

4 Energiepflanzen für Biogasanlagen

Monika Heiermann, Christiane Herrmann,
Holger Hanff

Durch den Einsatz von Energiepflanzen als Kosubstrat lässt sich der Gasertrag in einer Biogasanlage im Vergleich zur alleinigen Vergärung von Wirtschaftsdünger erheblich steigern und außerdem das zur Verfügung stehende Potenzial an Substraten deutlich erweitern. In den letzten Jahren wurden Marktfrüchte wie z.B. Mais, Getreide oder Futterpflanzen als Energiepflanzen eingesetzt, deren Anbau sich gut mechanisieren und in den bestehenden Betriebsablauf integrieren lässt. Hierbei wird zunehmend der gesamte Pflanzenaufwuchs verwendet, nicht nur Teile wie Samen oder Speicherorgane. Ganzpflanzen, die sich durch eine sehr gute Silierfähigkeit auszeichnen, sind als Substrat für die kontinuierliche, ganzjährige Beschickung der Biogasanlage besonders geeignet.

Der Gasertrag von einem Hektar Energiepflanzen ist von Pflanzenart und -sorte, Standort und Klima, Erntezeitpunkt und -technik, Konservierung und Lagerung, sowie von den Gärprozessbedingungen abhängig. Mit dem systematischen Anbau von Pflanzen für die anaerobe Vergärung ist demzufolge eine Änderung der Anbauziele verbunden: Entscheidend für die Auswahl der anzubauenden Pflanzen sind ihre Eignung für die Vergärung und der zu erwartende Energieertrag je Hektar. Die Vorteile dieser Neuausrichtung bestehen in der Nutzung eines großen Artenspektrums und in der Erweiterung der landwirtschaftlichen Fruchtfolgen. Dies führt zu einer besseren Nährstoff- und Wasserausnutzung, einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen und hat somit einen geringeren Pflanzenschutzmittelbedarf zur Folge. Da es derzeit keine etablierten Konzepte hinsichtlich der Ausgestaltung der Anbauverfahren gibt, ist die dringlichste Aufgabe, die verschiedenen Möglichkeiten sowohl unter Nachhaltigkeitsprinzipien als auch unter betriebswirtschaftlichen Aspekten für die regional unterschiedlichen Klima- und Standortbedingungen zu untersuchen und zu optimieren. Erste Lösungsansätze werden im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) geförderten Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ erarbeitet (Vetter, 2006).

Für die Nutzung von Energiepflanzen zur Biogasgewinnung steht den Landwirten das überwiegend genutzte konventionelle Verfahren der Nassfermentation zur Verfügung (vgl. Kap. 3.2). Die bisherige Konzentrierung auf diese Technik hängt vor allem

mit der Güllewirtschaft zusammen, aus der die heute anzutreffende Biogastechnik hervorgegangen ist. Wachsendes Interesse gilt der güllefreien Vergärung von Pflanzen, deren Einsatz derzeit stark zunimmt. Dieses Verfahren bietet insbesondere den viehlosen Betrieben eine Möglichkeit, an den Vorteilen der Biogasproduktion teilzuhaben.

Vor einem verstärkten Einstieg in die Energielandwirtschaft ist zu prüfen, ob generell die einzelbetrieblichen Voraussetzungen für einen solchen Betriebszweig erfüllt bzw. ausreichend sind.

Der Landwirt hat die Möglichkeit, entweder Biomasse für Biogasanlagen zu produzieren oder selbst Anlagenbetreiber und Energieproduzent zu werden oder sich mit Kollegen zum Betreiben von Gemeinschaftsanlagen zusammenschließen. Als Rohstoffproduzent und Energiewirt ist aufgrund des erhöhten Arbeitskraft- und Flächenbedarfs sowie der neuen technologischen Zusammenhänge ein deutlich verändertes Managementwissen und -können erforderlich. Deshalb sollten Betriebsleitereigenschaften, Organisationsstruktur und die bestehenden einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen sorgfältig analysiert werden:

- Hat der Betriebsleiter Interesse an neuen Technologien und besteht die Bereitschaft, sich intensiv damit auseinander zu setzen?
- Lässt der laufende Betrieb noch zusätzliche, erforderliche Zeit zur Informationsbeschaffung (Messen, Tagungen) und Auseinandersetzung zu?
- Kann der zusätzliche Betriebszweig in den bestehenden Betrieb integriert werden, ohne das betriebliche Gleichgewicht empfindlich zu stören und zu Lasten des wirtschaftlichen Betriebserfolges zu gehen? Oder
- Soll durch den neuen Betriebszweig ein anderer ersetzt werden?

