

Tagungsbeitrag zu: DBG Jahrestagung 2011

3. bis 9. September 2011 Berlin

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

Auswirkungen des Umbruchs von Kurzumtriebsplantagen auf die Dynamik der labilen C- und N-Pools des Bodens

Charlotte Tönshoff¹, Christine Wachendorf¹
Reinhold Stülpnagel², Rainer Jörgensen¹

Zusammenfassung

Der Umbruch von Kurzumtriebsplantagen (KUP) führt über den Verbleib unter- und oberirdischer Erntereste zu einer Erhöhung der C-Mengen im Boden. Ein Jahr nach dem Umbruch hat der in den Ernteresten gespeicherte C bereits zwischen 2 und 17 t C ha⁻¹ abgenommen. Keine Veränderung der C-Menge zeigte sich jedoch im Mineralfeinboden. Der Anteil des labilen C in der partikulären organischen Substanz und in den Makroaggregaten (250-2000 µm) stieg hingegen unmittelbar nach dem Umbruch der KUPs an.

Keywords: Kurzumtriebsplantagen, Umbruch, Erntereste, Kohlenstoff

1. Einleitung und Ziele

Werden KUPs am Ende ihrer Nutzungsdauer wieder in Nutzung als Acker oder Grünland rückgeführt, erfolgt nach der letzten Holzernte eine intensive Bodenbearbeitung mittels Fräsens um Wurzeln, Wurzelstubben und verbleibendes Kronenmaterial zu zerkleinern. Dies führt in der Regel zu einer starken Mineralisierung der im Boden akkumulierten organischen Substanz, als auch der im Zuge des Fräsens in

den Boden eingearbeiteten Erntereste. Im KURZUM Projekt wird der Frage nachgegangen welche Menge an Ernteresten dem Boden bei der Rückführung von Kurzumtriebsplantagen zugeführt und wie schnell diese nach dem Umbruch umgesetzt wird. Desweiteren wird untersucht welchen Einfluss die Frästiefe und die Nachnutzung (Grünland vs. Acker) auf die C- und N-Dynamik im Boden haben.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgen am Standort Georgenhof (9°0'O/51°27'N, 320 m N.N.) auf einer mit Pappeln und einer mit Weiden bewirtschafteten KUP. Eine Standortbeschreibung findet sich in TÖNSHOFF et al. (2010). Zur Bestimmung der Wurzelmengen wurden die Wurzelteller von jeweils 5 Probestämmen ausgegraben und deren C-Mengen ermittelt. Nach der Ernte der KUPs im Frühjahr 2010 mittels Harvester (Pappeln) bzw. motormanuell (Weiden) wurden die Flächen gemulcht und anschließend mit einer Rodungsfräse streifenartig in drei unterschiedliche Frästiefen von flach (5cm), mittel (15cm) und tief (30cm) gefräst. Der Boden wurde mit einer Kreiselegge eingeebnet und in dreifacher Wiederholung je Frästiefe Weidelgras bzw. Mais eingesät. Direkt und 1 Jahr nach dem Umbruch (nach erneuter Bodenbearbeitung der Ackerparzellen gemäß den drei Frästiefen) erfolgte die Beprobung des Oberbodens (0-30cm) mit einem Bohrstock (D=10cm) in 3 Wiederholungen je Frästiefe. Die Trockenrohddichte wurde mittels Stechzylinderproben in 5cm Schritten ermittelt. Es wurden die C- und N-Gehalte bestimmt, eine Aggregat und Dichtefraktionierung nach JOHN et al. (2005) durchgeführt sowie die Menge und die C- und N-Gehalte der abgesiebten Erntereste > 2mm ermittelt. Tab.1 gibt einen Überblick über die ermittelten Mengen des gesamten Bodenkohlenstoffs des Oberbodens der KUPs.

