

# Energieverbrauch Sparsamer durch reduzierte Boden- bearbeitung

Verglichen mit konventionellen Betrieben  
verbrauchen Biohöfe weniger Energie.  
Bei Gemischtbetrieben macht der Unterschied  
fast 50 Prozent aus. Aber auch Ökolandwirte  
können noch sparsamer arbeiten: Wer aufs  
Pflügen verzichtet, senkt den Energieeinsatz  
um bis zu einem Viertel. **Von Christian Schader,  
Matthias Samuel Meier und Paul Mäder**

## Anschrift aller Autoren:

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)  
Ackerstrasse, CH-5070 Frick

**Christian Schader**  
Tel. + 41 / 62 / 8 65 04 16  
[christian.schader@fibl.org](mailto:christian.schader@fibl.org)



**Matthias Samuel Meier**  
Tel. + 41 / 62 / 8 65 72 20  
[matthias.meier@fibl.org](mailto:matthias.meier@fibl.org)

Der biologische Landbau folgt dem Ideal eines weitgehend geschlossenen Betriebsorganismus und verzichtet damit auf Mineraldünger und synthetische Pflanzenschutzmittel. Daher ist anzunehmen, dass der Gesamtenergieverbrauch wegen des geringeren indirekten Energieverbrauchs (zur Herstellung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln) in Biobetrieben weniger hoch ist als auf vergleichbaren konventionellen Höfen (siehe auch SÖL-Grafik, S. 32). Allerdings kann sich der Gesamtenergieverbrauch auf den einzelnen Höfen sehr stark unterscheiden – sogar zwischen Betrieben desselben Typs, derselben Region und desselben Anbausystems, wie eine Studie aus der Schweiz gezeigt hat (Baumgartner et al., 2010). Daher kann aufgrund der großen Unterschiede auf ein erhebliches Optimierungspotenzial auch im Biolandbau geschlossen werden. Wegen der für eine statistische Auswertung zu geringen Anzahl untersuchter Betriebe lassen sich aus der oben erwähnten Studie aber keine abschließenden Schlüsse bezüglich eines geringeren Energieverbrauchs im Biolandbau ziehen. Umso wichtiger sind deshalb repräsentative Daten für verschiedene Betriebstypen, damit die durchschnittlichen Effekte der ökologischen Bewirtschaftung quantifiziert und analysiert werden können.

Im Folgenden wird der durchschnittliche Energieverbrauch von Schweizer ökologischen und konventionellen Betrieben verschiedener Ausrichtung dargestellt und das Optimierungspotenzial auf den Biohöfen am Beispiel der reduzierten Bodenbearbeitung erläutert.

## Biolandbau verbraucht weniger

Um die systematischen Unterschiede zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben zu untersuchen, wurden repräsentative Höfe mittels des ökonomischen Betriebsgruppenmodells FARMIS (Sanders et al., 2008) ausgewählt und mit Ökobilanzierungsdaten (Nemecek et al., 2005) verknüpft. Dabei berücksichtigten die Wissenschaftler Daten aus den Jahren 2006 und 2007 von etwa 3 000 Buchhaltungsbetrieben und den knapp 60 000 direktzahlungsberechtigten Höfen in der Schweiz (Schader, 2009).

In der Abbildung (siehe S. 16) sind die Ergebnisse der repräsentativen Berechnungen zum Energieverbrauch an nicht



**Paul Mäder**  
Tel. + 41 / 62 / 8 65 72 32  
[paul.maeder@fibl.org](mailto:paul.maeder@fibl.org)

**Abbildung: Durchschnittlicher jährlicher Verbrauch an nicht erneuerbaren Energieressourcen in konventionellen und ökologischen landwirtschaftlichen Betrieben in der Schweiz**



<sup>1</sup> Nur konventionelle Betriebe. Zur Bildung einer repräsentativen Gruppe standen zu wenige Biohöfe zur Verfügung. Die Betriebe bauen schwerpunktmäßig Ackerkulturen an. Viele halten aber auch Tiere.

erneuerbaren Ressourcen für verschiedene Betriebstypen (jeweils konventionell bzw. bio) zusammengestellt, um möglichst vergleichbare Betriebsgruppen zu erhalten.

