

Tagungsbeitrag zu: Postervorstellung der Kommission IV
Titel der Tagung: Jahrestagung der DBG, Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen
Veranstalter: DBG
Termin und Ort: 03.-9.9.2011 in Berlin
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Einfluss von Kalkung und N-Zufuhr auf die Mineralisation der organischen Bodensubstanz und Wurzelstreu einer Kurzumtriebsplantage

Christine Wachendorf¹, Kadiga Abolkassim¹,
Charlotte Tönshoff¹, Reinhold Stülpnagel²

Zusammenfassung

In einem Mikrokosmenexperiment konnte der Einfluss von Kalk und geringen Mengen mineralischem N auf die Mineralisierung der OBS und der Wurzelrückstände einer KUP nachgewiesen werden. Dabei konnte durch die Bestimmung $\delta^{13}\text{C}$ im CO_2 erstmalig die unterschiedliche Wirkung von Kalk auf die C-Mineralisation gezeigt werden. Die Gabe von Kalk verringert signifikant die C-Mineralisation aus der humifizierten Bodensubstanz, während sie die Mineralisation der Wurzelstreu signifikant erhöht. Bei zusätzlicher Gabe von mineralischem N fällt diese Erhöhung jedoch geringer aus. Die höchste C-Mineralisation in diesem N-limitierten System wurde in der Variante mit mineralischem-N ermittelt. In Varianten mit Wurzelstreu wird N-immobilisiert. In den Varianten ohne Streu erhöht Kalk signifikant Immobilisierung des zugeführten N.

Keywords: C-Mineralisierung, Kalkung, Kurzumtriebsplantage, N-Immobilisierung

Universität Kassel, ¹FB Ökologische Agrarwissenschaften/²FB Grünlandwissenschaften und Nachhaltigkeitswissenschaften, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen
E-Mail: c.wachendorf@uni-kassel.de

1. Einleitung

Ernterückstände aus Wurzeln und Kronenholz führen nach dem Umbruch von Kurzumtriebsplantagen zum Anstieg der C-Gehalte im Boden (Tönshoff et al., 2011). Die Rückführung dieser Flächen in eine landwirtschaftliche Nutzung ist mit einer intensiven Bodenbearbeitung verbunden. Dies hat eine starke Mineralisierung der humifizierten Bodensubstanz als auch der Erntereste zu Folge. Ferner kann durch eine gleichzeitige Kalkung, der langjährig ungekalkten Flächen, kurzfristig die CO_2 -Emission ansteigen. Aufgrund des hohen C/N Verhältnisses der Erntereste von Kurzumtriebsplantagen ist außerdem mit einer N-Immobilisierung im Boden zu rechnen. Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- ⇒ Inwieweit erhöht die Zufuhr von Kalk die C-Mineralisierung von Wurzelstreu und humifizierter organischer Bodensubstanz?
- ⇒ Wird durch die Zufuhr von N-armer Wurzelstreu mineralischer N im Boden immobilisiert?
- ⇒ Welchen Effekt hat Kalkung auf die N-Dynamik nach dem Umbruch?

2. Material und Methoden

In Mikrokosmen wurde Oberboden (rAp: 0-30 cm) eines tiefumgebrochenen Gley-Podsols einer Kurzumtriebsplantage bei Wachstum, Niedersachsen) bei 20°C mit 50% WHK_{max} über 51 Tage mit 4 Wiederholungen je Variante inkubiert. Der Boden wurde auf 2 mm gesiebt und Feinwurzeln manuell entfernt. Für jede Methode wurden 300 g Boden in 1,6l Gefäße in 4-facher Wiederholung eingewogen. Der Boden ist durch die Bodenart Su2, pH (CaCl_2) 4,8, Corg 4,1 % und ein C/N von 20 charakterisiert. Der Einfluss von Kalk und geringe Mengen Mineralstickstoff wurden in folgenden Varianten geprüft.