Universität Kassel, ¹FG Bodenbiologie u. Pflanzenernährung, ²FG Grünlandwissenschaften u. Nachwachsende Rohstoffe,
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen
E-Mail: ctoenshoff@uni-kassel.de

Tab. 1: C-Mengen im Mineralboden (0-30cm) und Wurzeln (Summe aus Fein-, Grobwurzeln und Stubben) der KUPs vor dem Umbruch

	Pappel		Weide	
	C (t ha ⁻¹)	C/N	C (t ha ⁻¹)	C/N
Mineralboden (inkl. Auflage)	71 (6)	11 (0,3)	60 (11)	12 (1,3)
Gesamtwurzelmasse	9 (2)	261 (2)	1 (0,2)	146 (22)
Gesamtvorrat	80 (8)		61 (11)	

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Auswirkungen der Ernte und des Umbruchs von KUPs

Unmittelbar nach dem Umbruch der KUPs erhöhte sich die C-Menge in der Fraktion der aus den Bodenproben abgesiebten Erntereste > 2mm gegenüber den C-Mengen die in den Pappel- und Weidenwurzeln der KUPs gespeichert waren um 12,7 t C ha⁻¹ auf der Pappelfläche und um 16,1 t C ha⁻¹ auf der Weidenfläche im Mittel der drei Frästiefen (Abb.1). Auf beiden Flächen verblieb nach der letzten Ernte, neben den Wurzeln und Stubben der Bäume, eine große Menge an Kronenmaterial. Dessen Zerkleinerung und Einarbeitung in den Boden im Zuge des Fräsens führte zu diesem Anstieg der C-Menge. Die hohe Streuung ist durch die ungleichmäßige Wurzelverteilung, aber vor allem durch die inhomogene Verteilung der gemulchten Holzreste bedingt. Nach dem Umbruch betrug der Anteil des gesamten Bodenkohlenstoffs der in den holzigen Ernteresten gebunden war, im Mittel der drei Frästiefen, 23% für die Pappelfläche und 20% für die Weidenfläche. Vor dem Umbruch betrug der Anteil der Pappelwurzeln am gesamten Bodenkohlenstoff 10%, der der Weidenwurzeln 2%.

Die Erntereste der Pappelfläche zeigten mit einem CN Verhältnis von 80 eine signifikante Erniedrigung gegenüber dem CN Verhältnis von 261 der lebenden Pappelwurzeln vor dem Umbruch der KUP. Auf der

Weidenfläche verringerte sich das CN Verhältnis der Erntereste auf 123 gegenüber 146 der Weidenwurzeln. Das Kronenmaterial von Bäumen weist in der Regel ein CN Verhältnis von 50 auf, so dass dessen Einarbeitung zu einem Verdünnungseffekt des CN Verhältnisses führte.

Im Mineralboden waren unmittelbar nach dem Fräsen keine Änderungen in der C-Menge zu verzeichnen. Auf beiden Flächen erhöhte sich nach dem Umbruch jedoch die Menge und die C-Konzentration der freien partikulären organischen Substanz (fPOM). Infolge dessen stieg der in der fPOM gebundene C-Anteil des Bodens. Desweiteren erhöhte sich das CN Verhältnis der fPOM nach dem Umbruch (Tab.2).

Tab. 2: C-Konzentration, Anteile der fPOM am Gesamt C des Mineralbodens und C/N unter KUP und direkt nach dem Umbruch, Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p≤0,05, Tukey Test)

Standort	KUP	Frästiefe nach Umbruch		
		flach	mittel	tief
C (g kg⁻¹ Boden)				
Pappel	0,5	1,9	1,6	1,8
Weide	0,7 a	2,6 b	2,1 b	1,5 b
Anteil am C des Bodens (%)				
Pappel	1,9	8,0	7,4	9,0
Weide	3,3 c	13,0 a	10,3 ab	7,5 bc
C/N				
Pappel	22,7 b	34,0 a	33,5 a	25,4 b
Weide	38,5	45,3	41,0	46,8

