

## Effekte von Energiepflanzen-Fruchtfolgen und Gärrestdüngung auf den Weizertrag

Levin, K.<sup>1</sup>, Schießl, A.<sup>1</sup>, Kimmelman, S.<sup>1</sup>, Reents, H. J.<sup>1</sup> und Hülsbergen, K.-J.<sup>1</sup>

*Keywords: Biogas, Biogasgärrest, Fruchtfolge, Weizen.*

### Abstract

*Biogas production in organic arable farming has many advantages. Grass-clover biomass can be used as a substrate, and the resulting digestate is a nitrogen-rich fertilizer that can be applied according to crop requirements. The effects of different crop rotations for biogas production and fertilization with biogas digestate on wheat yields in organic farming were evaluated in a long-term field trial in Bavaria, Germany. Fertilization with biogas digestate increased wheat yields. Increased wheat yields were also observed in crop rotations with a higher proportion of legumes. Yield comparisons with earlier results from the same field trial confirm the importance of long-term field experiments, and show the synergy between energy and food production.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Biogasproduktion im ökologischen Landbau kann viele ökologische und ökonomische Vorteile mit sich bringen, vor allem für viehlose Betriebe. Biomasse, wie z.B. Klee gras, ist als Substrat in Biogasanlagen energetisch verwertbar. Diese Nutzung des Klee gras aufwuchses kann, im Vergleich zur Mulchnutzung, zu einer Erhöhung der N<sub>2</sub>-Fixierleistung und einer Reduzierung der N-Verluste durch N<sub>2</sub>O-Emissionen oder Nitratauswaschung führen (Heuwinkel 2007). Der anfallende Biogasgärrest ist ein schnell wirksamer, N-reicher, in der Fruchtfolge flexibel einsetzbarer Dünger. Durch effizientere N-Kreisläufe sind Ertragssteigerungen in der ganzen Fruchtfolge zu erwarten, auch in der Nahrungsmittelproduktion. Verschiedene Studien belegen positive Ertragseffekte der Gärrestdüngung (z.B. Reents *et al.* 2011, Stinner *et al.* 2008), allerdings fehlen Untersuchungen zu den langfristigen Ertragswirkungen. Im Jahr 2013 gab es ca. 180 Biogasanlagen auf ökologischen landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland (Gerlach *et al.* 2013). Für die Bewertung und Weiterentwicklung von Biogassystemen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus sind experimentelle Daten zu Langzeiteffekten unerlässlich. Daher wurde in den Jahren 2004/2005 ein Dauerfeldversuch angelegt, um die Langzeiteffekte der Gärrestdüngung und verschiedener Energiepflanzen-Fruchtfolgen auf Ertrag, Produktqualität und Bodeneigenschaften zu analysieren.

### Methoden

Der zweifaktorielle Feldversuch (Gärrestdüngung und Fruchtfolge) zur Untersuchung von Fruchtfolgen für die Biogasproduktion wird seit 2004/2005 in der Versuchsstation Viehhausen bei Freising durchgeführt (eine detaillierte Versuchsbeschreibung befindet

---

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Technische Universität München, Liesel-Beckmann-Str. 2, 85354, Freising, Deutschland, [karin.levin@tum.de](mailto:karin.levin@tum.de), [www.wzw.tum.de/oekolandbau/](http://www.wzw.tum.de/oekolandbau/)

