

Vergleich der pflanzenbaulichen Systemwirkungen vergorener und unvergorener Wirtschaftsdünger und Vergärung von pflanzlichen Koppelprodukten in einem Betriebssystem der ökologischen Landwirtschaft mit Viehhaltung

Comparison of system effects from fermented and unfermented organic fertilizers and fermentation of vegetal by-products on plant production in an organic farming system with husbandry

A. Deuker¹, K. Möller¹, G. Leithold¹

Key words: biogas, fertilizing, plant production, nutrient cycling

Schlüsselwörter: Biogas, Düngung, Pflanzenbau, Nährstoffmanagement

Abstract:

The influence of biogas production in organic farming systems on different agricultural aspects is being researched in a field trial on the research station Gladbacherhof of the University of Giessen. The investigations took place within a whole crop rotation including 7 different crops in 8 years: two years clover grass followed by winter wheat, potatoes, rye, peas, spelt and at last summer wheat with undersown clover grass. Intercrops were sown after winter cereals and peas. This crop rotation is able to feed an average livestock husbandry in organic farming (0.8 cows ha⁻¹). Four different fertilizing systems are being compared: 1) solid manure ploughed under before seeding of crops, 2) slurry spread out in emerging winter cereals or ploughed under to summer crops, 20 % were applied to mustard-vetches catch crop 3) fermented slurry applied like system 2 and 4) fermented slurry plus fermentation of crop residues and catch crops. The systems with slurry have a slurry storage capacity of half a year. Fermentation takes place in two biogas reactors, one for slurry (fully mixed reactor) and another one for plant residues (percolation system).

Total N efficiencies of manure and slurry fertilizing systems are comparable. Reasons for this are: a) the atmospheric nitrogen losses after spreading out slurry on the surface of the soil and b) the reduced biological N₂ fixation by vetches after application of slurry before seeding due to the limitations in storage capacity. Fermentation of crop residues and catch crops increases to about 70 % the mobile fertiliser pool but the productivity of the whole system is not higher, because a) about 50 % of N is within the solid phase of fermentation residue with a wide C/N ratio (≈19) and b) harvest and storage of crop residues and catch crops decreases the N-loss potential in winter (NO₃, N₂O), but other losses related to harvest, storage and mainly to spreading back on the soil in spring time are affecting the N use efficiency of the system.

Einleitung und Zielsetzung:

Bisher vorliegende Untersuchungen über die Düngung mit Gärresten aus Biogasanlagen beschränken sich auf die direkten Düngewirkungen vergorener und unvergorener organischer Dünger bei einzelnen Kulturpflanzen.

¹ Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Str. 21C, 35394 Gießen, E-mail: deuker_arno@hotmail.com

Es liegen keine Erkenntnisse über die Auswirkungen auf die Produktivität der Ackerflächen der gesamten Fruchtfolge unter Einbeziehung möglicher Nachwirkungen vor. Ferner sind bislang die möglichen Auswirkungen der Vergärung von Koppelprodukten (Stroh von Körnerleguminosen und Getreide sowie Zwischenfruchtaufwüchse) auf N-Haushalt und Produktivität des Gesamtsystems nicht untersucht worden. In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt werden im Rahmen einer Gesamtfruchtfolge die Effekte der Vergärung von Gülle und Koppelprodukten auf die Produktivität der Fruchtfolge sowie auf einzelne Umweltparameter untersucht.

