

Die zeitliche und räumliche Dynamik in der Boden-Bioakustik und ihr Zusammenhang mit der Diversität der Bodenfauna.

Marcus Maeder (ETHZ, ZHdK), Xianda Guo (ETHZ), Felix Neff (Agroscope), Doris Schneider Mathis (WSL), Martin M. Gossner (WSL)

Publiziert am 8. 3. 2022 in [PLOS One](#).

Ziel / Forschungsfragen: Können acoustic complexity index (ACI) Messungen auf Systeme im Boden angewendet werden um tägliche und saisonale Dynamiken in Bodengeräuschkulisse zu identifizieren? Können diese in Zusammenhang gebracht werden mit den Dynamiken in mikroklimatischen Gegebenheiten, Bodenbiodiversität und Vergesellschaftungen?

Methode: Messungsort war Pfywald im Kanton Wallis auf einem Versuchsfeld der WSL, welches seit 2003 besteht. Dabei sind sowohl in bewässerten als auch in nicht mehr bewässerten und in natürlichen Gebieten/Versuchsbereichen Messungen gemacht worden. Dadurch konnte in verschiedene mikroklimatische Bereiche gemessen werden.

Besonderes:

- zum ersten Mal sind akustische und räumliche Methoden genutzt worden um die räumliche, tägliche und saisonale Dynamiken von Geräuschkulissen im Boden zu erforschen.
- Nach unserem Wissen ist es die erste Studie, die versucht die zeitlichen Dynamiken von Boden-Geo- und Biophonie zu untersuchen. Ausserdem den ACI der Bodengeräusche mit dem Auftreten und der Diversität von wichtigen funktionalen Gruppen von Bodenfauna zu verbinden.

Ergebnisse:

- Signifikante tägliche und saisonale Muster des ACI, welche teilweise auf mikroklimatischen Konditionen zurückgezogen werden können.
- Taxareichtum hat am besten den ACI vorausgesagt, danach war die Korrelation mit der Taxazusammenstellung am besten.
- Die akustische Diversität stand signifikant im Zusammenhang mit den gefundenen Vergesellschaftungen. Wobei die stärkste Korrelierung zwischen Taxa Reichtum und ACI am stärksten kurz vor der Probennahme der Taxa war.
- Die signifikante Beziehung zwischen ACI und Bodenvergesellschaftung lässt vermuten, dass räumlich-zeitliche Dynamiken von Bodenfauna durch Überwachung von Bodengeräusche eingefangen werden können.
- Die Dynamiken des ACI standen nahe im Zusammenhang zu denen der Mikroklimas wobei täglich steigende Oberflächentemperatur den stärksten Effekt auf den ACI hatte. Steigende Bodentemperatur in 10cm Tiefe führte zu einem Anstieg in Aktivität und Diversität von Meso- und Makrofauna in den obersten Bodenschichten.
- Es ist eine signifikante Korrelation zwischen ACI und Bodentierdiversität gefunden worden. ACI und Taxadiversität waren höher korreliert zueinander je näher der Zeitpunkt der Bodenprobe und der ACI Messung beieinander lagen.
- Der ACI konnte am besten erklärt werden durch Taxareichtum und Vergesellschaftungszusammenstellung. Das deutet darauf hin, dass das Auftreten unterschiedlicher Taxa am wichtigsten ist für die Komplexität der Bodengeräuschkulisses. Verschiedene Taxa produzieren höchst wahrscheinlich unterschiedliche Geräusche und Töne.
- Scheinbar nimmt der ACI auch die seltenen Taxa auf. Dies vergrössert die Wichtigkeit und das Interesse diese Methode für Überwachungsprogramme zu nutzen, die die Bodenstruktur und den Boden an den jeweiligen Orten erhalten wollen.
- Ergebnisse lassen vermuten, dass zeitliche und räumliche Dynamiken der Diversität und Vergesellschaftungen von Bodenorganismen durch den ACI von Bodengeräusche bestimmt

werden können. Dies eröffnet die Möglichkeit die Bodengeräusche-Analyse als eine einfache und nicht invasive Methode zur Beobachtung der Bodendiversität zu nutzen.

Saisonal Muster

- Saisonale Muster im ACI waren am auffälligsten in Frühling und Sommer und weniger stark in Herbst und Winter. Dies passt gut zusammen mit den bisher bekannten saisonalen Mustern von Bodenorganismen.
- Im Herbst waren die Dynamiken schwächer und im Winter gar nicht zu hören. Das scheint im Zusammenhang zu stehen mit der inaktiven Phase von Bodenorganismen im Herbst und Winter.
- Die Saison hat keine Einflüsse auf den Taxareichtum. Wobei saisonale Unterschiede in dominant auftretenden Taxa sichtbar waren.

Tägliche Muster

- Im Frühling und Sommer ist der tägliche Zyklus des ACI am auffälligsten und stärksten ausgeprägt.
- Der tägliche ACI war am Nachmittag am höchsten und in der Nacht am niedrigsten.
- ACI war am höchsten in Frühling und Sommer besonders am Mittag
- Starkes tägliches Muster mit geringsten Messungen zwischen 6 Uhr - 12 Uhr und 18 Uhr - 24 Uhr. Die höchsten Messungen wurden am Nachmittag zwischen 12 Uhr und 18 Uhr gemessen

Mikroklima

- Höhere tägliche Variabilität im ACI in Frühling und Sommer könnte höhere Variabilität in Mikroklimakonditionen zeigen.
- Hoher mikroklimatischer Einfluss auf ACI im Sommer.
- Beim Vergleich von Mikroklimatischen Parameter ist besonders das stark positive Verhältnis von ACI und positiver Oberflächentemperatur aufgefallen. Eine direkte Verbindung zur Bodenfeuchte konnte bisher nicht gefunden werden. Bodentemperatur hatte allerdings einen negativen Effekt auf den ACI.
- Es scheint, dass sobald die Bodentemperatur eine bestimmte Temperaturschwelle erreicht hat, fliehen die Bodentiere in tiefere (für uns nicht mehr hörbare), kühleren und feuchteren Schichten. Der ACI ist weniger stark.

Einschränkungen:

- Wetter wie zum Beispiel Regen beeinflussen oder verunmöglichen Aufnahmen von Bodengeräuschen. Untersuchungen sollten deswegen über mehrere Stunden oder Tage gemacht werden.
- Direkter Vergleich von Geräuschkulisse und gefunden Taxa in Bodenproben sind in gewisser Weise eingeschränkt, weil gerade grössere Organismen wie Käfer vor der Bodenbeprobung fliehen können.
- Es wird vermutet, dass eine noch nähere Beziehung zwischen Vergesellschaftungsangaben gefunden worden wären, wenn die Messungen an die Aktivität und nicht die Dichte der Bodentiere festgemacht worden wäre.
- Spezifische Tiere mit einzelnen Frequenzen zu evaluieren wäre ein spannender nächster Schritt - z.B. automatische Erkennung durch ein Programm von einzelnen Spezies und Arten.