

Energieproduktion in landwirtschaftlichen Unternehmen

Energy production in agricultural enterprises

Alois HEISSENHUBER und Stefan BERENZ

Zusammenfassung

Die Erzeugung erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft ist durch entsprechende Rahmenbedingungen wirtschaftlich interessant geworden. Vor allem wegen politischer Eingriffe führen einige Verfahren der energetischen Nutzung von Biomasse mit nun hoher ökonomischer Effizienz nicht unbedingt zu einer hohen energetischen Effizienz. Die Rohstoffbereitstellung, z.B. von Getreide für die Äthanolproduktion, entspricht weitgehend den Verfahren der Nahrungsmittelerzeugung. Ein erhöhter Gewinn ist erst über die Energieerzeugung, z.B. in Form von elektrischem Strom aus Biogas, möglich, da ein relativ günstiger Strompreis über 20 Jahre hinweg gesichert ist. Dennoch bestehen nicht unerhebliche Risiken. Diese betreffen u.a. die Entwicklung der Kosten (Pachtpreis, Zinssatz etc.). Demzufolge sind auch bei Biogasanlagen Investitionen nur auf der Basis realistischer Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu tätigen.

Schlagerworte: Energie, Biomasse, Äthanol, Biogas, Deutschland

Summary

The production of renewable energy in agricultural enterprises has become economically interesting due to changes in the legal framework. Primarily as a result of political interventions some forms of energetic use of biomass that yield high economic results do not display a high level of energetic efficiency. The production processes for the raw materials correspond largely to those of food production, e.g. growing grain for ethanol production. An increased profit is possible only through energy generation, e.g. electricity from biogas, since a relatively reasonable price for electricity is guaranteed for 20 years. There are nevertheless significant risks. These concern the development of the costs (land lease price, interest rate etc.).

Investments should therefore to be done only based on realistic economic efficiency calculations.

Keywords: Energy, Biomass, Ethanol, Biogas, Germany

1. Einleitung

Die steigenden Rohölpreise auf dem Weltmarkt sowie die unbefriedigende Einkommenssituation bei der Erzeugung von herkömmlichen landwirtschaftlichen Produkten führen bei Landwirten zu der Überlegung, auf die Produktion von erneuerbaren Energieträgern umzustellen. Ein entscheidender Impuls kam dabei aus den veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen. Für Deutschland sind zu nennen z.B. die Steuerbefreiung für biogene Kraftstoffe sowie der festgelegte Preis für elektrischen Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Im vorliegenden Beitrag werden stellvertretend zwei Beispiele für erneuerbare Energien untersucht, nämlich der Kraftstoff Äthanol und die Stromerzeugung aus Biogas.

2. Erneuerbare Energien aus Biomasse

Die Palette der Möglichkeiten zur Erzeugung erneuerbarer Energien aus Biomasse ist relativ groß. Im Wesentlichen sind zu unterscheiden

- Treibstoffe (Benzin- bzw. Dieseleratz)
- Elektrischer Strom (z.B. aus Biogas)
- Wärmeenergie (z.B. als Abwärme von Blockheizkraftwerk (BHKW) oder aus der direkten Verbrennung von Biomasse)

In Abbildung 1 sind die Primärenergiegehalte ausgewählter Kulturen dargestellt. Des Weiteren wird gezeigt, welche Energiemenge in den daraus gewonnenen Energieformen enthalten ist.

Bei der Gewinnung von Äthanol aus Weizen und von RME (Biodiesel) aus Raps werden vom Primärenergiegehalt nur etwa 30 bis 50% genutzt. Erst wenn auch die im Getreide- bzw. Rapsstroh enthaltene Energie verwertet wird, erhöht sich der Ausnutzungsgrad auf 60 bis 70%. Bei der Gewinnung von Äthanol aus Zuckerrüben liegt der Ausnutzungsgrad bei knapp 60%.