Methoden:

Seit 2002 werden auf dem Lehr- und Versuchsgut Gladbacherhof der Universität Gießen (Parabraunerde 60-70 Bodenpunkte, Ø Niederschlag 670 mm, Jahresmitteltemperatur 9,3°C) entsprechende Feldversuche durchgeführt. Die Fruchtfolge ist typisch für den ökologischen Landbau (zweijähriges Klee gras, Winterweizen mit Zwischenfrucht, Kartoffeln, Roggen mit Zwischenfrucht, Erbsen mit Zwischenfrucht, Dinkel mit Zwischenfrucht, Sommerweizen mit Untersaat). Der Viehbesatz (Rinder) beträgt 0,8 GV / ha. Ein Versuch auf einer Grünlandfläche ist in den Versuch einbezogen und wird analog behandelt. Die Menge an organischen Düngern errechnete sich anhand der P-Flüsse im Futter aus den Rotationserträgen abzüglich der Retention im Tiermagen von 18 % (FLEISCHER 1998) zuzüglich Einstreu. Es wurden vier verschiedene Dünge- und Vergärungsvarianten untersucht:

SM = Übliche Stallmistwirtschaft als 1. Kontrollvariante: "Stapelmistwirtschaft" wie im ökologischen Landbau üblich, Ernterückstände und Zwischenfruchtaufwüchse verbleiben auf dem Acker, sofern sie für die Tierhaltung nicht benötigt werden. Getreidestroh dient als Einstreu.

RG = Güllewirtschaft (Rohgülle) als 2. Kontrollvariante: Ernterückstände und Zwischenfruchtaufwüchse verbleiben auf dem Acker, sofern sie für die Tierhaltung nicht benötigt werden.

BG = Biogaswirtschaft: Vergärung der tierischen Exkrememente, Ernterückstände und Zwischenfruchtaufwüchse verbleiben auf dem Acker, sofern sie für die Tierhaltung nicht benötigt werden.

BG+ER = Güllevergärung mit Kofermentation betriebseigener Nebenprodukte (Reststroh, Zwischenfruchtaufwüchse): Nutzung sämtlicher Koppelprodukte in der Biogasanlage (Vergärung von Gülle, Grünmasse der Zwischenfruchtbestände, Ernterückstände), sofern sie für die Tierhaltung nicht benötigt werden.

Die Gülle wurde in Rührkesselfermentern ca. 25-30 Tage mesophil vergoren. Das pflanzliche Material wurde in einer Hochleistungs-Perkolations-Biogasanlage (System nach EDELMANN et al. 1996) mit Fest-Flüssig-Trennung vergoren. Dabei entstanden ein stallmistähnlicher fester sowie ein jaucheähnlicher dünnflüssiger Gärrest (jeweils ca. 50 % des N). Die organischen Dünger wurden in allen Varianten in geschlossenen (Gülle) bzw. abgedeckten Behältern (Stallmist, feste Gärreste aus Perkolations) möglichst verlustarm zwischengelagert. Bei Flüssigdüngern wurde von einer Lagerkapazität von sechs Monaten ausgegangen, so dass systembedingt etwa 20 % zum Zwischenfruchtgemenge (Sommerwicken + Ölrettich) gedüngt werden mussten.

Etwa 50 % des in der Fruchtfolge zu verteilenden mobilen Düngers wurde zu Winterweizen und Kartoffeln ausgebracht, der Rest zu den übrigen drei Getreidearten. Beim Stallmist (SM) erfolgte die Düngung zur Pflugfurche, wobei der Winterweizen nur

mit Jauche (3 % des Gesamt-P-Rückflusses) in den bestockenden Bestand gedüngt wurde. Die Flüssigdünger wurden bei den Winterungen per Schlepplschlauchverfahren in den bestockenden Bestand ausgebracht, wohingegen sie bei den Sommerungen zur Saatbettbereitung gedüngt und zeitnah eingearbeitet wurden. Der feste Gärrest wurde zum größten Teil vor der Saat der nicht legumen Sommerungen eingearbeitet.

