

Energieaufwand und Nahrungsproduktion, 1. Teil

Hans-Diedrich Cremer und Ulrich Oltersdorf,
 Institut für Ernährungswissenschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen

■ Energieaufwand für Nahrungsmittelproduktion und -verarbeitung / pflanzliche und tierische Nahrungsmittel / Agrarsysteme

Was hat eine Energieanalyse der Nahrungsproduktion eigentlich für einen Sinn? Inwieweit kann, wenn man nur einen der vielen für die Produktion wichtigen Faktoren in den Mittelpunkt stellt, eine Energieanalyse mehr aussagen als dies mit Hilfe konventioneller ökonomischer Verfahren möglich ist? — Die Energieanalyse versucht nicht, an die Stelle der ökonomischen Analyse zu treten, sondern diese nur zu ergänzen und Grundlagen zur Einsparung von Energie zu schaffen.

Wenn wir die in unseren Nahrungsmitteln enthaltene bzw. dem Körper mit der Nahrung zugeführte Energiemenge mit der in einem Industrieland insgesamt verbrauchten Energie vergleichen, also der, die wir als Betriebsstoff für Fahrzeuge und Maschinen, als Brennmaterial und in Form von Elektrizität brauchen, macht die Nahrungsenergie nur einen Bruchteil des gesamten Energieaufwandes aus. Dieser Ansatz stimmt, wenn man als Berechnungsgrundlage nur den Energiegehalt der Nahrung nimmt, so wie sie gegessen wird, also etwa 4,1 kcal bzw. 17,2 kJ für 1 g Kohlenhydrate. Erheblich höher wird dieser Anteil aber, wenn man auch noch den für die Nahrungsproduktion notwendigen Aufwand mit in die Berechnung einbezieht.

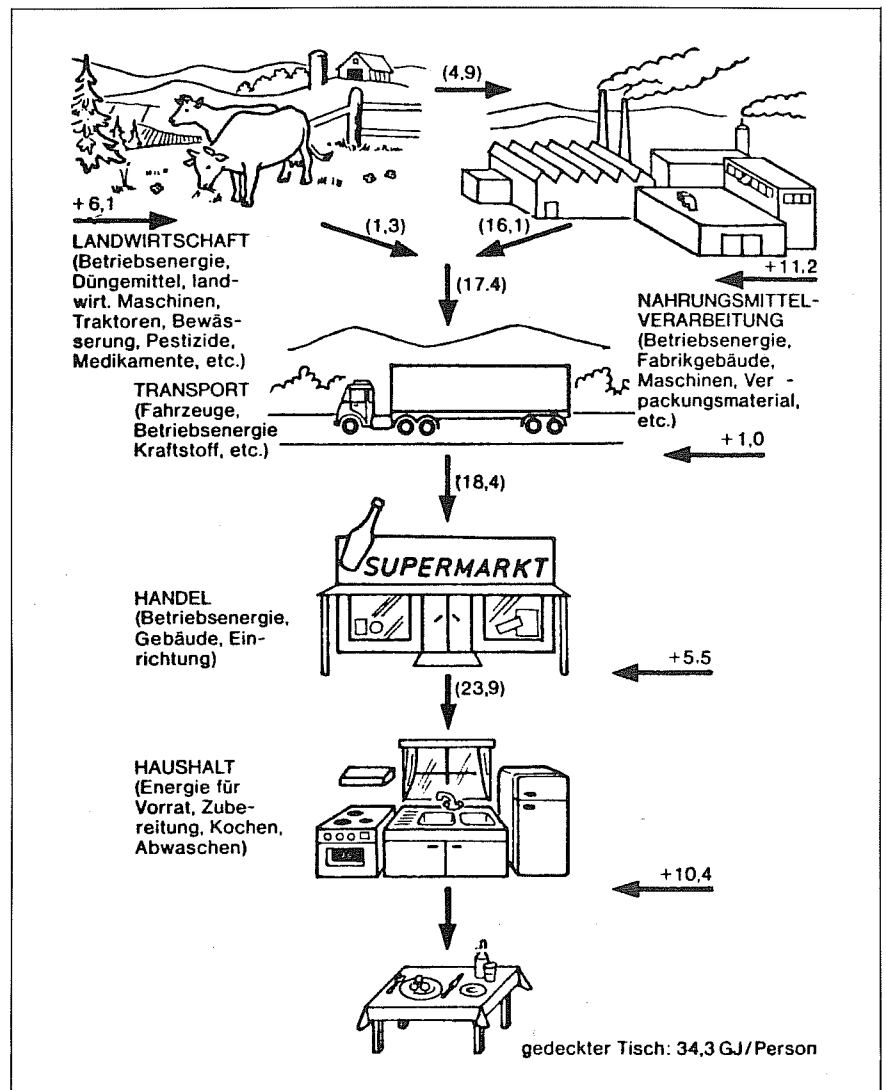
Bei der Berechnung des Energieaufwandes (energy input) für die Bereitstellung eines Nahrungsmittels muß alles das berücksichtigt werden, was an Energie aufgewandt wird für Gewinnung, Transport, Raffinerie, Verteilung bis zum Endverbraucher, einschließlich der Energie, die notwendig ist, alle die Materialien, Maschinerie usw. herzustellen, die im Laufe der gesamten Produktionskette eine Rolle spielen (Abb. 1). Als ein Beispiel für eine solche Berechnung können die Zahlen der Tabelle 1 dienen. Hier ist der Gesamtenergieaufwand für Schaffung und Nutzbarmachung der Nahrung in Form dreier verschiedener Indikatoren wiedergegeben.