Eine vergleichsweise geringe Ausnutzung der geernteten Primärenergie erfolgt in der Biogasanlage. Das liegt an dem doppelten Umsetzungsprozess, nämlich aus Maissilage wird Biogas und aus Biogas wird elektrischer Strom gewonnen. Nur rund 20% der Primärenergie sind im elektrischen Strom

enthalten. Erst wenn auch die Abwärme des BHKW genutzt wird, kann sich der Ausnutzungsgrad auf 40% erhöhen. Die Wärmenutzung stellt aber bei Biogasanlagen ein relativ großes Problem dar. Zum einen liegen Biogasanlagen meist nicht in der Nähe von großen Wärmeverbrauchern, zum anderen fällt gerade in der warmen Jahreszeit eine größere Wärmemenge an, deren Nutzung eher schwierig ist.

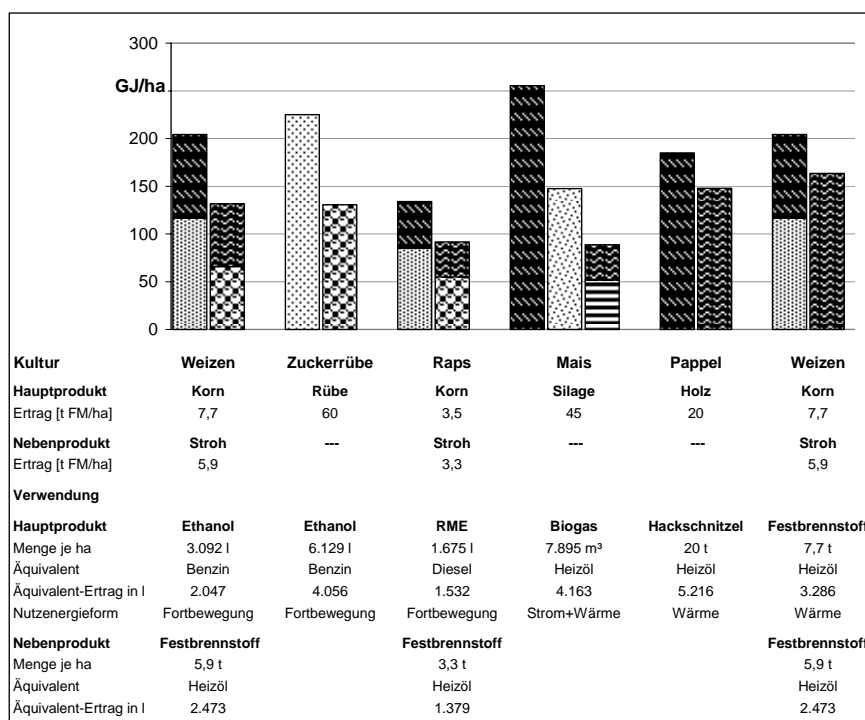


Abb. 1: Primär- und Endenergiegehalte verschiedener Kulturen

Quelle: eigene Berechnungen nach BMVEL 2002, 2004; Quirin et al., 2004, 7; FNR, 2005c; eigene Annahmen

Eine deutliche Effizienzverbesserung wäre möglich, wenn Biogas direkt als Kraftstoff genutzt oder in das Gasnetz eingespeist werden könnte, wengleich hier hohe Anforderungen an die Gasqualität zu erfüllen sind.

In Abbildung 1 ist auch dargestellt, dass eine ausschließliche Gewinnung von Wärmeenergie aus nachwachsenden Rohstoffen generell eine hohe Effizienz aufweist. Dies trifft in gleicher Weise für die Verbrennung von Holz als auch von Getreide zu, wengleich Getreide momentan nur mit einer Sondergenehmigung verbrannt werden darf.

3. Ausgewählte Beispiele

3.1 Äthanol

Die Gewinnung von Äthanol erfolgt in der Regel großtechnisch. Momentan sind entsprechende Anlagen bereits im Bau. In Deutschland wird demnächst eine Produktionskapazität von 1,3 Mio. m³ Äthanol zur Verfügung stehen. Das erfordert ein Rohstoffaufkommen von ca. 3,5 Mio. Tonnen Getreide, entsprechend etwa 500.000 ha Getreidefläche (Grunert, 2006). Vom Anbaupotential her sind diese Flächen darstellbar.