4.1 Energiepflanzenanbau und Energieproduktion – ein neuer Betriebszweig

Der zunehmende Energiepflanzenanbau in landwirtschaftlichen Betrieben resultiert in zusätzlichen Stoffströmen und Interaktionen (Abb. 4.1). Diese stellen höhere Anforderungen an das Betriebsmanagement. Wichtig ist, dass eine ausreichende Menge an Biomasse ganzjährig in gleich bleibender Qualität verfügbar ist.

Für die Realisierung eines neuen Betriebszweigs spielen die Produktionsfaktoren Boden, Kapital und Arbeit eine entscheidende Rolle. Es ist zu klären, ob diese für einen Betriebszweig „Biogas“ ausreichend zur Verfügung stehen bzw. inwieweit eine Umverteilung möglich oder notwendig ist. Je nach Betriebstyp werden die einzelnen Faktoren unterschiedlich stark in Anspruch genommen (Tab. 4.1).

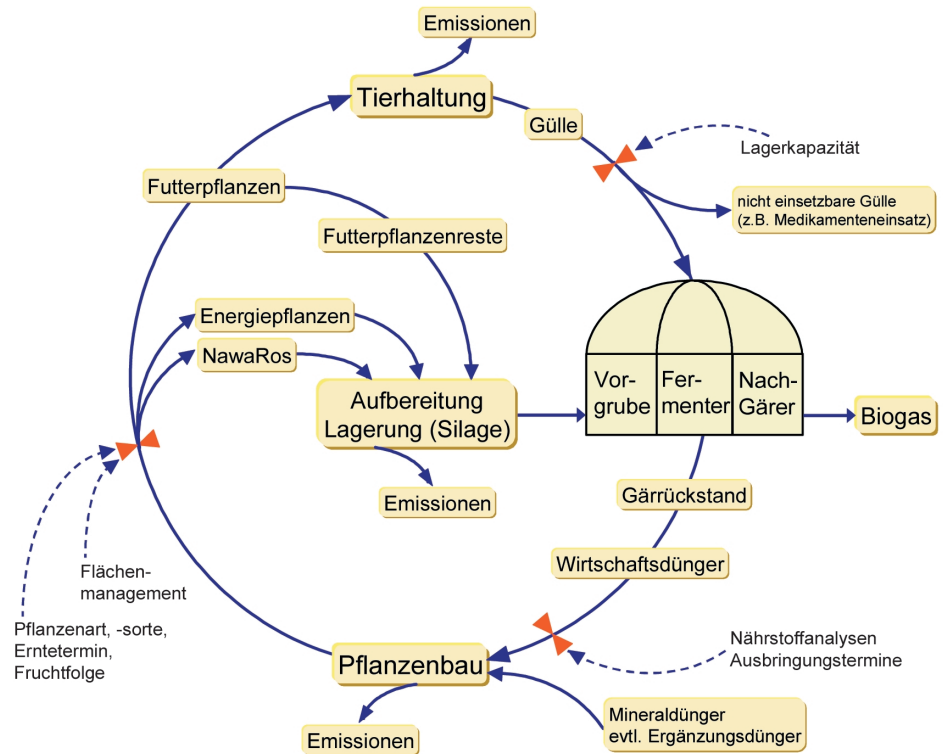


Abb. 4.1: Stoffströme und Interaktionen bei der Produktion von Biogas durch Vergärung betriebseigener Gülle und pflanzlicher Substrate

Tab. 4.1: Faktoransprüche verschiedener Betriebstypen (verändert nach Heißenhuber und Berenz, 2005)

Betriebstyp	Faktor Boden	Kapital	Arbeit
Marktfruchtbau	hoch (Fruchtfolge)	mittel	niedrig (Arbeitsspitzen)
Milchvieh	mittel (Futterfläche)	hoch	hoch
Rindermast	hoch (Güllefläche)	sehr hoch	mittel
Ferkelerzeugung	niedrig	mittel	hoch
Schweinemast	hoch (Güllefläche)	sehr hoch	mittel
Biogas	hoch (Energiepflanzen)	hoch (Biogasanlage)	mittel ¹⁾