Der Energieverbrauch pro Hektar liegt bei allen aufgeführten konventionellen Betriebstypen zwischen 20 und 30 Gigajoule pro Jahr. Lediglich die Gemischtbetriebe weisen einen wesentlich höheren Energieverbrauch von etwa 60 Gigajoule pro Hektar und Jahr auf. Dieser wird größtenteils durch die Schweine- und Hühnermast und den dafür notwendigen Zukauf von Kraftfutter verursacht. Spezialisierte Veredelungsbetriebe (Schweine und Hühner), die in der Abbildung aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt wurden, haben mit etwa 195 Gigajoule pro Hektar und Jahr den bei Weitem höchsten Energieverbrauch pro Flächeneinheit.

Außer auf den spezialisierten Ackerbaubetrieben und Spezialkulturbetrieben wird der Energieverbrauch durch die Tierhaltung bestimmt. Im Pflanzenbau schlagen vor allem der Energieverbrauch im Rahmen der Ernte und die zugekauften Düngemittel zu Buche. Während sich der Energieverbrauch für die Ernte zwischen den einzelnen Betriebstypen nur geringfügig unterscheidet, sind starke Unterschiede bei den zugekauften Düngemitteln zu verzeichnen. Konventionelle Tierproduktionsbetriebe kaufen im Unterschied zu Acker- und Spezialkulturbetrieben meist nur geringe Mengen an Mineraldünger zu.

Verglichen mit den konventionellen Betrieben ist der Energieverbrauch auf biologischen Milchvieh- und Mutterkuh-

betrieben um 30 Prozent geringer. Der größte Unterschied besteht bei Gemischtbetrieben. Hier zeigen die Ökobetriebe einen um durchschnittlich 49 Prozent geringeren Energieverbrauch. Dies hat strukturelle Ursachen, da die Biogemischtbetriebe allgemein geringere Viehbesatzdichten und zudem einen geringeren Anteil an Schweinen und Hühnern haben. Im Vergleich zu Raufutterverzehrern ist der Energieverbrauch durch zugekaufte Kraftfuttermittel bei diesen Tierarten hoch. Ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben entsteht durch den Verzicht auf zugekaufte Mineraldünger – insbesondere Stickstoffdünger. Da aber in der Schweiz auch im konventionellen Landbau vergleichsweise wenig Mineraldünger ausgebracht wird, sind die Unterschiede geringer als beispielsweise in Deutschland, wo der intensive Ackerbau eine größere Bedeutung hat.

### Ökonomisch und ökologisch sinnvoll

Der Energieaufwand für Bodenbearbeitung, Saat und Ernte macht in einem konventionellen Ackerbaubetrieb rund ein Drittel des gesamten Bedarfs aus. In einem Biogemischtbetrieb liegt er bei rund einem Viertel des gesamten Energiebedarfs. Energieeinsparungen im Ackerbau könnten somit einen spürbaren Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz haben. Hinzu kommt, dass diese sich auch beim Energieverbrauch durch das

zugekaufte Futter bemerkbar machen würden, wenn die Energieeffizienz zum Beispiel bei der Bodenbearbeitung gesteigert würde. In Bezug auf den Energieverbrauch ist die Bodenbearbeitung aufgrund des relativ hohen Zugkraftbedarfs eine wichtige Stellgröße (Schmidt, 2010).

