

Kraftstoffverbrauch und Reduktionspotenziale

Moitzi, G.¹ und Boxberger, J.¹

Keywords: fuel consumption, fossil CO₂-emission, fuel saving

Abstract

Although Organic Farming has lower CO₂-Emission than Conventional Farming, there is a further need to reduce the direct energy input especially in form of fossil fuel consumption. Burning of one liter fossil diesel in an engine emits 2.62 kg fossil CO₂. Some selected measurements for increasing the fuel efficiency are presented and discussed. Soil tillage with mould plough is an energy intensive process. Alternative soil tillage systems without plough should be adapted for specific requirements in Organic Farming. The usage of bio fuel (pure plant oil in adapted engines) in Organic Farming should be more promoted.

Einleitung

Die ressourcenschonende Landwirtschaft war die zentrale Gründungsidee im ökologischen Landbau (Hess 2007). Durch den Verzicht auf synthetische Dünger- und Pflanzenschutzmittel wird der indirekte Energieaufwand deutlich gesenkt. Im Gegensatz dazu kann der direkte Energieaufwand in Form des Kraftstoffs in der ökologischen Feldbewirtschaftung um einiges höher liegen, da kraftstoffintensive Arbeitsgänge wie Pflügen, Stallmist- bzw. Kompostausbringung aber auch die mehrmaligen mechanischen Maßnahmen zur Beikrautregulierung eingesetzt werden.

Energieaufwand und CO₂-Emissionen

Betrachtet man den gesamten Energieaufwand, also den direkten und indirekten Energieaufwand in der Pflanzenproduktion des ökologischen Landbaus im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft, so ist der Energieaufwand im ökologischen Landbau in Teilbereichen zwar höher (z. B. Bodenbearbeitung), jedoch liegt das Input-Output-Verhältnis bei den untersuchten Feldfrüchten durchgehend günstiger (z. B. Winterweizen konventionell 1:5,6; Ökolandbau 1:10,5 (Ramharter 1999).

Im Vergleich ist der Gesamtenergieaufwand bei Gerstenanbau in der konventionellen Landwirtschaft um 67 MJ/dt (42 %) über dem des Ökolandbaus. Während beim konventionellen Anbau im vorliegenden Beispiel (Gerste) 60 % des Energieaufwandes indirekte Energie und 40 % direkte Energieeinsatz ist, kehrt sich dies beim Ökolandbau um. Dort beträgt der Anteil des direkten Energieaufwandes 60 %. Dies zeigt, dass im Ökolandbau dem direkten Energieeinsatz besondere Bedeutung zukommt.

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

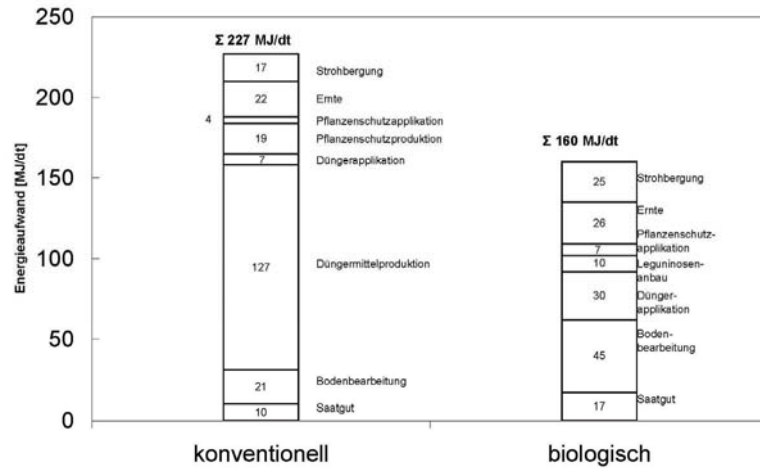


Abbildung 1: Energieaufwand bei konventionellem und biologischem Gerstenanbau im pannonischen Klimaraum (Ramharter 1999)

Um die Größenordnung der Kraftstoff bedingten CO₂-Emissionen abzuschätzen zu können, wird von einem mittleren Kraftstoffverbrauch von 100 l/ha ausgegangen. Dies entspricht einer kraftstoffbedingten CO₂-Emission von 0,262 t/ha/Jahr. Daraus ergibt sich für einen 50 ha Betrieb ein Jahresverbrauch von 5000 l. Das entspricht einem CO₂-Ausstoß von über 13,1 t/Jahr.

