

Tagungsbeitrag zu: "Workshop der Kommissionen VI u. IV der DBG+DGP"  
Titel der Tagung: Anbau nachwachsender Rohstoffe: Wirkungen auf Bodeneigenschaften, Funktionen und Emissionen in Bezug auf Klima- und Gewässerschutz  
Veranstalter Kommission VI/IV der DBG und DGP, 7.-8.9.2010 in Müncheberg  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## **Wassererosion auf Silomaisflächen – eine vergleichende Studie verschiedener Anbauverfahren**

*Matthias Willms<sup>1</sup>, Detlef Deumlich<sup>2</sup>, Xenia Specka<sup>1</sup>, Claas Nendel<sup>1</sup>*

**Schlüsselworte:** Wassererosion, Mais, Energiepflanzen, Zweikulturnutzungs-System

### **Einleitung**

Der Anbau von Silomais als Substrat für Biogasanlagen hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Dabei ist Silomais die mit Abstand am meisten eingesetzte Energiepflanze. Wie bei allen C<sub>4</sub>-Gräsern ist das Risiko für Wassererosion jedoch sehr hoch, was auf die langsame Jugendentwicklung mit geringer Bodenbedeckung bis in den Juli hinein zurückzuführen ist. Von zentraler Bedeutung für die Bewertung der Wassererosionsgefahr durch den Anbau einer Fruchtart ist der Grad der Bodenbedeckung bei Eintritt von Starkregen.

Im Rahmen des Anbaus von Biomasse für Biogasanlagen wird neben dem Anbau als Hauptfrucht das sogenannte Zweikulturnutzungs-System erprobt (HEUSER et al., 2007). Es beinhaltet den Anbau einer Winterzwischenfrucht und nachfolgend einer Sommerung. Dabei wird die Winterzwischenfrucht in oder nach Schossen ge-

erntet, die Vegetationszeit der Folgefrucht wird etwas reduziert. Die Folgefrucht wird Zweitfrucht genannt. Die erzielten Erträge eines Zweikulturnutzungs-Systems (Winterung + Sommerung) sind in der Regel um 3-7 t/ha TM höher gegenüber derselben Fruchtart in Hauptfruchtstellung ohne Einschränkung der Vegetationszeit (HEUSER et al., 2007).

In diesem Artikel soll am Beispiel der Anbaufolge Winterweizen – Winterroggen als Winterzwischenfrucht – Silomais beschrieben werden, inwieweit der Anbau von Silomais als Hauptfrucht oder Zweitfrucht die Erosionsgefährdung beeinflusst. Dazu wurden folgende Thesen aufgestellt:

- a) In Zweitfruchtstellung erfolgt die Aussaat später im Jahr. Dadurch sind die Lufttemperaturen höher und die Maispflanze entwickelt sich schneller. Die erosionsanfälligen Stadien der Jugendentwicklung mit geringer Bodenbedeckung werden in einer kürzeren Zeitspanne vollendet, so dass die Erosion insgesamt geringer ist.
- b) Bei dem Anbau in Zweitfruchtstellung wird die Zeitspanne mit geringer Bodenbedeckung um einige Wochen im Jahr verschoben. Sie fällt dadurch in eine Zeit in der die Erosivität der Niederschläge höher ist, so dass die Erosionsgefährdung zunimmt.
- c) Nicht wendende Bodenbearbeitung verringert das Risiko von Wassererosion für den Boden erheblich. In welcher Relation steht die Wirkung nicht wendender Bodenbearbeitung zu einer Verschiebung des Aussaat-Termins von Silomais?

