

Tagungsbeitrag zur „Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft“

Titel der Tagung: Horizonte des Bodens

Veranstalter: Kommission IV der DBG

2.-6.09.2017 in Göttingen

Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation)

<http://www.dbges.de>

## **Langzeitauswirkungen des Managements schnellwachsender Bäume im Kurzumtrieb auf die Stoffverteilung im Boden**

P. Kahle<sup>1</sup>, A. Gurgel, J. Scheel

### **Zusammenfassung**

Nach 23-jähriger Kurzumtriebswirtschaft mit Pappeln und Weiden in Nordostdeutschland variierten die Gehalte an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) und Gesamtstickstoff ( $N_t$ ) sowie an pflanzenverfügbarem Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) im Boden standortspezifisch und tiefendifferenziert. Die Oberböden (0-30 cm) der Kurzumtriebsplantage (KUP) wiesen signifikant geringere P- und Mg-Gehalte sowie signifikant höhere K-Gehalte auf als die konventionell genutzten Ackerböden. Vorgefundene Versauerungstendenzen im Boden der Kurzumtriebsplantage könnten den unzureichenden Mg-Versorgungszustand befördern. Das Niveau und die Tiefenverteilung von  $C_{org}$ ,  $N_t$ , P und K waren 6 Jahre nach Umbruch der Kurzumtriebsplantage den Böden des Ackerlandes ähnlicher als denen der KUP.

**Keywords:** *Kurzumtriebswirtschaft, Pappeln und Weiden, Stoffverteilung*

### **Einleitung**

Die Kurzumtriebswirtschaft mit Pappeln und Weiden (*Populus* und *Salix* spp.) stellt eine

energieeffiziente und zugleich umweltfreundliche Möglichkeit zur Erzeugung von Biomasse dar. Im Unterschied zu annualen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen erfolgt der Anbau der Bäume über 10-25 Jahre in 3-10 jährigen Rotationen bei geringen Aufwendungen für Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz.

In den zurückliegenden Jahren hat sich - ausgehend vom wachsenden Bedarf an Energieholz und den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in der Europäischen Union - die Fläche für den Anbau schnellwachsender Bäume erhöht, beispielsweise in Schweden (Hoffmann & Weih, 2005) und Finnland (Wall & Hytönen, 2005). In Deutschland beläuft sich der für Kurzumtriebsplantagen genutzte Flächenanteil derzeit auf ca. auf 5000 - 6000 ha (BMELV, 2012). Langfristig wird die Chance der Kurzumtriebswirtschaft insbesondere vom Nettoenergiegewinn pro Flächeneinheit und von den Umweltauswirkungen abhängen (Schrama et al. 2016).

Die Umstellung der Landnutzung von einjähriger Ackerkultur zu mehrjähriger Kurzumtriebswirtschaft und umgekehrt lässt bodenökologische Veränderungen erwarten, deren Ausmaß und Richtung derzeit noch nicht hinreichend absehbar sind.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieser Untersuchung, die Stoffverteilung und die pH-Werte in Böden der Managementvarianten Kurzumtriebsplantage, Umbruch einer vormaligen Kurzumtriebsplantage und Ackernutzung vergleichend zu prüfen.

### **Material und Methoden**

Versuchsbasis bildet die 1993 begründete Kurzumtriebsplantage am Standort Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern), die bisher weder gedüngt noch mit Pflanzenschutzmitteln versorgt oder beregnet wurde. Am Versuchsstandort beträgt die Jahresdurchschnittstemperatur 8,6 °C und die Jah-

<sup>1</sup> Professur Bodenphysik und Ressourcenschutz, Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18051 Rostock  
E-mail: [petra.kahle@uni-rostock.de](mailto:petra.kahle@uni-rostock.de)

resniederschlagssumme 569 mm. Es dominiert der Bodentyp Braunerde.

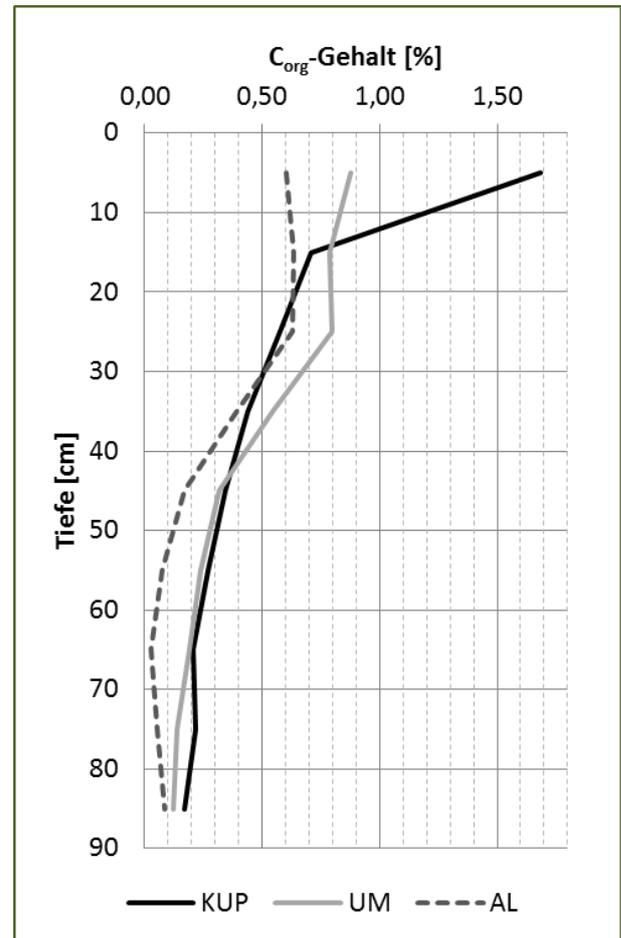
Im Frühjahr 2016 wurden Bodenproben aus den Managementvarianten Kurzumtriebsplantage (KUP im 3jährigen Umtrieb), Umbruch (UM, 2010 mittels Rodefräse durchgeführt) und Ackerland (AL) über den Tiefenbereich 0-90 cm in 10 cm Segmenten entnommen. Prüfgegenstand waren die Parzellen der Pappelklone „Maxim(49) und „Max4“ sowie der Weidenklon „Salix dasycylados“ der KUP, die ehemaligen Parzellen dieser Klone in der Umbruchvariante und benachbarte Ackerböden als Referenz. Seit 2010 werden Umbruch- und Ackerfläche weitgehend einheitlich bewirtschaftet. Im Jahr 2016 wurde auf beiden Flächen Hafer angebaut.

Die Analyse der Bodenproben erfolgte nach Standarduntersuchungsverfahren (Elementaranalyse [ $C_t$ ;  $N_t$ , Scheibler-Apparatur zur Erfassung von  $C_{anorg}$ ], Doppel-laktatverfahren [P, K, Mg], Suspension mit  $CaCl_2$  [pH]. Anhand der Stoffgehalte, Trockenrohdichten und Bodentiefen wurden die jeweiligen Stoffvorräte im Boden ( $kg\ ha^{-1}$ ) kalkuliert.

## Ergebnisse

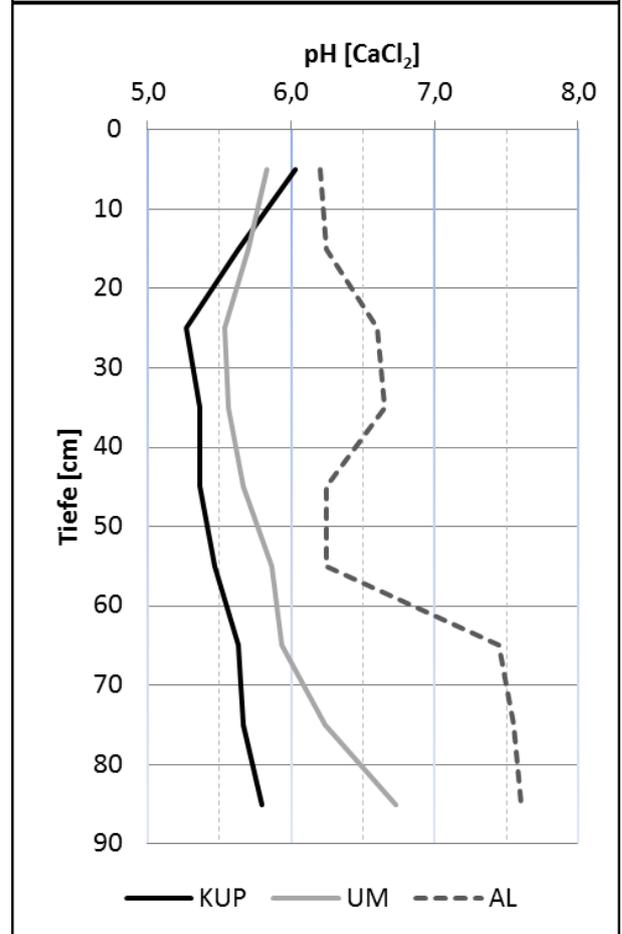
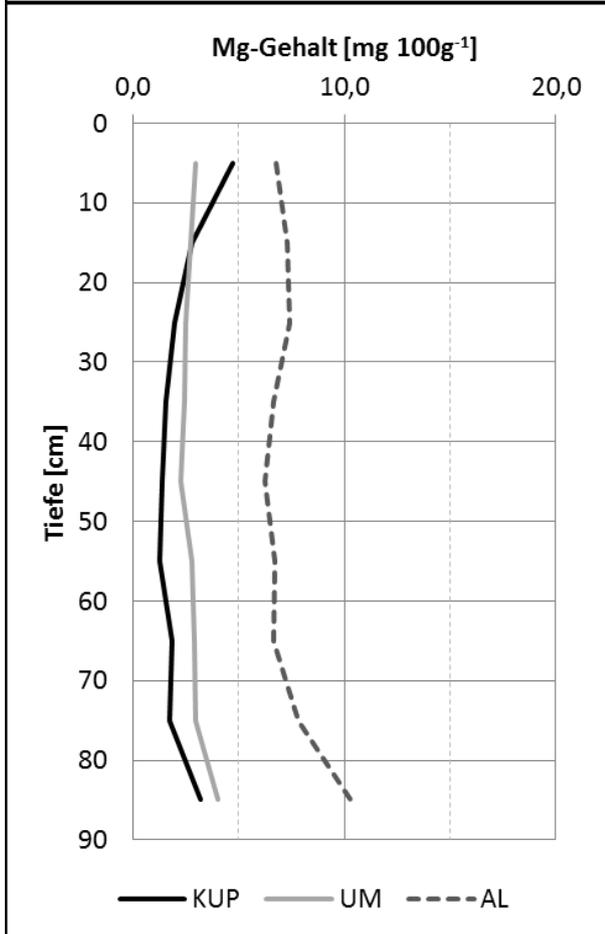
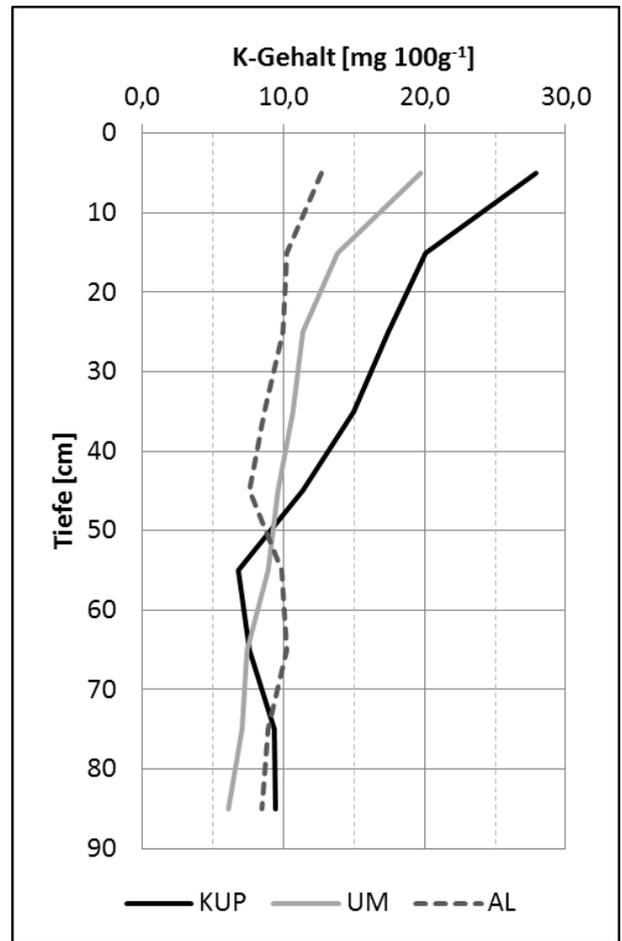
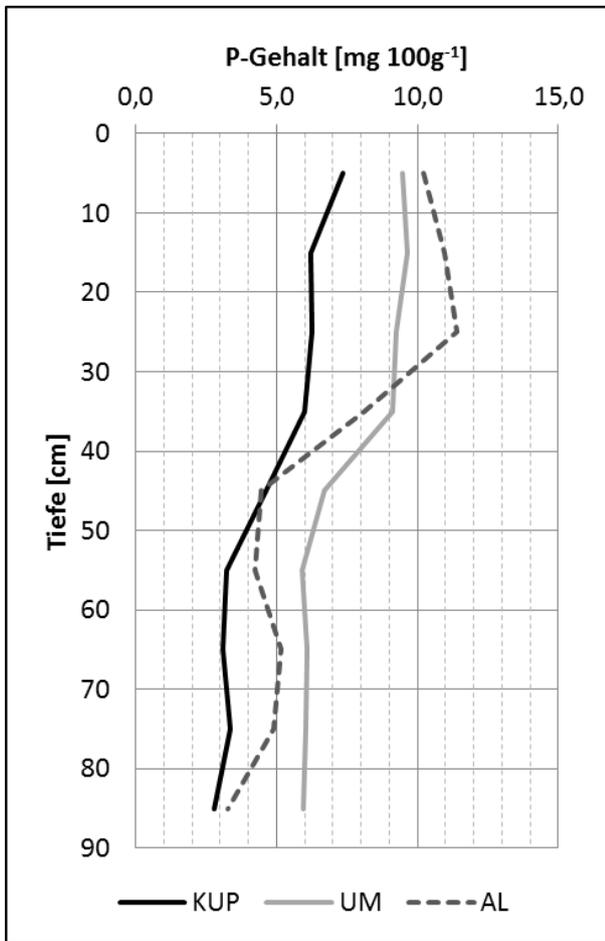
Nach 23 jähriger Standdauer der Bäume zeigte sich unter KUP eine deutliche Tiefendifferenzierung der Gehalte an  $C_{org}$  (Abb. 1) und  $N_t$  (nicht dargestellt). Dabei wurden im Tiefenbereich 0-10 cm aufgrund angelieferter Blattstreu- und Wurzelmassen signifikant höhere Gehalte gegenüber UM und AL festgestellt. Im Tiefenbereich 10-30 cm wies die Umbruchvariante die vergleichsweise höchsten Gehalte an  $C_{org}$  und  $N_t$  auf. Dieser Effekt wurde offenbar durch die im Boden verbliebenen und in Umsetzung befindlichen organischen Substanzen bewirkt. Unter KUP setzten sich die angesprochenen Tiefengradienten bis in ca. 25 cm Tiefe fort, während sich unter UM und AL bis zu dieser Tiefe weitgehend homogene Verteilungen als Folge der Bodenbearbeitung einstellten (Abb. 1).

Bereits ab ca. 25 cm Bodentiefe wurden in den geprüften Managementvarianten weitgehend ausgeglichene  $C_{org}$ - und  $N_t$ -Verteilungen festgestellt.



**Abb. 1:** Tiefenverteilung der  $C_{org}$ -Gehalte in den Managementvarianten Kurzumtriebsplantage (KUP), Umbruch (UM) und Ackerland (AL)

Resultierend aus der stärkeren Zunahme von  $C_{org}$  gegenüber  $N_t$  erwiesen sich die C/N-Verhältnisse in 0-10 cm Bodentiefe bei KUP (11,6) als signifikant weiter als bei Umbruch (9,9) und Ackerland (8,3). Bereits ab 10 cm Tiefe glichen sich die C/N-Verhältnisse der Managementvarianten KUP (8,2), UM (9,2) und AL (8,3) zunehmend an und ließen keine signifikanten Unterschiede mehr erkennen. Daraus folgt, dass sich die organische Substanz nach langjähriger Kurzumtriebswirtschaft vorrangig im obersten Bereich des Oberbodens anreichert.



**Abb. 2:** Tiefenverteilung der Gehalte an P, K, Mg sowie der pH-Werte in den Managementvarianten Kurzumtriebsplantage

(KUP), Umbruch (UM) und Ackerland (AL)

Beurteilt nach dem System zur Nährstoffbewertung in der landwirtschaftlichen Praxis Mecklenburg-Vorpommerns weisen die Oberböden mittlere (KUP) bzw. hohe (UM und AL) P-Gehalte auf. Die K-Gehalte erwiesen sich als sehr hoch (KUP), hoch (UM) bzw. optimal (AL), wohingegen die Mg-Gehalte sehr gering (KUP und UM) bzw. gering (AL) ausfielen.

Unabhängig von dieser Einordnung waren die Gehalte an P und Mg des Ober- (0-30 cm) und des Unterbodens (30-90 cm) unter KUP signifikant geringer und die K-Gehalte des Oberbodens (0-30 cm) signifikant höher als bei Umbruch und Ackerland (Abb. 2). Die höheren P-Gehalte unter UM gegenüber KUP wurden offenbar durch die P-Freisetzung aus den Biomasserückständen der Bäume und der nachgebauten annuellen Kulturen verursacht.

Die signifikant höheren K-Gehalte in den Oberböden der Variante KUP gegenüber denen der Varianten UM und AL und die zunehmende K-Ausschöpfung im Unterboden der KUP deuten einerseits auf die Erschließung zusätzlicher Nährstoffreserven aufgrund zunehmender Tiefendurchwurzelung durch die Bäume hin und belegen andererseits die Möglichkeit der K-Zufuhr über stark K-haltige Pappelblätter, die auf der Fläche verbleiben.

Die Mg-Gehalte der Böden unter KUP und UM sind über das gesamte Tiefenprofil signifikant geringer als die der Ackerböden. In den Varianten KUP und UM scheinen die Mg-Reserven weitgehend erschöpft und eine Düngebedürftigkeit ist angezeigt. Die Situation könnte sich durch den wirksamen Antagonismus zwischen Magnesium und Kalium und die Beziehung zwischen pH-Wert und Mg-Versorgung der Böden noch verschärfen.

Die Böden der KUP sind gegenüber denen des Umbruchs und des Ackerlandes zudem durch Versauerungstendenzen gekennzeichnet, ohne den für den Anbau der Bäume angestrebten Optimalbereich (pH 5,5 – 6,5) zu unterschreiten (Abb. 2).

Die Kalkulation der Nährstoffvorräte (0-30 cm) am Standort Gülzow belegt das K-Anreicherungsvermögen der KUP (1040 kg ha<sup>-1</sup>) gegenüber AL (519 kg ha<sup>-1</sup>) sowie die Gefahr von Mg-Mangel unter KUP (149 kg ha<sup>-1</sup>) und UM (133 kg ha<sup>-1</sup>) gegenüber AL (341 kg ha<sup>-1</sup>).

## Schlussfolgerungen

An einem Standort mit ursprünglich guter Nährstoffausstattung bewirkte die langjährige Kurzumtriebswirtschaft mit schnellwachsenden Bäumen management- und tiefenabhängige Stoffverteilungen und Bodenreaktionen. 6 Jahre nach dem Umbruch zeigten die Managementvarianten UM und AL weitgehend angeglichenen Gehalte an C<sub>org</sub>, N<sub>t</sub>, P und K sowie Tiefenverteilungen. Böden der KUP und des Umbruchs wiesen aufgrund der standörtlichen Naturraumausstattung und der bisherigen Düngung (ausbleibend bei Variante KUP bzw. geringe Düngung bei Variante UM) vergleichsweise geringe Mg-Gehalte und niedrige pH-Werte auf.

Die Stoffverteilung in Böden langjähriger Kurzumtriebsplantagen bzw. umgebrochener Kurzumtriebsplantagen ist standortspezifisch und erfordert demzufolge standortspezifische Managementmaßnahmen.

## Literatur

- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2012): Pappeln und Weiden in Deutschland. Bericht der Nationalen Pappelkommission (2008-2011).
- Hoffmann, D., Weih, M. (2005): Limitations and improvement of the potential utilisation of woody biomass for energy derived from short rotation woody crops in Sweden and Germany. *Biomass & Bioenergy* 28, 267-279.
- Schrama, M., Vandecasteele, B., Carvalho, S., Muylle, H., Van der Putten, W. H. (2016): Effects of first- and second-generation bioenergy crops on soil processes and legacy effects on a subsequent crop. *GCB Bioenergy* 8, 136-147.
- Wall, A., Hytönen, J. (2005): Soil fertility of afforested arable land compared to continuously forested sites. *Plant Soil* 275, 247-260.