

Tagungsbeitrag zu:	Jahrestagung der DBG Kom. II
Titel der Tagung:	Böden – eine endliche Resource
Veranstalter:	DBG, September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation);	http://www.dbges.de

Auswirkung der Bodenbearbeitung auf Mineralisierung und Stabilisierung organischer Substanz – ein Mikrokosmenversuch

Anna Jacobs^{1*}, Mirjam Helfrich^{1,2}, Jens Dyckmans³, Rolf Rauber⁴, Bernard Ludwig¹

Einleitung

Um nachhaltige Fruchtbarkeit und Ressourcenschonung zu gewährleisten, sowie den Energieeinsatz zu reduzieren, werden reduzierte Bodenbearbeitungspraktiken in der ökologischen Landwirtschaft vielfach diskutiert. Ein vorangegangener Feldversuch zeigte höhere Konzentrationen an organischer Substanz (OS) und mikrobieller Biomasse, sowie ein vermehrtes Vorkommen wasserstabiler Makroaggregate und mineralisch-assoziiertes OS in reduziert bearbeiteten

ten Böden (Kreiselegge bis 5 cm Tiefe = RB) im Vergleich zu einem konventionellen Bearbeitungssystem (KB) (Jacobs et al. 2009). Welche Mechanismen für Unterschiede in Abbau und Speicherung von OS verantwortlich sind, ist nicht hinreichend geklärt (vgl. Six et al. 2000, Miura et al. 2008, Jacobs et al. 2009). Um die anfänglichen Abbau- und Speichermechanismen untersuchen zu können, wurde ein Mikrokosmenversuch, der die verschiedenen Bearbeitungssysteme simulierte, angelegt. Hauptfragestellung war hierbei, zu welchen Anteilen frisch eingearbeitetes Maisstroh - im Hinblick auf Unterschiede zwischen den beiden Bearbeitungsvarianten – mineralisiert, in die mikrobielle Biomasse inkorporiert oder aggregiert wird.

Material und Methoden

Unterschiedlich bearbeitete Böden wurden von der Versuchsfläche "Hohes Feld" bei Göttingen (schluffige Parabraunerde) entnommen. Seit 1967 wird diese Fläche differenziert bearbeitet: (i) „konventionell“ mit Wendepflug bis zu 25 cm Tiefe (KB) und (ii) „reduziert“ mit einer Kreiselegge bis 5 cm Tiefe (RB). Eine detaillierte Standortbeschreibung findet sich in Jacobs et al. (2009).

Die Bodenentnahme erfolgte jeweils aus dem Horizont, der von der Bearbeitung beeinflusst wurde (KB: 25 cm; RB: 5 cm). Der Boden wurde luftgetrocknet und auf <250 µm zerkleinert, um alle Makroaggregate zu zerstören. Als OS wurde getrocknetes,

¹ Universität Kassel, Fachgebiet Umweltchemie, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen; *ajacobs@uni-kassel.de

² Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

³ Universität Göttingen, Büsgeninstitut, Kompetenzzentrum Stabile Isotope, Büsgenweg 2, 37077 Göttingen

⁴ Universität Göttingen, Abteilung Pflanzenbau, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

gehäckselt (250-1000 μm) Maisblattstroh (^{15}N angereichert, ^{13}C natürliche Abundanz) verwendet. Pro Mikrokosmos wurde ca. 1 kg Boden in Gläser (1,5 l) eingefüllt. Eine Lagerungsdichte von 1 g cm^{-3} simulierte hierbei die Feldbedingungen direkt nach der Bearbeitung. Die Einarbeitungstiefe der OS wurde entsprechend den Feldbedingungen variiert: (i) KB Boden mit 6,2 g OS (entspricht $2,6 \text{ g C g}^{-1}$ Boden) homogen über den gesamten Mikrokosmos verteilt (KB_{Mais}), (ii) RB Boden mit 6,2 g OS auf das oberste Drittel des Mikrokosmos beschränkt (RB_{Mais}). Zusätzlich wurden für beide Böden Kontroll-Mikrokosmen angelegt: (iii) $\text{KB}_{\text{Kontrolle}}$ und (iv) $\text{RB}_{\text{Kontrolle}}$. Die Inkubation erfolgte bei 15°C und 60% der maximalen Wasserhaltekapazität für 28 Tage.

CO_2 -Emissionen wurden kontinuierlich gemessen, sowie die ^{13}C -Markierung des CO_2 an zusätzlichen Gasproben an den Tagen 1, 2, 3, 6, 9, 14 und 27. Nach 3, 8, 14 und 28 Tagen Inkubation wurden 4 Mikrokosmen jeder Variante aus dem laufenden Versuch entnommen und im oberen Drittel untersucht auf mikrobiellen C (C_{mik}), maisbürtigen C_{mik} (Helfrich et al. 2008) und neu gebildete, wasserstabile Makroaggregate (John et al. 2005), sowie C und maisbürtigen C in den Makroaggregaten (Helfrich et al. 2008).

Ergebnisse

Die RB-Mikrokosmen zeigten einen höheren Anfangspeak an CO_2 -Emission (Abbil-

dung 1). Im weiteren Verlauf der Inkubation glichen sich die Emissionen an. Nach 28 Tagen Inkubation war die kumulative CO_2 -Emission, bedingt durch den stärkeren Anfangspeak, aus den RB-Mikrokosmen signifikant höher, als aus den KB-Mikrokosmen: RB_{Mais} : $1751 \pm 5 \text{ mg CO}_2\text{-C kg}^{-1}$ Boden; KB_{Mais} : $1699 \pm 13 \text{ mg CO}_2\text{-C kg}^{-1}$ Boden (Mittelwerte \pm Standardfehler; $n = 4$). Jedoch wurde in der RB-Variante signifikant weniger Mais mineralisiert: RB_{Mais} : $44,8 \pm 0,3\%$; KB_{Mais} : $49,4 \pm 0,6\%$.

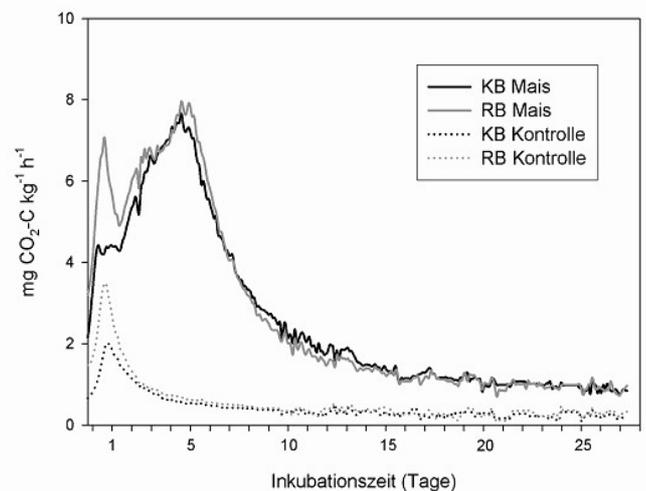


Abbildung 1: CO_2 -Emissionen während 28-tägiger Inkubation für konventionell (KB) und reduziert (RB) bearbeitete Mikrokosmen ($n = 4$).

Die mikrobielle Biomasse, gemessen als C_{mik} -Konzentration, der beiden Böden unterschied sich bereits vor Beginn der Inkubation: Die C_{mik} -Konzentrationen der RB-Böden waren höher als diejenigen der KB-Böden (Tabelle 1). Im Verlauf der Inkubation zeigten die Kontroll-Mikrokosmen ($\text{RB}_{\text{Kontrolle}}$; $\text{KB}_{\text{Kontrolle}}$) kaum Veränderung (Daten nicht gezeigt). Die Mais-Varianten zeigten deutliche Unterschiede in den C_{mik} -

Tabelle 1: Mikrobieller C (C_{mik}), maisbürtiger C_{mik} und Mais-C inkorporiert in mikrobielle Biomasse (anteilig vom eingearbeiteten Mais-C); sowie Menge neu gebildeter, wasserstabiler Makroaggregate, in Makroaggregaten gespeicherter Mais-C (bezogen auf 1 kg Boden) und in Makroaggregaten gespeicherter Mais-C (anteilig vom eingearbeiteten Mais-C) im oberen Drittel der Mikrokosmen für RB- und KB-Varianten; Mittelwerte und Standardfehler ($n = 4$).

Inkubationszeit (Tage)	C_{mik} gesamt ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden)		Mais- C_{mik} ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden)		Mais-C inkorporiert (%)		Makroaggregate ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ Boden)		Mais-C in Makroaggregaten (g kg^{-1} Boden)		Mais-C aggregiert (%)	
	KB	RB	KB	RB	KB	RB	KB	RB	KB	RB	KB	RB
0	72 (nd)	127 (nd)	10 (nd)	47 (nd)								
3	194 (12) ^a	529 (29) ^b	117 (9) ^a	335 (35) ^b	4 (0) ^a	4 (0) ^a	6 (3) ^a	3 (0) ^a	0,2 (0,1) ^a	0,2 (0,1) ^a	8 (4) ^a	3 (2) ^a
8	232 (20) ^a	602 (19) ^b	148 (21) ^a	432 (14) ^b	6 (1) ^a	5 (0) ^a	10 (1) ^a	42 (3) ^b	0,7 (0,1) ^a	2,7 (0,2) ^b	27 (2) ^a	34 (3) ^a
14	212 (1) ^a	487 (10) ^b	132 (6) ^a	353 (9) ^b	5 (0) ^a	4 (0) ^a	7 (3) ^a	27 (3) ^b	0,4 (0,1) ^a	2,3 (0,2) ^b	14 (3) ^a	29 (3) ^b
28	172 (2) ^a	369 (15) ^b	109 (3) ^a	242 (10) ^b	4 (0) ^a	3 (0) ^b	7 (3) ^a	29 (8) ^b	0,5 (0,0) ^a	1,7 (0,1) ^b	18 (1) ^a	21 (2) ^a