Neben der mengenmäßigen Betrachtung spielt die ökonomische Seite eine noch wichtigere Rolle. Äthanol konkurriert mit Benzin, das durch die Mineralölsteuer mit 65,5 Cent je Liter belastet wird. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass ein Liter Benzin durch ca. 1,5 Liter Äthanol ersetzt werden kann. Heute kostet Benzin etwa 1,35 €/l. Äthanol müsste somit für etwa 0,90 €/l frei Zapfsäule an der Tankstelle angeboten werden, um kostenäquivalent zu sein. Die 90 Cent je Liter Äthanol ergeben sich aus 57 Cent/l Produktionskosten (siehe Abbildung 2) zuzüglich 20 Cent/l Vermarktungskosten zuzüglich 16% Mehrwertsteuer. Unter den gegebenen Marktbedingungen muss demzufolge der Anbieter von Äthanol mit einem Erlös von etwa 0,60 €/l auskommen (siehe Abbildung 2).

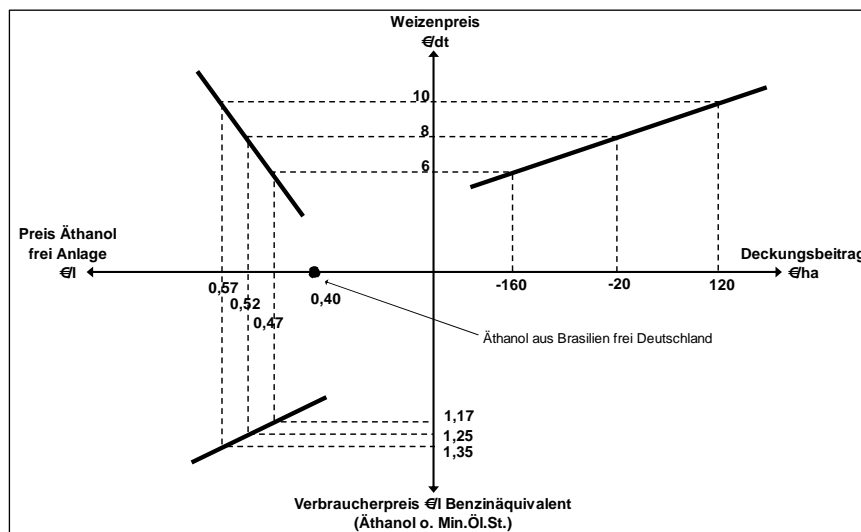


Abb. 2: Ökonomische Kenndaten für Bioäthanol aus Weizen

Quelle: eigene Darstellung nach LfL, 2006; Igelspacher, 2003, 90; MWV, 2006; Thrän et al., 2005, 280

Bei einer gegebenen Alkoholausbeute und durchschnittlichen Verarbeitungskosten darf unter den derzeitigen Bedingungen der Rohstoff Getreide nicht mehr als 10 €/dt (siehe Abbildung 2). kosten. Die so ermittelten Rohstoffkosten stellen für den Landwirt den Erlös dar.

Von diesem Erzeugerpreis ausgehend kann ein Landwirt, je nach Ertragslage und Kostenbelastung, einen Deckungsbeitrag von 100 bis 150 €/ha erzielen (vgl. Abbildung 2). Aus diesen Zusammenhängen lässt sich das Fazit ziehen, dass selbst bei den derzeit bereits relativ hohen Preisen für fossile Energieträger ein Kraftstoff aus Biomasse und damit die Biomasse selbst noch eine geringe Wettbewerbskraft aufweist.

Für das inländische Angebot könnte es zudem Probleme geben, wenn erhebliche Mengen an importiertem Alkohol zu niedrigeren Preisen zur Verfügung stehen, als die inländischen Herstellungskosten betragen.

