

Biogas-Fruchtfolgeversuch Viehhausen - Versuchsanlage sowie Ertrags- und Qualitätseffekte bei Winterweizen

Reents, H.J.¹ Kimmelman, S.¹ Kainz, M.¹ und Hülsbergen, K. J.¹

Keywords: Biogas, Biogasgülle, Fruchtfolge, Betriebssysteme, Weizen

Abstract

In 2004/05, a field experiment regarding the effect of crop rotations for biogas production to yield and soil properties was established at the organic experimental station Viehhausen. The different aspects of energy and food production and soil protection of the five main crop rotations are explained. The wheat yield 2007-09 was affected by legume percentage in crop rotation, which means partly lower yields but higher protein. The biogas slurry manuring increases the protein content in general but better in rotations with legumes.

Einleitung und Zielsetzung

Mit den Veränderungen der ökonomischen Rahmenbedingungen haben zwei Entwicklungen in ökologischen Betrieben eingesetzt: der Trend zu viehlosen ökologischen Betriebssystemen und die Energienutzung pflanzlichen Materials in Biogasanlagen. Seit 2004 hat sich die Zahl der Biogas-Anlagen in Biobetrieben erhöht und die installierte elektrische Leistung je Anlage hat zugenommen, so dass für die neuen Anlagen mehr Anbaufläche benötigt wird (Anspach u. Möller, 2009).

Aus der Sicht des Pflanzenbaus ergeben sich aus dem Betrieb von Biogasanlagen Vorteile; durch die Gärreste steht eine mobile N-Ressource zur Verfügung, die zur gezielten, Entwicklungsphasen bezogenen Düngung eingesetzt werden kann und von der Ertrags- und Qualitätseffekte zu erwarten sind. Gleichzeitig werden durch geringere Anteile an Verkaufsprodukten die N-Exporte aus dem Betrieb vermindert. In Folge dessen sind die betrieblichen N-Kreisläufe, analog zu denen tierhaltender Betriebe, vergleichsweise geschlossen. Da die assimilierte C-Menge jedoch in geringerem Umfang wieder zum Feld zurückgeführt wird, ist von einer Veränderung im Humushaushalt auszugehen.

Da in dem Zeitraum der Zunahme der Biogas-Anlagen kaum Informationen zu Wirkungen solcher Systeme auf Pflanzenertrag, Qualität und Bodeneigenschaften zur Verfügung standen, wurde 2004/05 ein Versuch angelegt, in dem der Einfluss der Fruchtfolge und der Biogasgülle auf die genannten Kriterien untersucht wird.

Methoden

Der Versuch zur Fruchtfolgegestaltung für Biogas-Betriebssysteme wird seit 2004/05 auf der Versuchsstation Viehhausen der TU München durchgeführt: Standort: Tertiärhügelland ca. 30 km nord-östlich von München, 480 m N.N., Ø 797 mm Niederschlag, Ø 7,5 °C. Böden: Braunerden bis Parabraunerden sL-L, AZ Ø 55.

¹ Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, TU München, Alte Akademie 12, 85354, Freising, D, reents@wzw.tum.de, www.wzw.tum.de/oekolandbau/.

Es werden fünf verschiedene vierfeldrige Fruchtfolgen (FF Hauptvariante) untersucht, die fünf verschiedene Strategien hinsichtlich Energieertrag, Erzeugung von Lebensmitteln und Bodenschonung abbilden (Tab.1, Standardvariante 1.1 zweimal wiederholt als FF 4.1 und FF 7.1 um Bodenunterschiede berechnen zu können). In Subvarianten im 4. Feld der Fruchtfolgen wird die Intensität des Anbaus untersucht. Biogasgülle wird entsprechend den geernteten Pflanzenmassen angepasst und für den Bedarf des jeweiligen Pflanzenwachstums zurückgeführt (s. Tab. 1). Der Effekt der Biogasgülle wird durch die gleichzeitige Anlage der Fruchtfolgen ohne Düngung untersucht.

Die **Standardfruchtfolge** Klee gras – Winterweizen – Zwischenfrucht Grünroggen – Mais – Triticale GPS bildet eine verbreitete Fruchtfolge-Praxis auf die Verhältnisse des ökologischen Landbaus ab. Klee gras dient zur N-Versorgung der Fruchtfolge; Mais, GPS, Grünroggen und Klee gras liefern die Energie für die Biogasanlage. Weizen ist das Nahrungsmittel innerhalb der Fruchtfolge. Mit den Gärrestsubstraten wird der Stickstoff wieder auf die Felder zurückgeführt.

