

Sustainable crop rotations for organic energy crop production in Austria

R. Hrbek^{1,2}, B. Freyer¹, T. Amon² und J.K. Friedel¹

Key words: development of organic agriculture, crop rotations for biogas production

Schlagwörter: Entwicklung Ökolandbau, Fruchtfolgen für Biogaserzeugung

Abstract:

Biogas production is a key technology for sustainable use of biomass from agricultural production. An optimisation of biogas production from energy crops should not confine to the consideration of the biogas process. To assure a durable success, cropping of energy plants has to be designed according to the principles of sustainable crop rotations. Only in site-adapted and ecologically balanced crop rotation systems, energy crop production is meaningful. The general aim of this study was to develop site-adapted crop rotation systems including energy crops as main and catch crops. Study regions were chosen to represent large regions of Austria. To include a great share of the crop species relevant for Austria, sites from the dry region (NUTS III region „Weinviertel“), the transition zone (NUTS III region „Mostviertel-Eisenwurzen, Northern part“) and the Northern Alps (NUTS III region „Mostviertel-Eisenwurzen, Southern part“) were chosen.

Altogether, three different categories of model crop rotations were designed:

- 1. Typical regional model crop rotations*
- 2. Crop rotations for energy crop production (I) with the aim of optimising methane hectare yields considering ethical and economic guidelines*
- 3. Crop rotations for energy crop production (II) with the aim of maximal methane hectare yields*

The methane hectare yields in organic crop rotations I amounted to around 830 to 1700 Nm³ ha⁻¹ a⁻¹. Crop rotations II yielded around 2430 to 3650 Nm³ ha⁻¹ a⁻¹. Highest values were achieved on farms with a great share of energetically used fodder crops.

Einleitung und Zielsetzung:

Die Biogaserzeugung ist eine Schlüsseltechnologie zur nachhaltigen Nutzung von agrarisch erzeugter Biomasse. Eine optimale Biogaserzeugung aus Energiepflanzen darf sich aber nicht nur auf die Betrachtung des Biogasprozesses beschränken. Um dauerhaft Erfolg zu bringen, muss der Energiepflanzenanbau nach den Grundsätzen einer nachhaltigen Fruchtfolge und Bodenfruchtbarkeit gestaltet sein. Das Hauptziel der Untersuchung bestand daher in der Entwicklung standortangepasster biologischer und konventioneller Fruchtfolgesysteme unter der Einbeziehung von Energiepflanzen als Haupt- und Zwischenfrüchte. Im folgendem wird auf biologische Fruchtfolgesysteme eingegangen.

Methoden:

Die Untersuchungen fanden in zwei für den Ackerbau in Österreich typischen Anbaugebieten, sowie in einem Randgebiet (Gebiet III) statt. Zur Gebietsabgrenzung wurde

¹ Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Gregor-Mendel-Str. 33, 1180 Wien, Österreich; regina.hrbek@boku.ac.at

² Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Wien

auf NUTS-III-Regionen³ zurückgegriffen. Bei den Untersuchungsregionen handelt es sich um:

- I. Trockengebiet: NUTS III-Region Weinviertel,
- II. Übergangsgebiet: NUTS III-Region Mostviertel-Eisenwurzen, Teil NORD
- III. Nördliche Randalpen: NUTS III-Region Mostviertel-Eisenwurzen, Teil SÜD

Die Region Mostviertel-Eisenwurzen wurde in Nord und Süd geteilt, da sie unterschiedliche klimatische Bereiche repräsentiert. Die Region im Norden ist ein typisches Ackerbaugesamt mit Rinder- und Schweinehaltung, während im Süden (Region mit geringem Ackerbauanteil) das Grünland mit Rinderhaltung (keine Schweinebetriebe) dominiert. Als Datengrundlagen für die Erstellung von Modellfruchtfolgen dienten:

