

Ökonomische Bewertung verschiedener Landnutzungssysteme des Extensivgrünlands

B. Blumenstein^A, L. Bühle^B, M. Wachendorf^B, D. Möller^A

^AUNIVERSITÄT KASSEL, FACHGEBIET BETRIEBSWIRTSCHAFT,
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, blumenst@uni-kassel.de

^BUNIVERSITÄT KASSEL, FACHGEBIET GRÜNLANDWISSENSCHAFT UND
NACHWACHSENDE ROHSTOFFE,
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen

1. Einleitung und Problemstellung

Niedrige Erträge und schlechte Futterqualitäten machen die Futternutzung von Extensivgrünlandstandorten gerade in Zeiten der Intensivierung der Tierhaltung zunehmend unattraktiv. Daher ist das Fortbestehen naturschutzfachlich wertvoller Grünlandbestände sowohl von einer Aufgabe der Bewirtschaftung und nachfolgender Sukzession, als auch durch Intensivierung der Flächen bedroht. Eine extensive, aber regelmäßige Nutzung dieser Bestände ist notwendig, um die Biodiversität dieser Habitate und ihren kulturlandschaftlichen Wert für Erholung und Tourismus zu erhalten (PARACCHINI ET AL., 2008). Neben herkömmlichen extensiven tierischen Nutzungsverfahren oder Landschaftspflegemaßnahmen ist im Kontext des steigenden Bedarfs erneuerbarer Energieträger auch eine energetische Nutzung des Aufwuchses denkbar. Allerdings gestaltet sich die Nutzung in herkömmlichen Bioenergiesystemen schwierig, zum einen aufgrund der niedrigen Biogasausbeuten des teilweise stark lignifizierten Substrats, zum anderen ist der Aufwuchs aufgrund der hohen Mineralstoffgehalte, die Emissionen und Korrosion begünstigen, kaum für die Verbrennung geeignet (RICHTER ET AL., 2009). Das an der Universität Kassel entwickelte Verfahren der Integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB) eignet sich dagegen besonders gut für den Aufwuchs spät geschnittener Grünlandbestände (WACHENDORF ET AL., 2009). Eine hydrothermale Konditionierung gefolgt von einer mechanischen Separierung von fester und flüssiger Phase erzeugen sowohl einen hochverdaulichen Presssaft für die Biogaserzeugung als auch einen Presskuchen, der wesentlich verbesserte Verbrennungseigenschaften aufweist. Der vorliegende Beitrag erörtert die ökonomische Tragfähigkeit verschiedener Landnutzungssysteme des Extensivgrünlands. Anhand von Wirtschaftlichkeitssimulationen und Sensitivitätsanalysen werden energetische, tierische Nutzungsverfahren sowie Verfahren der Landschaftspflege verglichen und die Vorteilhaftigkeit der unterschiedlichen Systeme bewertet.

2. Material und Methoden

Der Vergleich verschiedener Grünland-Nutzungsalternativen basiert auf dynamischen Investitionsrechnungen nach VDI-Standard (VDI, 2002), einer Annahmengenenerierung durch Experteninterviews (BLUMENSTEIN ET AL., 2011) sowie Daten europäischer Naturschutz-Grünlandbestände, die im Rahmen des PROGRASS-Projekts (BÜHLE ET AL., 2012) erhoben wurden. Als wirtschaftliche Kennzahlen wurden Annuität (durchschnittliches jährliches Betriebsergebnis) und Gesamtkapitalrentabilität (Grundlage: Interner Zinsfuß) kalkuliert. Es wurden die Charakteristika folgender Produktions bzw. -pflegesysteme des Extensivgrünlands verglichen: (a) Energiebe-

reitestellung durch das IFBB-Verfahren als eigenständiges System (IFBB-stand-alone), (b) Energiebereitstellung durch das IFBB-Verfahren als Erweiterung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage (IFBB-add-on), (c) Energiebereitstellung durch Trockenfermentation (TF), (d) Energiebereitstellung durch Heuverbrennung (HV), (e) Mutterkuhhaltung (MK), (f) Mulchen des Grünlands (MU) und (g) die Kompostierung und Düngerproduktion (KO). Ausgangsbasis des Vergleichs ist die gleiche Menge an Grünlandaufwuchs (500 ha, 3.8 t TM ha⁻¹). Um den Einfluss verschiedener ökonomischer Parameter abbilden zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse anhand einer Input-Variationsanalyse (Variation c.p. jeweils eines Parameters zwischen -15% bis +15%) sowie einer Break-even-Analyse, die die größtmögliche Variation eines Parameters bis zur Grenze der Unwirtschaftlichkeit abbildet, durchgeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die ökonomische Analyse der beschriebenen Landnutzungssysteme zeigt, dass der Extensivgrünlandaufwuchs am effizientesten in IFBB-add-on-System genutzt werden kann, während die Kompostierung die niedrigste Annuität aufweist (Abb. 1).