Für „Energierüben“ wird momentan ein Preis von maximal 2,5 €/dt diskutiert. Für Zuckerrübenanbauer ist dieser Preis eine akzeptable Alternative, da damit der Deckungsbeitrag deutlich über dem Niveau von Getreide liegt.

3.2 Biogas

Biogas kann aus unterschiedlichen Reststoffen, z.B. Gülle, aber auch aus landwirtschaftlichen Produkten, wie z.B. Silomais, erzeugt werden. Die Biogaserzeugung ist aber auf dem Energiemarkt selbst unter den derzeitigen Bedingungen noch nicht wettbewerbsfähig.

Erst durch die gesetzliche Vorgabe eines vergleichsweise hohen und zudem über 20 Jahre zugesicherten Strompreises erlebte die Biogasbranche einen deutlichen Aufschwung. Dieser wurde noch verstärkt durch den so genannten Nawaro-Bonus. Der Bonus wird gewährt, wenn ein Betrieb für die Biogasproduktion nur landwirtschaftliche Ausgangsstoffe verwendet.

Zur Biogaserzeugung eignen sich insbesondere Pflanzen mit hohen Energieerträgen, wie z.B. Silomais. Insofern ist es naheliegend, dass in erster Linie viehhaltende Betriebe mit Maisanbau den Bau einer Biogasanlage vornehmen und in diesem Zusammenhang die Viehhaltung einschränken bzw. sogar ganz aufgeben. Das liegt auch an folgenden Zusammenhängen: Die Wettbewerbsverhältnisse zwischen Viehhaltung und Biogaserzeugung haben sich in jüngster Zeit deutlich verändert. Die Entkoppelung der Direktzahlungen hat zu einer Verringerung der Wettbewerbskraft von landwirtschaftlichen Produktionsverfahren, insbesondere der Rindermast, geführt. Demgegenüber wurde die Wettbewerbskraft der Biogasproduktion durch den gesicherten Energiepreis deutlich erhöht. In Tabelle 1 sind die Wettbewerbsverhältnisse zwischen Bullenmast und Biogas vergleichend dargestellt. In der Tat ist unter durchschnittlichen Verhältnissen mit der

Biogasnutzung eine bessere Faktorverwertung zu erzielen als über die Bullenmast.

Dennoch birgt die Biogasanlage eine Reihe von Risiken, die durchaus dazu führen können, dass mit Biogasanlagen deutliche Verluste entstehen können. Zuallererst ist das Risiko steigender Substratkosten zu nennen. Ein Ausdruck dafür sind die regional schon jetzt steigenden Pachtpreise. Weitere wichtige erfolgsbestimmende Faktoren sind z.B.:

- Gasausbeute
- Motorenlaufzeit
- Arbeitszeit- und Transportaufwand
- Umfang der Wärmenutzung

Tab. 1: Vergleich der Leistungs-Kosten-Rechnung Bullenmast und Biogaserzeugung

Bezeichnung	Bullenmast		Biogas	
	Bulle		kW _{el} u. Jahr	
Bandbreite	von	bis	von	bis
Leistungen	400 kg SG/Bulle		6.500 kWh _{el}	7.500 kWh _{el}
	2,60 €/kg SG	3,20 €/kg SG	16,3 Cent/kWh _{el}	
Kosten	1.040 €	1.280 €	1.060 €	1.220 €
Gewinnbeitrag	1.130 €	1.200 €	1.050 €	990 €
Gewinnverteilung ¹	-90 €	80 €	10 €	230 €
Arbeit	-11 €/AKh	10 €/AKh	1 €/AKh	23 €/AKh
Fläche	-560 €/ha	500 €/ha	25 €/ha	580 €/ha

¹ Maximal mögliche Entlohnung des Produktionsfaktors Arbeit oder Fläche bei Verzicht auf eine Entlohnung des anderen Faktors.

