

Agrowir

Einstiegsschwellen für die landwirtschaftliche Bioenergie

Markus Lips, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen
Auskünfte: Markus Lips, E-Mail: markus.lips@art.admin.ch, Tel. +41 52 368 31 31, Fax +41 52 365 11 90

Zusammenfassung

Für vier Energieträger aus der Landwirtschaft wird untersucht, um wie viel der nächst verwandte konventionelle Energieträger (Referenzenergieträger) sich verteuern müsste, damit die inländische Produktion wettbewerbsfähig wird. Bei Stückholz und Biogas aus Bioabfällen betragen die notwendigen Preissteigerungen maximal 43 %. Für Rapsmethylester, Ethanol und Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen des Ackerbaus sind die notwendigen Preissteigerungen deutlich grösser. Je nach Energieträger und Annahme bewegen sie sich zwischen 62 und 281 %. Wichtigste Ursache hierfür sind die hohen Produktionskosten im Schweizer Ackerbau.

Steigende Erdölpreise und die Diskussion um CO₂-Emissionen haben zu einem deutlich grösseren Interesse für Bioenergieträger geführt. Für Biotreibstoffe liegen Ökobilanzen vor (Zah *et al.* 2007). Die Wirtschaftlichkeit von Biomasse-Energieanlagen wurde ebenfalls untersucht (Bundesamt für Energie 2007).

Da die Landwirtschaft bei den meisten Bioenergieträgern mitbeteiligt ist, interessieren zwei Aspekte. Einerseits steht die Frage nach der Einstiegsschwelle im Raum: Ab welchem (Weltmarkt) Preis ist die inländische Produktion wettbewerbsfähig? Andererseits ist ein Quervergleich zwischen den Bioenergieträgern von Nutzen, um abzuschätzen, welche aus wirtschaftlicher Sicht am ehesten für die Produktion in Betracht kommen.

Referenzenergieträger

Um die beiden Fragen nach der Einstiegsschwelle und dem Quervergleich zu beantworten, wird ein Referenzenergieträger benötigt. Dieser ist der nächstverwandte konventionelle Ener-

gieträger. Für die vier im Artikel verglichenen Energieträger sind es Diesel für Biodiesel respektive Rapsmethylester (RME), Benzin für Ethanol, Heizöl für Stückholz und Strom für Strom aus Biogas.

Für alle Referenzenergieträger existieren Preise, was einen Vergleich mit den Gestehungskosten der inländischen Produktion ermöglicht. Dabei steht die Frage im Zentrum, um wie viele Prozente sich der Preis des Referenzenergieträgers erhöhen muss, damit er gleich teuer wird wie der inländische Bioenergieträger. Diese notwendige Steigerung widerspiegelt die Einstiegsschwelle für die Inlandproduktion. Insbesondere bei den Biotreibstoffen sind die Energiegehalte pro Liter unterschiedlich. RME und Ethanol müssen daher in Energieäquivalente von Diesel und Benzin umgerechnet werden. Bei den Berechnungen der Preissteigerungen wird unterschieden zwischen den eigentlichen Kosten für die Energie (Energieträger samt Mehrwertsteuer, die proportional dazu ist) und anderen Kosten wie Mineralölsteuer

und Transportkosten. Da letztere beide nicht vom Preis des Energieträgers abhängen, werden sie für die Preissteigerung nicht berücksichtigt.

Da die notwendigen Preiserhöhungen der Referenzenergieträger für alle Energiearten in Prozentform vorliegen, erlauben sie einen Quervergleich. Ein Quervergleich mit absoluten Preisen hätte den Nachteil, dass Umrechnungen der verschiedenen Energieeinheiten notwendig wären, wie beispielsweise von einem Liter Heizöl zu einer Kilowattstunde elektrischer Energie.

Die Preise für Diesel, Benzin und Heizöl unterliegen ständigen Schwankungen. Entsprechend widerspiegeln die Einstiegsschwellen nur eine Momentaufnahme, was die Aussagekraft für einen längeren Zeitraum einschränkt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Aussagekraft der Vergleiche auch aus drei weiteren Gründen relativiert werden muss. Erstens hat die Wahl des technischen Verfahrens einen Einfluss. Beispielsweise kann Ethanol aus Zuckerrüben, Mais, Weizen oder Holz gewonnen werden. Zweitens ist die betrachtete Anlagegrösse von Bedeutung, da Skaleneffekte bestehen. Schliesslich sind verschiedene Annahmen notwendig, wie beispielsweise der Preis für Rapschrot als Nebenprodukt der RME-Produktion.

tschaft

Vier Energieträger im Vergleich

In Tabelle 1 sind die notwendigen Preiserhöhungen der Referenzenergieträger für RME, Ethanol, Stückholz sowie Strom aus Biogas angegeben.

