

Tagungsbeitrag zur
Jahrestagung der DBG, Kommissionen IV und II

Unsere Böden – Unser Leben
Veranstalter: DBG
Termin und Ort der Tagung:
5. – 10. September 2015, München

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Maßnahmen zur Offenhaltung von Grünlandstandorten: Effekte auf die P-Fractionen im Boden vierzig Jahre nach Versuchseinrichtung

Yvonne Oelmann¹, Christiane Nagel¹,
Hans-Jörg Brauckmann², Gabriele
Broll² und Karl-Friedrich Schreiber³

Zusammenfassung

Artenreiches Grünland, das nicht mehr bewirtschaftet wird, kann kostengünstig durch Maßnahmen wie Mulchen offen gehalten werden. Inwieweit Mulchen im Vergleich zu ungestörter Sukzession die P-Verfügbarkeit (labile, moderat labile und stabile Fraktionen) im Boden beeinflusst, untersuchten wir auf sechs Standorten auf der Schwäbischen Alb und im Schwarzwald 40 Jahre nach Versuchseinrichtung.

Die Maßnahme Mulchen zweimal jährlich reduzierte vor allem auf silikatischem Ausgangsgestein im Schwarzwald die P-Gehalte der labilen, moderat labilen und stabilen Fraktionen im Vergleich mit den Varianten Mulchen jedes zweite Jahr und Sukzession. Zwischen 2014 und der Versuchseinrichtung im Jahr 1975 verzögerte das Mulchen die pedogenetisch bedingte Reduktion der P-Verfügbarkeit labiler Fraktionen im Boden.

Schlüsselwörter: artenreiches Grünland, Phosphorfractionen im Boden, Offenhaltungsversuche, Mulchen, Sukzession

1. Einleitung

In einem Langzeitexperiment die Auswirkungen von kostengünstigen Offenhaltungsmaßnahmen wie z.B. Mulchen auf die Vegetation und Prozesse im Boden getestet (Schiefer 1981; Schreiber *et al.* 2009). Gerade für die Beurteilung von Maßnahmeneffekten auf die Phosphorverfügbarkeit im Boden ist eine Langzeitperspektive essentiell, da moderat labile und stabile P Fraktionen durch eine langsame Kinetik gekennzeichnet sind (Cross & Schlesinger 1995; Negassa & Leinweber 2009).

Unser Ziel war es, den Effekt der Maßnahmen Mulchen und Sukzession von Grünland auf kalkreichem und silikatischem Ausgangsgestein nach vierzig Jahren Versuchsdauer zu testen. Dabei wurden zum einen maßnahmenspezifische Effekte im Untersuchungsjahr 2014 als auch die Veränderung der P-Fractionen über die Zeit basierend auf Archivproben aus dem Jahr 1975 betrachtet.

2. Materialien und Methoden

Wir untersuchten sechs Standorte, die Teil der Offenhaltungsversuche in Baden-Württemberg sind (Schiefer 1981; Schreiber *et al.* 2009). Die Standorte Plättig, Ettenheim und Bernau befinden sich im Schwarzwald auf granitischem Ausgangssubstrat, die Standorte Hepsisau, Melchingen und St. Johann auf kalkreichem Ausgangsgestein der Schwäbischen Alb. Die klimatischen Bedingungen jeweils im Schwarzwald bzw. auf der Schwäbischen Alb sind vergleichbar (Schiefer 1981; Schreiber *et al.* 2009).

¹ Geoökologie, Universität Tübingen, Rümelinstraße 19-23, 72070 Tübingen
e-mail: yvonne.oelmann@uni-tuebingen.de

² Geographisches Institut, Universität Osnabrück, Seminarstraße 19 a/b, 49074 Osnabrück

³ Pröbtingstr. 77, 48157 Münster

Vor Versuchseinrichtung im Jahr 1975 wurden alle Standorte als Grünland mit geringem Düngereinsatz bzw. Viehbesatz genutzt (Schiefer 1981). Im Jahr 1975 begann die Maßnahmendurchführung, wobei Mulchen die Mahd und die anschließende Zerkleinerung des Mahdgutes mit Verbleib auf der Fläche beinhaltet. Diese Maßnahme wurde zweimal jährlich (2M) oder alle zwei Jahre (M2) durchgeführt. Auf der ungestörten Sukzession (US) erfolgte seit 1975 kein Eingriff.