¹⁾ hohe Managementanforderungen

Der Vergleich verdeutlicht, dass der Betriebstyp „Biogas“ neben einem hohen Investitionsbedarf auch einen hohen Flächenanspruch hat. Letzterer resultiert aus der erforderlichen Fläche für den Energiepflanzenanbau sowie für die Ausbringung der Gärreste. Wenn vorhandene Flächen überwiegend für die Futtererzeugung benötigt werden (Milchvieh, Rindermast), stehen kaum Flächen für den Energiepflanzenanbau zur Verfügung. Generell besteht hier die Möglichkeit, pflanzliche Substrate für die Biogasproduktion zu kaufen. Allerdings können Probleme auftreten, diese zusätzlichen Nährstoffmengen auf innerbetrieblichen Flächen unterzubringen (Rinder- und Schweinemastbetriebe). Dagegen bestehen im flächenintensiven Betriebszweig Marktfruchtbau günstige Voraussetzungen, da der Flächenanspruch im Rahmen der Fruchtfolge erfüllt werden kann. Für eine endgültige Entscheidung ist jedoch eine Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, aus der hervorgehen

muss, dass der Anbau von Energiepflanzen rentabler als der Anbau der vorhandenen Marktfrüchte ist. Hierbei können gekoppelte Maßnahmen in Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Agrarreform (z.B. Eiweißpflanzenprämie, Energiepflanzenprämie, Stärkekartoffeln, Tabak) finanzielle Vorteile für Marktfruchtbetriebe bringen (Anonymus, 2004).

Agrarförderrechtlich werden Energiepflanzen unterschieden in „Nachwachsende Rohstoffe“, die auf Stilllegungsflächen angebaut werden können, und „Energiepflanzen“, die auf Nicht-Stilllegungsflächen angebaut werden. Für den Anbau von zugelassenen Energiepflanzen auf Nichtstilllegungsflächen kann vom Landwirt zusätzlich zur Flächenprämie eine Energiepflanzenprämie von derzeit 45 €·ha⁻¹ beantragt werden, für zugelassene NawaRo's von Stilllegungsflächen eine Stilllegungsprämie. Zuständig für die Verfahrensabwicklung

bei Anbau und Verwertung von Pflanzen für die Biogasproduktion ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Es bestehen Unterschiede in der Abwicklung der Maßnahmen hinsichtlich Stichtage/Fristen, Dokumentation, Verwertung in hofeigener bzw. nicht-hofeigener Biogasanlage, Auflagen wie z.B. Erntemengenermittlung/Einlagerung und betriebliche Nachweisführung. Aktuelle Merkblätter und Formulare sind über die Webseite (www.ble.de) oder direkt bei der BLE zu beziehen.

4.2 Energiepflanzen

Die Höhe des zu erwartenden Energieertrages verschiedener Pflanzenarten hängt zunächst vom spezifischen Methanbildungspotenzial ab. Biomassen weisen Unterschiede in Zusammensetzung und Mengen an Inhaltsstoffen (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) und strukturenbildenden Komponenten (Cellulose und Lignin) auf, wobei letztere als schwer bzw. nicht vergärbare gelten. Der Anteil und die Zusammensetzung dieser Stoffgruppen im jeweiligen Substrat bestimmt die Biogasbildung und -qualität maßgeblich (vgl. Kap. 3.1.3). Darüber hinaus übt die Flächenleistung einen erheblichen Einfluss auf den Energieertrag aus (Abb. 4.2).

Somit werden beim Energiepflanzenanbau qualitative Aspekte, die bei der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln entscheidend sind, durch eine dominierende Ausrichtung auf quantitative Zielvorgaben abgelöst. Vorrang für den Anbau von Biogaspflanzen hat in erster Linie der zu erzielende Trockenmasseertrag pro Hektar. Deshalb sollte die Ganzpflanze die primäre Nutzungsform für die Biogaserzeugung sein.

4.2.1 Kulturarten

Für den Einsatz in Biogasanlagen steht ein sehr breites Spektrum potenzieller Pflanzen zur Verfügung. Der Landwirt hat unter den regionalen Be-

dingungen, aus pflanzenbaulicher, betriebswirtschaftlicher und ökologischer Sicht geeignete Pflanzenarten zu ermitteln. Hierbei ist von oberster Priorität, stabile und sichere Pflanzenerträge zu erzielen, um die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung zu gewährleisten. Die Auswahl wird maßgeblich durch den Standort mit seinen klimatischen Bedingungen und Bodeneigenschaften bestimmt (Tab. 4.2).

