

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung DBG,
Kommission VI
Titel der Tagung: Böden – eine endliche
Ressource
Veranstalter: DBG, 05. -13. Sept. 2009,
Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Zur Wirkung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb auf ausgewählte biologische Bodeneigenschaften

A.-K. Schmitt¹, S. Tischer², B. Hofmann¹,
O.Christen¹

Zusammenfassung

Der Anbau von Energieholz im Kurzumtrieb führt auf dem Schwarzerde-Standort Bad Lauchstädt bereits nach kurzer Versuchsdauer zu Veränderungen der biologischen Eigenschaften im Boden. Die mikrobielle Biomasse zeigt einen deutlich ausgeprägten Tiefengradienten und signifikant erhöhte Werte für die Gehölze. Die mehrjährige Bodenruhe fördert in Verbindung mit der anfallenden Streu das Lumbricidenvorkommen bei den Dauerkulturen.

Keywords: Pappeln, Weiden, mikrobielle Biomasse, Lumbriciden

Einleitung

In den vergangenen Jahren hat das Interesse an nachwachsenden Rohstoffen zur Energiegewinnung stetig zugenommen. Dabei erlebt der Rohstoff Holz eine Renaissance.

[1] *Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Allgemeiner Pflanzenbau/Ökologischen Landbau; anne-kristin.schmitt@landw.uni-halle.de*

[2] *Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Bodenbiologie und Bodenökologie,*

Hinsichtlich der Standortansprüche der Baumarten, der Anbautechnik, der Düngung, der Bestandsetablierung, der Ertragsstruktur, der Ernteverfahren und der Verarbeitungstechnik liegen zahlreiche Untersuchungen vor (Röhricht et al. 2002, Hofmann 2004, Scholz et al. 2004, Boelcke & Kahle 2008).

In der vorliegenden Arbeit werden die Auswirkungen des Anbaus von Pappel (*Populus nigra* spp.) und Weide (*Salix viminalis* spp.) im Kurzumtrieb auf ausgewählte ökologisch relevante biologische Bodenparameter einer Löss-Schwarzerde im mitteldeutschen Trockengebiet näher betrachtet.

Versuchsbeschreibung

In der Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt/Etzdorf (Bodentyp Normtschernosem, Bodenart stark toniger Schluff) des Instituts für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurde im Jahr 2000 mit einem Langzeitversuch (Energiepark) zur Untersuchung von schnellwachsenden Bäumen zur Energiegewinnung in sogenannten Kurzumtriebsplantagen begonnen. Der Versuch besteht aus folgenden Varianten: zwei schnellwachsende Baumarten Korbweide (*Salix viminalis* spp.) und Pappel (*Populus nigra* spp.), dem perennierenden Gras (*Miscanthus sinensis*), Grünland (Weidelgrasgemisch) und Ackernutzung (Fruchtfolge W-Raps/W-Weizen/Triticale).

Nach einer Laufzeit von vier Jahren wurden im Energiepark Bad Lauchstädt erstmals biologische Bodenparameter ermittelt. Der mikrobielle Status der Böden wurde anhand des in der mikrobiellen Biomasse gebundenen Kohlenstoffs nach Anderson und Domsch (1978) erfasst. Bei der Regenwurmpopulation wurden unter den verschiedenen Nutzungsvarianten die Parameter Abundanz, Biomasse, Artenspektrum und Dominanzverhältnisse bestimmt (DIN ISO 11268-3).

Ergebnisse

Tab. 1: Einfluss des Anbaus schnellwachsender Bäume auf die mikrobielle Biomasse in verschiedenen Bodentiefen

Parameter und Bodentiefe	Acker	Korbweide	Pappel
Mikrobielle Biomasse [$\mu\text{g C g}^{-1}$ TS]			
0-5 cm	172,6 b (a)	294,3 a (a)	230,3 ab (a)
5-10 cm	199,5 b (a)	169,6 b (b)	137,9 b (b)
10-20 cm	183,2 a (a)	159,9 a (b)	117,2 a (b)
20-30 cm	184,3 a (a)	120,5 a (b)	116,8 a (b)
30-40 cm	106,1 a (a)	81,7 a (b)	149,2 a (ab)

Unterschiedliche Buchstaben an den Daten zeigen statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0,05$); ohne Klammern innerhalb einer Tiefenstufe zwischen den verschiedenen Varianten; mit Klammern innerhalb einer Variante

Mikrobielle Biomasse

Die mikrobielle Biomasse (C_{mic}) ist ein mikrobiologischer Parameter, der die Gesamtheit der lebenden Mikroorganismen im Boden widerspiegelt und somit als Indikator zur Beschreibung des Belebtheits- und Aktivitätszustandes des Bodens herangezogen werden kann.

Bereits nach vier Versuchsjahren kommt es zu Differenzierungen in der mikrobiellen Aktivität (Tab. 1). Für die mikrobielle Biomasse liegen statistisch gesicherte Unterschiede zwischen der Acker- und der schnellwachsenden Baumart Weide vor. Die Weide ist dabei durch eine fast doppelt so hohe Menge an mikrobieller Biomasse-C in der Oberkrume gekennzeichnet. Für die mikrobielle Biomasse unter Pappel konnte im Vergleich mit den anderen Nutzungsarten dagegen keine statistisch gesicherten Unterschiede festgestellt werden. Es bestehen aber deutliche Tendenzen, die auf eine Intensivierung der mikrobiellen Aktivität im Boden hindeuten. Die Ermittlung des mikrobiellen Biomasse-C ergibt für beide Gehölze eine deutliche Differenzierung zwischen Ober- und Unterkrume. Im Oberboden ist der C_{mic} -Gehalt für Korbweide und Pappel bedingt durch die nichtwendende Bodenbearbeitung und der anfallenden Blatt- und Wurzelstreu erhöht und nimmt mit der Tiefe kontinuierlich ab. Die vertikale Verteilung der mikrobiellen Biomasse folgt damit der Verteilung des organischen Kohlenstoffs (Schmitt et al., 2005). Die Messung der Basalatmung (hier nicht dargestellt) bringt tendenziell ähnlich lautende Befunde wie der C_{mic} -Gehalt.

Detaillierte Ergebnisse werden hierzu gleichfalls von Schmitt (2007) vorgestellt.

Lumbriciden

Im Energiepark treten insgesamt sechs Regenwurmarten auf, die für Mitteleuropa typisch sind (Tab. 2). Jede Variante besitzt dabei eine spezifische Regenwurmfau- na. Das Artenspektrum setzt sich in den Korbweide- und Pappelparzellen aus fünf verschiedenen Lumbricidenarten zusammen. Die Ackernutzung weist mit zwei Regenwurmarten die wenigsten Arten auf.

Innerhalb der anözischen Lebensform hat *Lumbricus terrestris* (Linnaeus 1758) die größte Bedeutung, da er unter allen Bewirtschaftungsvarianten zu finden ist. *Octolasion cyaneum* (Savigny 1826) kommt als endogäische Lebensform ebenfalls unter allen Standorten vor. Die weit verbreitete endogäische Art *Aporrectodea rosea* (Savigny 1826) fehlt in den Proben des Ackerstandortes. *Lumbricus castaneus* (Savigny 1826), ein typischer Vertreter der Forststandorte mit epigäischer Lebensweise, tritt jedoch nur unter der Pappelnutzung auf. Somit ergeben sich unterschiedliche Abundanzanteile der einzelnen Regenwurmarten unter Acker und den Gehölzen. Aus der vormals arten- und individuenarmen Acker- und Forstnutzung konnte sich schon in kurzer Zeit unter den Gehölzen eine an die Standortverhältnisse und die Nutzung angepasste Lumbricidenzönose entwickeln.

Tab. 2: Artenspektrum, Abundanz und Biomasse adulter und juveniler Lumbriciden im Energiepark Bad Lauchstädt unter einem Quadratmeter Boden eingeteilt nach ihrer Lebensform

Lebensform	Arten	Acker		Korbweide		Pappel	
		Ind./m ²	Biomasse g/m ²	Ind./m ²	Biomasse g/m ²	Ind./m ²	Biomasse g/m ²
Epigäisch (Streuform)	<i>Lumbricus castaneus</i>					1	0,20
Endogäisch (Mineralbodenform)	<i>Octolasion tyrtaeum</i>			1	1,87	3	4,05
	<i>Octolasion cyaneum</i>	2	2,66	1	1,93	7	11,34
	<i>Aporrectodea rosea</i>			17	4,42	18	5,76
Anözisch (Tiefgräber)	<i>Lumbricus terrestris</i>	2	6,26	18	91,98	13	51,87
	<i>Aporrectodea longa</i>			2	2,96		
Gesamt adult		4	8,92	39	103,16	42	108,55
	<i>L. juvenile</i>	13	4,85	54	19,15	101	27,68
	<i>A./O. juvenile</i>	9	2,26	67	4,16	98	7,65
Gesamt juvenil		22		121		199	
Gesamt Lumbriciden		26	16,03	160	126,47	241	108,55

Die Anzahl der Regenwürmer (Abundanz) eignet sich zur Beurteilung der Populationsdynamik, z.B. der Reproduktionsrate. Die Biomasse der Lumbriciden spiegelt dabei die effektive, agrarökologisch relevante Wirkung der Lumbriciden auf den Boden wider.

Die Pappelnutzung weist mit 241 Individuen/m² die höchste Individuendichte auf, gefolgt von Korbweide (160 Ind./m²) und Ackernutzung (26 Ind./m²) (Tab. 2). Die höchste Biomasse konnte mit 126 g m⁻² unter der Baumart Weide ermittelt werden. Ebenfalls hohe Werte lassen sich bei der Pappelnutzung feststellen (108 g/m²).

Unter Korbweide, Pappel und Acker finden sich mehr juvenile als adulte Tiere. Da juvenile anözische und epigäische Regenwürmer zum Teil nicht voneinander unterschieden werden können, erfolgt die Zuordnung zu der Gruppe der *L.* (*Lumbricus*) juvenilen. *Aporrectodea*- und *Octolasion*- Juvenile gehören der endogäischen Lebensweise an. Für Acker und Pappel ist der Anteil juveniler Regenwürmer 5mal höher als der Anteil der adulten Tiere. Auf den Korbweideflächen sind etwas weniger, dreimal mehr juvenile

als adulte Lumbriciden nachweisbar. dabei gilt nach Tabelle 2 folgende Reihung: Pappel (199 Ind. m⁻²) > Weide (121 Ind. m⁻²) > Ackerland (22 Ind. m⁻²).

Diskussion

Mikrobielle Biomasse

Die mikrobielle Biomasse kann als sensitiver Indikator für kurzfristige Veränderungen im Kohlenstoffhaushalt herangezogen werden, noch bevor sich diese im C_{org}-Gehalt äußern. Bereits nach kurzer Versuchsdauer bildet sich im Unterschied zum Ackerland unter Weiden und Pappeln ein deutlicher Tiefengradient des C_{mic}-Gehaltes heraus. Die Tiefenfunktion ist auf den verstärkten Anfall der Streu und die unterlassene Bodenbearbeitung zurückzuführen. Dadurch wird die organische Substanz nicht in tiefere Bodenschichten verteilt. Auch von Makeschin (1994) wird neun Jahre nach der Aufforstung mit Pappeln ein deutlich höherer Gehalt an mikrobiell gebundenem Kohlenstoff in der obersten Bodenschicht (0-5 cm, 730 µg C g TS⁻¹) gemessen. Mit zunehmender Bodentiefe ist in diesen Untersuchungen ein Absinken der Werte auf 200 µg C g TS⁻¹ festzustellen. Die zum Vergleich

herangezogene Ackerfläche besitzt bis in 20 cm Tiefe homogene C_{mic} -Werte. Sie liegen bei $420 \mu\text{g C g TS}^{-1}$. Auch Ekenler & Tabatabai (2003) stellten in verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen („no till“ und „chisle plow“) infolge unterschiedlicher Einarbeitung der Pflanzenreststoffe typische Veränderungen bei der mikrobiellen Biomasse fest. Dabei ist die mikrobielle Biomasse in 0-5 cm signifikant höher als in 0-15 cm Bodentiefe. Aber auch durch eingeschränkte Durchlüftung und den Mangel an Nahrung in der Unterkrume können die bodenbiologischen Prozesse stark reduziert sein (Schinner & Sonnleitner, 1996).

Wie die Untersuchungen von Stetter & Makeschin (1997) belegen, sind als wesentliche Ursache für die Differenzierungen der mikrobiellen Biomasse zwischen den Baumarten die unterschiedliche Menge und die Abbaubarkeit der Streu anzuführen.

Lumbriciden

Der Vergleich mit der Ackerfläche zeigt für Pappel und Weide bereits nach wenigen Versuchsjahren ein deutlich verändertes Artenspektrum. Aus der vormals arten- und individuenarmen Ackernutzung konnte sich unter den Gehölzen in kurzer Zeit eine an die Standortverhältnisse und die Nutzung angepasste Lumbricidenzönose entwickeln. Nach Ehrmann (1995) ist eine Zunahme der Regenwurmpopulation bei Nutzungsumstellung sehr wahrscheinlich, da ungünstige Lebensbedingungen (Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz) für die Lumbriciden mit Beginn des Anbaus schnellwachsender Gehölze entfallen. Auch zwischen den schnellwachsenden Baumarten Weide und Pappel konnten Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der Lumbriciden und deren Biomasse festgestellt werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Makeschin (1994). Drei Jahre nach der Aufforstung war die Regenwurmpopulationen unter Weide und Pappel erhöht. Dabei wurden signifikante Unterschiede zwischen den beiden schnellwachsenden Baumarten festgestellt.

Ausblick

Weitere Untersuchungen sollen Auskunft über die nutzungsbedingten Langzeitveränderungen beim Anbau von schnellwachsenden Bäumen zur Energiegewinnung in Kurzumtriebsplantagen geben.

Literatur

Anderson, T. H., K.-H. Domsch, „A physiological method for measurement of microbial biomass in soils“, *Soil Biol. Biochem.* 10 (1978), 215-221.

Boelcke, B., P. Kahle, „Energieholzproduktion mit Weiden und Pappeln - Ertragsbildung und Grundnährstoffbedarf“, *Pfl.bauwiss.* 12 (2008), 78-85.

Ehrmann, O., „Regenwürmer und Regenwurmröhren bei Änderung der landwirtschaftlichen Nutzung“, *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 76 (1995), 581-584.

Ekenler, M., M. A. Tabatabai, „Effects of liming and tillage systems on microbial biomass and glycosidases in soils“, *Biol Fertil Soils* 39 (2003), 51-61.

Hofmann, M., „Ergebnisse und Erfahrungen mit schnellwachsenden Baumarten“, *Bornimer Agrartechnische Berichte* 35 (2004), 33-40.

Makeschin, F., „Effects of energy forestry on soils“, *Biomass Bioenergy* 6 (1994), 63-79.

Röhrich, C., S. Kiewewalter, A. Gross-Ophoff, „Acker- und Pflanzenbauliche Untersuchungen zum Anbau ein- und mehrjähriger Energiepflanzen im Freistaat Sachsen“, *Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden* 4 (2002), 93 S..

Scholz, V., H. J. Hellebrand, A. Höhn, „Energetische und ökologische Aspekte der Feldholzproduktion“, *Bornimer Agrartechnische Berichte* 35 (2004), 15-31.

Schinner, F., R. Sonnleitner, „Bodenökologie-Mikrobiologie und Bodenzymatik. Bd. 2, Bodenbewirtschaftung, Düngung und Rekultivierung“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (1996).

Schmitt, A.-K., „Auswirkungen des mehrjährigen Anbaus von Energiepflanzen auf ausgewählte physikalische, chemische und biologische Bodeneigenschaften einer Löß-Schwarzerde im Mitteldeutschen Trockengebiet“, *Diplom, Halle* (2007).

Schmitt, A.-K., S. Ulrich, S. Tischer, H. Tanneberg, B. Hofmann, O. Christen, G.-W. Rathke und W. Diepenbrock, „Auswirkungen des Energiepflanzenbau auf C-Gehalt und physikalische Bodeneigenschaften“, *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 17 (2005), 317-318.

Stetter, U. & F. Makeschin, „Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik vormals landwirtschaftlich genutzter Böden nach Erstaufforstung mit schnellwachsenden Baumarten“, *Mitteilung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 85 (1997), 1047-1050.