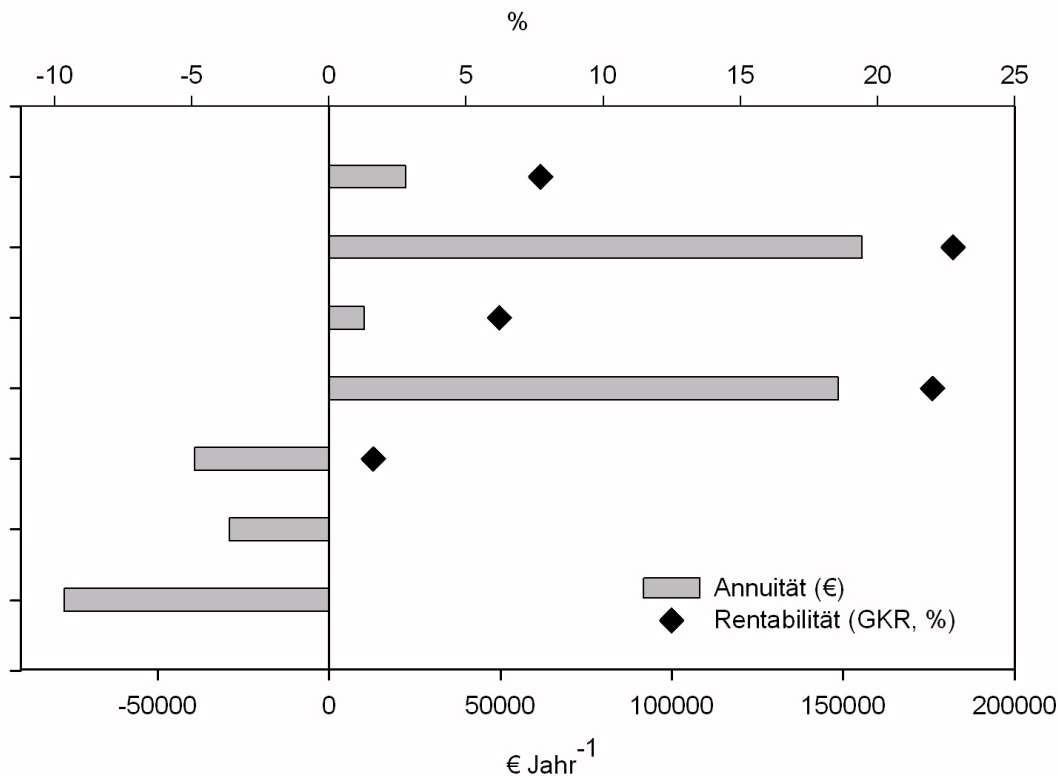


Abb. 1: Vergleich der durchschnittlichen jährlichen wirtschaftlichen Ergebnisse (Annuität, € Jahr⁻¹) und der Gesamtkapitalrentabilität (GKR, %) von bioenergetischen und tierischen Landnutzungssystemen sowie Verfahren der Landschaftspflege des Extensivgrünlands

Beide IFBB-Systeme produzieren rund 1500 t Graspellets pro Jahr mit einer thermischen Leistung von etwa 0,8 MW_{therm} (bei 7.884 Volllaststunden). Das Haupteinkommen wird über den Pelletverkauf erzielt (IFBB-SA: 79 %; IFBB-AO: 82 %). Dabei zeigen sich vielfältige ökonomische Vorteile des IFBB-AO-Systems gegenüber der Stand-alone-Variante. Da das IFBB-AO-System Wärme von der angrenzenden Bio-

gasanlage nutzen kann, können alle produzierten Pellets verkauft werden, während beim IFBB-SA-System rund 15 % der Pellets für den Eigenwärmebedarf benötigt werden. Zudem treten beim IFBB-AO-System Kosteneinsparungen durch niedrigere Investitions- und Arbeitskosten sowie gemeinsam genutzte Anlagenkomponenten und Maschinen auf.