Tabelle 1: Basisdaten für Dieselkraftstoff mit CO₂-Emissionsfaktor (GEMIS 4.4)

Heizwert [MJ/kg]	Dichte bei 20 °C [kg/l]	Fossile CO ₂ -Emissionen [kg CO ₂ /kg Diesel]	Fossile CO ₂ -Emissionen [kg CO ₂ /l Diesel]
42,4	0,83	3,153	2,617

Wesentliche Ursache für die hohen Emissionen ist der ungünstige Wirkungsgrad der Traktoren und selbst fahrenden Erntemaschinen. Bezogen auf die im Dieselkraftstoff chemisch gebundene Energie beträgt der Wirkungsgrad bei schwerer Bodenbearbeitung 20 % und weniger. Der Gesamtwirkungsgrad setzt sich dabei zusammen aus dem Motorwirkungsgrad, dem Getriebewirkungsgrad und dem Laufwerkwirkungsgrad. Bezogen auf einen realen Verbrauch von 20 l/ha für einen Bodenbearbeitungsgang bedeutet dies, dass allein fast 13 l/ha des Kraftstoffes als Wärme an die Umwelt abgegeben werden. Wenn die Getriebe- und Laufwerksverluste abgezogen sind, verbleibt für die Zugenergie die Energie aus 4 l Kraftstoff/ha. Bei der Suche nach Reduktionspotenzialen bedeutet dies, dass Verbesserungsmaßnahmen nicht nur beim Motor, sondern auch beim Getriebe und bei den Laufwerken analysiert werden müssen.

Ausgewählte Reduktionspotenziale

Kraftstoffsparen ist eine aktive bewusste Handlungsmaßnahme, die in der Außenwirtschaft enorme Potenziale aufweist. Wartungsmaßnahmen am Motor (Kühlerreinigung, Luftfiltererneuerung, Ventilspieleinstellung, etc.) können den Kraftstoffverbrauch bis zu 15 % senken. Auch der Betrieb des Motors im verbrauchsoptimalen Betriebspunkt (bei ca. 70 % der Nenndrehzahl und Nennleistung) ist ein weiterer Minimierungsansatz. Bei der Eigenmechanisierung ist

zu achten, dass der Traktor eine angepasste Motorleistung aufweist. Jede zusätzliche kW-Leistung kann sich im Betrieb als Luxuskonsum erweisen. Für die Kalkulationen kann man von einem mittleren spezifischen Kraftstoffverbrauch von 0,33 l/kWh ausgehen (ÖKL 2008). Ein wichtiges Auswahlkriterium bei der Neuanschaffung eines Traktors sollte daher der spezifische Kraftstoffverbrauch sein. Nach Holz (2006) sind Traktoren mit einem spezifischen Kraftstoffverbrauch (Durchschnitt von 6 Messpunkten auf der Abregelkurve) von 270 bis 295 g/kWh als sehr gut und mit 296 bis 319 g/kWh mit gut zu bewerten. Der Reifen/Bodenpaarung kommt insofern eine große Bedeutung zu, als der Schlupf bei großen Zugkräften zu verringerten Flächenleistungen und somit zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch pro Hektar führt. Untersuchungen zeigten, dass durch den Allradantrieb beim Grubbern der Schlupf von 15 % auf 5 % reduziert werden kann, was eine Kraftstoffeinsparung von ca. 2 l Diesel/ha bewirkte. Mit der Wahl der Bereifung, einem angepassten Reifennendruck und das Befahren auf tragfähigen Böden können Schlupf und somit auch Bodenschädigungen (durch Abscherung bzw. Verdichtung) gemindert werden. Gerade ein unsachgemäßer Maschineneinsatz kann zu verfahrensbedingten Spurrillen und Bodenverdichtungen führen, die einen erhöhten Dieselaufwand bei nachfolgenden Verfahrensschritten verursachen. Die Bodenbearbeitung stellt eine energieintensive Maßnahme dar. Pro 1 cm Bearbeitungstiefe müssen ca. 100 m³ bzw. 150 t Boden/ha bewegt werden. Je nach Bodenart nimmt beim Pflügen der Kraftstoffverbrauch pro Zentimeter Arbeitstiefe zwischen 0,5 und 1,5 l/ha zu. Untersuchungen aus Kanada (McLaughlin et al. 2002) haben nachgewiesen, dass eine mehrjährige organische Düngung mit Stallmist bzw. Rottemist im Vergleich zur mineralischen Düngung den Zugkraftbedarf beim Pflügen um bis zu 38 % verringerte. Angesichts der Tatsache, dass in einem Ackerboden eine Masse an Bodenfauna von ca. 5t/ha (entspricht ca. 9 Großvieheinheiten!!) vorhanden ist, kommt der Vermeidung von Bodenverdichtungen für die „biologische Bodenlockerung“ eine enorme Bedeutung zu. Als einfachen Indikator für den Energieaufwand im Ackerbau dient der Gesamtkraftstoffverbrauch in Liter pro Hektar. Je nach Bodenbearbeitungssystem kann dieser mittlere Wert zwischen 50 und 100 l/ha schwanken. Konservierende Bodenbearbeitungssysteme haben neben der Kraftstoffeinsparung auch konservierende Effekte auf die Bodenstruktur und den Bodenwasserhaushalt. Gerade im Trockenstandort gewinnt die konservierende Bodenbearbeitung zunehmend an Bedeutung. Durch Änderung des Bodenbearbeitungssystems – insbesondere der Verzicht auf den Pflug – können Kraftstoffeinsparungen bis 50 % realisiert werden (Abbildung 2). Obwohl die Flächenleistungen für die einzelnen Arbeitsgänge zwischen den beiden Traktoren sich nicht wesentlich unterschieden haben, konnte bei der Bewirtschaftung mit dem 59 kW-Traktor eine Kraftstoffeinsparung zwischen 20 und 56 % gegenüber dem 92 kW Traktor gemessen werden. Ein Grund ist, dass bei hoher Motorlast der mittlere Kraftstoffverbrauch von ca. 21 l/h beim 92 kW-Traktor auf 14 l/h beim 59 kW-Traktor abnimmt. Andererseits dürfte der höhere spezifische Kraftstoffverbrauch in l/kWh im suboptimalen Motorbetriebspunkt durch den geringeren Leistungsbedarf bei einzelnen Arbeitsgängen (z.B. Grubbern 10 cm) für Mehrverbrauch beim 92 kW-Traktor verantwortlich sein.