- C:** Kontrolle
L: kohlenaurer Kalk (144 µg C g⁻¹ Boden)
R: Wurzelstreu von Pappel (aus 85% Grobwurzeln (>5mm) & 15% Feinwurzeln), C/N 92 (Zugabe entsprechend: 6 mg C und 72 µg N g⁻¹ Boden), Streu wurde auf < 5 mm zerkleinert)
N: NH₄NO₃ (6,8 µg N g⁻¹ Boden)
LN: Kalk & NH₄NO₃
RN: Wurzelstreu & NH₄NO₃
LR: Kalk & Wurzelstreu
RNL: Wurzelstreu & NH₄NO₃ & Kalk

Die Bestimmung der C-Mineralisation erfolgte mittels Titration mit 0,5 M NaOH im Abstand von 2-8 Tagen. Der Kalkanteil im CO₂ wurde durch die δ¹³C-Bestimmung im CO₂ nach 2, 6, 19 und 51 Tagen am GC-Isotopen-MS (Thermo-Scientific, Bremen) (Biasi et al., 2008) berechnet.

Kalkbürtiges CO₂ (%):

$$= \frac{(\delta_{gas L} - \delta_{gas C})}{(\delta_{solid L} - \delta_{solid C})} * 100$$

Dabei ist δ_{gas} die δ¹³C Signatur des CO₂-C und δ_{solid} die δ¹³C Signatur der Festphase. L: Kalkbeaufschlagte Varianten, C: Kontrolle.

Mineralischer N wurde mit 0,05 M K₂SO₄ (1:5 Gew./Gew.) 0,5 h extrahiert. Die Extrakte wurden gefiltert und bei -20°C bis zur Analyse gelagert. Die Bestimmung von von NH₄ und NO₃ erfolgte am CFA bei 660 und 540 nm. Die Extraktion erfolgte zu Beginn und nach 2, 6, 19 und 51 Tagen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 C-Mineralisation

Tab.2: δ¹³C im Ausgangssubstrat vor der Inkubation und im CO₂ der Kontrolle und Kalkvarianten während der Inkubation, **Anteil Kalkbürtiges CO₂**

Tage nach Inkubationsbeginn		2	6	19	51		
		δ ¹³ C und Kalkbürtiger Anteil im CO ₂ (%)					
Ausgangssubstrat	Boden	-28,32 (±0,02)					
	Streu	-28,61 (±0,07)					
	Kalk	-0,64 (±0,69)					
CO ₂ in Varianten:	C: Kontrolle	-23,71 (±0,57)	-24,57 (±0,44)	23,33 (±0,60)	-24,48 (±0,48)		
	L: Kalk	-12,67 (±1,84)	38%	-14,98 (±1,11)	-17,55 (±0,08)	-21,68 (±0,57)	9 %
	LN: Kalk & N	-13,63 (±1,26)	39%	-16,18 (±1,35)	-18,22 (±1,09)	-21,72 (±0,99)	10%
	LR: Kalk & Streu*	-24,13 (±0,59)	6%	-25,17 (±0,30)	n.b.	-25,23 (±0,22)	0,5%
	RNL: Kalk & N & Streu*	-24,53 (±0,65)	6%	-25,42 (±0,27)	n.b.	-25,28 (±0,24)	0,5%

Der Kalkanteil am CO₂ in den Varianten ohne Streu fiel im Laufe des Versuchs von 38% auf 9% ab (Tab. 1). Damit wurden 19 bis 21% des zugeführten Kalk-C im Verlaufe des Versuchs in der Gasphase ermittelt. Der Kalkanteil am CO₂ in den Varianten mit Streu lag knapp unter der Nachweisgrenze,

er wurde daher aus den Varianten ohne Streu abgeleitet.

