

Ökostromerzeugung aus Energiepflanzen von konventionell wirtschaftenden Betrieben

C. Walla und W. Schneeberger

Green electricity production using from energy crops of conventional farms

1 Einleitung

Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik erleichtert in Österreich durch die einheitliche Betriebsprämie (BGBl. II Nr. 336/2004) den landwirtschaftlichen Betrieben den Einstieg in neue Betriebszweige. Statt Marktfrüchten können ohne Verlust von Flächenprämien Energiepflanzen angebaut werden. Für Betriebe, welche die Rinderhaltung aufgeben wollen, bieten Biogasanlagen eine Alternative zur Nutzung der Futterflächen. Für Biogasanlagen, die bis 31.12.2004 genehmigt und bis 31.12.2007 den Betrieb aufnehmen, besteht für die ersten 13 Betriebsjahre gesetz-

lich eine Abnahmepflicht und ein garantierter Strompreis (Ökostromgesetz BGBl. I Nr. 149/2002, Ökostromverordnung BGBl. II Nr. 508/2002 bzw. BGBl. II Nr. 254/2005). Der festgelegte Preis beträgt für Biogasanlagen mit ausschließlich landwirtschaftlichen Rohstoffen zwischen 16,5 und 10,3 Cent je kWh. Es besteht die Möglichkeit der Investitionsförderung aus Mitteln der ländlichen Entwicklung (vgl. BMLFUW, 2003). Im Jahr 2005 lieferten Biogasanlagen 220 GWh Strom (vgl. E-CONTROL, 2006).

Im Jahr 2002 vergärten nur 7 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen ausschließlich Gülle, 93 % auch andere Rohstoffe. Rund zwei Drittel der Anlagen setzten Energie-

Summary

The study uses linear programming to investigate the impacts of the construction of a biogas plant on a farm's production structure and net income. The calculations show that farms producing commercial arable crops could increase their net income through a biogas plant. Silage maize is the most cost-effective raw material for biogas production. Given average yields, alternatives such as Sudan grass and other forage crops lead to higher costs per kWh. On beef farms, silage maize is produced for feeding to the livestock; remaining areas still available for maize production within the constraints of crop rotation are then used to produce silage maize for the biogas plant. Those farms with milk production and grassland only would see a drop in farm net income if they ceased animal husbandry and setup a biogas plant, though labour requirements would fall significantly.

Key words: biogas, energy crops, catch crops, grassland, linear programming, Austria, profitability.

Zusammenfassung

Die Studie untersucht mittels linearer Planungsmodelle die Auswirkungen der Errichtung einer Biogasanlage auf das Produktionsprogramm und das Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe. Nach den Berechnungen unter den Bedingungen des Ökostromgesetzes könnten Betriebe mit Marktfruchtanbau mit einer Biogasanlage bzw. mit einer Beteiligung an einer Biogasanlage das Einkommen erhöhen. Silomais ist der kostengünstigste Rohstoff zur Biogasproduktion, Sudangras und Feldfutter verursachen bei durchschnittlichen Hektarerträgen höhere Kosten je kWh. Im Rinderhaltenden Betrieb wird Silomais für die Rinderfütterung und für die Biogasanlage nur auf den nach den Fruchtfolgebeschränkungen verbleibenden Flächen angebaut. In Betrieben mit ausschließlich Grünland und Rinderhaltung sinkt bei Aufgabe der Rinderhaltung und Errichtung einer Biogasanlage das Einkommen aus der Landwirtschaft, der Arbeitsbedarf geht in der Landwirtschaft zurück.

Schlagworte: Biogas, Energiepflanzen, Zwischenfrüchte, Grünland, lineare Planungsrechnung, Österreich, Wirtschaftlichkeit.

pflanzen ein, Silomais wurde am häufigsten verwendet, gefolgt von Grassilage (vgl. WALLA und SCHNEEBERGER, 2005a).

Für viehlose Biobetriebe liegen von WALLA und SCHNEEBERGER (2006) Modellrechnungen zur Ökostromerzeugung aus Biogas vor. In der vorliegenden Arbeit wird mittels Modellrechnungen untersucht, wie sich in konventionell wirtschaftenden Betrieben der Einstieg in die Ökostromerzeugung mit Anlagen, die bis 31.12.2004 genehmigt wurden, auf die Flächennutzung und das Einkommen auswirkt.

Die Ausgangssituation für die Ökostromerzeugung unterscheidet sich in den vier Rechenmodellen vor allem hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung. Daher hat jedes Modell neben der generellen Frage, ob die Ökostromerzeugung unter den bestehenden Rahmenbedingungen ein wirtschaftlicher Betriebszweig ist, noch spezielle Forschungsfragen. Im Marktfruchtbetrieb (Modell A) wird untersucht, welche Energiepflanzen eingesetzt werden sollten, welcher Anteil der Ackerfläche mit Energiepflanzen genutzt und ob Zwischenfrüchte für die Biogaserzeugung angebaut werden sollten. Im Rindermastbetrieb und im Milchviehbetrieb (Modell B und Modell C) interessiert die Wettbewerbsfähigkeit der Ökostromerzeugung mit der Rinderhaltung. Diese Betriebe sind mit so viel Ackerflächen ausgestattet, dass auch auf nicht stillgelegten Ackerflächen die Energiepflanzen ohne Einschränkung der Rinderhaltung angebaut werden könnten. Im Modell D werden vor allem die Konsequenzen der Aufgabe der Milchviehhaltung auf das Einkommen und auf die Direktzahlungen untersucht.

Im nächsten Abschnitt werden das Modellkonzept und die Rechenmethode erörtert. Dann werden die Annahmen und Daten der Modellrechnungen vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse der Berechnungen präsentiert. Mit der Diskussion der Ergebnisse und den Schlussfolgerungen endet der Beitrag.

2 Modellkonzept und Methode

Die Größe der Biogasanlage bzw. des Blockheizkraftwerkes (BHKW) wird mit 100 kW_{el} installierter elektrischer Leistung vorgegeben, eine in Österreich gängige Betriebsgröße (vgl. WALLA et al., 2006). Die Bereitstellung der Rohstoffe für die Biogaserzeugung kann entweder durch einen einzigen landwirtschaftlichen Betrieb oder durch mehrere Betriebe erfolgen. In den meisten Modellen ist eine Gemein-

schaftsanlage zu Grunde gelegt. Die Erlöse sowie die fixen und variablen Kosten werden anteilmäßig verrechnet. Dadurch werden für die Rohstoffe der Biogasanlage und für die Biogasgülle Verrechnungspreise vermieden. In allen Modellen werden jeweils Betriebe derselben betriebswirtschaftlichen Ausrichtung als Kooperationspartner betrachtet (Marktfruchtbetriebe, Rindermastbetriebe bzw. Milchviehbetriebe). In der Praxis könnten auch Betriebe mit unterschiedlicher betriebswirtschaftlicher Ausrichtung bei der Ökostromerzeugung kooperieren.