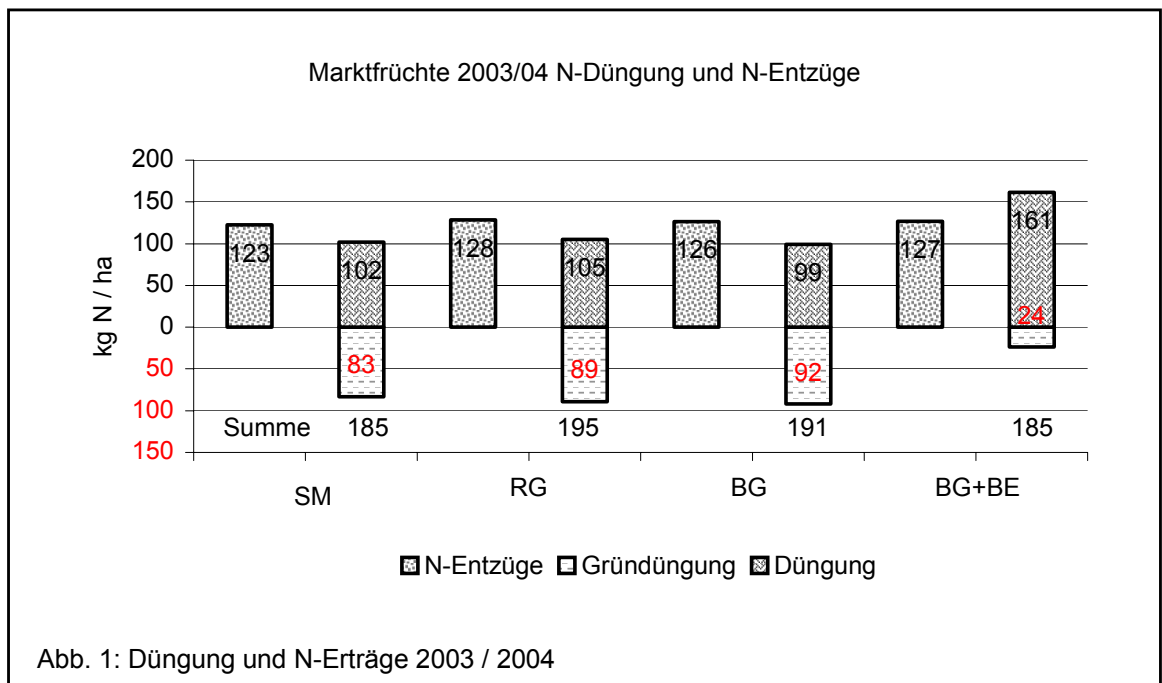
Ergebnisse und Diskussion:

Die Unterschiede im mobilen Düngerpool aus Futter & Einstreu zeigen bei Stallmist gegenüber den Güllevarianten einen höheren Input durch die Nutzung des gesamten Getreidestrohs als

Tab. 1: Mobiler Düngerpool und Gründüngung in kg N / ha Mittelwert der Marktfrüchte 2003 / 2004

		SM	RG	BG	BG+BE
Mobiler Düngerpool	Futter & Streu	102	105	99	99
	Koferment				62
	Σ	102	105	99	161
Gründüngung & Reststroh		83	89	92	24
	Σ	185	194	191	185

Einstreu, der aber durch Rotteverluste reduziert wird. Die Einbeziehung von Koppelprodukten und Zwischenfrüchten bewirkte eine deutliche Erhöhung des mobilen N-Düngerpools. Die Gründüngung besteht bei der SM-Variante aus Zwischenfruchtaufwuchs und Gründüngung, bei RG und BG addiert sich das Reststroh, während bei BG+BE nur Stoppelreste auf dem Acker verbleiben. Bei der Beurteilung der Differenzen zwischen der Variante RG und den Varianten mit Vergärung muss berücksichtigt werden, dass die Versuchsanlage nicht mit einer Kondensationsstrecke für das Biogas ausgestattet war und so mit dem austretenden Gas gewisse versuchsbedingte Ammoniakverluste auftraten. Als Folge dieser Verluste verringerte sich die N-Düngung der Variante BG um 5,5 % gegenüber Var. RG.