### **Material und Methoden**

Die Gefährdung des Bodens durch Wassererosion wird nach DIN 19708 berechnet. Dabei wird der Fokus auf den Managementfaktor (C-Faktor) gelegt, da nur dieser von der angebauten Fruchtart beeinflusst wird. Der Managementfaktor setzt sich zusammen aus: a) der Regenerosivität am Standort, b) der Bodenbedeckung durch die Kulturpflanze und dem relativen

<sup>1</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF), Inst. f. Landschaftssystemanalyse, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg  
E-Mail: [mwillms@zalf.de](mailto:mwillms@zalf.de)

<sup>2</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF), Inst. f. Bodenlandschaftsforschung

Bodenabtrag nach AUERSWALD u. KAINZ (1998) die für 6 Kulturperioden definiert sein müssen. Diese Kulturperioden sind:

1. Bodenbearbeitung bis Aussaat,
2. Aussaat bis 10 % Bodenbedeckung,
3. 10 bis 50 % Bodenbedeckung,
4. 50-75 % Bodenbedeckung,
5. 75 % Bodenbedeckung bis Ernte,
6. Ernte bis Bodenbearbeitung.

Die Termine für diese Kulturperioden wurden auf Basis von Parzellenversuchen ermittelt. Die Parzellenversuche lagen in Ascha (Bayern). Der Bodentyp ist eine Braunerde aus lehmigem Sand, der langjährige Niederschlag beträgt 865 mm/a, die Jahresdurchschnittstemperatur 8,5 °C. Die Versuche wurden angelegt im Rahmen des Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ (EVA), gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR).

Die Untersuchungen erfolgten für die Anbaufolge Winterweizen (Korn) – Winterroggen als Winterzwischenfrucht – Silomais. Insgesamt wurden 3 Termine zur Etablierung von Silomais untersucht:

1. Silomais als Hauptfrucht, Aussaat Ende April, ohne Beeinträchtigung der Vegetationszeit des Mais,
2. Silomais als frühe Zweitfrucht, Aussaat Anfang Mai,
3. Silomais als späte Zweitfrucht, Aussaat Mitte Juni, bei Maximierung des Ertrages der Winterzwischenfrucht und Einbußen in Vegetationszeit und Ertrag von Silomais.

## Ergebnisse

Aus den Parzellenversuchen wurden für Silomais die in Tab. 1 dargestellten Termine für die 6 Kulturperioden in Abhängigkeit vom Aussaat-Termin ermittelt. Zwischen Mais in Hauptfrucht- und früher Zweitfruchtstellung ist der Aussaat-Termin um eine Woche verschoben und die Dauer bis zum Erreichen von 10 % Bodenbedeckung von 17 auf 15 Tage verkürzt. Eine Bodenbedeckung von 50 % wird nach 45 bzw. 51 Tagen erreicht. Bei später Zweitfruchtstellung erfolgt die Aussaat 45 Tage später als zur Hauptfruchtstellung, die Dauer für die einzelnen Kulturperioden ist leicht verkürzt. Eine Bodenbedeckung von 50 % wird nach 41 Tagen erreicht.

Tab. 1: Im Parzellenversuch ermittelte Termine, zu denen die angegebene Kulturperiode endet

|                             | Bodenbearb. –<br>Saatbettbereitung | Saatbettbereitung –<br>10% Bodenbedeck. | 10-50 %<br>Bodenbedeck. | 50-75%<br>Bodenbedeck. | 75% Bodenbedeck.-<br>Ernte |
|-----------------------------|------------------------------------|---|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| <b>Mais, Hauptfr.</b>       | 29.04.                             | 17.05.                                  | 01.07.                  | 08.08.                 | 03.10.                     |
| <b>Mais, frühe Zweitfr.</b> | 04.05.                             | 19.05.                                  | 09.07.                  | 08.08.                 | 03.10.                     |
| <b>Mais, späte Zweitfr.</b> | 13.06.                             | 28.06.                                  | 08.08.                  | 12.09.                 | 09.10.                     |