Die mit Wurzelstreu beaufschlagten Varianten (R) verzeichneten die höchsten CO₂-Emissionen (Abb.1). Dabei konnten signifikante Effekte beobachtet werden (N > Kalk > N & Kalk). In den Varianten ohne Wurzelstreu war hingegen nur die Variante

Kalk & N gegenüber der CO₂-Emission der Kontrolle erhöht. In den kalkbeaufschlagten Varianten ohne Streu stammten 23 bis 29% des über 51 Tage emittierten CO₂ aus dem Kalk, die CO₂-Menge aus der humifizierten organischen Bodensubstanz war signifikant niedriger als in der Kontrolle. In den Varianten mit Streu war hingegen die C-Mineralisation aus der organischen Substanz durch Kalkung erhöht. Aufgrund der gleichen Isotopensignatur von Streu und Wurzeln kann allerdings nicht zwischen streubürtigem und humifizierte OBS unterschieden werden. Die Erhöhung der C-

Mineralisation war signifikant höher bei alleiniger Gabe von geringen Mengen mineralischem N. Bei gleichzeitiger Gabe von N und Kalk war der Effekt geringer als bei Einzelgaben. Die Daten belegen einerseits die stabilisierende Wirkung von Kalk auf die humifizierte organische Bodensubstanz, wie sie für Schwarzerden beobachtet wurde (Eckmeier et al., 2007) und andererseits die mineralisierende Wirkung auf Streureste, wie sie in vielfach nach Waldkalkung nachgewiesen wurde.

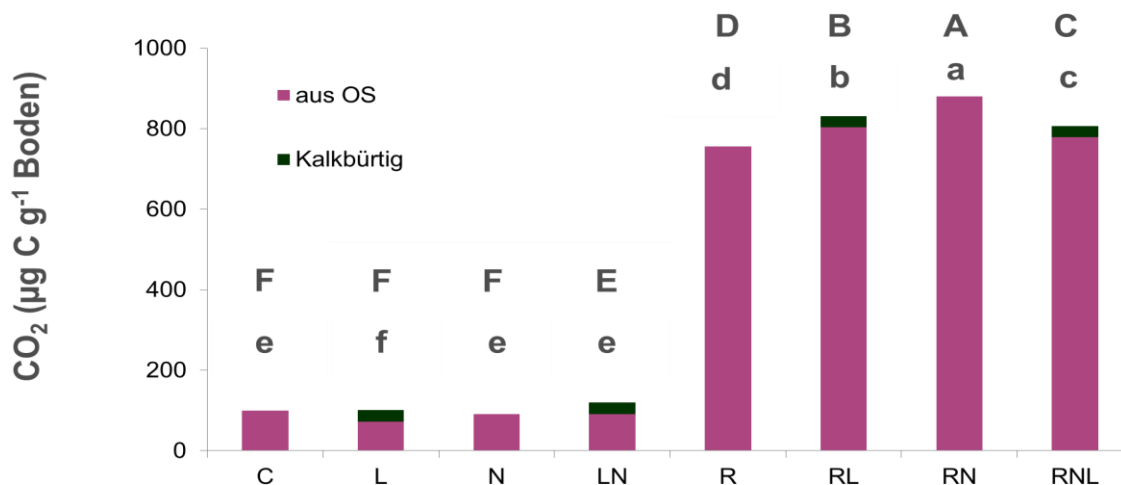


Abb. 1: Kumulative CO₂-Produktion nach 51 Tagen und CO₂-Anteil aus Kalk & organischer Substanz (OS) der Kontrolle (C) und Behandlungen mit Kalk (L), mineralischem N (N), Wurzelstreu (R); Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der CO₂-Produktion aus der OS; Großbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede der gesamten CO₂-Produktion (Tukey Test, p<0.05)

3.2 N-Mineralisation

Aufgrund der sehr geringen Zugabe von mineralischem N waren zu Beginn des Versuchs lediglich die Varianten Wurzel & Kalk, Wurzel & N und Wurzel & N & Kalk im Vergleich zur Kontrolle signifikant erhöht (Abb. 2). Nach 51 Tagen nahm in allen Varianten mit Wurzeln N_{min} signifikant ab. Somit ist die N-immobilisierende Wirkung der Wurzelstreu mit weitem C/N-Verhältnis im Mikrokosmos nachgewiesen, die N-

Immobilisation wirkt sich kurz nach dem Umbruch von Kurzumtriebsplantagen möglicherweise ertragsmindernd aus. In Varianten ohne Streu führte die Gabe von Kalk ebenfalls zu verringerten mineralischen N-Gehalten. In Übereinstimmung mit der C-Mineralisation ist die N-Mineralisierung durch Kalkung des Bodens erniedrigt. Bei der zusätzlichen Gabe von Mineralstickstoff wird dieser jedoch immobilisiert.