Betrachtet man die N-Entzüge der Marktfrüchte und die Summe aus Düngung und Gründüngung, zeigt sich, dass sich alle Varianten auf ähnlichem Niveau bewegen. Die Verwertung des Stickstoffs wird effizienter, wenn die Zwischenfrüchte und das

Reststroh vergoren werden statt als Gründüngung auf dem Acker zu verbleiben. Die N-Effizienz als Quotient aus dem N-Entzug der Marktfrüchte und der Summe aus Düngung und Gründüngung beträgt hier 69 % andernfalls nur 66 %. Die N-Entzüge liegen wegen der o.g. versuchsimmanenten Verluste auf einem Niveau.

Die Einarbeitung der Gülle bei den Sommerungen (Sommerweizen; Kartoffel) direkt nach der Ausbringung erhöhte die N-Effizienz gegenüber der Stallmistdüngung deutlich (SM: 33 %; RG: 40 %; BG: 42 % BG+BE 35 %). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass bei der Variante BG+BE ein erheblicher Teil des mobilen Düngers als fester Gärrest ausgebracht wurde. Die N-Entzüge der Variante BG+BE waren bei den Winterungen 7 % höher als bei der Variante BG, während sie bei den mit festen Gärresten aus der Perkulationsanlage gedüngten Sommerungen um 11 % darunter lagen. Es ist davon auszugehen, dass der feste Gärrest mit einem weiten C/N-Verhältnis (ca. 19:1) vor allem bei Düngung zur Sommerung unter den gegebenen Boden- und Witterungsverhältnissen nicht wirksam wurde und den negativen Effekt des Aberntens der vorherigen Zwischenfrucht nicht kompensieren konnte.

Schlussfolgerungen:

Bei der N-Effizienz der Fruchtfolge unterschieden sich die Systeme SM und RG bzw. BG nicht wesentlich. Mögliche Ursachen hierfür sind:

- a) die begrenzte Lagerkapazität, die die Ausbringung eines Teils der Gülle zur Zwischenfrucht bedingt. Dies reduziert deren biologische N_2 -Fixierung und verringert so die Leistung des Systems, so dass eine höhere Lagerkapazität entscheidende Effizienzsteigerungen erwarten lässt.
- b) die bei oberflächennaher Ausbringung auftretenden NH_3 -Verluste, welche die Düngewirkung vermindern, denn die Effizienz der Düngung mit Gülle ist nur dort im Vergleich zum Stallmist höher, wo die Gülle vergleichbar zum Stallmist unmittelbar nach der Ausbringung eingearbeitet wurden.

Die Vergärung betriebseigener Kofermente erhöhte den mobilen N-Düngerpool um ca. 70 %, die Produktivität des Gesamtsystems erhöhte sich bei den vorliegenden Untersuchungen dadurch jedoch nicht. Mögliche Gründe sind:

- a) ca. 50 % des Stickstoffs befinden sich im festen Gärrest mit einem weiten C/N-Verhältnis (\emptyset 2003: 19:1), der zur Sommerung gedüngt nicht ertragswirksam wird. Hier bietet sich eine überjährige Düngung zur Zwischenfrucht an, um eine Mineralisierung zum Zeitpunkt des größten Bedarfes zu erreichen.
- b) der Abtransport der Zwischenfrüchte verringert zwar das Verlustpotenzial über Winter (NO_3 , N_2O), aber es treten an deren Stelle Verluste bei Bergung, Vergärung und vor allem im Zusammenhang mit der Ausbringung auf.

Literatur:

Fleischer E (1998) Nutztierhaltung und Nährstoffbilanzen in der Landwirtschaft. Angewandte Umweltforschung, Band 10.

Edelmann W et al. (1996) Zweistufige Vergärung von festen biogenen Abfallstoffen – Forschungsprojekt Nr.: 2020. Maschwanden, Schweiz