Obwohl wegen der schlechteren Qualität des Heupellet-Brennstoffs ein geringerer Marktpreis für Heupellets unterstellt wurde, erreicht die Heuverbrennung einen internen Zinsfuß von 22,00 %. Dies ist insbesondere der niedrigeren technischen und prozeduralen Komplexität des Systems geschuldet, die niedrigere Investitionskosten, Arbeits- und Substratproduktionskosten sowie einen verringerten Prozessenergiebedarf beinhaltet. Trotz der guten ökonomischen Kennzahlen findet die Heuverbrennung in der Praxis bisher kaum Anwendung. Dies mag einerseits mit den mineralischen Komponenten des Brennstoffs zu tun haben, die zu beschleunigter Korrosion der Verbrennungseinheiten führen und damit eine Schwelle für Landwirte darstellen, in Heuverbrennungssysteme zu investieren. Andererseits birgt die Heubereitung auch größere Bergerisiken als beispielsweise Silage und ist daher in manchen europäischen Gegenden aufgrund der Wetterbedingungen nicht praktikabel.

Trotz der unterstellten Abwärmenutzung von 50 % im Trockenfermentations-System ist die Rentabilität des TF-Verfahrens nur knapp gegeben. Dies hängt insbesondere mit dem geringen Methanerzeugungspotenzials der Ganzpflanzensilage von Extensivgrünland in diesem System zusammen. Obwohl Trockenfermentationssysteme für diese Art von Substraten konzipiert sind, werden sie in der Praxis oft mit Energiesubstraten beschickt, was zu besseren Ergebnissen sowohl der Biogasausbeuten als auch der Anlagenökonomie führt (vgl. BLOKHINA ET AL., 2009).

Die hohen Einnahmen aus dem Absetzerverkauf beim System Mutterkuhhaltung (MK) können die im Vergleich der Systeme höchsten jährlichen Kosten (Investitions-, Arbeits- und laufende Kosten) nicht ausgleichen. Um eine Vergleichsbasis aller Systeme zu schaffen, wurden jeweils neue Anlagengüter unterstellt. Ein Low-Input-System wie die Mutterkuhhaltung ist aber auf eine sehr extensive Haltung mit z.B. der Nutzung von Altgebäuden sowie ein intensiviertes Vermarktungssystem angewiesen. Kalkulationen optimierter Varianten zeigen, dass eine wirtschaftliche Mutterkuhhaltung unter optimalen Produktionsbedingungen wirtschaftlich betrieben werden und mit energetischen Nutzungsvarianten der Extensivgrünlandnutzung konkurrieren kann.

Die Mulch- und Kompostierungssysteme weisen jeweils negative Annuitäten auf (MU: 28.989 € Jahr⁻¹; CO: -77.240 € Jahr⁻¹). Als Landschaftspflegesystem generiert Mulchen ausschließlich Kosten ohne jegliche Einnahmen, ist aber aufgrund der geringen Investitionskosten mit einem geringeren Risikopotenzial als die hier verglichenen Systeme behaftet. Der vergleichsweise hohe Prozessenergiebedarf und die niedrigen jährlichen Einzahlungen machen auch die Kompostierung aus ökonomischer Sicht unattraktiv. Wenn die Knappheit fossiler Energieträger allerdings zukünftig eine Steigerung der Düngemittelpreise bewirkt, könnte hier eine verbesserte Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Managementsysteme wie MU und CO, die lediglich eine das Grünland erhaltende Funktion erfüllen, sind daher nur geeignet, wenn keine anderen Nutzungsoptionen möglich sind und eine angepasste Bezuschussung nationaler oder supranationaler Institutionen (EU) gewährleistet ist. Da Mulchen auf vielen

Naturschutzflächen nicht geeignet ist, um die Biodiversität zu erhalten, bietet sich diese Option schon jetzt für viele Standorte nicht an.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich alle Bioenergiesysteme auf der Grundlage der hier getroffenen Annahmen wirtschaftlich besser darstellen als die Tierhaltungs- oder Landschaftspflegesysteme. Sich verändernde Rahmenbedingungen oder andere Annahmen führen zu anderen Ergebnissen, weshalb eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt wurde, um den Einfluss verschiedener ökonomischer Einflussfaktoren feststellen zu können. Den größten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der IFBB- und HV-Bioenergiesysteme hat hierbei der Pellet-Marktpreis, gefolgt von der Preissteigerungsrate der Pelletpreise und den Arbeitskosten. Das Trockenfermentationssystem weist die höchste Volatilität gegenüber Änderungen des Investitionsvolumens auf. Prozessenergie- und Substratkosten haben bei allen Bioenergiesystemen den geringsten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Systems. Änderungen von Verkaufspreis für Absetzer und die Direktkosten sind für die Mutterkuhhaltung die wichtigsten ökonomischen Treiber, während sich die Investitionskosten erst bei großen Veränderungen des Investitionsvolumens merklich auf die Rentabilität auswirken. Den größten Einfluss auf die Ökonomie des Mulchsystems haben die Arbeitskosten, während Änderungen der Prozessenergiekosten die Rahmenbedingungen der Kompostierung maßgeblich beeinflussen.