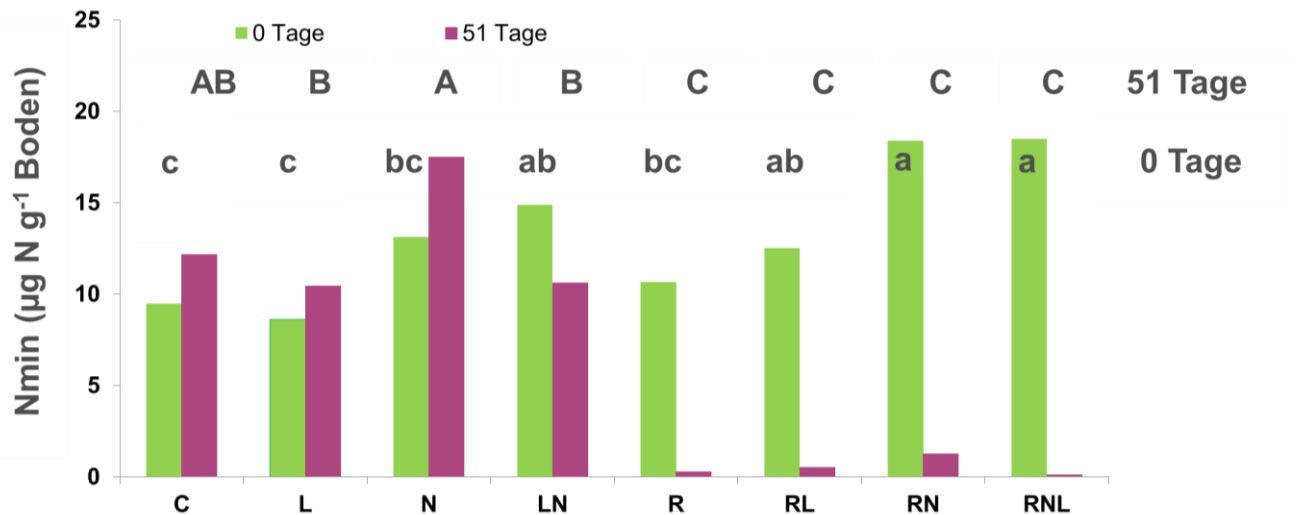


Abb. 2: Nmin-Gehalte zu Versuchsbeginn und nach 51 Tagen; Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede im Nmin-Gehalt zu Beginn, Großbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede im Nmin-Gehalt zwischen den Behandlungen nach 51 Tagen (Tukey Test, $p < 0.05$)

4. Schlussfolgerungen

Die Kalkung eines Bodens unter einer ehemaligen Kurzumtriebsplantage führte zu einer signifikant verringerten C-Mineralisation aus der humifizierten Bodensubstanz, während sie die Mineralisation der Wurzelstreu signifikant erhöht. Bei zusätzlicher Gabe von geringen Mengen mineralischem N ist diese Erhöhung geringer. Daher sollte nach dem Umbruch von Kurzumtriebsplantagen an Standorten mit Böden mit geringem N-Status und geringer N-Nachlieferung N zugeführt werden. Eine N-Zufuhr ist auch aufgrund der hohen N-Immobilisierung nach Einarbeitung der Holzigen Erntesterre geboten.

Literatur

Biasi, C., et al. (2008): Direct experimental evidence for the contribution of lime to CO₂ release from managed peat soil. *Soil Biol. Biochem.* 40, 2660-2669.

Eckmeier, E., Gerlach, R., Gehrt, E. & M.W.I. Schmidt (2007): Pedogenesis of Chernozems in Central Europe.- *Geoderma* 139: 288-299.

Tönshoff, C, Stülpnagel, R. Jörgensen, R.G, Wachendorf, C. (2011): Auswirkungen des Umbruchs von Kurzumtriebsplantagen auf die Dynamik des labilen C und N-Pools des Bodens In: *Berichte der DBG, Jahrestagung 2011, Berlin*