

Tagungsbeitrag zur: Jahrestagung der DBG, Waldernährungsstrategien und deren Wechselwirkung mit bodenchemischen und bodenbiologischen Eigenschaften, Kommission II

Titel der Tagung: Horizonte des Bodens, 02.-07.09.2017, Göttingen

Veranstalter: DBG

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

Quellen

Hildebrand, E (1994): The heterogeneous distribution of mobile ions in the rhizosphere of acid forest soils: Facts, causes and consequences. In: *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology* 29 (9), S. 1973–1992. DOI: 10.1080/10934529409376159.

Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27:31–36. doi:10.1016/S0003-2670(00)88444-5.

Stahr S, Graf-Rosenfellner M, Klysubun W, Mikutta R, Prietzel J, Lang F (2017): Phosphorus speciation and C:N:P stoichiometry of functional organic matter fractions in temperate forest soils. *Plant and Soil*. DOI: 10.1007/s11104-017-3394-7

Zusammenhänge zwischen Aggregatumsatz und der Verteilung von Kohlenstoff und Phosphor im Aggregat

Simon Stahr¹, Markus Graf-Rosenfellner¹, Robert Mikutta², Jörg Prietzel³ und Friederike Lang¹

¹Professur für Bodenökologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bertoldstr. 17, 79098 Freiburg im Breisgau.
Korrespondenz:
simon.stahr@bodenkunde.uni-freiburg.de

² Bodenkunde und Bodenschutz, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle (Saale)

³ Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Emil-Ramann-Straße 2, 85354 Freising

Stichwörter: Bodenphosphor, Dichtefractionen, Aggregate

Zusammenfassung

Bodenstrukturbildung und Aggregatumsatz beeinflussen die Verfügbarkeit von Phosphor, einem der wenig mobilen Nährelementen im Boden. Weithin wird angenommen, dass es enge Zusammenhänge zwischen bodenökologischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Humusform und den Aggregateigenschaften von Waldböden gibt. Arbeiten, die Aggregateigenschaften, sowie -umsatz und P-Verfügbarkeit verbinden, fehlen jedoch bisher. Wir können zeigen, dass Bodenaggregate für die Verfügbarkeit von Nährstoffen von Bedeutung sind. Im Aggregat eingeschlossene partikuläre organische Substanz gewinnt an Wichtigkeit je schlechter der Standort versorgt ist. Dichtefractionen unterliegen einer jahreszeitlichen Dynamik.

Motivation

Viele Laboranalysen zur Untersuchung von Nährelementen werden mit gesiebten Aggregaten durchgeführt. Diese Konvention übergeht dabei etwaige Unterschiede in der Aggregierung der Bodenproben. Nährstoffverfügbarkeit und -verteilung ist jedoch abhängig von der Bodenstruktur (Hildebrandt 1994). Daraus ergeben sich folgende Fragen: Welchen genauen Einfluss haben Aggregate auf die Nährstoffverfügbarkeit (in diesem Fall: P) und wie sind Nährstoffe in und um das Aggregat verteilt? Wie lange überdauern die Aggregate?

Material und Methodik

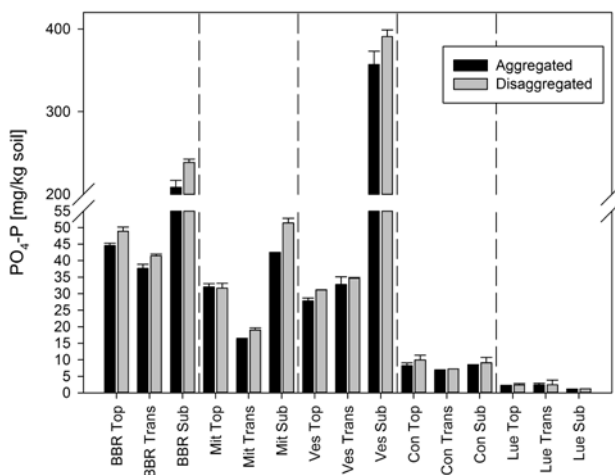
Der Einfluss der Bodenstruktur auf die Verfügbarkeit des Nährelements P wurde an Bodenproben aus Buchenwäldern auf silikatischen Standorten untersucht. Der pflanzenverfügbare Phosphor wurde hierbei zunächst durch 1%-iges Citrat aus luftgetrockneten Bodenproben, die ausschließlich 2 mm gesiebt wurden, extrahiert und am ICP-OES analysiert. Der Einfluss der Aggregierung auf die Extrahierbarkeit von citrat-löslichem

P wurde in einem weiteren Versuch an den gleichen Bodenproben untersucht, in dem diese vor der Extraktion mittels Ultraschall (400 J ml^{-1}) behandelt wurden, um die vorhandenen Bodenaggregate weitgehend zu zerstören.

Weiter wurde der mineralische Feinboden mittels Dichtefraktionierung (Natriumpolywolframat: $1,6 \text{ g cm}^{-3}$) in eine freie leichte (fLF), eine okkludierte leichte (oLF) und eine schwere mineral-assoziierte Fraktion (HF) separiert. Die isolierten Dichtefractionen wurden auf C und P (Murphy und Riley 1962) analysiert.

Ergebnisse

An allen Standorten und in allen Tiefenstufen konnte mehr $\text{PO}_4\text{-P}$ (durchschnittlich: 11% und bis zu 21%) in der Lösung der disaggregierten Proben nachgewiesen werden (Grafik 1).