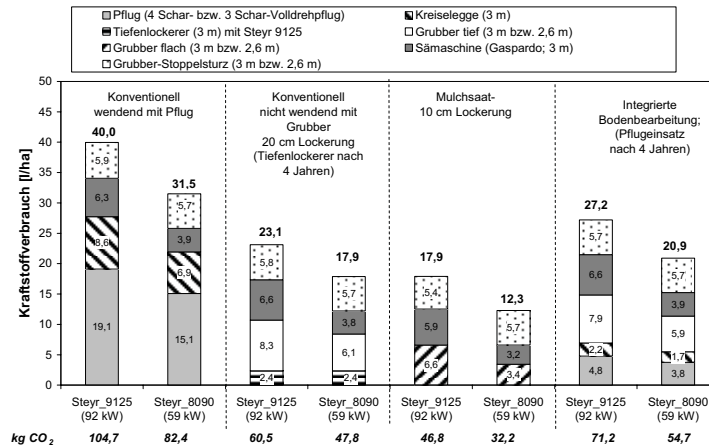


Abbildung 2: Gemessener Kraftstoffverbrauch und kraftstoffbedingte CO₂-Emissionen bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen und bei unterschiedlicher Mechanisierung im pannonischen Klimaraum (Versuchswirtschaft der BOKU in Groß Enzersdorf, Tschernosem; schluffiger Lehm)

Wird der Pflugeinsatz stark reduziert (integriertes Bodenbearbeitungssystem) oder eliminiert, dann sinkt der Kraftstoffverbrauch um 13 bis 22 l/ha. Die pfluglose Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau kann je nach Standort gerade hinsichtlich der Beikrautregulierung nicht immer problemlos eingeführt werden.

Schlussfolgerung

Der ökologische Landbau unterscheidet sich in seinen CO₂-Emissionen von der konventionellen Landwirtschaft und hat auch trotz geringerer Emissionen eine Verpflichtung zur weiteren Absenkung des direkten Energieeinsatzes. Neben der Steigerung der Kraftstoffeffizienz über kurzfristige und langfristige Maßnahmen ist der Einsatz von Pflanzenölkraftstoffen eine überlegenswerte Option für die Substitution des fossilen Dieselmotorkraftstoffs.

Literatur

- Hess, J. (2007): Vortrag auf der IFÖL-Tagung „Leistungen und Aufgaben der Ökologischen Landwirtschaft für die Zukunft“ im Museumsquartier Wien am 23. 11. 2007
- Holz, W. (2006): Kraftstoffverbrauch und Leistungen von Ackerschleppern II. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft (RKL), Rendsburg
- McLaughlin et al. (2002): Effect of organic and inorganic soil nitrogen amendments on mouldboard plow draft. Soil & Tillage Research, Volume 64, Issues 3-4, Pages 211 – 219
- ÖKL (2008): Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung: ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2008
- Ramharter, R. (1999): Energiebilanzierung ausgewählter Feldfrüchte des biologischen und konventionellen Landbaus im pannonischen Klimaraum. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien