

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der  
DBG – Kommission IV  
Titel der Tagung: Böden verstehen, Bö-  
den nutzen, Böden fit machen  
Veranstalter: DBG, September 2011,  
Berlin  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Untersuchungen zum mehrjährigen Anbau der Energiepflanzen Mais und Chinaschilf: Messung des Netto-CO<sub>2</sub>- Ökosystemaustauschs, Erstellung von C-Bilanzen und Erfassung von Erträ- gen und N-Dynamik im Boden

R. Worsch<sup>1</sup>, N. Billen<sup>1</sup>, K. Stahr<sup>1</sup>

Schlüsselwörter: Energiepflanzenanbau,  
CO<sub>2</sub>-Emissionen, CO<sub>2</sub>-Bilanz, N-Dynamik,  
Erträge, N-Nutzung

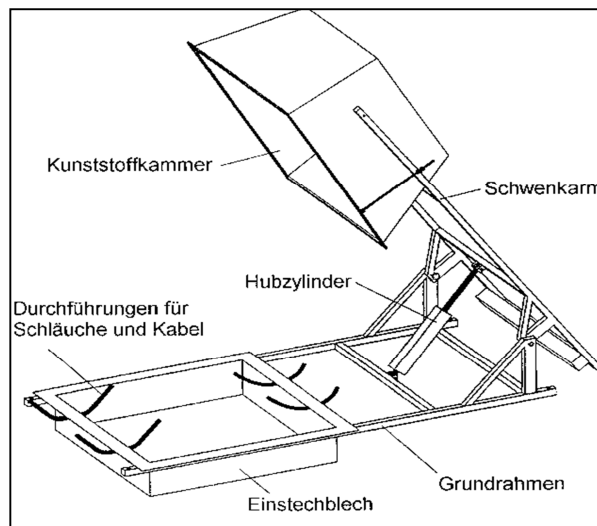
### Problemstellung

Im Zuge des Klimaschutzes soll der Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Energieversorgung in Dtl. in den nächsten Jahren weiter steigen. Eine wichtige Rolle spielt hier die Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung. Damit der Anbau von Energiepflanzen klimafreundlich, umweltschonend und ökonomisch sinnvoll gestaltet werden kann, ist eine Untersuchung und Bewertung verschiedener Anbausysteme nötig. In diesem Beitrag geschieht dies für den Anbau von Mais mit reduzierter (MK) und konventioneller (MP) Bodenbearbeitung, Miscanthus (MIS) und einer Fruchtfolge (FF), bestehend aus Sommergerste (SG), Triticale (WT) und Winterraps (WR). Erfasst wurden CO<sub>2</sub>-Emissionen, N-Dynamik im Boden, Erträge und C- und N-Gehalte der Pflanzen.

<sup>1</sup> Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Uni-  
versität Hohenheim, 70593 Stuttgart,  
rworsch@uni-hohenheim.de

### Methoden

CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden aus der automa-  
tisierten Messung des Netto-CO<sub>2</sub>-  
Ökosystemaustauschs, gemessen mit der  
Hohenheimer Kammer (Abb. 1), abgelei-  
tet.



**Abb. 1:** Hohenheimer Kammer zur automatisierten Messung von CO<sub>2</sub>-Emissionen (Mutz et al., 2001)

N-Dynamik, also die Entwicklung des mineralisierten N im Boden, wurde durch regelmäßige tiefengestaffelte Beprobung erfasst. Aus N<sub>min</sub>-Gehalt und Wassergehalt der Proben wurde die NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Konzentration berechnet. Mit einem einfachen Modell (Renger & Wessolek 1990) und den berechneten NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Konzentrationen wurde eine Abschätzung der pot. N-Fracht aus der durchwurzelten Zone durchgeführt. Nach der Ernte wurden Erträge und C- und N-Gehalt bestimmt. Aus N-Gehalt der Kulturen, N-Menge im Boden und ausgebrachtem Dünger wurden folgende Parameter zur N-Nutzung berechnet: Nitrogen Use Efficiency (NUE) und Nitrogen Uptake Efficiency (NUE<sub>p</sub>). Damit wird das Verhältnis Ertrag zu N-Zufuhr bzw. das Verhältnis N-Aufnahme der Pflanze zu N-Zufuhr beschrieben (Lopez-Bellido 2001). Bei den CO<sub>2</sub>-Bilanzen wurden CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern, die bei der Bearbeitung der Fläche, bei Transport der Biomasse und bei der Herstellung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln

entstehen, zusammen mit den Emissionen aus dem Boden, den vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenübergestellt.

## Ergebnisse

Die höchsten durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden mit etwa 50 mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> bei MP und MK gemessen. Gefolgt von FF und MIS mit ca. 47 bzw. 42 mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Bei der Auswertung der Ertragsdaten für die Jahre 2008 - 2010 kam es bei MP und MK in den jeweiligen Jahren zu geringen Unterschieden, die sich über den gesamten Zeitraum allerdings ausgleichen. Ab dem 2. Jahr lagen die Erträge bei MIS auf ähnlichem Niveau, wie bei MP und MK, die FF lag in allen Jahren deutlich hinter den anderen Varianten (Abb. 2). Der C-Gehalt aller Kulturen lag zwischen 42 und 47 %, der N-Gehalt zwischen 0,3 (MIS 2009) und 1,4 % (WT 2009), bei MK und MP lagen die Werte stets bei ca. 1 %.

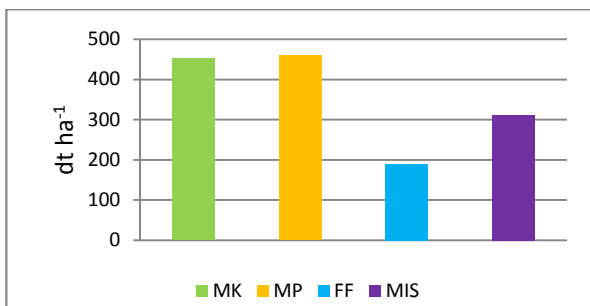


Abb. 2: Gesamterträge 2008 – 2010

Bei die durchschnittlichen N<sub>min</sub>-Mengen wurden wieder bei MP und MK die höchsten Werte gemessen, vor MIS und FF. Abb. 3 zeigt die Ergebnisse für 2008 und 2009. Bei der Abschätzung der N-Frachten aus der durchwurzelten Zone liegen MK und MP für die Jahre 2008 und 2009 gleichauf bei etwa 40 bzw. 30 kg N ha<sup>-1</sup>, FF bei ca. 25 kg N ha<sup>-1</sup> und MIS bei 60 bzw. 6 kg N ha<sup>-1</sup> (Abb. 4).

Bei der N-Nutzung der Kulturen zeigten sich MK und MP über drei Jahre stabil, mit Werten für die NUE zwischen 65 und 77 kg TM kg<sup>-1</sup> N. Bei der FF produzierten

Sommergerste, Triticale und Winterrraps 69, 65 und 17 kg TM kg<sup>-1</sup> N und MIS 37, 245 und 187 kg TM kg<sup>-1</sup> N. Auch bei der NU<sub>p</sub>E zeigten sich Unterschiede zwischen den Jahren und Kulturen. Das schlechteste Verhältnis zeigte die SG mit 0,4 kg kg<sup>-1</sup>, das beste WT mit 0,9 kg kg<sup>-1</sup>. MK und MP zeigen für die jeweiligen Anbaujahre keine größeren Unterschiede (Abb. 5).

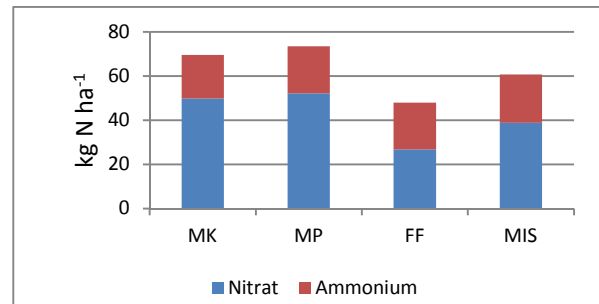


Abb. 3: Mittlere N<sub>min</sub>-Mengen 2008 und 2009

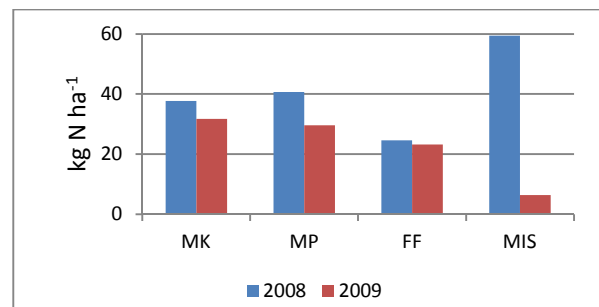


Abb. 4: Abgeschätzte N-Frachten aus der durchwurzelten Zone

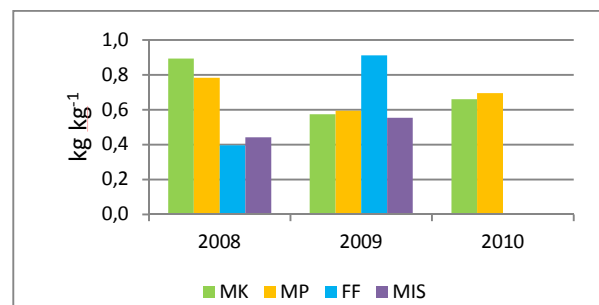
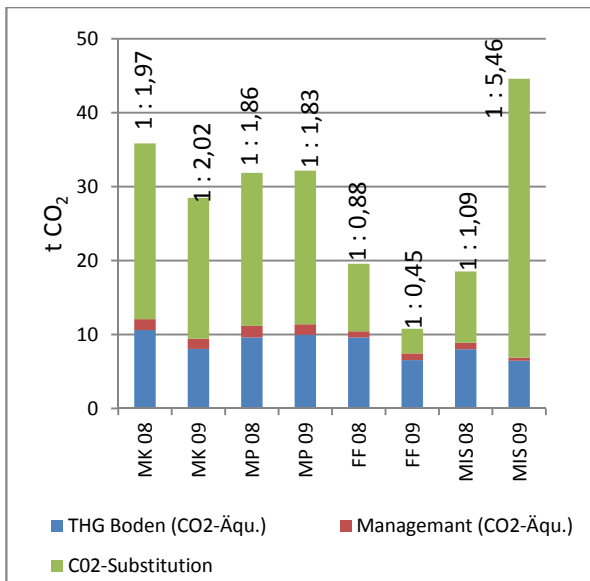


Abb. 5: Nitrogen Uptake Efficiency (NU<sub>p</sub>E)

Bei den für 2008 und 2009 erstellten CO<sub>2</sub>-Bilanzen zeigt die FF das schlechteste Verhältnis von beim Anbau verursachten Emissionen zu eingesparten Emissionen, bei der Produktion wurde mehr CO<sub>2</sub> aus fossilen Energieträgern frei, als eingespart wurde. MK, MP und

MIS zeigen durchweg eine positive Bilanz. Im 2. Jahr zeigt MIS die beste Bilanz mit einem Verhältnis 1 : 5,46.



**Abb. 6:** CO<sub>2</sub>-Bilanzen 2008 und 2009 für eine Anbaufläche von 2 ha

## Resumé

Nach Auswertung von Messdaten aus etwa zwei Jahren, scheint die unterschiedliche Bodenbearbeitung bei MK und MP keinen Einfluss auf die beschriebenen Größen zu haben. Bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen scheint die Bodenruhe bei MIS einen positiven Effekt zu haben, hier wurden die geringsten Emissionen gemessen, vor FF, MK und MP. Dies führt im zweiten Jahr, zusammen mit geringeren Emissionen durch minimalen Maschineneinsatz bei ähnlichen Erträgen, zu einer deutlich besseren CO<sub>2</sub>-Bilanz als bei MP und MK. Die FF ist aufgrund geringer Erträge die am wenigsten geeignete Variante. Bei der NUE zeigt sich ebenfalls ein Vorteil für MIS, hier kann ohne zusätzlichen Dünger ein ähnlicher Ertrag wie bei MP und MK erzielt werden.

Etwas widersprüchlich dazu fällt die Abschätzung der pot. N-Fracht aus. Trotz fehlender Düngung zeigt MIS hier im 1. Jahr die höchsten Werte. Dies könnte durch den im Pflanzjahr noch gering ausgebildeten Bestand erklärt werden.

Auch die N-Verluste, die sich aus der NUpE ergeben, also der Anteil des verfügbaren N, der nicht von der Pflanze aufgenommen wurde, passt da nicht richtig ins Bild. Hier scheinen MK und MP gegenüber MIS die geringeren Verluste aufzuweisen, allerdings gilt es hier zu beachten, dass es bei Miscanthus zu einer N-Einlagerung in die unterirdischen Pflanzenteile kommt.

Abschließend kann festgehalten werden, dass MIS, trotz eventueller N-Verluste, aufgrund der Eigenschaft als „Low-Input“-Pflanze Vorteile gegenüber anderen Energiepflanzen bietet.

## Literatur

Lopez-Bellido, R.J., Lopez-Bellido, L. (2001): Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research* 7: 31-46.

Motz, I., Koch, I., Kutzbach, H.D., Stahr, K. (2001): Erfassung klimarelevanter Spurengase. *Agrartechnische Forschung* 7, Heft 1: 28-31.

Renger, M. & Wessolek, G. (1990): Auswirkungen von Grundwasserabsenkung und Nutzungsänderung auf die Grundwasserneubildung. *Mitt. Inst. für Wasserwesen, Univ. der Bundeswehr München*, Heft 386: 295-307.

## Förderung

Karl Bertsch-Stiftung, Stuttgart