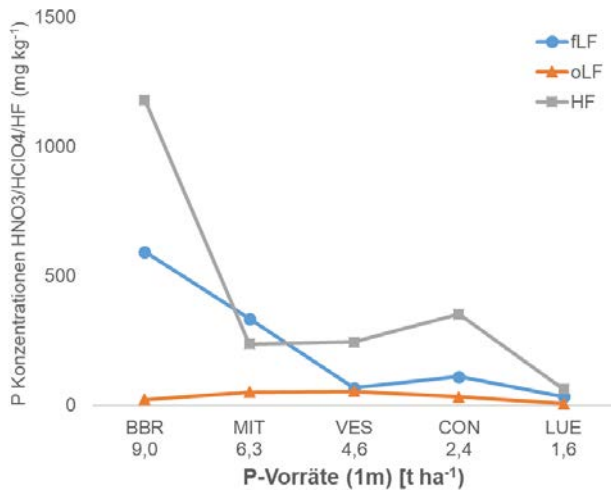


Grafik 1: Citrat-extrahierbares Phosphat-P aus aggregierten (< 2 mm) und disaggregierten (Ultraschall: 400 J ml^{-1}) Bodenproben. Gemessen in drei Tiefenstufen (Top: 0-5 cm, Trans: erste 5 cm des Übergangshorizonts, Sub: letzte 5 cm des entwickelten Mineralbodens). Die Standorte weisen eine (in der Graphik von links nach rechts) abnehmende P-Ausstattung im Mineralboden auf.

Die oben erwähnten Untersuchungsstandorte weisen nicht nur einen P-Gradienten des mineralischen Bodens auf, sondern auch bezüglich der Humusform, bzw. der Mächtigkeit der Auflage. Die P-ärmeren

Standorte weisen eine mächtigere Auflage und eine ungünstigere Humusform auf als die besser versorgten Standorte. Kohlenstoff und Phosphor gelangen mit der Bodenlösung von den Auflagehorizonten in den tiefer liegenden mineralischen Boden und sorbieren dort hauptsächlich an den Mineraloberflächen der HF. Auf Grund der mächtigeren Humusaufgabe auf ärmeren Standorten sollte sich folglich in der HF mehr C und P als auf besser versorgten Standorten finden lassen. In der Tat konnte eine enge, allerdings negative Korrelation (Auflagenmächtigkeit in cm = $-0.002 \text{ P}_{\text{HF}} + 13.1$, $R^2 = 0.96$, $n=15$) für die Auflagenmächtigkeit und P in der HF festgestellt werden. Kohlenstoff in der HF ist nicht korreliert (Auflagenmächtigkeit in cm = $-0.019 \text{ C in HF} + 12.7$, $R^2 = 0.22$) zur Mächtigkeit der Auflage. Gründe für diese Beobachtungen können sein, dass P offensichtlich schon in der Auflage von den Organismen resorbiert wird. Dies kann durch eine beobachtete intensive Durchwurzelung der Auflage speziell an den schlecht versorgten Standorten unterstützt werden.

In der Verteilung des Phosphors in den einzelnen Fraktionen lässt sich erkennen, dass die Fraktionen fLF und HF den P-Gradienten der Standorte nachzeichnen. Dies zeigt sich in der HF in stärkerem Umfang als in der fLF. Die oLF zeigt keinen Einfluss des Gradienten (Graphik 2).



Graphik 2: P-Konzentrationen in Dichtefractionen, fLF, oLF und HF an den Untersuchungsstandorten (BBR, MIT, VES, CON, LUE, angeordnet nach den P-Vorräten im Mineralboden).

Mit abnehmendem P-Vorrat der Böden nimmt der relative Anteil von C und P, welcher in der eingeschlossenen organischen Substanz ist, tendenziell zu (C: von 4 zu 42% am Gesamtkohlenstoff. P: von 1 zu 7% am Gesamtphosphor). Das heißt die Aggregation, repräsentiert durch die Fraktion der oLF, ist entscheidend für die P-Verfügbarkeit. Dies ist umso mehr zu berücksichtigen je weniger P am Standort vorrätig ist.

Erste Hinweise auf eine hohe jahreszeitliche Dynamik ließen sich am Standort Conventwald finden. Hier konnte eine Verschiebung von den leichten Fraktionen zur schweren Fraktion im Laufe des Jahres festgestellt werden. Ursache dafür könnte sein, dass die Streu abgebaut wird und in Aggregate eingebaut oder an die Mineraloberfläche gebunden wird. Diese Bindung ist jedoch nicht stabil, so dass im Winter eine Umkehrung der oben erwähnten Prozesse stattfindet. Im Aggregat okkludiertes P wird also im Jahresgang für Pflanzen und Mikroorganismen verfügbar. Die gleichen Muster zeigten sich sowohl im Oberboden (0-7 cm) als auch in tieferen Horizonten (15-30 cm), allerdings dort in abgeschwächter Form.

Schlussfolgerung

Die Aggregation bedingt die P-Verfügbarkeit. Durch Disaggregation wird P, welches davor im Aggregat eingeschlossen war, verfügbar. Die Mächtigkeit der Humusaufgabe ist Indiz wie P in den Dichtefractionen verteilt ist. Nämlich, dass speziell auf P-armen Standorten der Anteil von C und P in der eingeschlossenen Fraktion zunimmt. Es konnten Hinweise gefunden werden, dass die Aggregation saisonalen Schwankungen unterliegt. Daher sollte der Probenahmezeitpunkt berücksichtigt werden.

Danksagung

Der vorgestellte Bericht wurde im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1685 erarbeitet. (Förderkennzeichen: LA1398/12).