Die Fraktionierung der wasserstabilen Aggregate zeigte direkt nach dem Umbruch trotz der Bodenbearbeitung eine Zunahme der Menge der Makroaggregate, einhergehend mit einer Verringerung der Mikroaggregate. Dies deckt sich mit dem, wenn auch nicht signifikanten, Anstieg der C-Menge in den Makroaggregaten an beiden Standorten (Tab.3). Nach dem Umbruch stieg der C-Anteil der Makroaggregate am gesamten C des Mineralbodens gegenüber dem Anteil unter KUP signifikant

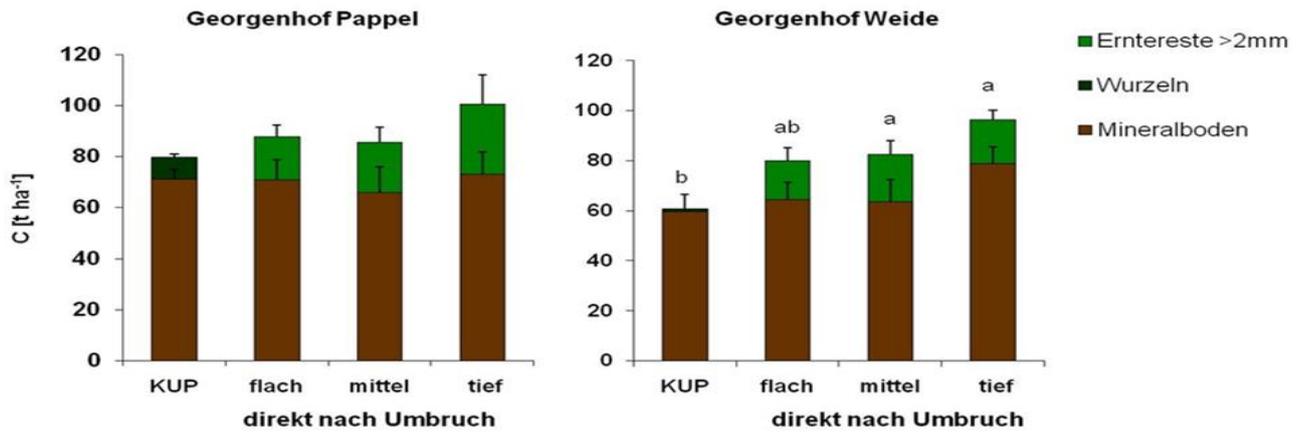


Abb. 1: Vergleich der C-Mengen im Mineralboden mit Streuauflage und den Wurzeln unter KUP und im Mineralboden und den Ernteresten direkt nach dem Umbruch in 0-30cm Bodentiefe, Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede in der gesamten C- Menge des Bodens ($p \leq 0,05$, Tukey Test)

von 85 auf 93% in der mittleren und tiefen Fräsvariante auf der Pappelfläche, auf der Weidenfläche von 83 auf 92% in der mittleren Frästiefe.

Tab.3: C-Mengen und C-Anteile der Aggregatfraktionen unter KUP und direkt nach dem Umbruch in den drei Frästiefen, Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede in der jeweiligen Fraktion eines Standortes vor und nach dem Umbruch ($p \leq 0,05$, Tukey Test)

	Pappel		Weide		
	C (g kg Boden ⁻¹)	Anteil am C des Bodens (%)	C (g kg Boden ⁻¹)	Anteil am C des Bodens (%)	
KUP	250-2000µm	17,34	85,3 b	15,95	83,4 b
	53-250µm	2,25	10,9 a	2,16	11,3 a
	<53µm	0,76	3,7 a	1,01	5,3 a
flach	250-2000µm	19,80	90,1 ab	17,47	86,6 ab
	53-250µm	1,38	6,2 ab	2,05	10,1 ab
	<53µm	0,79	3,6 a	0,68	3,4 b
mittel	250-2000µm	19,23	92,6 a	17,79	92,3 a
	53-250µm	0,88	4,2 b	0,97	4,9 b
	<53µm	0,64	3,2 a	0,55	2,8 b
tief	250-2000µm	21,09	93,2 a	18,66	90,1 ab
	53-250µm	0,91	3,9 b	1,43	6,7 ab
	<53µm	0,61	2,8 a	0,66	3,1 b

3.2. Veränderungen ein Jahr nach dem Umbruch

Ein Jahr nach dem Umbruch der KUPs hat sich die Menge der Erntereste auf der Pappelfläche zwischen 8 und 45 t ha⁻¹, auf der Weidenfläche zwischen 12 und 28 t ha⁻¹ verringert. Aufgrund der hohen Streuungen sind diese Abnahmen jedoch nicht signifikant. Die CN Verhältnisse der Erntereste, gemittelt über alle 3 Frästiefen, nahmen ein

Jahr nach dem Umbruch auf der Weidenfläche im Zuge der fortschreitenden Zersetzung von 123 direkt nach dem Umbruch auf 82 in den Ackerparzellen und auf 70 für das Grünland ab. Auf der Pappelfläche ließ sich ein Jahr nach dem Umbruch in den Ackerparzellen keine Veränderung im CN Verhältnis der Erntereste feststellen, in den Grünlandparzellen stieg das Verhältnis von 80 direkt nach dem Umbruch auf 102. Die in den Ernteresten gespeicherte C-Menge nahm ein Jahr nach dem Umbruch zwischen 2 und 12 t ha⁻¹ ab (Abb.2).

Tab. 4: C-Anteile in den Aggregatfraktionen ein Jahr nach dem Umbruch in den drei Frästiefen der beiden Nachnutzungen

Frästiefe	Aggregatfraktion	Georgenhof Pappel		Georgenhof Weide	
		Acker	Grünland	Acker	Grünland
Anteil am C des Bodens (%)					
flach	250-2000µm	81,32	89,90	77,75	84,69
	53-250µm	12,00	6,83	17,42	11,61
	<53µm	6,68	3,26	4,83	3,70
mittel	250-2000µm	89,13	89,37	84,91	88,22
	53-250µm	8,28	7,21	11,93	8,69
	<53µm	2,59	3,42	3,16	3,08
tief	250-2000µm	84,51	91,98	86,66	85,77
	53-250µm	10,51	5,09	9,35	10,81
	<53µm	4,98	2,93	3,99	3,41

Im Mineralboden ließ sich auch ein Jahr nach dem Umbruch keine Veränderung in der C-Menge ermitteln.

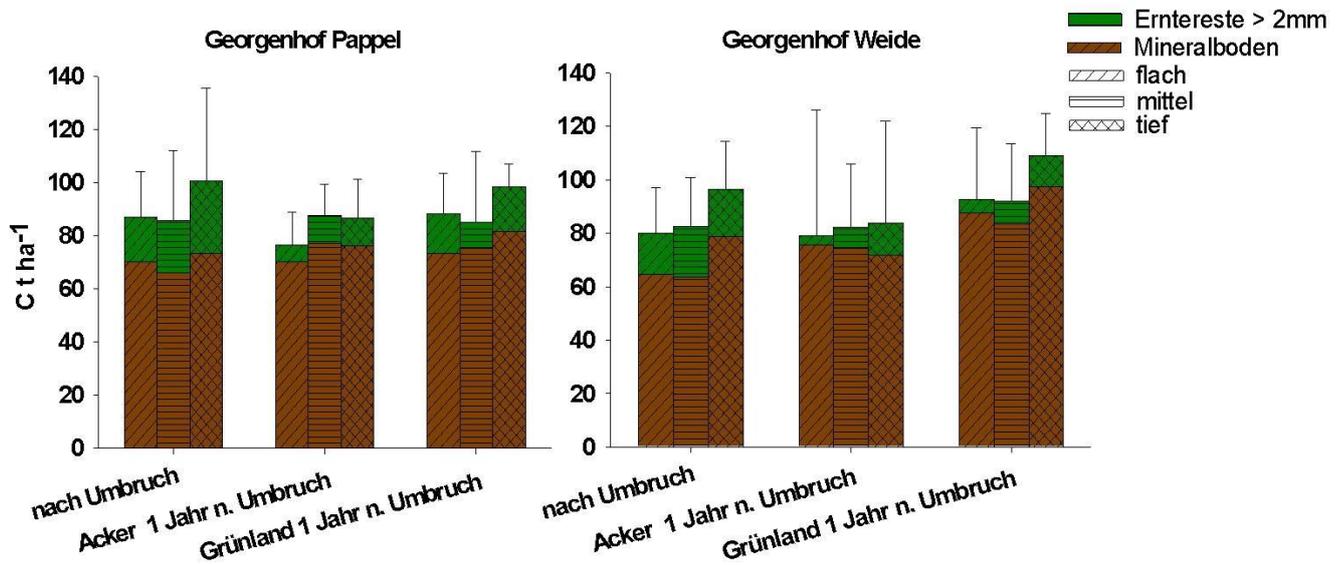


Abb.2.: Vergleich der C-Mengen des Mineralbodens und in den abgeseibten Ernteresten > 2mm direkt und ein Jahr nach dem Umbruch in den drei Frästiefen

Die Berechnung der C-Konzentrationen in den Aggregatklassen zeigte, dass ein Jahr nach dem Umbruch der in den Makroaggregaten gebundene C-Anteil wieder um bis zu 12% gesunken ist, bei einer Erhöhung des C-Anteils in den Mikroaggregaten (Tab.4). Dabei war in den Ackerparzellen eine höhere C-Abnahme in den Makroaggregaten gegenüber den Grünlandparzellen zu verzeichnen. Die erneute Bodenbearbeitung und die ungünstige Bodenbedeckung der Nachkultur des Mais haben vermutlich zu dieser stärkeren Abnahme in den Makroaggregaten geführt.

4. Schlussfolgerung

Die Einarbeitung der Erntereste führte zu einer Erhöhung der C-Menge im Boden, die die noch unter KUP ermittelten C-Mengen der Wurzeln überstiegen. In den Ernteresten nahm die gespeicherte C-Menge ein Jahr nach dem Umbruch ab, die C-Gesamtgehalte des Mineralfeinbodens unterschieden sich jedoch nicht. Die Erhöhung der C-Anteile im Pool der Makroaggregate bestätigt die Annahme anderer Untersuchungen, dass junges bzw. gerade zugeführtes organisches Material in Makroaggregaten stabilisiert wird. Allerdings zeigt die Abnahme des in den Makroag-

gregaten gebundenen C ein Jahr nach dem Umbruch, dass diese Stabilisierung nur kurzfristig ist. Ein Jahr nach Umbruch zeigte sich bereits ein Unterschied im C-Anteil der Makroaggregate zwischen Grünland- und Ackernutzung. Bedingt durch die hohe Heterogenität auf den Flächen ließen sich keine Unterschiede zwischen den drei unterschiedlichen Bearbeitungsintensitäten feststellen.

5. Literatur

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. In: Geoderma 128 (63-79)

TÖNSHOFF, C.; WACHENDORF, C.; STÜLPNAGEL, R.; JÖRGENSEN, R. (2010): Welche Bedeutung haben die C und N Vorräte des Bodens und der pflanzlichen Biomasse von Kurzumtriebsplantagen für die Dynamik der organischen Bodensubstanz nach dem Umbruch? In: Berichte der DBG, Workshop Anbau nachwachsender Rohstoffe. 7.-8.9.2010, Müncheberg