

## Direkter und indirekter Energieeinsatz bei biologischen Betrieben unterschiedlicher Produktionsrichtungen

Moitzi, G.<sup>1</sup> und Boxberger, J.

*Keywords: Direct and indirect energy input, farm energy analyses*

### Abstract

*Different farm types in organic farming require different amount of external energy in direct (electricity, fuel, heat) and indirect manner (process energy for production of farm facilities). Twelve different organic farms are analysed regarding direct and indirect energy input and energy output (crops, vegetables, meat, milk). Direct energy input is mainly caused by fuel consumption. Energy saving strategies and/or substitution through renewable energy ("plant fuels", electricity from bioenergy) should be promoted in this area.*

### Einleitung und Zielsetzung

Für einen landwirtschaftlichen Betrieb ist sowohl ein hoher Energieinput als auch ein unnötig verminderter Energiesaldo wirtschaftlich und ökologisch unerwünscht. Diese bewirken zum einen eine vermehrte CO<sub>2</sub>-Emission aus fossilen Energieträgern und zum anderen eine unzureichende Faktoreffizienz infolge energetisch ungünstiger Verfahrensabläufe. Durch die Verknappung von fossilen Energieträgern und des fortschreitenden Klimawandels bekommt die Ressourcenschonung und die Energieeffizienz zunehmend an Bedeutung (Von Weizsäcker et al. 2009). Im Rahmen dieses Beitrags wurden die Energiebilanzen von unterschiedlichen biologischen Betriebsformen in Österreich untersucht.

### Methoden

Der technische direkte und indirekte Energieinput ist ein Intensitätsparameter in der landwirtschaftlichen Produktion. Der direkte Energieeinsatz ist auf den Einsatz von Kraftstoff, Strom und Heizöl zurückzuführen, während der indirekte Energieeinsatz durch die Prozessenergie für die Herstellung von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln (Landmaschinen, Kraftfutter, Saatgut, Dünger- und Pflanzenschutzmitteln, etc.) bestimmt ist. Im Rahmen einer Seminarlehrveranstaltung „Technik im Ökologischen Landbau“ an der Universität für Bodenkultur wurden von den Studierenden Cimer K., Mayer P., Mittermayr C., Schmied V., Huemer M., Teizer B., Falk, A., Kremmel St., Schodl K., Frank B., Hirner P., Stelling C., Grojer J., Hofer B., Schachinger T., Seebacher P., Leitner G., May Ch., Schuster J., Leitner G., Danzinger G., Habsburg-Lothringen M., Messner M., Eder H.-W., Gastinger G., Schlagnitweit M., Waldhör H.-P. und Grandl F. zwölf unterschiedliche biologische Betriebe hinsichtlich Energieinput und Energieoutput untersucht. Die Betriebsmitteldaten sowie die pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse wurden in Fragebögen mit den Betriebsleitern erhoben und dann energetisch bewertet (KTBL 2008). Im Energieinput wurde nicht die indirekte Energie für die Herstellung von Landmaschinen und baulichen Anlagen berücksichtigt, weil deren Auslastung und Nutzungsdauer in den Betrieben unterschiedlich zu bewerten sind.

<sup>1</sup> Institut für Landtechnik im Department für Nachhaltige Agrarsysteme; Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82; A-1190 Wien, gerhard.moitzi@boku.ac.at

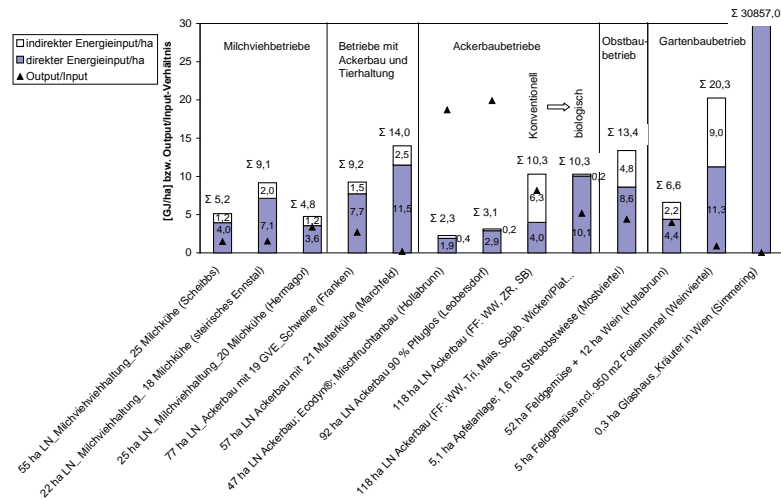
Das Verhältnis aus Energieoutput (= marktfähige Produkte wie Getreide, Gemüse, Fleisch, Milch etc., wurde mit dem Brennwert bewertet) und Energieinput (direkter und indirekt) gibt die Energieproduktivität des Produktionssystems an. Je höher dieser Wert, umso geringer ist der externe technische Energieaufwand, um eine Einheit pflanzliches bzw. tierisches Lebensmittel am Hofort zu produzieren.

**Tabelle 1: Energieäquivalente von ausgewählten landwirtschaftlichen Betriebsmitteln aus modernen Produktionsanlagen**

Betriebsmittel	Energieäquivalent	Literatur
Diesekraftstoff	39,6 MJ/l	<i>Hülsbergen 2008 in KTBL 2008</i>
Mineralischer N-Dünger	39,3 MJ/kg N	<i>Brentrup F. &amp; J. Küsters in KTBL 2008</i>
Mineralischer P-Dünger	5,2 MJ/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (TSP) 1,4 MJ/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (SSP)	<i>Brentrup F. &amp; J. Küsters in KTBL 2008</i>
Mineralischer K-Dünger	5,0 MJ/kg K <sub>2</sub> O (KCl)	<i>Brentrup F. &amp; J. Küsters in KTBL 2008</i>
Synth. Herbizide	259 MJ/kg	<i>Saling P. &amp; D. Kölsch in KTBL 2008</i>
Synth. Fungizide	177 MJ/kg	<i>Saling P. &amp; D. Kölsch in KTBL 2008</i>
Synth. Insektizide	296 MJ/kg	<i>Saling P. &amp; D. Kölsch in KTBL 2008</i>
Saatgut	1,3 – 98 MJ/kg	<i>Hülsbergen 2008 in KTBL 2008;</i> <i>Biedermann 2009</i>
Polyethylenfolie	76,8 MJ/kg	<i>Internetquelle</i>

## Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 zeigt sich die große Schwankungsbreite der direkten und indirekten Energieaufwendungen pro Hektar. Nach dem deutschen Kriteriensystem für umweltgerechte Landwirtschaft (KUL) wird je nach Betriebstyp und Grünlandanteil ein Energieinput zwischen ein und 70 GJ/ha angegeben. Für Betriebe ohne Tierhaltung ist ein Energieinput von 15 GJ/ha und für Betriebe mit Tierhaltung von 35 GJ/ha maximal tolerabel (Hege & Brenner 2004).



**Abbildung 1: Direkter und Indirekter Energieinput sowie Energieoutput/-inputverhältnis bei unterschiedlichen Betriebstypen im biologischen Landbau**

Die drei untersuchten biologischen Tierhaltungsbetriebe haben einen relativ geringen Energieeinsatz pro Hektar, welcher zum überwiegenden Teil auf den verminderten Kraftfuttereinsatz zurückzuführen ist. Biologisch Kraftfutter ist um ca. 1,5-fach energieintensiver in der Produktion als Grundfutter. Der direkte Energieaufwand in Form von Strom (Einsatz vor allem in der Innenwirtschaft) und Kraftstoff (Einsatz vor allem in der Außenwirtschaft) macht höchsten Anteil aus. Während reine Ackerbaubetriebe eine positive Energiebilanz von mehr als 50 GJ/ha (= 1.500 l Dieseläquivalent/ha) bei einem Energieoutput/Input-Verhältnis von mehr als 10:1 aufweisen, liegen diese bei den untersuchten Tierhaltungsbetrieben von 0,2:1 bis 3,4:1. Der 118 ha-Ackerbaubetrieb in Niederösterreich zeigt deutlich, wie sich die Umstellung von einer konventionellen Bewirtschaftungsweise mit einer vereinfachten Fruchtfolge (74,5 ha Winterweizen, 17,5 ha Zuckerrübe, 24 ha Sonnenblume, 2 ha Wicken/Platterbse) auf eine biologische Bewirtschaftungsweise mit einer diversifizierten Fruchtfolge (37,4 ha Winterweizen, 5,5 ha Triticale, 29 ha Sojabohnen, 20 ha Mais für Saatgutproduktion, 8,3 ha Wicken/Platterbse, 9,8 ha Fisolen, 16,4 ha Gemüseerbsen und 6 ha Spinat im Zweitanbau) auf die Höhe und Zusammensetzung des Energieaufwandes auswirkt. Durch die Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise konnte der indirekte Energieaufwand für synthetische Dünger- und Pflanzenschutzmittel nahezu auf Null gesetzt werden. Diese Energieeinsparung an synthetischen Düngemitteln wurde jedoch durch einen erhöhten direkten Energieeinsatz über den Kraftstoffeinsatz in der vielfältigen Fruchtfolge ausgeglichen. Der erhöhte Kraftstoffeinsatz ist einerseits auf die mechanische Beikrautregulierung und den erhöhten Beregnungsanspruch der Kulturarten zurückzuführen. So wurde in der konventionellen Bewirtschaftungsweise 1925 l Dieselkraftstoff für die Beregnung von Zuckerrübe aufgewendet. In der ökologischen Bewirtschaftungsweise wurden hingegen 9026 l Dieselkraftstoff für die Beregnung von Winterweizen, Saatgutmais, Sojabohne, Fisolen, Gemüseerbsen und Spinat verwendet.

Der verhältnismäßig hohe Energieaufwand im untersuchten Obstbaubetrieb ist auf die mehrmalige Applikationen von Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Detaillierte Untersuchungen in der integrierten und biologischen Apfelproduktion werden zur Zeit im Rahmen

einer Diplomarbeit durchgeführt. Für die Temperierung der Glashäuser können bei Gartenbaubetrieben hohe externe Energieaufwendungen entstehen, wie das Beispiel der Bio-Kräuterproduktion im Glashaus zeigt. In diesem Betrieb wurde Fernwärme aus dem Wiener Fernwärmenetz entnommen.

Der indirekte Energieeinsatz bei der Herstellung von Landmaschinen kann über die Maschinengewichte und über die spezifischen Energieverbrauchswerte ermittelt werden und über die Nutzungsdauer sowie Einsatzfläche auf die Flächenbasis bezogen werden. Biedermann (2009) ermittelte in seiner Diplomarbeit, dass der indirekte Energieaufwand für die Herstellung der Maschinen je nach Getreidefläche zwischen 1,17 und 3 GJ/ha betragen kann.

### **Unsicherheiten in der Bilanzierung**

Auch wenn Energiebilanzen immer eine Frage der Systemgrenzen sowie der Energiefaktoren sind und komplex sein, so können diese jedoch energieintensive Verfahrensschritte gut aufzeigen. Eine Komplexitätsstufe höher sind die CO<sub>2</sub>-Bilanzen angesiedelt, wo Emissionsfaktoren insbesondere von Lachgas und Methan eine große Schwankungsbreite aufweisen können.

### **Schlussfolgerungen**

Die Produktionsrichtungen im biologischen Landbau erfordern unterschiedlich hohe direkte und indirekte Energieaufwendungen. Indirekte Energieaufwendungen sind durch den Verzicht von synthetischen Dünger- und Pflanzenschutzmitteln geringer. Direkte Energieaufwendungen (Elektrizität und Kraftstoff) können systembedingt hoch sein, woraus dort Ansätze der Einsparung oder/und Ersatz durch erneuerbare Energieträger (Pflanzenkraftstoffe, Strom aus Bioenergieanlagen) zu forcieren sind.

### **Danksagung**

Die Bereitstellung der Daten erfolgte durch die BetriebsleiterInnen, wofür herzlich gedankt wird. FiBL-Österreich sei für die Vermittlung der Betriebe gedankt.

### **Literatur**

- Biedermann, G. (2009): Kumulierter Energieaufwand (KEA) der Weizenproduktion bei verschiedenen Produktionssystemen (konventionell und ökologisch) und verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen (Pflug, Mulchsaat, Direktsaat), Diploma Theses at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna.
- Hege, U. & Brenner M. (2004): Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft (KUL). Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. 9/2004 Institut für Agrarökologie, Ökologischer Landbau und Bodenschutz. Internet: <http://www.LfL.bayern.de>.
- KTBL 2008: Energieeffiziente Landwirtschaft. KTBL-Schrift 463. Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- Von Weizsäcker, E., Hargroves, K., Smith H. M., Desha C., Stasinopoulos P. (2009): Factor Five – Transforming the Global Economy through 80 % Improvement in Resource Productivity. A Report to the Club of Rome. Earthscan, London, Sterling (ISBN 978-1-84407-591-1)