Unter den brandenburgischen Gegebenheiten – meist Sandböden mit geringer Ertragsfähigkeit und schlechter Wasserversorgung – sind die relativ anspruchslosen Arten wie z.B. **Roggen** und **Triticale** vorzüglich geeignet. Bei Standorten mit ausreichender Wasserverfügbarkeit und/oder besseren Bodenverhältnissen können **Sonnenblumen**, **Gerste** bzw. **Mais** angebaut werden. Als potenzielle neue Pflanzenart für den Einsatz zur Biogasproduktion in Brandenburg befindet sich zurzeit **Sudangras** (*Sorghum sudanense*) in der Erprobung (Abb. 4.3). In den Jahren 2003 bis 2005 führte das Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LVLf), Referat Acker- und Pflanzenbau, Anbauversuche mit Sudangras durch, um die Chance von Alternativkulturen für die energetische Nutzung beurteilen zu können (Adam, 2006). Anbauempfehlungen des LVLf für Sudangras sind in einem Flyer zusammengefasst und stehen als Download zur Verfügung.

Generell schwanken die Pflanzenerträge stark in Abhängigkeit von den Standortbedingungen und der Intensität der Produktionsverfahren. Zur Biogaserzeugung sollten massereiche Sorten gewählt werden, die sich für eine Verwendung als Ganzpflanzensilage eignen. Die Sortenwahl richtet sich neben dem Gesamtbiomasseertrag nach der Standfestigkeit und der Krankheitsresistenz. Beim Anbau für die energetische Nutzung können auch Sortenmischungen eingesetzt werden. Allerdings ist hier auf Sorten mit gleichem Entwicklungsverlauf und Abreifetermin zu achten.

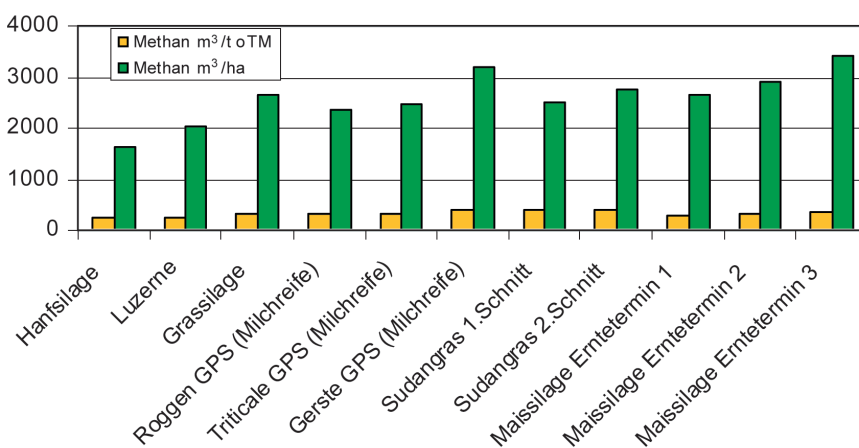


Abb. 4.2: Spezifische und hektarbezogene Methanausbeuten (GPS = Ganzpflanzensilage; Erträge Brandenburg, Landbauggebiet III, Hanff et al., 2005)



Abb. 4.3: Futtersorghum (*Sorghum bicolor*)

Tab. 4.2: Anbauziele und Einflussfaktoren beim Energiepflanzenanbau für die Biogaserzeugung

Anbauziele	Einflussfaktoren
Masse	Standort – Klima – Boden
Qualität	Pflanzenbauliche Maßnahmen – Sortenwahl – Anbauverfahren – Reifeentwicklung der Pflanze zum Erntezeitpunkt – Mengen und Verfügbarkeit von Inhaltsstoffen Ernteverfahren – Ganzpflanze Konservierung und Lagerung – Silagebereitung – Einlagerungsdauer

Gaserträge werden außerdem durch den Erntezeitpunkt deutlich beeinflusst (vgl. **Tab. 3.2; Abb. 4.2**). Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die zum Zeitpunkt der „Milchreife“ geernteten Getreideganzpflanzen die höchsten Gaserträge liefern. Für eine bessere Vergärbarkeit sollten folglich die Pflanzen nicht erst im Stadium der „Totreife“, sondern zu einem früheren Zeitpunkt, z.B. nach Abschluss des Massezuwachses, geerntet werden (Heiermann et al., 2002). Des Weiteren ermöglichen frühere Erntezeitpunkte auf klimatisch günstigen Standorten den Anbau einer zweiten Kultur zur Erhöhung des jährlichen Biomasseertrages.