Der Einfluss des Substrattransports (Hof-Feld-Entfernung) auf die Wirtschaftlichkeit hängt insbesondere von der Art des Substrats ab, das in den verschiedenen Systemen produziert und genutzt wird (Abb. 2). Da Silagebergungskosten höher als Heuwerbungskosten anzusetzen sind, die die Silage daher mit steigender Transportentfernung proportional stärker teurer machen, bedeutet dies für diejenigen Verfahren, die Silage einsetzen (wie die IFBB-Systeme, das TF- und das MK-System) höhere Rentabilitätsverluste als für das Verfahren der Heuverbrennung. Für das Mulch-Verfahren hat die Feldentfernung lediglich Einfluss auf die Wegezeit und damit geringen Einfluss auf das wirtschaftliche Endergebnis. Da für die Abgabe des Substrats am Kompostwerk feste Entsorgungskosten anfallen, ist die Feldentfernung beim Kompostierungssystem als wirtschaftlicher Parameter irrelevant. Maximal tolerierbare Transportentfernungen liegen für das TF-System bei 9 km, für das IFBB-SA-System bei 14 km, für das IFBB-AO-System bei 64 km und bei 125 km für das HV-System. Im Vergleich der Bioenergiesysteme sind die Systeme IFBB-AO und HV am ehesten in der Lage, sich ändernde Rahmenbedingungen bzw. Änderungen der Inputparameter, hier in Bezug auf die Substratkosten, abzupuffern (Abb. 2). Da die Mutterkuhhaltung bereits in der Basis-Variante eine negative Annuität erzielt, liegen die kritischen Werte der Inputparameter jeweils unter den ursprünglich angenommenen Werten, um Rentabilitätsverluste auszugleichen.

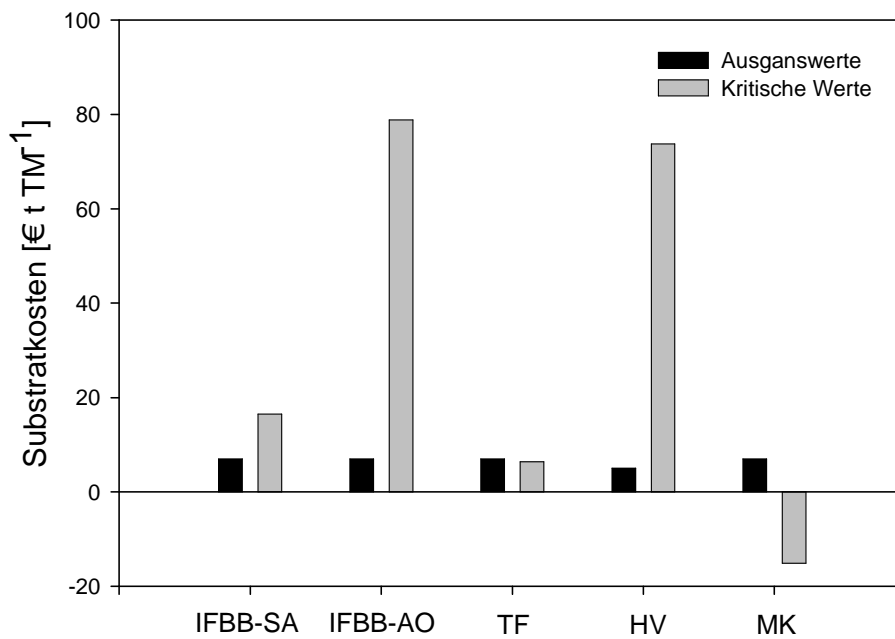
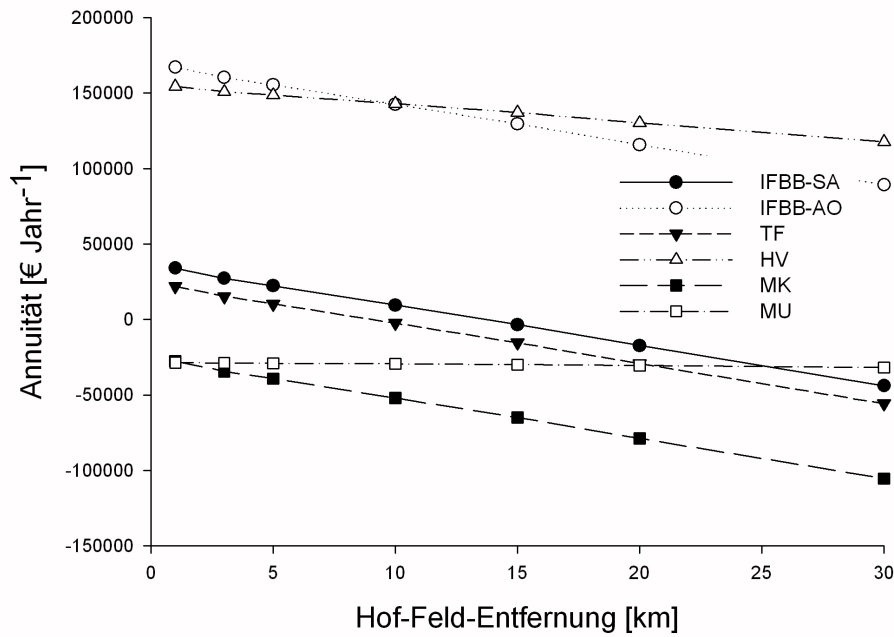


