

Vorschlag für eine neue Labormethode zur Bestimmung labiler organischer Bodensubstanz

Michael Tatzber^{1,2}, Andreas Baumgarten¹, Georg Dersch¹, Norman Schlatter¹, Robert Körner¹, Gerhard Unger¹, Eva Mifek¹, Heide Spiegel¹

¹ Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Bereich Ernährungssicherung, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Abteilung für Bodengesundheit & Pflanzenernährung

² Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldökologie und Boden, Abteilung Bodenökologie

In einigen kürzlich veröffentlichten Studien konnte gezeigt werden, dass die Bestimmung eines labilen Kohlenstoff-Pools mit 0,02M Kaliumpermanganat (KMnO₄)-Lösung zu einer Fraktion führt, welche sehr indikativ für Bewirtschaftungseffekte, wie zum Beispiel Bodenbearbeitungen und Fruchtfolgen (z.B.: Culman et al., 2012; Stiles et al., 2011; Melero et al., 2009; Mirsky et al., 2008), ist. Dies ist deshalb von Interesse, weil über das Verhalten der labilen Anteile der organischen Bodensubstanz einerseits Aussagen über die Bildung und Anreicherung des gesamten organischen Kohlenstoff-Pools im Boden gemacht werden können und andererseits über den Abbau und damit die Mineralisierung der entsprechenden labilen Anteile. Labiler Kohlenstoff kann also als eine Art Drehscheibe zwischen stabilem Kohlenstoff und Kohlenstoff, welcher kurzfristig als CO₂ veratmet wird, gesehen werden. Dies ist einerseits wichtig für die Bodenqualität, die durch die organischen Anteile maßgeblich beeinflusst wird und darüber hinaus auch für Aussagen über die - mit der Mineralisierung labiler Anteile verbundene - CO₂-Produktion bzw. C-Bilanz des Bodens. Letztere ist in Zeiten von Emissionshandel von großem Interesse, vor allem wenn man es schaffen würde, Kohlendioxid über ein entsprechendes Management des Bodens kontinuierlich zu binden. Die hier vorgestellte Methode soll die quantitative Erfassung labiler Anteile des organischen Bodenkohlenstoffs auch in der Laborroutine ermöglichen.

Kurz gefasst funktioniert diese Analysenmethode so, dass man eine kleine Menge Boden (~2,5g) mit einer KMnO₄-Lösung versetzt und schüttelt; hierbei werden die labilen Anteile des Kohlenstoffs unter entsprechender Entfärbung der Lösung (KMnO₄ ist violett) oxidiert. Die Entfärbung wird über Messungen am Photometer bestimmt und aus den erhaltenen Ergebnissen kann auf den labilen Kohlenstoff im Boden rückgerechnet werden.

Die Bestimmung eines labilen Kohlenstoffpools mit Kaliumpermanganat wurde im Jahr 1995 in einer Arbeit von Blair et al. publiziert und weiterentwickelt im Rahmen der Arbeit von Weil et al. (2003). Der große Vorteil dieser Methode liegt darin, dass sie schnell geht und sehr billig durchzuführen ist. Ein Nachteil ist, dass zwar labile Anteile mit dieser Methode erfasst aber nicht isoliert werden können; hier kommt es auf die jeweilige wissenschaftliche Fragestellung an, um die Tragweite dieses Nachteiles beurteilen zu können. Ein weiterer Nachteil ist, dass Kaliumpermanganat keine Ursubstanz ist. Das bedeutet, dass eine genaue Konzentrationsbestimmung einer hergestellten KMnO₄-Lösung nur möglich ist, indem man sie selbst titriert. Nur dann sind die Ergebnisse verschiedener Studien, welche Daten aus unterschiedlichen KMnO₄-Lösungen enthalten, vergleichbar. In der vorliegenden Arbeit wurde hierzu eine Titration mit schwefelsaurer Natriumoxalat-Lösung durchgeführt, um die entsprechenden Titrierfaktoren zu bestimmen. Der zweite Nachteil konnte also im Rahmen der vorliegenden Arbeit wettgemacht werden.