4.2.2 Anbausysteme

Beim Energiepflanzenanbau ist nicht nur der Ertrag einer Fruchtart im jeweiligen Anbaujahr entscheidend, sondern die Ergebnisse des gesamten, über mehrere Jahre betrachteten Anbausystems. Deshalb spielt die Fruchtfolge und die Integration neuer, d.h. bislang in der Region nicht angebauter Fruchtarten, eine zentrale Rolle. Weiterhin sollen in optimierte Energiefruchtfolgen auch Bodenverbessernde Zwischenkulturen, wie z.B. Ölrettich und Senf, aufgenommen werden.

In der Praxis existieren gegenwärtig für den Energiepflanzenanbau keine speziellen Anbausysteme und Fruchtfolgen. Vereinzelt werden nachhaltige Anbaukonzepte mit einem reduzierten Betriebsmitteleinsatz (Düngung, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutzmitteleinsatz) angewendet, in die unterschiedliche einjährige Kulturarten als Winterung oder Sommerung integriert sind. Das unter dem Namen Zweikultur-Nutzung bekannte Anbauverfahren (Arbeitsgruppe Prof. Scheffer, Universität Kassel-Witzenhausen) ermöglicht durch Ernte der Pflanzen vor Abschluss der generativen Phase den Anbau von zwei Kulturen pro Vegetationsjahr und

schafft Voraussetzungen für hohe Biomasse-Jahreserträge (Karpenstein-Machan, 2005).

4.2.3 Anbautechniken

Eine weitere Variante für den Energiepflanzenanbau stellt der **Mischfruchtanbau** dar, z.B. Reihensaat von Mais und Sudangras oder der Mischanbau von Mais und Sonnenblumen in z.B. jeweils vier Reihen Mais und vier Reihen Sonnenblumen nebeneinander (Groß, 2006). Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten und bisher sind wenig Grundlagen und Erfahrungen vorhanden. Der Mischfruchtanbau von Sommerroggen mit Lupinen oder Erbsen wird gegenwärtig in Versuchsreihen getestet. Durch die Verwendung von Zwei- oder Mehrfruchtmischungen sind Ertragsstabilisierungen, insbesondere in Trockenjahren, möglich.

4.3 Optimierungsansätze

Die Effizienz beim Anbau von Energiepflanzen für die Biogasproduktion wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst, welche ein hohes Optimierungspotenzial aufweisen (**Abb. 4.4**).

Hierbei hat neben den bereits beschriebenen Einflussgrößen Pflanzenart und -sorte, Standort und Klima sowie Erntezeitpunkt, die Konservierung und Lagerung einen maßgeblichen Einfluss auf den Energieertrag. Allerdings liegen vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der Konservierungsform auf das Methanbildungspotenzial von Energiepflanzen nicht vor. Im Rahmen des oben erwähnten BMELV-geförderten Verbundvorhabens werden am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. in einem Teilprojekt die Faktoren Häcksellänge, Siliermittel und Einlagerungsdauer untersucht. Ziel ist es, auf Grundlage von Labor- und Praxisversuchen den Einfluss von Pflanzenart und Silierung auf die Substratqualität und die Biogasausbeute zu ermitteln und Empfehlungen für die Praxis abzuleiten.

4.4 Ausblick

Gegenwärtig konzentriert sich die Pflanzenproduktion auf die Bereitstellung annualer Kulturarten für die Biogasproduktion. Eine interessante Alternative bieten auch Dauerkulturen, wie z.B. Gräser, Rot- und Weißklee oder Luzerne. Da die landwirtschaftliche Nutzung zur Futtererzeugung u.a. aufgrund sinkender Tierbestände kontinuierlich an Bedeutung verliert, stellen insbesondere die ausgedehnten Grünlandregionen Brandenburgs ein bislang weitgehend unberücksichtigtes Potenzial für die energetische Nutzung dar. Futterwirtschaftlich wertvolle Grassilagen liefern auch gute Gaserträge (**Abb. 4.2**). Untersuchungsergebnisse bestätigen die Eignung von Futtergräsern als Substrat für die Biogasproduktion (Mähnert et al.,