Im April 2014 wurden auf den Maßnahmenparzellen mit Hilfe eines Nmin-Bohrers (\varnothing 2cm) in 0-4 cm Tiefe Mischproben aus 30 Einstichen über die Parzelle verteilt entnommen. Die Probenahme von 1975 umfasste die Entnahme von 100 cm³ Zylindern in sechsfacher Wiederholung. Die Proben wurden luftgetrocknet und gesiebt (< 2mm). Im Anschluss wurden die anorganischen (Pi) und organischen (Po) P-Fractionen nach Hedley *et al.* (1982) verändert nach Kuo (1996) extrahiert und die P-Konzentrationen in den Extrakten gemessen (Gesamt in Lösung befindlicher P [GLP] und Pi: CFA; Bran & Luebbe, Norderstedt, Po = GLP-Pi). Nach Negassa and Leinweber (2009) wird die NaHCO₃-Pi und -Po Fraktion als labil, die NaOH-Pi und -Po Fraktion als moderat labil und die HCl-P und residuale P-Fraktion als stabil bezeichnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Maßnahme Mulchen zweimal jährlich reduzierte die NaHCO₃-Pi und NaOH-Pi (Abb. 1) sowie die HCl-P und Gesamt-P Gehalte (Daten nicht gezeigt) im Vergleich zum jeweiligen standörtlichen Mittelwert auf silikatischem Ausgangsgestein im Schwarzwald. Wegen der hohen biologischen Aktivität dieser Maßnahme vermuten wir eine Verdrängung von Phosphationen an pedogenen Oxiden durch ge-

ladene organische Verbindungen und einen Transport des Phosphats aus den obersten cm des Profils (Richter *et al.* 2006; Crews & Brookes 2014).

Im Vergleich zur Versuchseinrichtung im Jahr 1975 waren 2014 die labilen Pi (und Po) Gehalte im Boden sowohl bei der Maßnahme zweimal jährlich Mulchen als auch bei der ungestörten Sukzession reduziert (Abb. 2).

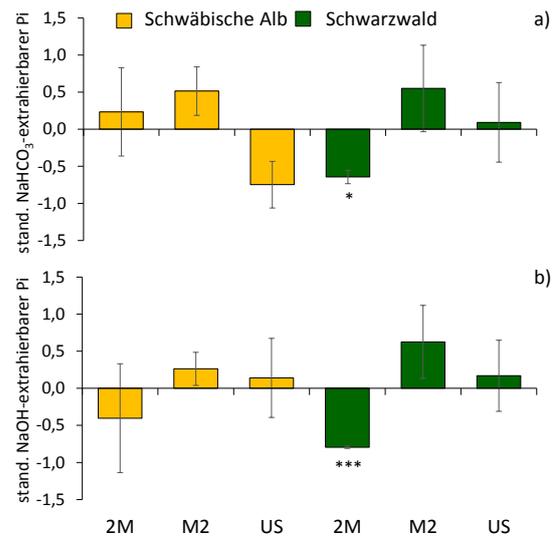


Abbildung 1: Standardisierte P-Gehalte verschiedener Fraktionen im Boden von Standorten auf kalkreichem Ausgangsgestein der Schwäbischen Alb (n = 3, gelb) und auf silikatischem Ausgangsgestein des Schwarzwaldes (n = 3, grün). Für jeden Standort wurden die P-Gehalte einer Maßnahme standardisiert, d.h. bezogen auf den jeweiligen Standortmittelwert (über alle Maßnahmen hinweg). a) standardisierte anorganische P-Gehalte (Pi) der labilen (NaHCO₃-extrahierbaren) Fraktion im Boden, b) standardisierte Pi-Gehalte der moderat labilen (NaOH-extrahierbaren) Fraktion im Boden; 2M = zweimal jährliches Mulchen; M2 = Mulchen jedes zweite Jahr; US = ungestörte Sukzession. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler, Sternchen verdeutlichen signifikant von Null verschiedene Mittelwerte auf dem Signifikanzniveau: * p < 0,05, ***p < 0,001.

Bei der ungestörten Sukzession (Abb. 2b) konnte zudem eine Anreicherung von P in der stabilen Fraktion beobachtet werden. Diese zeitliche Veränderung konnte durch pedogenetische Prozesse wie der Zunahme des Anteils

von organisch gebundenem P und der Aggregatbildung (Richter *et al.* 2006; Six *et al.* 2006; Barto *et al.* 2010; De Schrijver *et al.* 2012) über die Zeit erklärt werden. Da die Veränderungen der Variante Mulchen zweimal jährlich im Vergleich mit der Variante ungestörte Sukzession weniger stark ausgeprägt waren, verzögert das Mulchen auf lange Sicht die pedogenetisch bedingte Reduktion der P-Verfügbarkeit labiler Fraktionen im Boden.

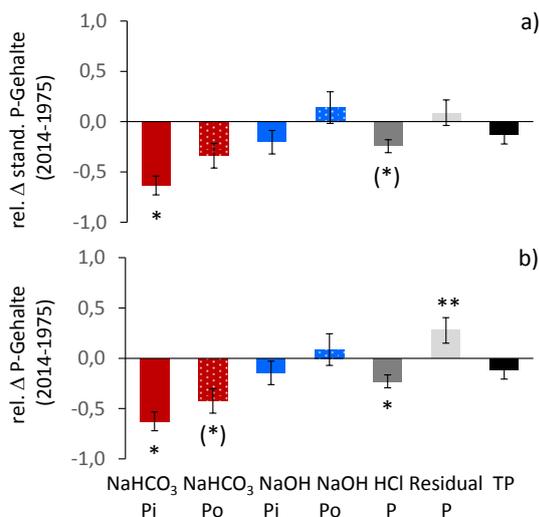


Abbildung 2: Differenzen der P-Gehalte verschiedener Fraktionen im Boden zwischen 2014 und 1975 relativ berechnet zu den initialen P-Gehalten (1975). Die Standorte umfassen zwei Standorte auf kalkreichem Ausgangsgestein (Hepsisau, St. Johann) sowie einen Standort auf silikatischem Ausgangsgestein (Bernau). a) Maßnahme zweimal jährlich mulchen, b) Maßnahme ungestörte Sukzession. Rot = labile Fraktion, blau = moderat-labile Fraktion, grau/schwarz = stabile Fraktion; gepunktet = Po; Fehlerbalken zeigen den Standardfehler, Sternchen verdeutlichen signifikant von Null verschiedene Mittelwerte auf dem Signifikanzniveau: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

5. Danksagung

Wir bedanken uns beim Ministerium für ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz Baden-Württemberg für die langjährige finanzielle Unterstützung der Offenhaltungsversuche. Außerdem war Rune Michaelis eine große Unterstützung bei der Probe-

nahme und den Arbeiten im Labor für Bodenkunde und Geoökologie an der Universität Tübingen.

6. Literatur

- Barto E.K., Alt F., Oelmann Y., Wilcke W. & Rillig M.C. (2010). Contributions of biotic and abiotic factors to soil aggregation across a land use gradient. *Soil Biol. Biochem.*, 42, 2316-2324.
- Crews T.E. & Brookes P.C. (2014). Changes in soil phosphorus forms through time in perennial versus annual agroecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 184, 168-181.
- Cross A.F. & Schlesinger W.H. (1995). A literature review and evaluation of the Hedley fractionation - applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, 64, 197-214.
- De Schrijver A., Vesterdal L., Hansen K., De Frenne P., Augusto L., Achat D.L., Staelens J., Baeten L., De Keersmaeker L., De Neve S. & Verheyen K. (2012). Four decades of post-agricultural forest development have caused major redistributions of soil phosphorus fractions. *Oecologia*, 169, 221-234.
- Hedley M.J., Stewart J.W.B. & Chauhan B.S. (1982). Changes in inorganic and organic soil-phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46, 970-976.
- Kuo S. (1996). Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis - Part 3 Chemical Methods* (eds. Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loeppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnston CT & Sumner ME). SSSA Madison, pp. 869-920.
- Negassa W. & Leinweber P. (2009). How does the Hedley sequential phosphorus fractionation reflect impacts of land use and management on soil phosphorus: A review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172, 305-325.
- Richter D.D., Allen H.L., Li J., Markewitz D. & Raikes J. (2006). Bioavailability of slowly cycling soil phosphorus: major restructuring of soil P fractions over four decades in an aggrading forest. *Oecologia*, 150, 259-271.
- Schiefer J. (1981). Bracheversuche in Baden-Württemberg. *Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg*, 22, 1-325.
- Schreiber K.F., Brauckmann H.J., Broll G., Krebs S. & Poschlod P. (2009). *Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft*. verlag regionalkultur.
- Six J., Frey S.D., Thiet R.K. & Batten K.M. (2006). Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70, 555-569.