Diese Methodik wurde an drei Langzeitfeldversuchen angewendet. Der erste war ein 1967 angelegter ¹⁴C-markierter Fruchtfolgeversuch der AGES im Marchfeld und ergab sehr sensitiv detektierbare

Unterschiede zwischen den Fruchtfolgesystemen nach über 35 Jahren (2004) einerseits und für die zeitliche Entwicklung des labilen Kohlenstoffs in der Permanentschwarzbrache andererseits. Im Vergleich der Fruchtfolgen aus dem Jahre 2004 enthielten die Fruchtfolge und die Monokultur signifikant mehr Permanganat-oxidierbaren (und damit labilen) Kohlenstoff (POK) als die Permanentschwarzbrache. Letztere zeigte einen kontinuierlichen Abfall des POK. Weiters ergaben sich deutliche positive Korrelationen mit dem Boden-Stickstoff und dem gesamten organischen Bodenkohlenstoff (TOC), mit dem ¹⁴C-Gehalt der abgebauten ¹⁴C-markierten organischen Substanz sowie mit Huminstoffen, die mit 1M NaOH extrahiert wurden.

Bei einem benachbarten Bodenbearbeitungsversuch zeigten sich Unterschiede zwischen konventioneller Bodenbearbeitung (Pflug) und Minimalbodenbearbeitung (Frässaat), wobei die höheren POK-Gehalte in der obersten Schicht der Minimalbodenbearbeitung gemessen wurden, die reduzierte Bodenbearbeitungsvariante lag zwischen Minimalboden- und konventioneller Bearbeitung.

Bei Proben des Kompostdüngungsversuches in Ritzlhof (bei Linz, OÖ) zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungsvarianten. In diesem Versuch werden die Aufbringungen von Grünschnitt, Klärschlamm, bäuerlichem Mist und Biotonne verglichen. Die Klärschlammaufbringung zeigte hierbei die engsten Verhältnisse zwischen POK und TOC und dies konnte erklären, warum diese Anwendung den meisten Kohlenstoff stabilisieren konnte. Es war hierbei offensichtlich, dass bei dieser Klärschlammmanwendung mehr stabilisierter Kohlenstoff in das Bodensystem eingeführt wurde als bei den anderen Aufbringungen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die hier vorgestellte Methode ausgesprochen gut in der Lage ist, einen sehr jungen und dynamischen Pool organischer Bodensubstanz zu detektieren, welcher sonst nur mit ungleich aufwändigeren Methoden zugänglich ist. Die erhaltenen Ergebnisse sind sehr plausibel und gut reproduzierbar; dies empfiehlt diese Methode für breitere Anwendungen, Fragestellungen und Proben. Dies stimmt, wie eingangs erwähnt, auch mit der bereits publizierten Literatur überein, wo diese Fraktion auch sehr sensitiv auf Einflüsse auf die Bodensysteme war (Culman et al., 2012; Stiles et al., 2011; Melero et al., 2009; Mirsky et al., 2008). Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Methodik auch für Waldbodenproben exzellent anwendbar ist.

Die vorgelegte Arbeit wurde im Rahmen des EU (FP7) Projekts „CATCH-C“ durchgeführt und wird im Journal „Soil Research“ (vormals „Australian Journal of Soil Research“) eingereicht werden.

Literatur

- Blair, G.J., Lefroy, R.D., Lisle, L. (1995) Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research* **46**, 1459-1466.
- Culman, S.W., Snapp, S.S., Freeman, M.A., Schipanski, M.E., Beniston, J., Lal, R., Drinkwater, L.E., Franzluebbers, A.J., Glover, D.J., Grandy, A.S., Lee, J., Six, J., Maul, J.E., Mirsky, S.B., Spargo, J.T., Wander, M.M. (2012) Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. *Soil Science Society of America Journal* **76**, 494-504.
- Melero, S., López-Garrido, R., Murillo, J.M., Moreno, F. (2009) Conservation tillage: Short- and long-term effects on soil carbon fractions and enzymatic activities under Mediterranean conditions. *Soil and Tillage Research* **104**, 292-298.
- Mirsky, S.B., Lanyon, L.E., Needelman, B.A. (2008) Evaluating soil management using particulate and chemically labile soil organic matter fractions. *Soil Science Society of America Journal* **72**, 180-185.
- Stiles, C.A., Hammer, R.D., Johnson, M.G., Ferguson, R., Galbraith, J., O'Geen, T., Arriaga, J., Shaw, J., Falen, A., McDaniel, Paul, Miles, R. (2011) Validation testing of a portable kit for measuring an active soil carbon fraction. *Soil Science Society of America Journal* **75**, 2330-2340.
- Weil, R.R., Islam, K.R., Stine, M.A., Gruver, J.B., Samson-Liebig, S.E. (2003) Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture* **18**, 3-17.