Außer der primären Energiequelle, also z. B. dem Energiegehalt der Mineralöle, muß man als Aufwand für die Nahrungsproduktion natürlich auch die energetische Leistung von

Mensch und Tier einsetzen. Die menschliche und tierische Arbeit spielt jedoch in hochindustrialisierten

Systemen praktisch keine Rolle, weil sie weniger als 1% des gesamten Energieaufwandes ausmacht. In der vorindustriellen Ära, also bei der Subsistenzwirtschaft, ist wiederum der von Mensch oder Tier geleistete Energieanteil hoch, dagegen der Aufwand für Erdöl Null oder sehr klein. Solche Systeme setzen weniger als 10% der Gesamtenergie in Form von maschineller Technik ein.

Abb. 1: Summe des jährlichen Energieverbrauches pro Kopf für die Bereitstellung der Nahrung in den Vereinigten Staaten, 1963 (nach HIRST (10), aus CREMER und OLTERS-DORF (6).



Tab. 1: Gesamtenergieaufwand für Schaffung und Nutzbarmachung der Nahrung (in Form von Geld, Energie und Elektrizität) in den USA (1963), (aus (10)).

	Kosten Mrd. US-Dollar	Brennstoff- energie	Elektrizität
Landwirtschaft Eigenverbrauch	4,5	10 ¹⁵ kJ 252	10 ⁹ kWh 4,1
Agrarindustrie	(15,8)	(905)	(15,6)
Industr. Be- und Verarbeitung	51,5	3020	51,3
Transport	2,0	180	1,0
Handel	29,9	1104	26,0
Haushalt	6,1	1970	104,4
Gesamt	94,0	6526	186,8

Die unter „Landwirtschaft“ bei Agrarindustrie angegebenen, in Klammer gesetzten Zahlen sind in den für Be- und Verarbeitung angegebenen enthalten.

In allen Fällen müssen wir uns darüber klar sein, daß diese Energieanalyse mit einer Unterlassung beginnt: Wir vernachlässigen die Energie, die durch die Sonne für die Pflanzen geliefert wird, von der die gesamte Nahrungserzeugung abhängt.