Die Entscheidung, welche Energiepflanzen in der Anlage verwertet werden, fällt im Modell auf Grund der Hektarerträge, der variablen Kosten, der Methanerträge je ha und der Preise der im Modell in Betracht gezogenen landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Der Strompreis für eine Anlage mit 100 kW_{el} beträgt laut Ökostromverordnung (BGBl. II Nr. 508/2002) 16,5 Cent je kWh netto. Da die landwirtschaftlichen Biogasanlagen häufig in ländlichen Regionen ohne Fernwärmenetz bzw. größere Wärmeverbraucher errichtet werden (WALLA und SCHNEEBERGER, 2005a), sind im Modell keine Erlöse für die Wärme vorgesehen. Die von den Betreibern verwendete Wärmemenge bleibt unbewertet.

Die Berechnungen erfolgen mit Hilfe eines einperiodischen linearen Planungsmodells. Mit den Modellformulierungen kann sichergestellt werden, dass die aus der Teilnahme am Agrar-Umweltprogramm (ÖPUL, 2000) resultierenden Einschränkungen eingehalten werden, die Aufeinanderfolge der Feldfrüchte zeitlich möglich ist, und der Tierbestand die verfügbaren Stallplätze bzw. die Milchlieferung die Milchquote nicht übersteigt. Der Nährstoffbedarf der Feldfrüchte wird modellintern formuliert, gedeckt kann er durch Handels- oder Wirtschaftsdünger bzw. Biogasgülle werden. Im Modell mit Tierhaltung kann das benötigte Kraftfutter teilweise selbst erzeugt oder zur Gänze zugekauft werden.

Der durchschnittliche Deckungsbeitrag pro Jahr ohne Biogasanlage wird dem durchschnittlichen Vergleichsdeckungsbeitrag pro Jahr mit Biogasanlage (Deckungsbeitrag pro Jahr abzüglich zusätzlicher durchschnittlicher Fixkosten pro Jahr durch die Biogasanlage) gegenübergestellt. Die Differenz zwischen dem Vergleichsdeckungsbeitrag und dem Deckungsbeitrag ohne Biogasanlage stellt bei Finanzierung der Anlage mit Fremdkapital den jährlichen Einkommenszuwachs durch die Ökostromerzeugung dar. Die Mehrarbeitszeit der Betreiber der Anlage sollte durch zusätzliches Einkommen aus dem Betrieb der Biogasanlage abgegolten werden. Im Modell mit Aufgabe der Tierhal-

tung geht der Arbeitszeitbedarf zurück. Aus den Rechenergebnissen kann in diesem Fall geschlossen werden, welche Einkünfte mit den freigesetzten Arbeitskraftstunden erzielt werden müssten, damit kein Rückgang im Gesamteinkommen entsteht.

3 Annahmen und Daten

Die Flächenausstattung der Modellbetriebe wurde an die Fragestellungen angepasst. Modell A (Marktfruchtbetrieb) und Modell B (Rindermastbetrieb) bewirtschaften ausschließlich Ackerland. Die beiden Modellbetriebe mit Milchviehhaltung unterscheiden sich in der Flächenausstattung, Betrieb C bewirtschaftet Acker- und Grünland, Modell D repräsentiert einen Betrieb im Berggebiet mit ausschließlich Grünland. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Flächenausstattung und die Tierhaltung der vier Modellbetriebe.

Der Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks mit 100 kW_{el} wird mit 33 %, die Auslastung mit rund 80 % (7.000 Volllaststunden) angesetzt. Die Investitionskosten für die Biogasanlage samt BHKW werden mit 450.000 € exkl. MWSt veranschlagt, im siebten Jahr wird das BHKW um 76.500 € ersetzt. Die durchschnittlichen jährlichen Kapitalkosten der Biogasanlage betragen unter Berücksichtigung von 30 % Investitionsförderung bei einem Kalkulationszinssatz von 5 % 412 € je kW_{el}. Die Betreuung, Kontrolle und Administration der Biogasanlage werden von den Betreibern selbst erledigt, es werden pro Jahr 600 AKh ver-

anschlagt. Die Betriebskosten, ohne Rohstoffe, sind mit 203 € je kW_{el} angesetzt (WALLA und SCHNEEBERGER, 2003). Tabelle 2 fasst die Annahmen zur Biogasanlage zusammen.

Die im Modell berücksichtigten Marktfrüchte und deren Hektarerträge enthält Tabelle 3. Weiters sind darin der Nährstoffbedarf, die variablen Kosten (ohne Dünger- und Ausbringungskosten) und die Erzeugerpreise angeführt. Alle Kalkulationen wurden unter den Bedingungen der GAP-Reform 2003, VO (EG) 1782/2003, durchgeführt, nach der die Ausgleichszahlungen von der Produktion entkoppelt bezahlt werden (KIRNER, 2004). Die Modellbetriebe A, B und C nehmen an der ÖPUL-Maßnahme Betriebsmittelreduktion auf Ackerflächen und an der Maßnahme Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter teil. Die Konsequenz der Teilnahme an dieser Maßnahme ist der Anbau von Getreide und Mais auf maximal 75 % und Zwischenfrüchte auf mindestens 35 % der Ackerfläche (für eine ausführliche Beschreibung siehe DARNHOFER et al. 2003). Die Modellbetriebe B, C und D nehmen an der Maßnahme Betriebsmittelverzicht auf Grünlandflächen teil. Die Erzeugerpreise entsprechen den durchschnittlichen Preisen der Jahre 2003 bis 2005, in den drei Jahren gab es relativ große Preisunterschiede (z.B. Mahlweizen zwischen 117 € im Jahr 2003 und 97 € im Jahr 2005, Körnermais zwischen 131 € im Jahr 2003 und 93 € im Jahr 2005) (BAWI, 2006). Der Nährstoffbedarf der Kulturen entspricht den Maximalwerten bei Teilnahme an der ÖPUL-Maßnahme Betriebsmittelreduktion. Die

Tabelle 1: Flächen, Tierbestände und Milchquoten der Modellbetriebe
Table 1: Crop areas, livestock numbers and milk quotas for each of the model farms

Faktorausstattung	Betriebswirtschaftliche Ausrichtung			
	Marktfrüchte Modell A	Rindermast Modell B	Milchviehhaltung	
			Modell C	Modell D
Ackerland (ha)	60	60	20	
Grünland (ha)			20	20
Anzahl Maststiere		100		
Anzahl Milchkühe			30	20
Anzahl Kalbinnen			15	10
Milchquote (1.000 kg)			165	110

Tabelle 2: Technische und wirtschaftliche Daten zur Anlage
Table 2: Technical and economic data concerning the biogas plant

