabolismus von Mikroorganismengemeinschaften.

In diesem Vortrag werden Beispiele aus der Literatur und aus eigener Forschung vorgestellt, wie sich CUE und NUE im Klimawandel verhalten, etwa aus einem Projekt in dem Mähwiesen in den österreichischen Alpen untersucht wurden, wo CUE und NUE erstmals gemeinsam bei unterschiedlichen Temperaturen und Bodenfeuchtigkeiten gemessen wurden.

¹ Department für Mikrobiologie und Ökosystemforschung Universität Wien, Universitätsring 1, A-1010 WIEN

* Univ.-Prof. Dr. Andreas RICHTER, andreas.richter@univie.ac.at