Primär- und Sekundärnahrungsmittel

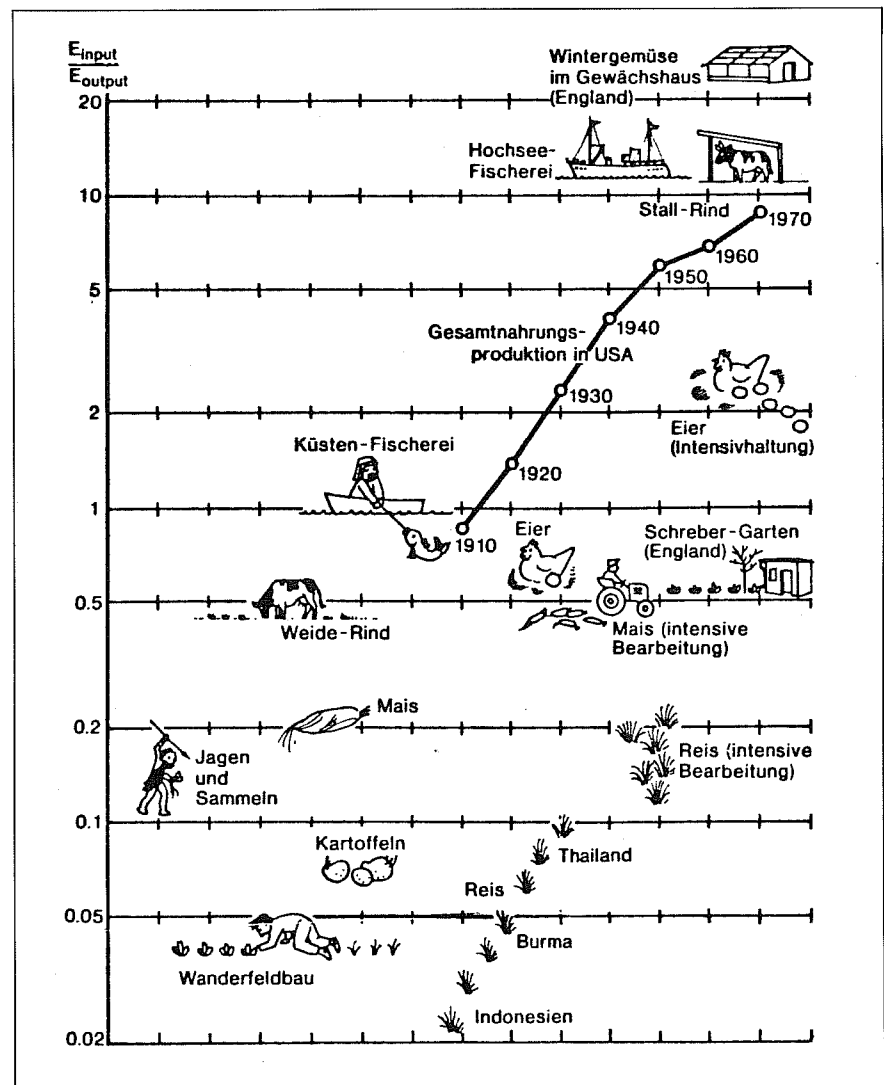
Die Pflanze synthetisiert organische Substanz unter Verwendung der Kohlensäure der Luft aus einfachen Stickstoffverbindungen, aus den Mineralstoffen des Bodens und aus Wasser. Pflanzen bewerkstelligen dies mit verschieden hohem Wirkungsgrad, sie bilden Produkte von sehr unterschiedlichem Wert für die menschliche Ernährung, aber alle schaffen sie etwas „de novo“.

Tiere nehmen pflanzliches Material auf und bilden daraus Körpersubstanz bzw. Produkte ihres Stoffwechsels wie Milch oder Eier. Diese Umwandlung von Nährstoffen aus pflanzlichen Futtermitteln in tierische Produkte ist ein Verlustgeschäft, denn das Tier braucht den größten Teil der aufgenommenen Nahrung zur Erhaltung seines Stoffwechsels und verwendet nur einen verhältnismäßig geringen Teil zur Bildung von Körpersubstanz, die dem Menschen als Nahrung dienen kann. Der Wirkungsgrad dieses Umwandlungsprozesses liegt bei 10 bis 15%. Man würde also

sowohl an Kalorien wie an Eiweiß sechs- bis zehnmal mehr gewinnen, wenn man die betreffenden pflanzlichen Produkte unmittelbar dem menschlichen Verzehr zuführen würde, statt sie erst den Weg über den Tiermagen gehen zu lassen (13).