Abb. 2: Einfluss der Hof-Feldentfernung auf das jährliche Betriebsergebnis (Annuität) sowie maximal tolerierbare Substratkosten (kritische Werte) für eine Auswahl der betrachteten Grünland-Nutzungsverfahren

4. Schlussfolgerungen

Die ökonomische Bewertung der verschiedenen Landnutzungssysteme zeigt, dass Bioenergieverfahren zum Erhalt der Biodiversität von Extensivgrünlandstandorten durch eine wirtschaftliche Nutzung des Aufwuchses als Quelle erneuerbarer Energien beitragen können. Landschaftspflegeverfahren wie Mulchen oder Kompostierung verursachen unter dem Strich Kosten und sind daher lediglich zur Pflege des Grünlands geeignet, wenn keine anderen Verfahren durchgeführt werden können. Tierhaltungssysteme sind auf optimale Produktionsbedingungen und Vermarktungsstrategien angewiesen, um ökonomisch tragfähig zu sein. Insbesondere für die betrachteten Bioenergie- und Tierhaltungssysteme können überbetriebliche Kooperationen durch geteilte Investitionskosten sowie operative Vorteile zu gesteigerter Effizienz und Wirtschaftlichkeit führen.

Literatur

- BLOKHINA, Y., PROCHNOW, A., PLÖCHL, M., LUCKHAUS, C., HEIERMANN, M. (2009): Economic assessment of biogas production from landscape management grass in the Lower Oder Valley National Park. *Grassland Science in Europe* 14, 314-317.
- BLUMENSTEIN, B., MÖLLER, D. (2011): Bio-energy from semi-natural grasslands? Socio-economics and risk assessment of alternative grassland utilisation in disadvantaged areas, In: Pötsch, E. M., B. Krautzer & A. Hopkins (Eds.): *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Grassland Science in Europe* 16, 311-313.
- BÜHLE, L., HENSGEN, F., DONNISON, I., HEINSOO, K., WACHENDORF, M. (2012): Life cycle assessment of the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB) in comparison to different energy recovery, animal-based and non-refining management systems. *Bioresource Technology* 111, 230-239
- PARACCHINI, M.L., PETERSEN, J.-E., HOOGEVEEN, Y., BAMPS, C., BURFIELD, I., VAN SWAAY, C. (2008): High Nature Value Farmland in Europe. An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data. Joint Research Centre, European Commission
- RICHTER, F., GRAß, R., FRICKE, T., ZERR, W., WACHENDORF, M. (2009): Utilization of semi natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. II. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on anaerobic digestion of press fluids. *Grass and Forage Science* 64, 354-363.
- VDI (2002): Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen (Economy calculation systems for capital goods and plants). Richtlinie 6025 des Vereins Deutscher Ingenieure. Beuth, Berlin
- WACHENDORF, M., RICHTER, F., FRICKE, T., GRAß, R., NEFF, R. (2009): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. *Grass and Forage Science* 64, 132-143.