Rapsmethylester

Für RME findet der Vergleich mit Diesel an der Zapfsäule beziehungsweise Tankstelle statt. Der Dieselpreis beläuft sich auf

Fr. 1.71 (Stand 19. Juni 2007) und setzt sich folgendermassen zusammen: 76 Rappen Mineralölsteuer, 12 Rappen Mehrwertsteuer, 15 Rappen für Transport und Tankstellenbetrieb sowie 68 Rappen für den importierten Dieseltreibstoff. Basierend auf einer Kostenkalkulation für Deutschland (Henniges 2007) werden die Produktionskosten für die Schweiz angepasst. Dabei werden Schweizer Preise

für Raps und Rapsschrot eingesetzt. Zudem erfolgt eine Anpassung für die höheren Schweizer Lohnkosten. Da RME einen tieferen Energiegehalt als Diesel aufweist, müssen die Kosten mit dem Faktor 1,1 multipliziert werden, um das Energieäquivalent eines Liters Diesel zu erreichen, was schliesslich Fr. 1.84 ergibt. Wenn man noch die 15 Rappen für Transport und Tankstellenbetrieb aufgrund des grös-

Tab. 1. Notwendige Preiserhöhungen der Referenzenergieträger (unter Verwendung von Energieäquivalenten)

Bioenergieträger	Variante	Einheit	Preis in Fr. (Energieäquivalent des Referenzenergieträgers)	Notwendige Preiserhöhung des Referenzenergieträgers in %
RME	Diesel	l	1,71	–
	RME ohne Mineralölsteuer	l	2,16	62
	RME mit Mineralölsteuer	l	2,98	173
Ethanol	Benzin Bleifrei 95	l	1,74	–
	Ethanol ohne Mineralölsteuer	l	3,18	181
	Ethanol mit Mineralölsteuer	l	3,96	281
Stückholz	Heizöl	20MWh	3725	–
	Stückholz, Stundenlohn Fr. 27.-	20MWh	3850	8
	Stückholz, Stundenlohn Fr. 61.-	20MWh	4550	43
Strom aus	Elektrischer Strom	kWh	0,15	–
Biogas	Biogas aus Bioabfällen	kWh	0,212	41
	Biogas aus Bioabfällen, inkl. ökolog. Mehrerlös	kWh	0,152	1
	Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen	kWh	0,387	158
	Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen, inkl. ökolog. Mehrerlös	kWh	0,327	84

Quelle: eigene Berechnungen aufgrund der im Text angegebenen Quellen

seren Volumens ebenfalls mit dem Faktor 1,1 multipliziert sowie die Mehrwertsteuer addiert, resultieren Fr. 2.16, was deutlich über dem Referenzenergieträger liegt. Letzterer müsste um 62 % teurer werden, damit der inländische RME mithalten kann. Falls es keine Befreiung von der Mineralölsteuer gibt, belaufen sich die Kosten pro Liter auf Fr. 2.98, was eine Steigerung des Referenzenergieträgers um 173 % erfordern würde.

Ethanol

Die Zusammensetzung des Benzinspreises (Bleifrei 95) ist ähnlich wie jene des Diesels: 73 Rappen Mineralölsteuer, 12 Rappen Mehrwertsteuer, 15 Rappen für Transport und Tankstellenbetrieb sowie 74 Rappen für den Treibstoff ergeben zusammen einen Preis von Fr. 1.74 (Stand 19. Juni 2007). Die Produktionskosten von Ethanol aus Weizen für Deutschland (Henniges 2006) werden analog zu RME angepasst, wobei sie sich auf Fr. 1.81 pro Liter belaufen. Um der geringeren Energiedichte des Ethanols gegenüber dem Benzin Rechnung zu tragen, erfolgt die Multiplikation mit dem Faktor 1,51. Zusammen mit den Kosten für Transport und Tankstellenbetrieb, die ebenfalls mit 1,51 multipliziert werden, sowie der Mehrwertsteuer erhält man Fr. 3.18, was eine Steigerung des Referenzenergieträgers von 181 % erfordern würde. Berücksichtigt man zusätzlich die Mineralölsteuer, beläuft sich die notwendige Steigerung auf 281 %.

Stückholz

Um Holz mit Heizöl zu vergleichen, werden nicht nur die Kosten des Brennstoffs, sondern auch diejenigen der Heizanlage miteinbezogen. Den Betrachtungsrahmen bildet der Jahresbedarf eines Einfamilienhauses von 20 MWh oder 2100 Liter Heizöl. Die Angaben für die jährlichen Kosten der Heizanlagen (Ab-

schreibungen, Zins, Raumbedarf und Unterhalt) stammen von Erdgas Zürich (2005) und betragen Fr. 1987.- für die Ölheizung sowie Fr. 2590.- im Falle des Stückholzvergaserkessels mit Speicher. Als Heizölpreis werden Fr. 82.76 pro 100 Liter verwendet (Durchschnitt für sechs Schweizer Städte/Regionen am 18. Juni 2007; www.oelpooler.ch). Dabei entfallen Fr. 0.30 auf die Mineralölsteuer, Fr. 5.85 auf die Mehrwertsteuer, Fr. 4.70 auf Lagerung und Hauslieferung sowie Fr. 71.91 auf das Heizöl.

Für die Variante mit Ölheizung belaufen sich die gesamten Kosten pro Jahr auf Fr. 3725.-, wovon Fr. 1738.- auf Heizöl entfallen. Die Variante mit Holzheizung andererseits benötigt 14 Ster (m³) Fichtenholz in Form von 33 cm langen Holzscheiten (Stückholz). Ammann (2007) kalkulierte die entsprechenden Selbstkosten für einen Landwirtschaftsbetrieb. Dabei gibt es zwei Untervarianten mit unterschiedlichen Arbeitsentschädigungen. Einerseits gilt der Verrechnungsansatz unter Landwirten (Fr. 27.- pro Stunde) andererseits werden Fr. 61.- pro Stunde angenommen, was als Ansatz für ausserlandwirtschaftliche Arbeiten dient (Ammann 2006). Mit dem tieferen Ansatz belaufen sich die Gesteungskosten pro Ster auf Fr. 90.-, beim höheren Stundenlohn sind es Fr. 140.-. Entsprechend betragen die gesamten Kosten Fr. 3850.- beziehungsweise Fr 4550.-. Die notwendigen Preissteigerungen beim Referenzenergieträger Heizöl betragen 8 % respektive 43 %.

Im Vergleich sind die Unterschiede bei der Beschickung der Heizanlage nicht berücksichtigt. Während dies bei der Ölheizung automatisch geschieht, müssen die Holzscheite von Hand eingefüllt werden. Der entsprechende Zeitaufwand wie auch der Auf-

wand für die Zwischenlagerung des Stückholzes vor dem Verfeuern sind nicht berücksichtigt. Ein weiteres Problem bei Holzheizungen ist die Luftbelastung, die in der Zukunft zusätzliche Investitionen für einen Feinstaubabscheider notwendig machen könnte.

Strom aus Biogas

Gubler *et al.* (2007) haben für eine 120 kW-Biogasanlagen die Gesteungskosten für Strom kalkuliert. Unter der Annahme, dass neben Gülle Bioabfälle (Hühnermist, Frittieröl, Rüstabfälle, Rasenschnitt und Getreideabgang) vergoren werden, kommt eine Kilowattstunde auf Fr. 0.212 zu stehen. Als Preis für den Referenzenergieträger werden 15 Rappen angenommen, was der Einspeisevergütung entspricht. Entsprechend müsste sich der Referenzenergieträger um 41 % verteuern. Falls es gelingt, einen ökologischen Mehrerlös für Strom aus Biogas von 6 Rappen pro kWh zu generieren, verringert dies die zu deckenden Kosten auf 15,2 Rappen pro kWh, womit eine Verteuerung des Referenzenergieträgers minimal ausfällt. Biogas aus Silomais als nachwachsenden Rohstoff (NaWaRo) ist gegenüber den Bioabfällen wesentlich teurer, da Anbau, Ernte und Lagerung erhebliche Kosten verursachen. Bei einem Preis von 38,7 Rappen pro kWh, wäre eine Preissteigerung des Referenzenergieträgers von 158 % notwendig. Im Unterschied zu RME, Ethanol und Holz findet dieser Vergleich nicht auf der Stufe der Konsumenten, sondern auf Stufe Produzent statt. Entsprechend wird die Mehrwertsteuer vernachlässigt.

Einfluss des Ackerbaus

Aufgrund der notwendigen Preiserhöhungen der Referenzenergieträger können zwei Gruppen gebildet werden. Biogas aus bei Bioabfällen inklusive ökologischen Mehrerlös sowie Holz zum tiefen Stundenlohn (Fr. 27.-) sind

den Preisen der jeweiligen Referenzenergieträger am nächsten. Bei geringfügigen Preiserhöhungen des Referenzenergieträgers ist die Wettbewerbsfähigkeit der inländischen Produktion auch bei Biogas aus Bioabfällen ohne ökologischen Mehrerlös sowie beim Holz zum höheren Stundenlohn (Fr. 61.-) gegeben.

Die zweite Gruppe umfasst RME, Ethanol sowie Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen. Auch wenn die Mineralölsteuer nicht berücksichtigt, beziehungsweise der ökologische Mehrerlös bei Biogas in Rechnung gestellt wird, verbleiben grosse Differenzen zum Referenzenergieträger. In den Kalkulationen werden für alle drei Energiearten ackerbauliche Erzeugnisse benötigt. Vergleiche mit Baden-Württemberg

zeigen, dass der Ackerbau in der Schweiz deutlich teurer ist (Signer 2006; Lips und Ammann 2007). Die wichtigsten Gründe dafür sind höhere Preise für Hilfsstoffe und Pachtland, kleinere Betriebsstrukturen und damit verbunden eine deutlich tiefere Auslastung der Maschinen.

Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Artikel werden die Einstiegsschwellen für Bioenergieträger aus der Landwirtschaft untersucht.

Holz zum Heizen und Strom aus Biogas von Bioabfällen sind preislich relativ nahe bei den konventionellen Energieträgern (Referenzenergieträger). In diesem Bereich hat die Schweizer Landwirtschaft eine gute Ausgangslage, um stärker in die Energieproduktion ein-

zusteigen. Entsprechend gilt es, ähnliche Energieträger wie extensive Wiesen, schnellwachsende Hölzer oder Chinaschilf genauer zu betrachten, auch wenn nicht in allen Fällen eine Berechtigung für Direktzahlungen besteht.

Wenn Produkte des Ackerbaus für die Bioenergiegewinnung verwendet werden, bestehen erhebliche Kostennachteile gegenüber den konventionellen Energieträgern.

Literatur

- Ammann H., 2006. Maschinenkosten 2007, ART-Bericht Nr. 664, Tänikon.
- Ammann H., 2007. Arbeitserledigungskosten Energieholzproduktion von Ernte bis Anlieferung Verbraucher, internes Arbeitsdokument, Tänikon.

Abb.1. Biogas aus Bioabfällen liegt der Einstiegsschwelle wesentlich näher als Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo). (Foto: Agroscope ART)



- Bundesamt für Energie, 2007. Wirtschaftlichkeit von heutigen Biomasse-Energieanlagen, Bern.
- Erdgas Zürich, 2005. Vergleich verschiedener Heizsysteme. Zugang: <http://www.erdgaszurich.ch> [19. Juni 2007].
- Gubler N., Gazzarin Ch., Dux D. & Engeli H., 2007. Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen, *ART-Bericht Nr. 676*, Tänikon.
- Henniges O., 2006. Internationale Wettbewerbsfähigkeit der Bioethanolproduktion in Deutschland, *Landinfo 5/06*.
- Henniges O., 2007. Die Bioethanolproduktion Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz, Dissertation, Universität Hohenheim, EUL Verlag, Lohmar.
- Lips M. & Ammann H., 2007. Vollkostenkalkulationen für Ackerkulturen, In Mann St., Ferjani A., Lips M. & Ammann H. (Herausgeber): Evaluation ausgewählter agrarpolitischer Massnahmen im pflanzlichen Bereich, *ART-Schriftenreihe Nr. 4*, Tänikon.
- Signer A., 2006. Analyse der Produktionskosten und der Kostensenkungsstrategien in typischen Ackerbaubetrieben, Diplomarbeit, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.
- Zah R., Böni, H., Gauch, M., Hirschier R., Lehmann M. & Wäger P., 2007. Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen Schlussbericht, EMPA, St. Gallen.

RÉSUMÉ

Seuils de prix pour la bioénergie agricole

L'étude a porté sur quatre sources énergétiques issues de l'agriculture. Il s'agissait de savoir de combien la source énergétique conventionnelle la plus proche (source énergétique de référence) devrait se renchérir pour que la production indigène soit compétitive. En ce qui concerne les bûches et le biogaz produit à partir de déchets biologiques, les augmentations de prix nécessaires sont de 45 % maximum. En ce qui concerne l'ester méthylique de colza, l'éthanol et le biogaz produit à partir de matières premières renouvelables issues de la culture des champs, les majorations de prix nécessaires sont nettement plus importantes. Suivant la source d'énergie et l'hypothèse de base, ces majorations oscillent entre 60 et 280 %. Cette situation tient essentiellement aux coûts de production élevés des grandes cultures en Suisse.

SUMMARY

Price thresholds for agricultural bioenergy

A study was carried out to determine by how much the price of the nearest related conventional energy source (reference energy source) would have to rise to make domestic production competitive. In the case of logwood and biogas from bio-waste, the requisite price rises amounted to a maximum of 45 %. For rape methyl ester, ethanol and biogas produced on the basis of renewable resources from arable farming, the requisite price increases were considerably higher. They varied between 60 and 280 %, depending on energy source and the given assumptions. This is due chiefly to the high production costs of Swiss arable farming.

Key words: agricultural bioenergy, price threshold