Leistung (kW _{el})	100	Investitionskosten (€)	450.000
Wirkungsgrad BHKW (%)	33	Investitionsförderung (%)	30
Auslastungsgrad (%)	80	Fremdkapitalzinssatz (%)	5
Volllaststunden (h/Jahr)	7.000	Jährliche Kapitalkosten (€)	41.200
Arbeitsaufwand (AKh/Jahr)	600	Betriebskosten (€/kW _{el})	203

Tabelle 3: Hektarerträge, Nährstoffbedarf, variable Kosten und Erzeugerpreise der Marktfrüchte
 Table 3: Per hectare yields, nutrient requirements, variable costs and producer prices for the commercial crops

Kulturen	Hektarertrag (dt)	Nährstoffbedarf (kg/ha)			Variable Kosten ¹⁾ (€/ha)	Preis (netto) (€/dt)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Mahlweizen	60	130	45	20	355	10,5
Futterweizen	60	130	45	20	355	8,2
Sommergerste	50	80	45	40	325	8,3
Körnererbse	30	-30	55	60	380	9,1
Körnererbsen	30	140	55	80	320	18,6
Körnermais	110	150	55	60	430	10,4

¹⁾ Ohne Dünger- und Ausbringungskosten, diese werden im Modell verrechnet

Tabelle 4: Hektarerträge, Nährstoffbedarf und variable Kosten im Futterbau
 Table 4: Per hectare yields, nutrient requirements and variable costs for forage production

Grundfutter bzw. Energiepflanze	Ertrag (dt/ha)	Nährstoffbedarf (kg/ha)			Variable Kosten ¹⁾ (€/ha)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Silomais (Modell B)	450	150	55	60	320
Grassilage (Modell C)	240	170	65	170	225
Heu (Modell C)	75	90	45	120	175
Grassilage (Modell D)	195	120	55	135	215
Heu (Modell D)	65	90	45	120	250

¹⁾ Ohne Dünger- und Ausbringungskosten, diese werden im Modell verrechnet

Körnererbse liefert für die Folgefrucht durchschnittlich 30 kg Stickstoff. Die variablen Kosten sind aus dem Katalog von Standarddeckungsbeiträgen entnommen (BMLFUW, 2002). Die ÖPUL-Prämien entsprechen den Beträgen des Jahres 2005.

Die Annahmen zur Grundfütterergewinnung enthält Tabelle 4. Für Grassilage und Heu gibt es im Modell D (Betrieb im Berggebiet) niedrigere Hektarerträge (PÖTSCH, 1998).

In den Modellen mit Ackerbau ist der Anbau von Getreide, Sudangras und Mais begrenzt. Zwischenfrüchte können vor Sommergerste, Körnererbse, Sudangras und Mais angebaut werden. Der Anteil jeder Kultur ist mit 50 % beschränkt, ein Fruchtwechsel wird verlangt. 10 % der Ackerfläche müssen stillgelegt werden, ein Anbau von Energiepflanzen ist auf dieser Fläche erlaubt.

Die in der Tierhaltung verwendeten Daten zeigt Tabelle 5. Die variablen Kosten der Milchkühhaltung differieren in den Modellen C und D wegen der unterschiedlichen natürlichen Bedingungen. Die Milchlieferung je Kuh ist in beiden Modellen mit 5.500 kg angesetzt, sie entspricht in etwa dem österreichischen Durchschnitt im Jahr 2004 der Kühe in der Milchleistungskontrolle (ZAR, 2005). Nach einer Mastdauer von 16 Monaten erreichen die Stiere ein Schlachtgewicht von 360 kg. Im Jahr werden daher je Stallplatz 270 kg Schlachtgewicht verkauft. Die variablen Kosten der Kälberaufzucht sind bei den Milchkühen verrechnet.

Die in den Modellen für die Biogasanlage in Betracht gezogenen Rohstoffe wechseln. Mit allen erwogenen Rohstoffen könnte nach AMON et al. (2004) eine Biogasanlage

Tabelle 5: Leistungen, variable Kosten und Erzeugerpreise in der Tierhaltung
 Table 5: Output assumptions, variable costs and producer prices for livestock production

Produktionsverfahren	Variable Kosten ¹⁾ (€/Jahr)	Preis (netto) €/kg
Maststiere, 270 kg Schlachtgewicht pro Jahr	415	2,73
Milchkühe, 5.500 kg Lieferleistung; Modell C	340	0,23
Modell D	385	0,23
Mutterkühe (Absetzer 190 kg Schlachtgewicht)	90	3,00
Kalbinnen zur Bestandsergänzung	140	
Kälber, 95 kg Lebendgewicht		4,10

¹⁾ Ohne Dünger- und Ausbringungskosten, diese werden im Modell verrechnet

Tabelle 6: Hektarerträge, Nährstoffbedarf, variable Kosten und Methanertrag der Energiepflanzen
 Table 6: Per hectare yields, nutrient requirements, variable costs and methane yields for the energy crops

Energiepflanzen	Hektarertrag ¹⁾ (dt)	Nährstoffbedarf (kg/ha)			Variable Kosten ²⁾ (€/ha)	Methan- ertrag (m ³ /ha)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Silomais (Modell A, B u. C)	450 (145)	150	55	60	515/495 ³⁾	4.280
Sudangras (Modell A u. B)	500 (140)	150	55	60	500 ³⁾	3.640
Grassilage (Modell A u. B)	240 (85)	180	65	170	555/515 ³⁾	2.440
Grassilage (Modell C)	240 (85)	180	65	170	260	2.440
Grassilage (Modell D)	195 (70)	120	55	135	215	1.650
Landsberger Gemenge	160 (40)	0	30	70	260	1.305

¹⁾ Frischmasse, in Klammer Trockenmasse

²⁾ Ohne Dünger- und Ausbringungskosten, diese werden im Modell verrechnet

³⁾ Der niedrigere Wert gilt in den Modellen mit Tierhaltung, da mehr eigene Maschinen vorhanden sind.

sowohl alleine als auch in verschiedenen Mischungsverhältnissen betrieben werden. Im Marktfruchtbetrieb (Modell A) sind die Energiepflanzen Silomais und zweijähriges Feldfutter (Grassilage) vorgesehen. In einer Variante wird zusätzlich Sudangras (*Sorghum bicolor*) als Alternative angeboten. Die Erfahrungen mit diesem Rohstoff sind noch gering, daher besteht eine große Unsicherheit über die Hektarerträge. Als Zwischenfrucht ist im Falle des Sudangrasanbaus Landsberger Gemenge in Erwägung gezogen, angebaut wird es anstelle von Senf im Rahmen der Begrünungsmaßnahme im ÖPUL. In den Modellen B und C wird Gülle, Silomais und Grassilage in Betracht gezogen. Im Modell D ist die Grassilage der einzige Rohstoff für die Biogasanlage. Die Daten zu den einzelnen Rohstoffen zeigt Tabelle 6. Die variablen Kosten unterscheiden sich in den Modellen teils durch die Hektarerträge und teils wegen der Annahmen zur Maschinenausstattung für die Ernte und den Transport.