sich in Reents *et al.* 2011). Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse ausgewählter Varianten dargestellt. In der Fruchtfolge FF1.1 (aus versuchstechnischen Gründen ist diese Variante wiederholt in den Fruchtfolgen FF4 und FF7, verteilt über die Versuchsfläche) dienen Klee gras, Grünroggen (Zwischenfrucht), Mais und Triticale-Ganzpflanzensilage (GPS) als Biogassubstrate, Weizen als Marktf Frucht (Tab. 1). Die Fruchtfolgevarianten FF3.1, FF5.1 und FF6.1 unterscheiden sich von der Fruchtfolge FF1.1 nur im Zwischenfruchtanbau und im dritten Fruchtfolgefeld. In der Lebendmulchvariante (FF3.1) wird Mais in Weißklee-Lebendmulch etabliert. In der Mulchvariante (FF5.1) wird Mais nach einer Leguminosen/Nicht-Leguminosen-Zwischenfrucht mit Minimalbodenbearbeitung gesät. Die Klee grasvariante (FF6.1) simuliert die Substratproduktion für eine Biogasanlage, die ausschließlich mit Klee gras und Triticale-GPS betrieben wird. In allen Varianten wird Weizen direkt nach Klee gras angebaut. Effekte der Biogassärreste werden durch Varianten mit und ohne Düngung untersucht. Die Gärreste werden hierbei für jede Fruchtfolge systemkonform und ertragsabhängig in Höhe der theoretisch anfallenden Gärrestmenge ausgebracht (Tab. 1). Wegen eines Ertragsausfalls durch Zwergsteinbrand im Jahr 2011, wurde von der Weizensorte Enorm zu der resistenten, aber weniger ertragreichen Sorte Stava gewechselt (Abb. 1). Im Jahr 2013 kam die Sorte Florian zum Anbau, mit der ein außerordentlich hohes Ertragsniveau erreicht wurde.

**Tabelle 1: Fruchtfolgevarianten**

Variante	Feld 1	Feld 2	Zwischenfrucht	Feld 3	Feld 4	Gärrest* FF (m <sup>3</sup> )
FF1.1, FF4, FF7	Klee gras	Weizen	Grünroggen	Mais	Triticale	165
FF3.1	Klee gras	Weizen	Weißklee	Mais/ Weißklee	Triticale	140
FF5.1	Klee gras	Weizen	Leguminosen/ Nicht- Leguminosen	Mais	Triticale	135
FF6.1	Klee gras	Weizen	Klee gras	Klee gras	Triticale	180

\* Bei einem mittleren N-Gehalt von 4,5 kg/m<sup>3</sup> entspricht dies N-Gaben von 150 bis 200 kg N/ha.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Düngung mit Biogassärrest führte zu signifikant höheren Weizenerträgen gegenüber den ungedüngten Parzellen (Tab. 2). Die Ertragsdifferenzierung zwischen den beiden Systemen mit und ohne Gärrest wird jährlich deutlicher (Abb. 1). Während in der Fruchtfolge FF1.1 im Jahr 2007 das ungedüngte System noch 76 % des Ertragsniveaus des gedüngten Systems erreichte, waren es im Jahr 2013 nur noch 52 %. Es ist zu erwarten, dass die Unterschiede größer werden, da im ungedüngten System keine Nährstoffrückführung stattfindet.

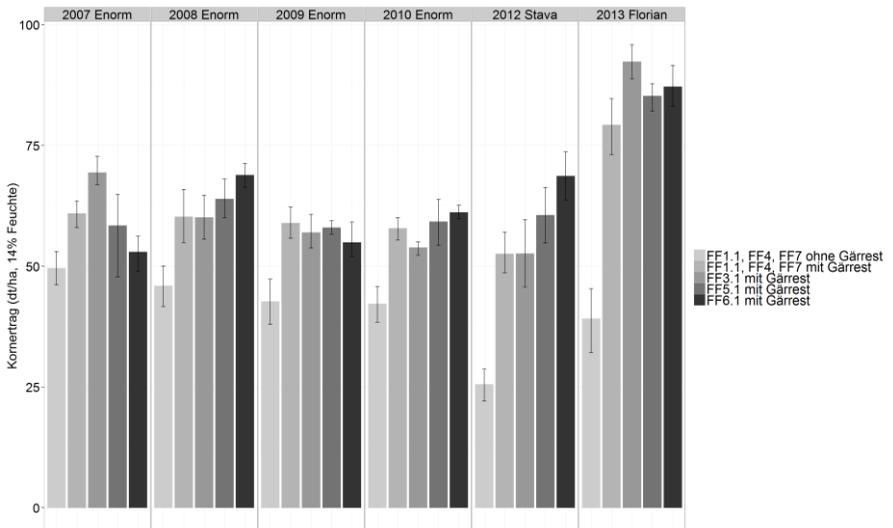
**Tabelle 2: Einfluss von Fruchtfolge und Gärrestdüngung auf Kornertrag und N-Entzug von Weizen, Mittel 2007-2013.**