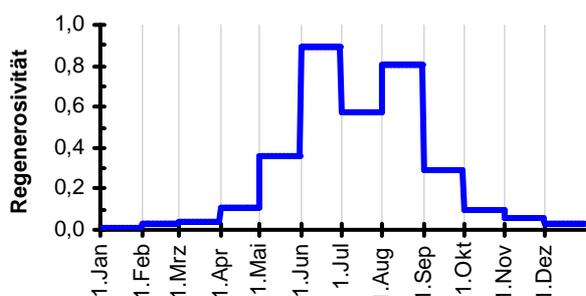


Abb. 1: Erosivität der Niederschläge, Wetterstation Passau

Die Erosivität der Niederschläge zeigt am Standort für den Monat Juni einen starken

Anstieg der Erosivität. Bei den ersten beiden Aussaat-Terminen befindet sich der Mais zu dieser Zeit in der Kulturperiode mit 10-50 % Bodenbedeckung. Bei der späten Aussaat, noch in der Kulturperiode bis 10 % Bodenbedeckung. Dadurch steigt für diesen Zeitabschnitt die Wassererosionsgefährdung für den Boden. Dadurch wird der Vorteil der durch die beschleunigte Jugendentwicklung bei später Saat entsteht, teilweise wieder aufgezehrt.

Der Vergleich des Managementfaktors zwi-

schen den verschiedenen Varianten zeigt, dass die nicht wendende Bodenbearbeitung in Bezug auf die Erosionsgefährdung des Bodens erheblich günstiger ist (Tab. 2). Vergleicht man die Art der Bewirtschaftung, dann ist die a priori günstigere nicht wendende Bodenbearbeitung die bessere. Vergleicht man die Anbauermine, dann erweist sich im speziellen Fall die Zweitfruchtstellung des Mais aufgrund der Kombinationswirkung schnellerer Entwicklung bei höheren Temperaturen bei gleichzeitig im langjährigen Mittel etwas geringerer Erosivität der Niederschläge im Juli (Abb. 1) als Vorzugsvariante. Diese exemplarischen Berechnungen zeigen, die bei der Entscheidung für eine Variante zu bedenkenden Effekte. Das aktuelle Starkregengeschehen ist allerdings nicht vorhersehbar, liegt es im Juli höher, ist der Vorteil der späteren Aussaat möglicherweise aufgehoben. Damit wird für diesen Standort These „a“ bestätigt.

Tab 2: ermittelter Managementfaktor für Silomais bei wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung und für verschiedene Fruchtfolgestellungen

| <b>Wendende Bodenbearbeitung</b>       |      |
|--|------|
| Silomais, Hauptfrucht                  | 0,26 |
| Silomais frühe Zweitfrucht             | 0,27 |
| Silomais späte Zweitfrucht             | 0,23 |
| <b>Nicht wendende Bodenbearbeitung</b> |      |
| Silomais, Hauptfrucht                  | 0,04 |
| Silomais frühe Zweitfrucht             | 0,04 |
| Silomais späte Zweitfrucht             | 0,03 |

Abb. 2 zeigt den bei wendender Bodenbearbeitung erheblich höheren potenziellen Bodenabtrag bei Maisanbau im Vergleich zu Winterweizen. Wird Silomais jedoch mit nicht wendender Bodenbearbeitung angebaut, liegt der potenzielle Bodenabtrag in ähnlicher Größenordnung wie bei Winterweizen.

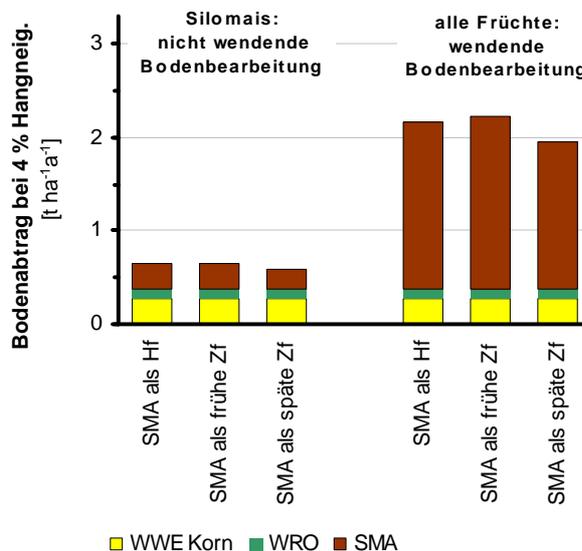


Abb. 2: mittlerer Bodenabtrag Mais als Hauptfrucht, Mais als frühe Zweitfrucht und Mais als späte Zweitfrucht bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung

Mit: SMA – Mais, WRO – Winterroggen als Winterzwischenfrucht, WWE – Winterweizen, Korn, Hf – Hauptfrucht, Zf – Zweitfrucht

## Diskussion

Große Unterschiede bei dem Managementfaktor liegen zwischen wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung vor. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Fruchtfolgestellungen von Mais ist nur sehr gering. Dafür kommt folgende Ursache in Betracht: generell ist der Standort Ascha im Frühjahr recht kühl, wodurch sich die Jugendentwicklung des Mais oft verzögert. Der Aussattermin bei früher Zweitfruchtstellung führt deshalb zu keinem Unterschied im Managementfaktor. Auf Standorten mit größerer Temperaturdifferenz zwischen beiden Aussatterminen kann der Unterschied daher größer sein.

Der Aussaat-Termin bei später Zweitfruchtstellung des Mais ist aus Sicht des Erosionsschutzes etwas günstiger zu bewerten als die anderen Termine. Das Ergebnis hätte auch anders aussehen können: Zum Einen hängt es von der Geschwindigkeit ab in welcher der Mais den Boden bedeckt, was wiederum über die verschiedenen Entwicklungsstadien an die Temperatursummen des jeweiligen Zeitabschnitts gekoppelt ist. Zum Anderen spielt die Ent-

wicklung der Erosivität des Regens im Jahresverlauf die wesentliche Rolle. Würde sie im Juni weniger zunehmen als für den Standort ausgewiesen, wäre die erosionsmindernde Wirkung der späten Mais-Aussaat höher. Im Falle einer höheren Erosivität des Niederschlages im Juni ist der späte Aussaat-Termin für Mais möglicherweise schlechter zu bewerten als die beiden früheren.

### **Fazit**

Die Steigerung des Anteils von Mais in Fruchtfolgen in Folge der häufigen Verwendung als Substrat in Biogasanlagen ist aus Sicht der Gefährdung des Bodens durch Wassererosion ungünstig zu bewerten, da Getreideanteile in der Fruchtfolge mit wesentlich geringerer Erosionsgefährdung verdrängt werden.

Wird Silomais jedoch mit nicht wendender Bodenbearbeitung angebaut, kann die Erosionsgefährdung in ähnlicher Größenordnung wie bei Winterweizen, angebaut mit wendender Bodenbearbeitung, liegen.

Die Verschiebung des Saatzeitpunktes bei Silomais in Zweitfruchtstellung führte bei den exemplarischen Berechnungen für den Standort Ascha in Bayern bei Aussaat in der zweiten Juni-Dekade, zu einer leichten Verringerung der Erosionsgefährdung gegenüber der Aussaat in Hauptfruchtstellung in der letzten April-Dekade. An anderen Standorten sind jedoch auch andere Effekte vorstellbar.

### **Literatur**

AUERSWALD, K., KAINZ, M., 1998: Erosionsgefährdung (C-Faktor) durch Sonderkulturen, Bodenschutz, 3, S. 98 – 102.

DIN 19708, 2005: Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG; 25 S.; Berlin, Beuth.

HEUSER, F., R. STÜLPNAGEL, C. VON. BUTTLAR, M. WACHENDORF, 2007: A multi-site experiment to evaluate the double-cropping-system on seven sites in Germany – first results. 15<sup>th</sup> European Bio-

mass Conference & Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Berlin, 7. – 11. May 2007, Proceedings page 536-539; pdf.