Im Marktfruchtbetrieb (Modell A) erfolgen die Ernte, der Transport der Rohstoffe zur Biogasanlage und das Ausbringen der Biogäulle durch den Maschinenring, da in viehlosen Betrieben die Maschinen dafür meist nicht vorhanden sind. Die Betriebe mit Tierhaltung (Modell B, C und D) liefern die Rohstoffe selbst zur Biogasanlage, ein Feldhäcksler wird vom Maschinenring gemietet. Die Biogäulle wird von den Landwirten mit einem gemieteten Güllefass selbst ausgebracht. Als mittlere Entfernung für den Transport der Rohstoffe und der Biogäulle sind bei der Berechnung der Transportkosten insgesamt fünf km (Hin- und Rückfahrt) zu Grunde gelegt. In allen Modellen mit Tierhaltung wird die Gülle in der Biogasanlage vergoren. Die Kosten des Transports vom Stall zur Gemeinschaftsanlage werden mit 1,4 € je m³ angenommen, der Methanertrag beträgt 18,2 m³ je m³ Gülle.

Der Nährstoffgehalt der Biogäulle hängt von den eingesetzten Rohstoffen ab. Es wurde für jeden Rohstoff der

Nährstoffgehalt der Biogäulle im Modell spezifiziert. Bei den in Tabelle 7 angegebenen Nährstoffen handelt es sich um die Gehaltswerte, davon sind 75 % als feldfallend angenommen, sie stehen für die Deckung des Nährstoffbedarfs der Kulturen zur Verfügung (BMLFUW, 2001). Den von der Biogäulle nicht abgedeckten Nährstoffbedarf liefert der Handelsdünger. Beim Handelsdünger und bei der Biogäulle ist derselbe Ausnutzungsgrad der feldfallenden Nährstoffe angenommen. Bei einem niedrigeren Ausnutzungsgrad der Biogäulle müssten die Hektarerträge beim Einsatz von Biogäulle niedriger angesetzt werden als beim Einsatz von Handelsdüngern, da die Stickstoffgaben je Hektar durch das Wasserrecht bzw. die ÖPUL-Auflagen begrenzt sind.

Tabelle 7: Nährstoffgehalt der Biogäulle aus Rindergülle und Energiepflanzen

Table 7: Nutrient content of biogas slurry produced from cattle slurry and energy crops

Rohstoffe	Nährstoffgehalt (kg/m ³)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rindergülle	6,00	2,25	5,75
Silomais	3,75	2,25	4,60
Sudangras	3,75	2,25	4,60
Grassilage ¹⁾	4,75	2,60	8,80
Landsberger Gemenge	5,50	2,15	9,30

¹⁾ Durchschnitt aus Klee gras, Grünschnitt und Mähgut

Quelle: BMLFUW, 2001, 10

4 Berechnungen und Ergebnisse

4.1 Marktfruchtbetrieb (Modell A)

Der Energiepflanzenanbau wird zum einen für einen Anteil von 50 % an einer Biogasanlage mit 100 kW_{el} geprüft. Zum anderen wird die Bereitstellung des Rohstoffes für die

gesamte Kapazität der Biogasanlage untersucht, um die relative Vorzüglichkeit der in Betracht gezogenen Energiepflanzen zu ermitteln.

Bei einem Anteil von 50 % an der Biogasanlage wird diese mit 11.000 dt Silomais von 24,5 ha beschickt. Angebaut wird Silomais anstelle von Körnermais, Sommergerste und Winterweizen (siehe Tabelle 8). Die ÖPUL-Auflage, auf 25 % der Ackerfläche nicht Getreide und Mais anzubauen, wird mit 4,5 ha Körnererbse und 10,5 ha Winterraps erfüllt. Durch den Silomaisanbau wird die Weizenfläche verringert. Weder das Feldfutter noch das Sudangras sind bei den unterstellten Hektarerträgen, Methanerträgen und variablen Kosten als Energiepflanze in der Lösung. Die variablen Kosten je ha müssten beim Feldfutter um 17 € und bei Sudangras um 33 € niedriger sein, damit diese zwei Rohstoffe kostengünstiger als Silomais sind. Bei einem Silomaisanbau von 430 dt anstatt der unterstellten 450 dt wäre Feldfutter kostengünstiger, das Sudangras ist erst bei einem Silomaisanbau unter 400 dt kostengünstiger. Der Hektarertrag des Feldfutters müsste von 240 auf rund 250 dt und des Sudangrases von 500 auf rund 560 dt steigen, um anstelle von Silomais mit 450 dt in der optimalen Lösung aufzusehen.

Bei alleiniger Rohstoffaufbringung für die Biogasanlage werden Energiepflanzen von insgesamt 49,5 ha benötigt. Zusätzlich zu 28,5 ha Silomais werden 4,5 ha Feldfutter und 16,5 ha Sudangras bzw. 10 ha Landsberger Gemenge als Zwischenfrucht angebaut. Das Landsberger Gemenge ersetzt die Begrünung mit Senf. Die ÖPUL-Auflage, auf 25 % der Ackerfläche weder Getreide, Sudangras oder Mais anzubauen, wird mit 4,5 ha Feldfutter und 10,5 ha Körnererbse erfüllt. Der Körnerertrag ist bei den verwendeten

Daten wirtschaftlicher als die Körnererbse. Die Körnererbse wäre anstelle des Körnerertrags bei 60 € niedrigeren variablen Kosten je ha oder bei einem um 2 € je dt höheren Erzeugerpreis in der optimalen Lösung.

Der Vergleichsdeckungsbeitrag liegt bei Bereitstellung des Rohstoffes für die Hälfte der Anlagenkapazität um rund 5.100 € über dem Deckungsbeitrag ohne Biogasanlage. Der Arbeitszeitbedarf nimmt wegen der Betreuung der Biogasanlage um rund 300 AKh zu. Der Arbeitszeitbedarf für die Bewirtschaftung der Ackerfläche ändert sich durch den Energiepflanzenanbau kaum, weil der Maschinenring die Ernte, der Transport und das Silieren durchführt. Auch die Biogassgülle bringt der Maschinenring aus. Insgesamt wird der Maschinenring 220 Stunden beansprucht. Der optimale Anteil an der Biogasanlage liegt bei 84 %, das Ergebnis verbessert sich gegenüber dem Marktfruchtanbau um rund 6.000 € (siehe Tabelle 9).

Bei alleiniger Beschickung der Biogasanlage mit Rohstoffen liegt der Vergleichsdeckungsbeitrag nur um rund 1.200 € über dem Deckungsbeitrag beim Marktfruchtanbau. Für den Betrieb der Anlage müssten insgesamt 600 AKh aufgewendet werden, je Mehrarbeitsstunde errechnet sich ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von rund 2 € je AKh.