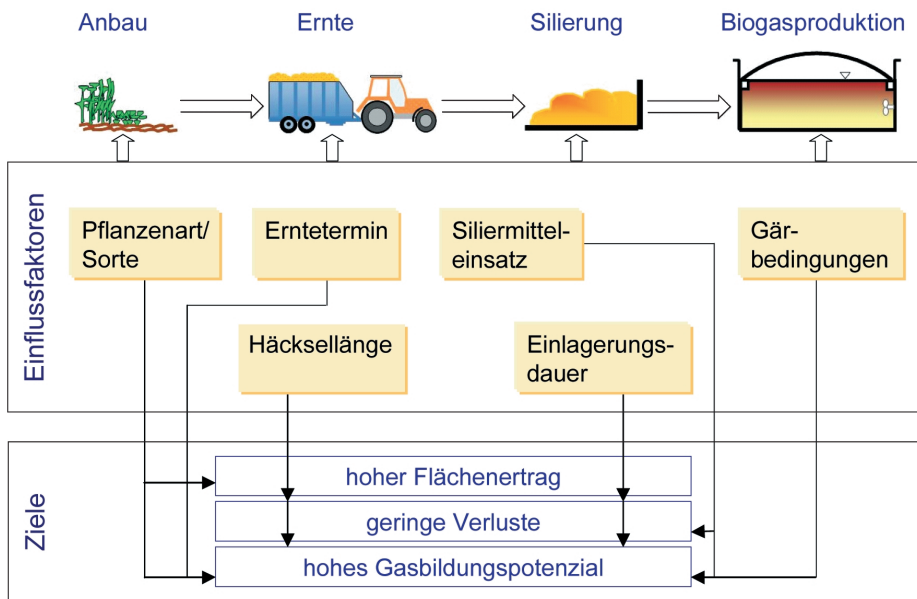


Abb. 4.4: Einflussfaktoren beim Energiepflanzenanbau für die Biogasproduktion

2002). Dieses Potenzial sollte in der Zukunft verstärkt ausgeschöpft werden.

Literatur

- Adam, L. (2006): Sudangras (*Sorghum sudanense* STAPP) – Anbauempfehlung zur Biomasse-nutzung. Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Referat Acker- und Pflanzenbau, 2 S., verfügbar unter http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2331/flyer_sg.pdf, Zugang am 13.06.06.
- Anonymous (2004): Die Umsetzung der GAP-Reform im Land Brandenburg. Überarbeitete Auflage, 28 S., verfügbar unter <http://www.mlubrandenburg.de/cms/media.php/2331/gap.pdf>, Zugang am 24.02.06.
- Groß, A. (2006): Mischanbau Mais-Sonnenblumen: Neue Ergebnisse und Erfahrungen aus 2005. In: Wirtschaftsmotor Biogas, 15. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., 25. – 27. Januar 2006, Hannover, S. 93-97.
- Hanff, H., Neubert, G., Brudel, H. (2005): Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg: Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Tierproduktion. Schriftenreihe des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Reihe Landwirtschaft, Band 6 (2005), Heft 1, 129 S., verfügbar unter http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2335/bb_datensammlung.pdf, Zugang am 24.02.06.
- Heiermann M.; Schelle H.; Plöchl M.; Linke B. (2002): Biogaspotenziale pflanzlicher Kosubstrate. In: Tagungsband: Biogas und Energielandwirtschaft – Potenzial, Nutzung, Grünes Gas™, Ökologie und Ökonomie. 18.-19. November 2002 in Potsdam (eds. M. Heiermann & M. Plöchl), Bornimer Agrartechnische Berichte Vol. 32, 2. überarbeitete Auflage, S. 19-26.
- Heißenhuber, A.; Berenz, S. (2005): Energieproduktion als Managementaufgabe in landwirtschaftlichen Unternehmen – organisatorische und betriebswirtschaftliche Herausforderungen. Lohmann Information 2/2005, S. 1-4. Verfügbar unter http://www.lah.de/fachinfos/lohmann_info/deutsch/i_i_2_05_artikel5.pdf, Zugang am 24.02.06.
- Karpenstein-Machan, M. (2005): Energiepflanzenanbau für Biogasanlagenbetreiber. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 192 S.
- Mähnert, P.; Heiermann, M.; Pöchl, M.; Schelle, H.; Linke, B. (2002): Verwertungsalternativen für Grünlandbestände – Futtergräser als Kosubstrat für die Biomethanisierung. Landtechnik 57 (5): S. 260-261.
- Vetter, A. (2006): Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands – Vorstellung des Verbundvorhabens, verfügbar unter <http://www.tll.de/vbp/pdf/koordinat.pdf>, 08.02.2006.