## Ein wichtiger Unterschied: Ökobetriebe kaufen weniger Kraftfutter zu.

Um die möglichen Einsparungen durch eine reduzierte Bodenbearbeitung zu bestimmen, errechneten Wissenschaftler im Rahmen eines am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) durchgeführten Feldversuchs<sup>2</sup> (Berner et al., 2008) detaillierte Energiebilanzen (siehe Tabelle, S. 18). Über eine siebenjährige Fruchtfolge wurden Parzellen mit dem Pflug und parallel reduziert mit Grubber und Stoppelhobel, beziehungsweise bei einigen Kulturen auch ohne jegliche tiefere

Lockerung, bearbeitet. Der Energiebedarf wurde basierend auf den Treibstoffverbrauchsmodellen von Schmidt (2010) und Daten zum Zugkraftbedarf aus Kloepper (2007) sowohl für die einzelnen Kulturen als auch über die gesamte Fruchtfolge mittels Ökobilanzierung berechnet.

Über die gesamte Fruchtfolge betrachtet, fielen die Energieeinsparungen pro Hektar bei der reduzierten Bodenbearbeitung im Vergleich zur Bearbeitung mit dem Pflug im Feldversuch von Frick relativ gering aus. Sie betragen knapp vier Prozent. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Erträge bei der reduzierten Bodenbearbeitung im Durchschnitt um 13 Prozent höher lagen als beim Pflugsystem. Bei der differenzierten Betrachtung der einzelnen Kulturen fällt auf, dass bei der pfluglosen Bodenbearbeitung das Energieeinsparpotenzial pro Hektar gegenüber der Bearbeitung mit dem Pflug zwischen knapp zehn Prozent (Sonnenblumen) und über 20 Prozent (Winterweizen) betragen kann. Aufgrund des höheren Weizenenertrags bei reduzierter Bodenbearbeitung liegt die Energieeinsparung bezogen auf ein Kilogramm Weizen in diesem Fall sogar bei 32 Prozent.

Wegen des tendenziell geringeren Energiebedarfs könnte die reduzierte Bodenbearbeitung auch ökonomisch interessant

<sup>2</sup> Die Arbeit wurde durch den schweizerischen Coop Fonds für Nachhaltigkeit gefördert.



■ Gut für Boden und Energiebilanz: Die Direktsaatmaschine kann auch im ungepflügten Acker säen. (Foto: BLE/Dominic Menzler)

sein beziehungsweise bei steigenden Energiepreisen zusätzlich an Bedeutung gewinnen. Ob sich die im Feldversuch von Frick gezeigte Energieeinsparung durch reduzierte Bodenbearbeitung bei gleichzeitiger Steigerung der Erträge auch in die Praxis übertragen lässt, muss noch weiter erforscht werden. Die erfolgversprechende Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung im Biolandbau hängt auch von standortspezifischen Bedingungen (Unkrautdruck), der Verfügbarkeit von an diese Bedingungen optimal angepassten Geräten sowie dem entsprechenden Know-how ab.

## Energieeffizienz im Biolandbau weiter steigern

Die hier vorgestellte repräsentative Untersuchung zeigt einen 20 bis 50 Prozent geringeren Energieverbrauch pro Flächeneinheit auf Biobetrieben als auf vergleichbaren konventionellen Höfen. Die Unterschiede sind neben dem weitgehenden Verzicht auf verschiedene Produktionsmittel auch auf eine generell geringere Produktionsintensität zurückzuführen. Aufgrund der geringeren Flächenproduktivität der Biobetriebe fallen die Unterschiede bezogen auf die produzierte Nahrungsmenge geringer aus, sind aber für die meisten Produkte immer noch gegeben.

Der Biolandbau kann seine Energieeffizienz noch weiter steigern. Die reduzierte Bodenbearbeitung im Bereich des Ackerbaus ist dabei nur eine von vielen Maßnahmen. Weitere Möglichkeiten sind zum Beispiel die überbetriebliche Nutzung

## Der Biolandbau kann seine Energieeffizienz noch weiter steigern. Die reduzierte Bodenbearbeitung im Bereich des Ackerbaus ist dabei nur eine von vielen möglichen Maßnahmen.