4.2 Rindermastbetrieb (Modell B)

In diesem Modell wird zuerst ein Anteil an der Gemeinschaftsanlage von 25 % angenommen. An die Biogasanlage liefert der Betrieb 700 m³ Rindergülle. Als Energiepflanze wird ausschließlich Silomais angebaut (rund 10 ha bzw.

Tabelle 8: Ackernutzung im Marktfruchtbetrieb ohne und mit Energiepflanzenproduktion
Table 8: Use of arable land on the cash crop farm (with and without energy crop production)

Kulturen	Ohne Biogasanlage		Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}			
			Anteil 50 %		Anteil 100 %	
	ha	%	ha	%	ha	%
Winterweizen	30,0	50,0	20,5	34,0		
Sommergerste	3,0	5,0				
Körnererbse	4,5	7,5	4,5	7,5		
Körnererbsen ¹⁾	10,5	17,5	10,5	17,5	10,5	17,5
Körnermais	12,0	20,0				
Silomais			24,5	41,0	28,5	47,5
Sudangras					16,5	27,5
Feldfutter (Grassilage)					4,5	7,5
Landsberger Gemenge					(10,0)	(22,5)
Summe	60,0	100,0	60,0	100,0	60,0	100,0

¹⁾ Davon als nachwachsender Rohstoff auf 6 ha Stilllegungsfläche

Tabelle 9: Erlöse und Kosten pro Jahr in Euro ohne und mit Energiepflanzenproduktion im Marktfruchtbetrieb
 Table 9: Annual costs and revenues (in Euros) on the cash crop farm (with and without energy crop production)

Bezeichnung	Ohne Biogasanlage	Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}	
		Anteil 50 %	Anteil 100 %
Erlöse aus Marktfrüchten			
Winterweizen	18.900		
Sommergerste	1.245	12.600	1.890
Körnererbsen	1.229	1.229	
Körnerraps	5.860	5.860	
Körnermais	13.730		
Erlös aus Stromverkauf		53.707	107.415
Direktzahlungen (DZ)	29.310	29.310	29.310
Variable Kosten Landwirtschaft	32.568	29.116	38.215
Variable Kosten Biogasanlage		10.150	20.300
Deckungsbeitrag inkl. DZ	37.706	63.440	80.100
Fixkosten Biogasanlage		20.600	41.200
Vergleichsdeckungsbeitrag inkl. DZ		42.840	38.900

4.300 dt). Weder das Feldfutter noch das Sudangras sind bei den unterstellten Hektarerträgen und variablen Kosten mit dem Silomais konkurrenzfähig, die variablen Kosten je ha müssten beim Feldfutter um 95 € und beim Sudangras um 33 € niedriger sein. Für die Konkurrenzfähigkeit müsste der Hektarertrag von Feldfutter mindestens 280 dt statt 240 dt und beim Sudangras mindestens rund 560 dt statt 500 dt betragen. Beim Anteil von 33 % wird neben Gülle Silomais von rund 12 ha und Grassilage von 2 ha verarbeitet (siehe Tabelle 10).

Beim Anteil von 25 % liegt der Vergleichsdeckungsbeitrag rund 5.200 € über dem Deckungsbeitrag ohne Biogasanlage. Die Erhöhung des Anteils von 25 auf 33 % bringt einen zusätzlichen Deckungsbeitrag von rund 500 €, der Arbeitszeitbedarf für die Betreuung der Anlage steigt von 150 auf 200 AKh. Der Anteil von 33 % übersteigt das Optimum von knapp 32 % (siehe Tabelle 11).

Mit der Rindermast ist die Ökostromerzeugung nicht konkurrenzfähig. Der Stierpreis müsste um 0,57 € je kg

Schlachtgewicht sinken, dass die Ökostromerzeugung die Stiermast verdrängt.

4.3 Milchviehbetrieb (Modell C)

Bei einem Anteil von 20 % an der Biogasanlage werden die Rindergülle (600 m³) und der Silomais von rund 7 ha (3.060 dt) geliefert. Zusätzlich zur Sommergerste und zum Futterweizen wird vom Silomais noch Mahlweizen verdrängt. Bei einer Erhöhung des Anteils an der Biogasanlage auf 25 % müsste zur Deckung des Bedarfs an Energiepflanzen Feldfutter angebaut werden, das Sudangras und Landsberger Gemenge sind in diesem Modell nicht als Rohstoffe angeboten. Eine Ausdehnung der Silomaisfläche auf 10 ha (50 % der Ackerfläche) ist nicht möglich, da das Feldfutter zweijährig ist und im Modell kein Anbau von Mais nach Mais zugelassen ist. Körnerraps wird nicht mehr angebaut, die Körnererbse wird um 0,5 ha eingeschränkt.

Tabelle 10: Ackernutzung im Rindermastbetrieb ohne und mit Energiepflanzenproduktion
 Table 10: Use of arable land on the beef farm (with and without energy crop production)

Kulturen	Ohne Biogasanlage		Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}			
			Anteil 25 %		Anteil 33 %	
	ha	%	ha	%	ha	%
Winterweizen	28	47	18	30	15	25
Körnererbse	9	15	9	15	9	15
Silomais	17	28	27	45	29	48
Körnerraps ¹⁾	6	10	6	10	5	8
Feldfutter (Grassilage) ¹⁾					2	3
Summe	60	100	60	100	60	100

¹⁾ Davon als nachwachsender Rohstoff auf 6 ha Stilllegungsfläche

Tabelle 11: Erlöse und Kosten pro Jahr in Euro ohne und mit Energiepflanzenproduktion im Rindermastbetrieb
 Table 11: Annual costs and revenues (in Euros) on the beef farm (with and without energy crop production)

Bezeichnung	Ohne Biogasanlage	Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}	
		Anteil 25 %	Anteil 33 %
Erlöse aus Marktfrüchten	21.156	15.255	12.523
Erlöse aus Tierhaltung	67.308	67.308	67.308
Erlös aus Stromverkauf		26.854	35.447
Direktzahlungen (DZ)	52.101	52.101	52.101
Variable Kosten Landwirtschaft	67.733	68.139	68.530
Variable Kosten Biogasanlage		5.075	6.699
Deckungsbeitrag inkl. DZ	72.832	88.304	92.150
Fixkosten Biogasanlage		10.300	13.596
Vergleichsdeckungsbeitrag inkl. DZ		78.004	78.554

Tabelle 12: Ackernutzung im Milchviehbetrieb ohne und mit Energiepflanzenproduktion
 Table 12: Use of arable land on the dairy farm (with and without energy crop production)

Kulturen	Ohne Biogasanlage		Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}			
			Anteil 20 %		Anteil 25 %	
	ha	%	ha	%	ha	%
Winterweizen	9,0	45	6,2	31	6,0	30,0
Futterweizen	1,0	5				
Sommergerste	3,0	15				
Körnererbse	3,0	15	3,0	15	2,5	12,5
Silomais	2,0	10	8,8	44	9,0	45,0
Körnerraps ¹⁾	2,0	10	2,0	10		
Feldfutter (Grassilage) ¹⁾					2,5	12,5
Summe	20,0	100	60,0	100	20,0	100,0

¹⁾ Als nachwachsender Rohstoff auf 2 ha Stilllegungsfläche

Die Körnererbsen von den verbleibenden 2,5 ha gehen in die Rinderfütterung (siehe Tabelle 12).