Quelle: eigene Berechnungen nach LBA, 2001 und 2002; LfL, 2003, 2004 und 2005; FNR, 2005a und 2005b

Gerade bei neuen Produktionsverfahren sind, zumindest in der Anfangsphase, noch Erfahrungen zu sammeln, um ein produktionstechnisch hohes Niveau zu erreichen. In Abbildung 3 ist die Gewinnsituation unter günstigen, durchschnittlichen und ungünstigen Bedingungen dargestellt.

Vorab wurden alle Aufwendungen berücksichtigt, mit Ausnahme für die eingesetzte Arbeitszeit und die erforderliche Fläche, z.B. zur Erzeugung von Silomais. Es ergibt sich eine typische Konkurrenzsituation für die Entlohnung der Arbeit und der Fläche. Hohe Pachtpreise gehen zu Lasten der Arbeitsentlohnung. In der Praxis ebenfalls anzutreffende ungünstige Bedingungen ermöglichen überhaupt keine Entlohnung der eingesetzten Faktoren.

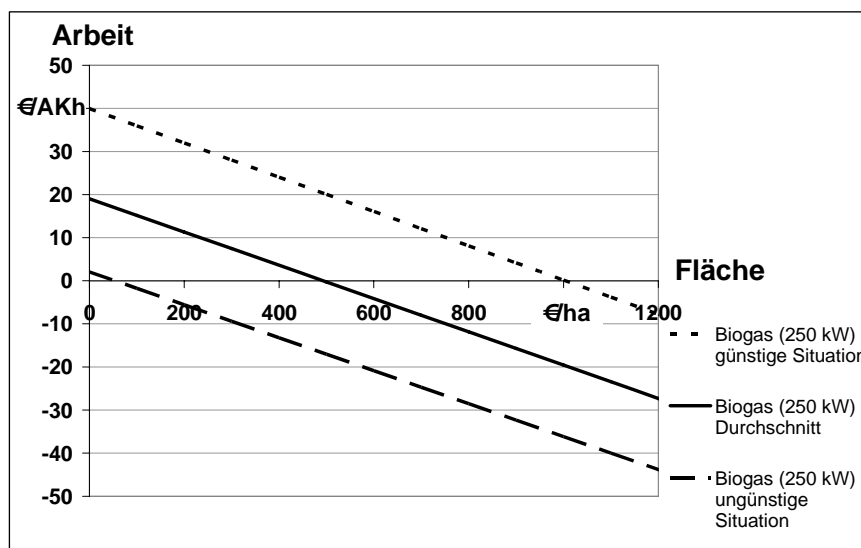


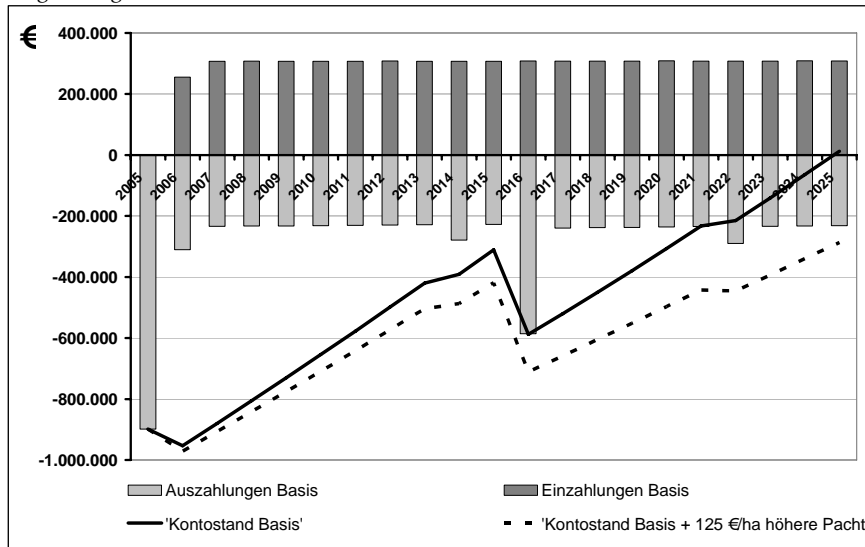
Abb. 3: Gewinnverteilung für Arbeit und Fläche beim Betrieb von Biogasanlagen
Quelle: eigene Berechnungen nach FNR, 2005a und 2005b