- Anteile (%) der Ackerkulturen an der Ackerfläche (AF) (EDER 2005)
- Kulturartenverteilung und Modellbetriebe vorausgehender Untersuchungen (KRATOCHVIL 2003)
- Hinweise von Beratern zu regionstypischen Modellfruchtfolgen
- Ertragschätzungen vorausgehender Untersuchungen (KRATOCHVIL 2003)
- Erträge aus BMLFUW (2002) für den biologischen Landbau
- Stroherträge: Berechnung nach dem üblichen Korn/Strohverhältnis
- Stammdaten für die Gasproduktion (KTBL 2005, AMON et al. 2003, AMON und HOPFNER-SIXT 2005) (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mittlere Ertragsdaten (angegeben in oTS = organische Trockensubstanz) und mittlere Methanhektarerträge verschiedener Kulturarten in den Untersuchungsregionen

Kulturart	Faktor Nm ³ dt ⁻¹	Mittlere oTS dt ha ⁻¹ a ⁻¹			Methanertrag Nm ³ ha ⁻¹ a ⁻¹		
		Untersuchungsregionen*					
		I.	II.	III.	I.	II.	III.
Luzerne 1. Jahr	43,2	71,9	-	-	3106	-	-
Luzerne 2. Jahr	43,2	80,9	-	-	3495	-	-
Kleegras 1. Jahr	33,5	-	99,0	99,0	-	3317	3317
Kleegras 2. Jahr	33,5	-	108,0	108,0	-	3618	3618
Silomais	39,0	96,0	133,4	121,0	3744	5203	4719
Winterweizenstroh	18,9	36,6	37,4	33,8	692	707	639
Winterroggen (GPS)	38,0	-	37,6	-	-	1429	-
Sommergerste (GPS)	27,0	32,1	32,1	32,1	867	867	867
Dinkelstroh	18,9	-	34,7	-	-	656	-
Triticalestroh	18,9	-	45,3	40,0	-	856	756
Sonnenblume-Restpflanze	35,0	23,2	-	-	812	-	-
Sonnenblume-Presskuchen	35,0	12,9	-	-	452	-	-
Zwischenfrucht (ZF)	33,5	18,0	27,1	27,1	603	908	908

Legende: Nm³ = Norm-Kubikmeter, GPS = Ganzpflanzensilage, - = Kulturart kommt in den vorliegenden Fruchtfolgen nicht vor, * I = Weinviertel, II = Mostviertel-Eisenwurzen NORD, III = Mostviertel-Eisenwurzen SÜD

Die Methanhektarerträge ganzer Fruchtfolgen ergeben sich aus der Summe der Methanhektarerträge der Kulturen dividiert durch die Anzahl der Fruchtfolgejahre. Aufbauend auf diesen Daten wurden drei verschiedene Kategorien von Modellfruchtfolgen formuliert:

1. Regionstypische Modellfruchtfolgen (= Ist-Zustand, Ergebnisse nicht dargestellt)
2. Fruchtfolgen für den Energiepflanzenanbau (I) mit dem Ziel der Methanhektarertragsoptimierung unter Berücksichtigung ethischer und ökonomischer Rah-

³ NUTS (zu deutsch „Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik“) ist eine allgemeine, hierarchisch aufgebaute, dreistufige territoriale Gliederung der EU-Staaten, wobei die NUTS-Einheiten in der Regel aus einer Verwaltungseinheit oder der Gruppierung mehrerer Einheiten bestehen. Die NUTS-Gliederung dient sowohl statistischen Zwecken als auch – auf den Ebenen II und III – zur Beurteilung möglicher Regionalförderungen (BMLFUW 1998: S. 312).

menbedingungen (Kulturarten mit einem hohen Methanhektarertrag werden in die Fruchtfolge eingegliedert; Kulturen mit hohem Marktpreis bzw. Kulturen, die zur menschlichen Ernährung dienen und aus ökonomischen bzw. ethischen Gründen nicht in der Biogasanlage vergärt werden sollen, werden als Marktfrüchte verkauft; keine Vergärung von Stroh und Zwischenfrüchten, da dies wegen des niedrigen Methanertrages pro Hektar nicht wirtschaftlich ist (WALLA und SCHNEEBERGER 2005a)