Das Grundfutter für die Milchkühe und Kalbinnen kommt von 20 ha Grünland (Grassilage und Heu) und 2 ha Ackerland (Silomais). Futtergetreide und Körnererbsen werden von insgesamt 7 ha eingesetzt. Da Getreide und Mais wegen der ÖPU-Teilnahme mit 75 % der Ackerfläche begrenzt sind, werden auf 2 ha Körnerraps (Stilllegungsfläche) und 3 ha Körnererbsen angebaut. Der Mahlweizen von 9 ha wird verkauft.

Die Energiepflanzenenerzeugung bewirkt, dass mehr Kraftfutter zugekauft werden muss. Insgesamt steigt der Kraftfutterzukauf um 230 dt (210 dt Futtergerste und 20 dt Rapsschrot). Mit der Rückführung der Biogasgülle wird der Stickstoffkreislauf in diesem Modellbetrieb annähernd geschlossen. Die Lösung ist nicht sehr stabil. Bei 5 € niedrigeren variablen Kosten je ha oder bei einem um 0,17 € je kg höheren Preis für Körnerraps scheint dieser anstelle der Körnererbsen in der optimalen Lösung auf.

Der Vergleichsdeckungsbeitrag liegt bei einem Anteil von 20 % der Biogasanlage um rund 5.100 € über dem

Deckungsbeitrag ohne Energiepflanzenerzeugung, beim Anteil von 25 % verbessert sich das Ergebnis um rund 500 € (siehe Tabelle 13). Das Optimum wäre ein Anteil von 23 %. Der Arbeitszeitbedarf steigt beim Anteil von 25 % um ca. 170 AKh pro Jahr. Neben der Betreuung der Biogasanlage trägt dazu noch der Anbau von Feldfutter bei.

4.4 Ökostromerzeugung statt Milchviehhaltung (Modell D)

Das Grünland wird in der Biogasanlage verwertet, es würden von der Gemeinschaftsanlage mit 100 kW_{el} rund 20 % der Kapazität beansprucht. Nach den Richtwerten im Katalog von Standarddeckungsbeiträgen (BMLFUW, 2002) sinkt der Arbeitszeitbedarf um 2.065 AKh pro Jahr. Der Vergleichsdeckungsbeitrag ist um rund 21.000 € niedriger als der Deckungsbeitrag bei der Haltung von 20 Kühen, inklusive Direktzahlungen beträgt die Differenz rund 28.400 € (siehe Tabelle 14).

Tabelle 13: Erlöse und Kosten pro Jahr in Euro im Milchviehbetrieb ohne und mit Energiepflanzenproduktion

Table 13: Annual costs and revenues (in Euros) on the dairy farm (with and without energy crop production)

Bezeichnung	Ohne Biogasanlage	Mit Biogasanlage von 100 kW _{el}	
		Anteil 20 %	Anteil 25 %
Erlöse aus Marktfrüchten	6.655	5.040	4.853
Erlöse aus Tierhaltung	54.796	54.796	54.796
Erlös aus Stromverkauf		21.483	26.854
Direktzahlungen (DZ)	21.934	21.934	21.934
Variable Kosten Landwirtschaft	26.181	28.618	30.245
Variable Kosten Biogasanlage		4.060	5.075
Deckungsbeitrag inkl. DZ	57.204	70.575	73.117
Fixkosten Biogasanlage		8.240	10.300
Vergleichsdeckungsbeitrag inkl. DZ		62.335	62.817

Tabelle 14: Erlöse und Kosten pro Jahr in Euro im Betrieb mit ausschließlich Grünland

Table 14: Annual costs and revenues (in Euros) on the dairy farm with grassland only

Bezeichnung	Ohne Biogasanlage mit Milchkühen	Mit Biogasanlage ohne Milchkühe
Erlöse aus Tierhaltung	36.530	
Erlös aus Stromverkauf ¹⁾		21.483 ¹⁾
Direktzahlungen (DZ)		
Schlacht und Milchprämie	4.647	
ÖPUL und AZ-Prämien	11.539	4.077
Variable Kosten Landwirtschaft	15.594	4.540
Variable Kosten Biogasanlage ¹⁾		4.060 ¹⁾
Deckungsbeitrag inkl. DZ	37.122	16.960
Fixkosten Biogasanlage ¹⁾		8.240 ¹⁾
Vergleichsdeckungsbeitrag inkl. DZ		8.720

¹⁾ 20 % der jährlichen Erlöse und Kosten der Gemeinschaftsanlage von 100 kW_{el}

Die Direktzahlungen nehmen ab, denn Betriebe bekommen ohne Raufutterverzehrer niedrigere ÖPUL-Prämien je ha Grünland, die Ausgleichszahlung für Betriebe in Berggebieten (früher Ausgleichszulage) sinkt ohne Haltung von Raufutterverzehrer ebenfalls. In Summe errechnet sich bei der Grünlandfläche von 20 ha ein Rückgang der ÖPUL-Prämien um 1.817 €. Die Höhe der Ausgleichszahlungen für Betriebe im Berggebiet hängt in Österreich von der Anzahl der Berghöfekatasterpunkte (Maß für die Bewirtschaftungerschwernis) ab. Unter der Annahme von 150 Berghöfekatasterpunkten gehen diese Ausgleichszahlungen um 5.645 € zurück. Das Einkommen aus der Landwirtschaft würde somit bei Aufgabe der Milchkuhhaltung und Belieferung einer Biogasanlage um rund 28.400 € sinken. Könnten die 2.065 freiwerdenden AKh außerlandwirtschaftlich eingesetzt werden, so müssten 28.400 € verdient werden, damit das Gesamteinkommen nicht abnimmt (siehe Tabelle 14).

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Berechnungen zeigen, dass unter den bestehenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen die Ökostromerzeugung ein wirtschaftlicher Betriebszweig sein kann. Die betrieblichen Voraussetzungen sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit. Der Umfang des Energiepflanzenanbaus ist auf die Flächenausstattung und die Viehhaltung abzustimmen. Da die Kosten der Ökostromerzeugung je kWh mit der Anlagengröße sinken, ist die Wahl der Anlagengröße eine wichtige Determinante für die Wirtschaftlichkeit. Die in den Modellrechnungen unterstellten Kosten erfordern eine Anlage mit 100 kW_{el}. In Österreich ist nur ein geringer Prozentsatz von Betrieben mit so viel Fläche ausgestattet, um diese Anlagengröße allein mit Rohstoffen versorgen zu können, daher müssten zur Ausnutzung der Kostendegression Gemeinschaftsanlagen errichtet werden. Nach der Agrarstrukturerhebung 2003 bewirtschafteten 10.171 Betriebe über 50 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (BMLFUW, 2005).

