

Haas, G. 1996: Maßzahlen der Energieeffizienz: Brennwerte oder Lebensmittel erzeugen?  
Mitteilung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 9, Tagungsband, 101 - 102

## Maßzahlen der Energieeffizienz: Brennwerte oder Lebensmittel erzeugen?

Guido Haas

### Einleitung

Der fossile Energieverbrauch im Agrarsektor wird seit den Ölkrisen in den 70er Jahren verstärkt analysiert und diskutiert. Im Zuge der Diskussion über das Anbaupotential nachwachsender Energieträger und der Abschätzung der Klima- und Umweltrelevanz landwirtschaftlicher Erzeugung (u.a. Emission und Rückbindung von CO<sub>2</sub>) stehen Energiebilanzen in der Pflanzenproduktion wieder vermehrt im Mittelpunkt des Interesses. Dabei ist die Kenngröße Energieeffizienz umstritten.

### Material und Methoden

Eine im Rahmen der Umwelt- und Klimarelevanz adäquate Kalkulation des fossilen Energieverbrauches erfordert andere Zielsetzungen und Vorgehensweisen im Vergleich zu früheren Energiebilanzierungen (u.a. keine Hinzunahme menschlicher und tierischer Arbeitsenergie; vollständige Rückführung der direkten bzw. indirekten Energieträger auf die fossilen Primärenergieträger, incl. deren Gewinnung und Bereitstellung; Erstellungsaufwand statt Brennwert für Saat-/Pflanzgut).

Energiebilanzen als Vorstufe zur Abschätzung der Klimarelevanz unterschiedlicher Bodennutzungssysteme der Landbewirtschaftung wurden erstmals von Haas und Köpke 1993 vorgelegt. Nachfolgende Veröffentlichungen kamen zu teilweise gegensätzlichen Aussagen. Zielsetzung, Systemgrenzen, Datenbasis, Berechnungsgrundlagen, Skalierung und Effizienzkriterien wurden aber zumeist nicht hinreichend dargelegt und Unterschiede zu bestehenden Veröffentlichungen kaum herausgearbeitet.

### Ergebnis und Diskussion

Die Möglichkeiten Energieeffizienz zu charakterisieren, wurde bei gleichen Ausgangsdaten am Beispiel einer Einzelkulturbetrachtung für Winterweizen in 3 Intensitätsstufen vorgenommen (Tab 1).

**Tab. 1: Energiebilanzierung Winterweizen unterschiedlicher Anbauintensität**  
(Berechnung und Definition der Intensitätsstufen in Haas et al. 1995)

		Organisch	Konventionel	Intensiv
		I		
1	Energieeinsatz (Input) in MJ/ha	6.089	17.238	23.016
2	Kornertrag (Output) in dt/ha	40	65	80
3	Brennwertertrag (Output) in MJ/ha	62.600	101.700	125.200
4	Nettobrennwertertrag in MJ/ha	56.511	84.462	102.184
5	Brennwertertrag : Energieeinsatz	10,3 : 1	5,9 : 1	5,4 : 1
6	Energieeinsatz in MJ je dt Kornertrag	152,2	265,2	287,7

**Energieverbrauch je Hektar:** Der Energieeinsatz als Summe der energetisch belasteten, einzelnen Betriebsmittelgruppen (Input) je Hektar ist in Tab. 1, Zeile 1 dargestellt (flächenbezogene Energiebilanzierung).

**Energieertrag (Brennwerterzeugung):** Je größer die Flächenerträge desto größer sind die resultierenden energetischen Erträge je Anbauflächen-Einheit (Tab. 1, Zeilen 2 und 3). Die Differenz zwischen geernteter Energie (Output) abzüglich der eingesetzten Energie (Input) ergibt den Nettoenergieertrag (Tab. 1, Zeile 4). Dabei ergibt sich die Problematik der Reduzierung von Lebensmittelprodukten auf die physikalische Größe des Brennwertes. Der Nettoenergiegewinn ist relevant, wenn die erzielten Brennwerte verbrannt werden (nachwachsende Energieträger). Der Energieertrag stellt aber kein Kriterium der Energieeffizienz dar. Ineffiziente Verfahren werden nicht identifiziert.

**Energieertrag zu Energieaufwand:** Um die Effizienz des Energieeinsatzes auf Basis des Brennwertes quantitativ auszudrücken, wird das Verhältnis von energetischem Output (Energieertrag) zu energetischem Input (Energieaufwand) gebildet (Tab. 1, Zeile 5). Die Problematik der Brennwertbetrachtung bleibt bestehen.

**Energieeinsatz je Ertragseinheit:** Der am Ertragspotential orientierte hohe Betriebsmitteleinsatz läßt i.d.R. auch höhere Erträge realisieren. Statt einer flächenbezogenen Betrachtung (Tab. 1, Zeile 1) bildet der Bezug auf die geerntete Produkteinheit (Tab. 1, Zeile 6) deshalb ein adäquates Maß für die Effizienz der eingesetzten Energie in der Stoffproduktion (produktbezogene Energiebilanzierung). Die Zielgröße (Output) ist dabei durch den Verwendungszweck definiert (bspw. Kornertrag, Zuckrertrag, Ölertrag, Netto-Energie-Laktation oder Brennwert).

**Systembetrachtung:** Die Energieeffizienz kann auch für die pflanzliche Produktion gesamt berechnet werden (Haas et al. 1995). Als "Integrierender Agrarumweltindikator" oder Umweltbelastungsgröße im Rahmen der Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Nahrungsmittelproduktion (Abschätzung der Umweltrelevanz) wird der Bereich Energie allerdings häufig überbewertet oder ist gar ungeeignet.

## Fazit

Die Beurteilung des Energieeinsatzes der Erzeugung von Lebensmitteln erfordert ein anderes Effizienzkriterium als die Erzeugung von Brennstoffen. Die Energieeffizienz (Wirkungsgrad) stellt die Relation bzw. den Quotient von Energiezufuhr (Input) zu der Zielgröße Ertrag (Output: Masse oder Energie) dar. Der Energieertrag selbst ist kein geeigneter Maßstab zur Parametrisierung der Energieeffizienz. Um unterschiedliche Ertragsleistungen (Masse oder Energie) bei der Effizienzbeurteilung zu berücksichtigen, sind ev. verschiedene Leistungsklassen zu bilden.

## Literatur

HAAS, G.; U. KÖPKE 1993: Vergleich der Klimarelevanz Ökologischer und Konventioneller Landbewirtschaftung. In: ENQUETE-KOMMISSION "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hrsg.) 1994: Studienprogramm: Landwirtschaft. Economica Verlag, Bonn.

HAAS, G.; GEIER, U; SCHULZ, D.G.; KÖPKE, U. 1995: Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. Berichte über Landwirtschaft 73, 401-415.

Dr. Guido HAAS

**AgrarIngenieurbuero Haas**

www.agrarhaas.de

Email g.haas@agrارhaas.de

Ökologischer Landbau - Wasserschutz - Ökobilanzen - CO<sub>2</sub> Klimawandel

Beratung - Planung - Umsetzung - Gutachten - Studien - Vorträge