Neben der Rentabilität muss auch die Liquidität sichergestellt werden. Probleme der Liquidität ergeben sich immer dann, wenn zu riskant finanziert wurde und unvorhergesehene Änderungen auftreten. Die Erlöse für den elektrischen Strom sind zwar festgeschrieben, doch kann sich aufgrund steigender Nachfrage der Pachtpreis erhöhen oder die Energieausbeute bleibt hinter den Erwartungen zurück. Aus diesem Grunde muss ein Finanzierungsplan entsprechend solide ausgelegt werden. In Abbildung 4 sind die Einzahlungen und Auszahlungen für eine 250-kW-Biogasanlage dargestellt. Dabei wurden für die eingesetzte Arbeit 15 Euro pro AKh, für das eingesetzte Kapital 4,5% Zins und für die erforderliche Fläche eine Pacht von 250 Euro pro Hektar berücksichtigt.

Die hohe Auszahlung nach 11 Jahren bezieht sich auf einen kompletten Austausch der Technik der Biogasanlage. Zwei Jahre vorher und sechs Jahre später muss der Gas-Otto-Motor ausgetauscht werden. Wie der Verlauf der Einzahlungs-Auszahlungsdifferenz zeigt, erreicht der Investor mit der Anlage nach 20 Jahren die volle Entlohnung der eingesetzten Faktoren im vorgesehenen Umfang. Sind dagegen etwas ungünstigere Bedingungen, z.B. ein um 125 Euro pro Hektar höherer Pachtpreis (plus 50% des ursprünglich angenommenen), eingetreten, dann ergibt sich die ebenfalls in Abbildung 4 dargestellte Situation. Demzufolge fehlen dem Investor am Ende des Betrachtungszeitraumes ca. 275.000 Euro. Daraus resultiert zum einen eine um etwa 5 Euro pro Stunde geringere Entlohnung der eingesetzten Arbeit.

Zum anderen können sich für den Unternehmer gravierende Liquiditätsprobleme ergeben.

Abb. 4: Entwicklung der Ein- und Auszahlungen während der Nutzungsdauer einer Biogasanlage



Quelle: eigene Berechnungen nach FNR, 2005a, FNR, 2005b

4. Vergleichende Beurteilung der Energieerzeugung

Für den landwirtschaftlichen Betrieb stehen mehrere Möglichkeiten zur Energieerzeugung zur Verfügung. Generell ist zu unterscheiden zwischen der Erzeugung von Rohstoffen für die Energieerzeugung und der unmittelbaren Energieerzeugung. Die wesentlichen Kennzeichen ausgewählter Formen der Energieerzeugung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Als gemeinsamer Nenner wird ein Gewinnbeitrag von 1.000 Euro gewählt. Die Verfahren der Rohstoffbereitstellung (z.B. über Getreide oder Raps) entsprechen den vergleichbaren Verfahren der herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktion. Insofern sind hier keine zusätzlichen Investitionen erforderlich. Für den angestrebten Gewinnbeitrag ist der Flächenbedarf außerordentlich hoch. Bei der unmittelbaren Energieerzeugung, z.B. über Biogas, ergibt sich ein hoher Kapitalbedarf. Daraus resultiert ein relativ hohes Finanzierungsrisiko, auch wenn die Stromerlöse über 20 Jahre zugesichert werden.

Tab. 2: Faktoransprüche für einen Gewinnbeitrag von 1.000 € bei Produktionsverfahren der Energieerzeugung

Bezeichnung	Rohstoffherzeugung ¹	Biogas	Fotovoltaik
Kapazität		4 – 6 kW _{el}	13 kW _{el}
Fläche	6 -12 ha	2 – 4 ha	120 m ² Dach
Kapital	---	14 – 20 T€	50 – 60 T€
Arbeit	40 – 80 AKh/a	40 – 60 AKh/a ²	5 AKh/a
Management- anforderungen	mittel	sehr hoch	gering
Risiko	Produktion und Markt	Produktion und Zins	Zins

¹ z.B. Getreide oder Raps.