Die Biogasanlage wurde – auch wenn eine Gemeinschaftsanlage vorgesehen war – in den landwirtschaftlichen Betrieb integriert, um Verrechnungspreise zu vermeiden. Die Alternative zur Beteiligung an einer Gemeinschaftsanlage wäre ein Verkauf der Energiepflanzen an einen Anlagenbetreiber. In diesem Fall bestimmen die Preise für die Energiepflanzen und der Gülle die Wirtschaftlichkeit des Energiepflanzenbaus bzw. des Betriebs der Biogasanlage.

Silomais ist in Ackerbaugebieten mit günstigen natürlichen Bedingungen für den Maisanbau die kostengünstigste Energiepflanze. In allen Modellen war Silomais den anderen in Betracht gezogenen Energiepflanzen überlegen. In Gebieten mit einem hohen Potenzial für Silomais zur Verwertung in Biogasanlagen sind höhere Kapazitäten als 100 kW_{el} in Betracht zu ziehen. Die Größendegression von 100 kW_{el} auf 250 kW_{el} ist stärker ausgeprägt als der Ökostrompreis laut Ökostromgesetz sinkt (WALLA und SCHNEEBERGER, 2005b). In Betrieb sind mittlerweile zahlreiche Anlagen mit 250 bzw. 500 kW_{el} (WALLA et al., 2006).

Mit Sudangras (*Sorghum bicolor*) werden in Österreich Anbauversuche durchgeführt, in einer Biogasanlage wurde dieser Rohstoff auch eingesetzt (KÖHLING, 2000). Über die erzielten Hektarerträge liegen noch wenige Erfahrungswerte vor. In den Modellrechnungen mit 500 dt (140 dt Trockenmasse) je Hektar war Mais mit 450 dt (145 dt) kostengünstiger. Erst wenn mehrjährige Versuchsergebnisse vorliegen, lassen sich gesicherte Aussagen über die Wettbewerbskraft von Sudangras als Energiepflanze machen. Bei den Sortenversuchen mit Sudangras sollte Silomais mitgeprüft werden, um für Biogasbetreiber eine aussagekräftige Vergleichsbasis zum Silomais zu schaffen.

Zweijähriges Feldfutter ist nach den Modellergebnissen in Gebieten mit günstigen Voraussetzungen für den Maisanbau als Energiepflanze erst wirtschaftlich, wenn der Mais an der vorgegebenen Anbauobergrenze angelangt ist. Auf Standorten mit vergleichsweise günstigen Ertragsbedingungen für mehrjähriges Feldfutter kann auch dieses für die Biogaserzeugung ein Rohstoff sein, wie die Sensitivitätsanalyse gezeigt hat. Beim Feldfutterbau für die Biogasanlage ist ferner zu beachten, dass die Wirtschaftlichkeit stark von den dabei anfallenden variablen Kosten abhängt. In Betrieben, die eigene Maschinen für den Feldfutterbau besitzen, sind die Kosten niedriger als in jenen, die einen Maschinenring engagieren müssen (z.B. Marktfruchtbetriebe).

Auf den 25 % der Ackerfläche, auf der bei einer Teilnahme an der ÖPUL-Maßnahme Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter nicht Getreide, Mais und Sudangras angebaut werden dürfen, wird nach den Re-

chenergebnissen auf den Stilllegungsflächen Körnerraps als nachwachsender Rohstoff angebaut. Der Hektarertrag und der Preis entscheiden, welche Kulturen auf den übrigen 15 % der Ackerfläche wirtschaftlich sind. Die Körnererbse wurde in viehlosen Betrieben verdrängt. In Betrieben mit günstigen Ertragsbedingungen für die Körnererbse kann diese durchaus auch eine Alternative auf den nicht mit Getreide und Mais bebaubaren Flächen sein. In den Betrieben mit Rinderhaltung blieb die Körnererbse in der Lösung, sie wurde in der Fütterung eingesetzt.

Als Alternative zur Winterbegrünung mit Senf war beim Anbau von Sudangras das Landsberger Gemeinde als Energiepflanze vorgesehen. Der Hektarertrag von Sudangras wurde bei der Zwischenfrucht Landsberger Gemeinde gegenüber einer anderen Begrünung unverändert gelassen. Das Landsberger Gemeinde kam als Energiepflanze nur dann in die Lösung, wenn die kostengünstigeren Alternativen (z.B. Silomais) voll ausgeschöpft waren.

In Betrieben mit Tierhaltung und Ackerflächen für den Futtergetreideanbau ist der Energiepflanzenanbau eine Alternative, bei den gegenwärtigen Preisen kann das Futtergetreide zugekauft werden. Mit der Milchproduktion und Rindermast ist die Biogasanlage nicht konkurrenzfähig, wenn die Stallgebäude vorhanden und keine Investitionen für die Weiterführung der Rinderhaltung notwendig sind bzw. wenn für die Arbeit keine Nutzungskosten auftreten (Ausgangssituation der Modelle B und C).

Bei Aufgabe der Milchkuhhaltung (Modell D) nehmen unter den gegenwärtigen Bestimmungen die Direktzahlungen ab, weil diese teilweise an der Haltung von Raufutterverzehrer gebunden sind (ÖPUL-Prämie und Ausgleichszahlungen für Bergbauern). Besonders in Bergbauernbetrieben mit einer hohen Anzahl von Berghöfekatasterpunkten gehen die Ausgleichszahlungen bei Verwertung des Grünlands in Biogasanlagen, anstatt über Raufutterverzehrer, zurück.

Eine Aufgabe der Viehhaltung und Nutzung von Flächen durch Energiepflanzen senkt den Arbeitszeitbedarf im Betrieb. Die Anzahl der frei werdenden AKh hängt vor allem von der Tierart, vom Umfang der Tierhaltung und der inneren Verkehrslage ab. Bei unverminderter Ausstattung mit Arbeitskräften stehen ohne Tierhaltung Arbeitsstunden für den außerbetrieblichen Erwerb zur Verfügung. Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage hat dann nicht allein aus der Sicht der Einkünfte aus der Landwirtschaft, sondern aus der Sicht des Haushaltseinkommens zu erfolgen, wie es die Theorie des landwirtschaftlichen Haushalts vorsieht (SCHNEEBERGER, 1996).