In **der Fruchtfolge 2** soll die Zwischenfrucht Wick-Roggen durch eine etwas längere Wachstumszeit mehr Energie (und N) akkumulieren, das Sudangras die kürzere Wachstumszeit besser ausnutzen als der Mais und insgesamt mehr Energie binden.

Fruchtfolge 3 versucht durch einen Weißklee-Lebendmulch die Erosion deutlich zu vermindern und unterstellt einen gewissen Transfer von N zum Mais, wobei die schwache Konkurrenzskraft des Mais als problematisch erwartet wird.

Temporärer Bodenschutz, insbesondere Erosion, soll auch mit der **Fruchtfolge 5** durch die abfrierende Zwischenfrucht Senf/Rübsen erreicht werden.

Eine eher extreme Variante des ökologischen Anbaus ist in der **Fruchtfolge 6** mit zweimal Klee gras, GPS und einmal Weizen in vier Jahren realisiert (in der Subvariante wird das System auf drei Jahre Klee gras vereinfacht). Es wird dabei unterstellt, dass eine Biogas-Anlage mit Klee gras als weitgehend alleinigem Substrat betrieben werden kann, was Praxisanlagen inzwischen mehrfach gezeigt haben.

Daraus ergibt sich ein zweifaktorieller Versuch mit den Faktoren "Fruchtfolge" in fünf bzw. zehn Stufen und „Biogasgülle-Düngung“ in zwei Stufen in vierfacher Wiederholung, der nach einer Einführungsphase seit 2007, wie in Tab. 1 dargestellt, durchgeführt wird. Er gliedert sich in vier Blöcke, so dass alle FF-Felder in jedem Jahr angebaut werden. Die Parzellengröße des einzelnen Versuchsglieds beträgt 6x12 m. Da die Hauptbearbeitung mit betrieblicher Technik durchgeführt wird, wurde der Versuch als Streifenanlage angelegt mit der dreimaligen Anlage des Standards, damit jede Fruchtfolgevariante zum jeweils nächstgelegenen Standard verglichen werden kann.

Tab. 1: Fruchtfolgen und Biogasgülle [m³] in Biogas-Fruchtfolgeversuch Viehhausen

Hauptvariante Subvariante	1. Feld m³	2. Feld m³	Zwischen- frucht	3. Feld m³	4. Feld .1 Feld .2 m³		
1.1 Standard 1.2	Kleegras	Winter- weizen	40 30	Grünroggen (E) Mais	60 50	Triticale GPS Winterweizen	50 40
2.1 2.2	Kleegras	Winter- weizen	40 50	Wick-Roggen (E) Sudan- gras	60 70	Triticale GPS Sonnenblumen	50 50
3.1 3.2	Kleegras	Winter- weizen	50 50	Weißklee (Wk) Mais in Wk	80 80	Triticale GPS Mais in Wk	50 80
4.1 Standard	Kleegras	Winter- weizen	40	Grünroggen (E) Mais	60	Triticale GPS	50
5.1 5.2	Kleegras	Winter- weizen	40 50	Senf/Rübsen Mais	60 70	Triticale GPS Sonnenblumen	50 20
6.1 6.2	Kleegras	Winter- weizen	60 60 70 80	Kleegras Kleegras		Triticale GPS Kleegras	80 30
7.1 Standard	Kleegras	Winter- weizen	40	Grünroggen (E) Mais	60	Triticale GPS	50

Ergebnisse und Diskussion

Eine erste Auswertung wird für Weizerträge und -qualitäten durchgeführt, da sich Managementeffekte daran relativ gut abbilden. Ein Vergleich der Hauptfaktoren zeigt, dass die Biogasgülle eine signifikante die Erhöhung des Ertrags und der Proteingehalte zur Folge hatte. Die Subvariante der Fruchtfolgen führte hingegen bislang zu keinen Unterschieden, auch wenn sich tendenziell höhere Erträge bei geringerem Proteingehalt andeuten (Tab. 2).