² für Substratbereitstellung und Betrieb der Biogasanlage

Quelle: eigene Berechnungen nach LBA, 2001, LBA 2002, LfL, 2003, LfL 2004, LfL, 2005, FNR, 2005a, FNR, 2005b, N.N., 2004, 82-87

In landwirtschaftlichen Betrieben ist häufig auch die Fotovoltaik anzutreffen, da umfangreiche Dachflächen zur Verfügung stehen. Hier fällt ein extrem hoher Kapitalbedarf auf.

Insgesamt gesehen unterscheiden sich die verschiedenen Varianten der Energieerzeugung ganz wesentlich. Von entscheidender Bedeutung wird es sein, dass ein Landwirt die Form der Energieerzeugung findet, die sich von den Faktoransprüchen her am besten in den Betrieb integrieren lässt. Dessen ungeachtet erfordert jedes Vorhaben eine solide Finanzierungsplanung. Dieser Aspekt ist deshalb so wichtig, da die neuen Verfahren teilweise noch zu standardisieren sind und die Beherrschung der Produktionstechnik durch den Landwirt vor allem in der Anfangsphase noch verbessert werden muss.

Literatur

- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2002): Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten 2002. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2004): Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten 2004. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup.
- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2005a): Ergebnisse des Biogas-Messprogramms. Gülzow.
- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2005b): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung. Gülzow.
- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2005c): Leitfaden Bioenergie - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Gülzow.
- GRUNERT, M. (2006): "Bioethanol - Stand in Deutschland", Vortrag anlässlich der Fachveranstaltung "Getreide zur Ethanolproduktion" am 02.02.2006 in Nossen.

- IGELSPACHER, R. (2003): Ganzheitliche Systemanalyse zur Erzeugung und Anwendung von Bioethanol im Verkehrssektor. München: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- LBA - Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur (Hrsg.) (2001): Buchführungsergebnisse des Wirtschaftsjahres 2000/2001. München.
- LBA - Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur (Hrsg.) (2002): Buchführungsergebnisse des Wirtschaftsjahres 2001/2002. München.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2003): Buchführungsergebnisse des Wirtschaftsjahres 2002/2003. München.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2004): Buchführungsergebnisse des Wirtschaftsjahres 2003/2004. München.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005): Buchführungsergebnisse des Wirtschaftsjahres 2004/2005. München.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik (2006): Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. <http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/> (20.7.2006).
- MWV - Mineralölwirtschaftsverband e.V. (2006): Mineralölzahlen. <http://www.mwv.de>, http://www.mwv.de/Statistiken_Grafiken.html (20. 7. 2006).
- N.N. (2004): Installationsangebote. Photon - Das Solarstrom-Magazin, 9, 4, S. 82-87.
- QUIRIN, M.; GÄRTNER, S. O.; PEHNT, M.; REINHARDT, G. A. (2004): CO₂-neutrale Wege zukünftiger Mobilität durch Biokraftstoffe - Eine Bestandsaufnahme. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.
- THRÄN, D.; WEBER, M.; SCHEUERMANN, A.; FRÖHLICH, N.; ZEDDIES, J.; HENZE, A.; THOROE, C.; SCHWEINLE, J.; FRITSCHKE, U. R.; JENSEIT, W.; RAUSCH, L.; SCHMIDT, K. (2005): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Leipzig: Institut für Energetik und Umwelt.

Anschrift der Verfasser

*Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber und Dipl. Ing. agr. (Univ.) Stefan Berenz
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
Technische Universität München
Alte Akademie 14, 85350 Freising, Deutschland
eMail: heissenhuber@wzw.tum.de, berenz@wzw.tum.de*