Die Berechnungen gelten für Biogasanlagen, die bis 31.12.2004 bewilligt und bis 31.12.2007 in Betrieb gehen. Nach Angaben der E-Control waren Ende 2004 325 Anlagen genehmigt. Für später genehmigte Anlagen gelten die Ökostromgesetz-Novelle 2006 (BGBl. 105) und die Ökostromverordnung 2006 (24. Oktober). Die von der Anlagengröße abhängigen Einspeisetarife für die neu genehmigten Anlagen gelten 10 Jahre voll, im 11. Jahr sinkt er auf 75 % und im 12. Jahr auf 50 %. Für Anlagen die mit landwirtschaftlichen Rohstoffen betrieben werden, beträgt bis zu einer installierten elektrischen Leistung von 100 kW der Einspeisetarif 17,00 Cent je kWh netto (für bis 31.12.2004 genehmigte Anlagen 16,5 Cent netto). Die geänderten Einspeisetarife schlagen sich in den Vergleichsdeckungsbeiträgen nieder, sie ändern die aus den vorliegenden Modellrechnungen abgeleiteten Schlussfolgerungen kaum.

Bei dem gewählten Modellansatz ohne Verrechnungspreise für die Energiepflanzen ändern höhere Preise für die Energiepflanzen das Gesamtergebnis nicht, allerdings bei einer Betriebszweigabrechnung verschlechtert sich das Ergebnis des Betriebszweiges Biogaserzeugung. Für Anlagen, die von Dritten Rohstoffe zukaufen, bedeuten höhere Energiepflanzenpreise auch eine Verschlechterung des Gesamtergebnisses und nicht des Ergebnisses des Betriebszweiges Biogaserzeugung.

In den nächsten zehn Jahren werden bei Agrarprodukten Preissteigerungen in der Größenordnung zwischen 5 und 20 % für Getreide, Ölpflanzen und Zucker erwartet (vgl. ZEDDIES, 2006). Höhere Preise für die Marktfrüchte – im Modell Winterweizen, Sommergerste, Körnererbse, Körnermais und Körnermais – haben höhere Nutzungskosten für den Boden zur Folge. Die Zwischenfrüchte konkurrieren flächenmäßig in der Regel nicht mit anderen Kulturen. Die Wettbewerbskraft der Zwischenfrüchte nimmt bei höherem Preisniveau zu.

Abschließend noch ein Hinweis: Da regionale Ertrags- und Preisunterschiede bestehen und die Kosten in den einzelnen Betrieben durch unterschiedliche Produktionsverfahren stark differieren, sind die vorgestellten Modellrechnungen für die Einzelbetriebe gute Anhaltspunkte für die Wettbewerbsstellung des Energiepflanzenanbaus zur Ökostromerzeugung. Vor der Errichtung einer Anlage sollten die Hersteller mit eigenen Daten Berechnungen anstellen. Durch den hohen Kapitalbedarf entsteht trotz des für genehmigte Anlagen garantierten Einspeisetarifs ein relativ hohes Finanzierungsrisiko (vgl. HEISSENHUBER und BERENZ, 2006). Neben einem fundierten Anlagenkonzept

sollten daher ein Investitions- und Finanzplan nach dem Grundsatz kaufmännischer Vorsicht entwickelt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank für die Finanzierung des Projektes „Strom und Wärme aus Biogas“.

Literatur

- AMON, T., V. KRYVORUCHKO, B. AMON, G. REINHOLD und H. OECHSNER (2004): Biogaserträge von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger – Laborversuchsergebnisse. In: KTBL: Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. Münster, Landwirtschaftsverlag, 46–62.
- BAWI (2006): Monatszeitreihen pflanzliche und tierische Produktion. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft. <http://www.awi.bmlf.gv.at/framesets/datenpoolframeset.html>, 30.1.2006.
- BMLFUW (2001): Der sachgerechte Einsatz von Biogülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BMLFUW (2002): Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 2002/03. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BMLFUW (2003): Sonderrichtlinie für die Umsetzung der „Sonstigen Maßnahmen“ des Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raumes. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BMLFUW (2005): Grüner Bericht 2005. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- DARNHOFER, I., M. EDER, und W. SCHNEEBERGER (2003): Modellrechnungen zur Umstellung einer Ackerbauregion auf Biolandbau. Berichte über Landwirtschaft 81 (1), 57–73.
- E-CONTROL (2006): Bericht über die Ökostrom-Entwicklung und fossile Kraft-Wärme-Kopplung in Österreich. Wien.
- HEISSENHUBER, A. und St. BERENZ (2006): Energieproduktion in landwirtschaftlichen Unternehmen. In: DARNHOFER, I., H. K. WYTRZENS und C. WALLA (Hrsg.):

Alternative Strategien für die Landwirtschaft. Facultas Universitätsverlag, Wien.

KIRNER, L. (2004): Ökonomische Auswirkungen der GAP-Reform 2003 auf Milchkuhbetriebe in Österreich. Berichte über Landwirtschaft 82 (1), 58–81.

KÖHLING, K. (2000): Sudangrasanbau zur Energiegewinnung in Biogasanlagen. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

PÖTSCH, E. M. (1998): Über den Einfluß der Düngungsintensität auf den N-Kreislauf im alpenländischen Grünland. Die Bodenkultur 49, 19–27.

SCHNEEBERGER, W. (1996): Ableitung von Einkommensmöglichkeitenkurven für bäuerliche Haushalte. Die Bodenkultur 47, 133–139.

WALLA, C. und W. SCHNEEBERGER (2003): Analyse der Investitionskosten und des Arbeitszeitbedarfs landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Österreich. Berichte über Landwirtschaft 81 (4), 527–535.

WALLA, C. und W. SCHNEEBERGER (2005a): Farm biogas plants in Austria. Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie 13, 107–120.

WALLA, C. und W. SCHNEEBERGER (2005b): The optimal size for biogas plants. Biomass and Bioenergy. Institut für Agrar- und Forstökonomie, Universität für Bodenkultur Wien.

WALLA, C. und W. SCHNEEBERGER (2006): Energiepflanzenproduktion in viehlosen Biobetrieben. Berichte über Landwirtschaft 84 (3), 425–437.

WALLA, C., K. HOPFNER-SIXT, T. AMON und W. SCHNEEBERGER (2006). Ökonomisches Monitoring von Biogasanlagen in Österreich. Agrarische Rundschau, Heft 4, 10–16.

ZAR (2005): Die österreichische Rinderzucht 2004. Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter. Wien.

ZEDDIES, J. (2006): Nachwachsende Rohstoffe für den Energiesektor. In: DARNHOFER, I., H. K. WYTRZENS und C. WALLA (Hrsg.): Alternative Strategien für die Landwirtschaft. Facultas Universitätsverlag, Wien.

Anschriften der Verfasser

Dipl.-Ing. Dr. Christoph Walla, Global Alternative Technology & Energy, Feldeggstraße 55, 8008 Zürich, Schweiz; E-Mail: christoph.walla@gate-holding.com

Univ. Prof. Dr. Walter Schneeberger, Institut für Agrar- und Forstökonomie, Universität für Bodenkultur Wien, Feistmantelstraße 4, 1180 Wien, Österreich
E-Mail: walter.schneeberger@boku.ac.at

Eingelangt am 1. Juli 2006

Angenommen am 21. Februar 2007