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) innerhalb eines Parameters.

Konzentrationen: Während die gesamte C_{mik} -Konzentration der RB_{Mais} -Mikrokosmen einer stärkeren Dynamik unterlag, zeigten die KB_{Mais} -Mikrokosmen deutlich stärkere Anstiege an maisbürtigem C_{mik} (Tabelle 1). Nach 28 Tagen Inkubation war, anteilig vom eingearbeiteten Mais-C, in den RB_{Mais} -Mikrokosmen geringfügig mehr Mais-C in die mikrobielle Biomasse inkorporiert.

Die Neubildung von Makroaggregaten war in den RB_{Mais} -Mikrokosmen deutlich stärker, als in der KB_{Mais} -Variante (Tabelle 1). Unter Einbeziehung der jeweiligen Ausbeute an Makroaggregaten war die Menge an maisbürtigem C, der pro kg Boden in den Makroaggregaten stabilisiert war, in den RB_{Mais} -Mikrokosmen stets höher, als in den KB_{Mais} -Mikrokosmen. Auch der Einschluss von maisbürtigem C in Makroaggregate, anteilig vom eingearbeitetem Mais-C, war in der RB_{Mais} -Variante höher (Tabelle 1).

Schlussfolgerungen

Alle hier erhobenen Parameter zeigten einen Anstieg in der ersten Inkubationswoche, gefolgt von einem Rückgang. Diese Reaktion auf die Wiederbefeuchtung und die Einarbeitung von Maisblattstroh war in den RB_{Mais} -Mikrokosmen stets stärker als in der KB -Variante. Ursache hierfür ist vermutlich die höhere C_{mik} -Anfangskonzentration. Dies führte jedoch nicht zu höheren Verlusten von zugefügtem Mais-C durch Mineralisierung in der RB_{Mais} -Variante. Der Anteil an Mais-C, der im Laufe der Inkubation in Makroaggregaten stabilisiert und somit vor mikrobiellem Abbau geschützt wurde, war in den RB_{Mais} -Mikrokosmen höher. Bei der Inkorporation von Mais-C in die mikrobielle Biomasse zeigte die KB_{Mais} -Variante eine höhere Dynamik, sowie eine leicht höhere Inkorporation anteilig am zugefügten Mais-C.

Im Inkubationsverlauf wies die Partitionierung des Mais-C in den KB-Mikrokosmen einen Trend in Richtung der labilen Fraktionen (Mineralisierung und mikrobielle Biomasse) auf. In der RB-Variante erfolgte hingegen mehr physikalische Stabilisierung und somit eine Verlangsamung des Abbaus. Diese anfänglichen Unterschiede können für den weiteren Abbauverlauf und für die langfristige Speicherung der OS eine entscheidende Rolle spielen.

Literatur

Helfrich, M., Ludwig, B., Potthoff, M., Flessa, H. 2008. Effect of litter quality and soil fungi on macroaggregate dynamics and associated partitioning of litter carbon and nitrogen. *Soil Biol. Biochem.* 40 (7), 1823-1835.

Jacobs, A., Rauber, R., Ludwig, B. 2009. Impact of reduced tillage on carbon and nitrogen storage of two Haplic Luvisols after 40 years. *Soil Tillage Res.* 102, 158-164.

John, B., Yamashita, T., Ludwig, B., Flessa, H., 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma* 128, 63-79.

Miura, F., Nakamoto, T., Kaneda, S., Okano, S., Nakajima, M., Murakami, T. 2008. Dynamics of soil biota at different depths under two contrasting tillage practices. *Soil Biol. Biochem.* 40 (2), 406-414.

Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biol. Biochem.* 32, 2099-2103.

Danksagung

Unser Dank gilt folgenden Personen: H. Gehrke, S. Hanisch, R. Kolenics, R. Langel, M. Luda, T. Rebholz, M. Rode, A. Sawallisch und J. Schmidt.

Dieses Projekt wird gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (GRK 1397/1).