3. Fruchtfolgen für den Energiepflanzenanbau (II) mit dem Ziel maximaler Methanhektarerträge (alle Nebenprodukte werden der Biogasanlage zugeführt)

Ergebnisse und Diskussion:

Die Methanhektarerträge der Fruchtfolgen I betragen 830 bis 1700 Nm³ ha⁻¹ a⁻¹ (Tabelle 2). Die Fruchtfolgen II erzielen 2430 bis 3650 Nm³ ha⁻¹ a⁻¹ (Tabelle 3).

Tabelle 2: Methanhektarerträge (Nm³ ha⁻¹ a⁻¹) biologischer Fruchtfolgen (I) unter Berücksichtigung ethischer und ökonomischer Rahmenbedingungen

Untersuchungsregionen	Fruchtfolgeglieder*	Nm ³ ha ⁻¹ a ⁻¹
I. Trockengebiet: Weinviertel	<u>1.1 a: Ohne Tierhaltung (mit Hack- u. Ölfrüchten):</u> 1. Luzerne, 2. Luzerne, 3. WW (ZF), 4. Silomais, 5. Kartoffel, Ölkürbis (ZF), 6. WW (ZF), 7. SG	1 479
	<u>1.1 b: Ohne Tierhaltung (ohne Hack- u. Ölfrüchten):</u> 1. Luzerne, 2. Luzerne, 3. WW (ZF), 4. Silomais, 5. Körnererbse, Winterroggen, 6. WW (ZF), 7. SG	1 479
II. Übergangsbereich: Mostviertel – Eisenwurzen NORD	<u>2.1 a: Ohne Tierhaltung (6-jährige Fruchtfolge):</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. WW (ZF), 4. Silomais (10,6%**) und Kartoffel (6%), 5. WW, Dinkel, 6. Winterroggen	1 704
	<u>2.1 b: Ohne Tierhaltung (5-jährige Fruchtfolge):</u> 1. Klee gras, 2. WW (ZF), 3. Silomais (14%**) und Kartoffel (6%), 4. WW u. Dinkel, 5. Winterroggen	1 391
	<u>2.2 a: Mit Schweinehaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. WW (ZF), 4. Silomais, 5. Wintergerste und Dinkel (ZF), 6. Sojabohne (ZF), 7. SG u. Hafer	1 219
	<u>2.3 a: Mit Rinderhaltung:</u> 1. Klee gras, 2. WeWi, 3. Triticale (ZF), 4. SG u. Triticale	829
III. Nördliche Randalpen: Mostviertel – Eisenwurzen SÜD	<u>3.1 a: Mit Rinderhaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. Silomais (10%**) und WW (10%), 4. Triticale (ZF), 5. SG	1 135

Legende: WW = Winterweizen, ZF = Zwischenfrucht, SG = Sommergerste, Nm³ = Norm-Kubikmeter, WeWi = Wechselwiese, * fett gedruckte Fruchtfolgeglieder werden in der Biogasanlage vergoren, ** Prozentanteil an der gesamten Fruchtfolge

Tabelle 3: Methanhektarerträge (Nm³ ha⁻¹ a⁻¹) biologischer Fruchtfolgen (II) mit dem Ziel maximaler Methanerträge