Tabelle 2: Effekt von Biogasgülle und Fruchtfolgeschema auf Ertrag und Qualität von Winterweizen

	Kornertrag [dt/ha]		Rohprotein [%]	
	Hauptvariante	Subvariante	Hauptvariante	Subvariante
ohne Biogasgülle	46,8	47,2	10,05	9,86
mit Biogasgülle*	59,4	61,3	11,44	11,19

Signifikanz im t-Test: * p=0,001

Die Auswertung der Ergebnisse im Detail zeigt, dass anscheinend in der Fläche eine systematische Veränderung der Bodeneigenschaften vorhanden ist, die besonders in den ungedüngten Varianten deutlich wird. Für die Auswertung ist deshalb aus den Standardvarianten (1, 4 und 7) eine quadratische Regression berechnet und die Abweichung der anderen Fruchtfolgen von den nach der Funktion geschätzten Erträgen getestet worden (Abb. 1). Danach haben die Kleegras-Varianten 6 einen signifikant niedrigeren Ertrag. Die Gülledüngung führt zu einem Ausgleich der Anbaubedingungen, d. h. im Bereich der Varianten mit den höheren Erträgen ist die Gülledüngung weniger ertragswirksam als bei niedrigeren Erträgen. Die FF 1.2 und 2.1 haben geringere Erträge als mit Regressionsfunktion berechnet, 2.2 und 3.2 höhere Erträge. In FF 6.1 und 6.2 ist die Güllewirkung sehr ausgeprägt (Abb. 1). Das mehrjährige Kleegras vor dem Weizen hinterlässt offensichtlich so stabile organische Substanz, dass diese in den Phasen des Weizenwachstums, in denen der Ertrag aufgebaut wird, nicht mobilisiert werden kann. Die Gülledüngung kann unter diesem Aspekt als Anre-

gung der mikrobiellen Tätigkeit und Priming-Effekt interpretiert werden.

Die Rohproteingehalte (zweijährig, um Jahreseffekte zu verringern) zeigen die oben beschriebenen Wirkungen der Bodenunterschiede nicht (Abb. 2), dafür werden sie durch die Biogasgülle deutlich erhöht (im Mittel um 1,73 %-Punkte). Die deutlichsten Effekte treten in den beiden Klee gras-Varianten 6.1. und 6.2 auf, was den Schluss zulässt, dass während der Kornfüllungsphase eine größere N-Aufnahme aus dem Boden möglich war als bei den anderen Varianten.

Schlussfolgerungen

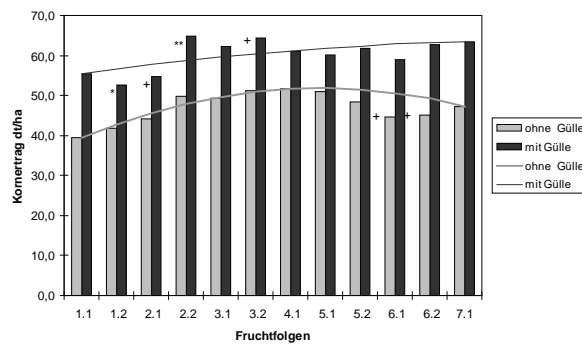


Abbildung 1: Weizenerträge [dt ha⁻¹], Mittel 2007-2009 ** p 0,01, *p 0.05, +p 0,1 im T-Test zur Regressionsgraden

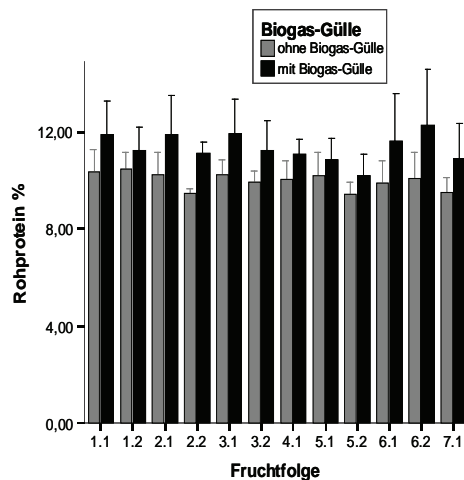


Abbildung 2: Rohproteingehalte des Weizens [%], Mittel 2008-2009,

Die Weizenerträge und -proteingehalte verdeutlichen Wechselwirkungen zwischen Fruchtfolgegestaltung und Düngung mit Biogasgülle. So hat das mehrjährige Klee gras einen unterdurchschnittlichen Ertrag, die Ertrags- und Qualitätswirkung der Gülle ist aber am deutlichsten. Es ist zu erwarten, dass mit längerer Dauer der Bewirtschaftung durch das Klee gras ein Humuspool aufgebaut wird, und sich die Ertragswirkung dann umkehrt (u.a. Baeumer 1992).

Literatur

- Anspach, V. und Möller, D. (2009): Konzepte und Strategien der Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse des Bio-Biogas-Monitoring. In: Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009. S. 390-393
- Baeumer, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. Stuttgart: Ulmer