Fruchtfolge	Kornertrag (dt ha <sup>-1</sup> , 14% Feuchte)			Weizen N-Entzug (kg ha <sup>-1</sup> )		
	mit Gärrest	ohne Gärrest		mit Gärrest	ohne Gärrest	
FF1.1, FF4, FF7	61,6	40,9	***	111,4	63,1	***
FF3.1	64,2	44,3	***	125,4	70,8	***
FF5.1	64,2	45,3	***	111,4	71,6	***
FF6.1	65,6	43,8	***	127,5	71,3	***

\*\*\* signifikant für  $P < 0,001$

Die höchsten Weizenerträge wurden in FF6.1 mit 50 % Kleeanteil erreicht (Tab. 2). Diese Fruchtfolge hatte allerdings in einer früheren Phase des Versuchs einen signifikant niedrigeren Weizenertrag (Reents *et al.* 2011). Damals wurde erwartet, dass sich die Erträge nach Aufbau von organischer Substanz im Boden durch den hohen Kleeanteil (und zeitweiliger N-Immobilisierung) im weiteren Versuchsablauf (durch Stickstoffmineralisation) erhöhen werden. Der Verlauf der Ertragsentwicklung des Weizens in den letzten vier Jahren deutet darauf hin (Abb.1), dass sich die N-Dynamik im Boden verändert und in den Fruchtfolgen mit höherem Kleeanteil ein höheres Ertragsniveau erreicht wird.

Die Wechselwirkung zwischen Fruchtfolge und Düngung wird am N-Entzug von Weizen deutlich, der in Fruchtfolgen mit höherem Kleeanteil höher ist (Tab. 2).



**Abbildung 1: Weizenertrag, 2007-2013.**

## Schlussfolgerungen

Die Steigerung der Weizenerträge zeigt, dass Synergieeffekte zwischen Energie- und Nahrungsmittelproduktion möglich sind. Weil diese Effekte erst nach längeren Zeiträumen auftreten, ist eine Systembetrachtung in Form von Langzeitversuchen unabdingbar. Die hier präsentierten Ertragseffekte sind in weitergehende Untersuchungen zur Nachhaltigkeit ökologischer Biogassysteme integriert.

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Projektfinanzierung.

## Literatur

- Gerlach, F.; Grieb, B.; Zerger, U. (2013): Nachhaltige Biogaserzeugung. Ein Handbuch für Biolandwirte. Hrsg.: FiBL Projekte GmbH. Frankfurt am Main.
- Heuwinkel, H. (2007): Symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung im ökologischen Landbau: Ansätze zur Verbesserung der Schätzwerte. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.): Bewertung ökologischer Betriebssysteme. Bodenfruchtbarkeit, Stoffkreisläufe, Biodiversität. Darmstadt: KTBL (KTBL-Schrift, 458), S. 70–83.
- Reents, H. J.; Kimmelman, S.; Hülsbergen, K.-J. (2011): Biogas-Fruchtfolgeversuch Viehhausen - Versuchsanlage sowie Ertrags- und Qualitätseffekte bei Winterweizen. In: G. Leithold, K. Becker, C. Brock, S. Fischinger, A.-K. Spiegel, K. Spory et al. (Hrsg.): Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, 15.-18. März 2011. Berlin: Verlag Dr. Köster, S. 76–80.
- Stinner, W.; Möller, K.; Leithold, G. (2008): Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. *Europ. J. Agronomy* 29: 125–134.