Standorträume	Fruchtfolgeglieder*	Nm ³ ha ⁻¹ a ⁻¹
I. Trockengebiet: Weinviertel	<u>1.1 a: Ohne Tierhaltung:</u> 1. Luzerne, 2. Luzerne, 3. WW* (ZF), 4. Silomais (ZF), 5. SB*** und SB-Presskuchen (ZF), 6. Silomais (ZF), 7. SG (GPS)	2 762
II. Übergangsbereich: Mostviertel – Eisenwurzen NORD	<u>2.1 a: Ohne Tierhaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. WW* (ZF), 4. Silomais, 5. Winterroggen und Silomais (Zweitfrucht), 6. SG (GPS)	3 647
	<u>2.2 a: Mit Schweinehaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. WW* (ZF), 4. Silomais (ZF), 5. Sojabohne (13,3%) und Dinkel (3,3%**) (ZF), 6. SG (GPS)	2 839
	<u>2.3 a: Mit Rinderhaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. Triticale**** (ZF), 4. SG (GPS)	2 394
III. Nördliche Randalpen: Mostviertel – Eisenwurzen SÜD	<u>3.1 a: Mit Rinderhaltung:</u> 1. Klee gras, 2. Klee gras, 3. WW (10%**) und Silomais (10%**), 4. Triticale**** (ZF), 5. SG (GPS)	2 429

Legende: siehe Tabelle 2, GPS = Ganzpflanzensilage, SB = Sonnenblume, * Stroh vergoren, Körner verkauft, *** Sonnenblumenrestpflanze (Körner zur Ölgewinnung), **** Stroh vergoren, Körner verfüttert

Die höchsten Werte werden auf Betrieben mit einem hohen Anteil an energetisch genutzten Feldfutter-Pflanzen erreicht. Zusätzlich ergeben sich bei den viehhaltenden Betrieben noch Methanhektarerträge aus der vergorenen Rinder- bzw. Schweinegülle in Höhe von $100 - 300 \text{ Nm}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Bei den Fruchtfolgen II müssen die viehhaltenden Betriebe Krafffutter zukaufen. Trotzdem kann es bei Betrieben mit Rinderhaltung zu einer Einkommenserhöhung durch zusätzliche Erlöse aus der Biogasproduktion kommen, allerdings bei steigendem Arbeitszeitbedarf (WALLA und SCHNEEBERGER 2005b).

Schlussfolgerungen:

Der Anbau von nachwachsenden Energiepflanzen trägt zum Klimaschutz bei, bietet der Landwirtschaft Einkommensalternativen und stärkt den ländlichen Raum. Energiepflanzenfruchtfolgen müssen sich aber an den klimatischen Bedingungen und an den Bodeneigenschaften orientieren und somit standortbezogen sein. Standortangepasste und ökologisch ausgewogene Fruchtfolgesysteme können im biologischen Landbau als Zusatznutzen relevante Methanerträge liefern.

Literatur:

Amon, T. und Hopfner-Sixt, K. (2005): Analyse und Optimierung neuer Biogasanlagen. Projektnr. 809288 / 8539 KA/SA, 2004 – 2005. Im Auftrag der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) – Austrian Research Promotion Agency. Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur, Wien.

Amon, T. (2003): Optimierung der Biogaserzeugung aus den Energiepflanzen Mais und Klee gras. Endbericht Juli 2003. Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Wien. 88 S.

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), (2002): Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung im Biologischen Landbau 2002/2003. Wien, 190 S.

Eder, M. (2005): persönliche Mitteilung, Mai 2005. Institut für Agrar- und Forstökonomie, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Feistmantelstrasse 4, A-1180 Wien

Kratochvil, R. (2003): Betriebs- und regionalwirtschaftliche Aspekte einer großflächigen Bewirtschaftung nach den Prinzipien des Ökologischen Landbaus am Beispiel der Region Mostviertel-Eisenwurzen. Dissertation, Univ. f. Bodenkultur Wien.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), (2005): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.

Walla, C. und Schneeberger, W. (2005a): Energiepflanzenproduktion in viehlosen Biobetrieben. Berichte ü. Landwirtschaft 84/1.

Walla, C. und Schneeberger, W. (2005b): Ökonomische Analysen zum Betriebszweig Energiepflanzenproduktion für Biogasanlagen. In: Austrian Biomass Association: Proceedings - Central European Biomass Conference 2005, 26. 29.1.2005, Graz; Eigenverlag, Wien.