von Maschinen, der Einsatz sparsamer Schlepper oder im Bereich der Milchwirtschaft die Effizienzsteigerung bei Milchkühlungssystemen. Welche Maßnahmen auf der Ebene eines individuellen Betriebes sinnvoll sind, kann dabei nur mittels einer sorgfältigen Energiebilanzanalyse bestimmt werden, die den Gesamtbetrieb berücksichtigt. Denn nur so können jene Maßnahmen identifiziert werden, die im Kontext des jeweiligen Betriebs mit ökonomisch vertretbarem Aufwand die größtmöglichen Energieeinsparungen bringen. ■

## Literatur

- Baumgartner, D., J. Mieleitner, M. Alig (2010): **Ökobilanz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe: Übersicht. Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe.** Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART)
- Berner, A., I. Hildermann, A. Fließbach, L. Pfiffner, U. Niggli, P. Mäder (2008): **Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management.** Soil & Tillage Research 101, S. 89–96
- Kloepfer, F. (2007): **Grundboden- und Stoppelbearbeitung im ökologischen Landbau.** Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt
- Krauss, M., A. Berner, D. Burger, A. Wiemken, U. Niggli, P. Mäder (2010): **Reduced tillage in temperate organic farming: implications for crop management and forage production.** Soil Use and Management 26, S. 12–20
- Nemecek, T., O. Huguenin-Elie, D. Dubois, G. Gaillard (2005): **Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau.** FAL Schriftenreihe 58, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Reckenholz
- Sanders, J., M. Stolze, F. Offermann (2008): **Das Schweizer Agrarsektormodell CH-FARMIS.** Agrarforschung 3, S. 139–143
- Schader, C. (2009): **Cost-effectiveness of organic farming for achieving environmental policy targets in Switzerland.** Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Ph.D. thesis, Aberystwyth University, GB-Aberystwyth, Research Institute of Organic Farming (FIBL), CH-Frick
- Schmidt, H. (Hrsg.) (2010): **Transfervorbereitende Evaluation und Kombination von Praxiserfahrungen und Forschungsergebnissen zu Konzepten reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau.** BÖL-Bericht-ID 17200. Abrufbar unter <http://forschung.oekolandbau.de>

**Tabelle: Energiebedarf pro Jahr für die Bodenbearbeitung bei verschiedenen Kulturen der Fruchtfolge und Einsparpotenzial sowie Ertragsentwicklung bei reduzierten Verfahren**

Kultur, Anbaujahr	Energiebedarf für Bodenbearbeitung mit Pflug (MJ/ha/a) <sup>a</sup>	Energiebedarf reduziert (MJ/ha/a)	Änderung Energiebedarf bei red. Bodenbearbeitung (%)	Ertragsentwicklung bei red. Bodenbearbeitung (%) <sup>b</sup>
Weizen, 2003	10710	8406	-22	-14
Sonnenblumen, 2004	18500	17087	-8	+5
Dinkel, 2005	10386	8476	-18	-8
Kleegrass, 2006–2007 <sup>c</sup>	17231	19363	+12	+26
Mais, 2008 <sup>d</sup>	11006	13681	+24	+35
Weizen, 2009	9614	7833	-19	+22

a Megajoule pro Hektar und Jahr | b Quelle Ertragsdaten: Krauss et al., 2010 | c Hier kam auch in der Pflugvariante der Pflug nicht zum Einsatz. Zudem erfolgte unter reduzierter Bodenbearbeitung ein zusätzlicher Arbeitsgang mit dem Federzahnkultivator. Der höhere Ertrag erforderte einen gesteigerten Energieaufwand beim Einsatz des Ladewagens. Deshalb scheidet das Kleegrass unter reduzierter Bodenbearbeitung bezüglich Energieverbrauch schlechter ab. | d In der reduzierten Bodenbearbeitung wurde vor dem Mais eine Gründüngung mit Ackerbohnen angepflanzt, die in der Energiebilanz aufgrund des Stickstoff-Inputs dem Mais angelastet wurde. Wäre auch in der Pflugvariante beim Mais eine Gründüngung kultiviert worden, so hätte der Maisanbau unter reduzierter Bodenbearbeitung in der Energiebilanz um rund 14 Prozent besser abgeschnitten als die Pflugvariante.