Von einem solchen Transformationsverlust zu sprechen, hat selbstverständlich nur dann eine Berechtigung, wenn das verfütterte Gut in gleicher Weise auch als Nahrung für den Menschen in Frage kommt. Bei einigen Produkten ist dies zweifellos der Fall, insbesondere bei solchen, die als Futter für Schweine und Hühner verwandt werden, insbesondere etwa Getreide. Bei Wiederkäuern ist die Lage anders dann, wenn sie in

Abb. 2: Energieaufwand (E_{input}) zu Energie-Ertrags-Verhältnis (E_{output}) bei verschiedenen landwirtschaftlichen Systemen und bei einigen Nahrungsmitteln (nach STEINHART), ergänzt durch Daten von LEACH (11), aus CREMER und OLTERS DORF (6).



Form der Zellulose ein Futter ausnutzen, das nicht als menschliche Nahrung verwandt werden kann. Ein Transformationsverlust ist hier nur dann in Betracht zu ziehen, wenn Gräser und Kräuter von hohem Nährwert verfüttert werden, die auch vom Menschen verzehrt werden könnten. Im ganzen steht fest, daß die vorwiegend aus tierischen Produkten bestehende Nahrung der Industrie und Wohlstandsgesellschaft energetisch und damit auch finanziell aufwendiger ist als die von der Natur direkt gelieferte pflanzliche Nahrung. Man kann die Verwendung pflanzlicher Futtermittel zur Erzeugung tierischer Produkte und einen Transformationsverlust dort in Kauf nehmen, wo

- landwirtschaftliche Produktion oder Anwendung moderner technischer Methoden immer produktiver wird, also kein Mangel an pflanzlicher Grundsubstanz besteht. Das gilt z. B. für weite Bezirke in Canada und den USA.
- die Produktionskosten für die pflanzliche Grundsubstanz und die Veredelung mit dem Fortschritt der Technik zumindest relativ sinken. Dies, wie auch das Folgende, ist z. B. in der Bundesrepublik der Fall;
- die ständig steigende Kaufkraft der Massenbevölkerung diese von vielen Menschen bevorzugte Art der Ernährung gestattet;
- zur Tierfütterung solche Produkte verwandt werden, die zum direk-

Tab. 2: Verzehrkalorien in den USA und Indien (kcal/Kopf/Tag) 1970 (nach BORGSTROM) (5).

	Kalorien (kcal)				
	Gesamt	Pflanzlich	Tierisch	Futterkal.	Gesamtprimärkal.
USA	3 300	1 869	1 431	10 017	11 886
Indien	1 990	1 881	109	763	2 644
Differenz	1 310				9 242

ten Verzehr durch den Menschen ungeeignet sind. Diese Situation finden wir in bestimmten Regionen zahlreicher Entwicklungsländer.

Primärkalorien und Sekundärkalorien

Um den unterschiedlichen Aufwand, den die Schaffung pflanzlicher und tierischer Nahrung erfordert, zahlenmäßig auszudrücken, spricht man von Primärkalorien und Sekundärkalorien.

Wird bei ausschließlich pflanzlicher Ernährung das landwirtschaftliche Produkt direkt dem menschlichen Verzehr zugeführt, so unterscheidet sich der Aufwand an Verzehrkalorien (Brennwert der Nahrung) und der an Primärkalorien nicht. Gelangt jedoch ein Teil der pflanzlichen Grundsubstanz erst über den Tiermagen zum Verzehr, dann ergibt sich ein höherer Aufwand an Primärkalorien als an

Verzehrkalorien in den Nahrungsmitteln enthalten ist. Hier werden die Verzehrkalorien dann zu „Sekundärkalorien“.

Wie sich der Unterschied in der Kalorienaufnahme bei vorwiegend pflanzlicher bzw. tierischer Ernährung ergibt, soll am Beispiel eines Vergleichs zwischen den USA und Indien dargestellt werden, den Tabelle 2 zeigt.

Der energetische Unterschied in der Verzehrsmenge beträgt also nicht nur, wie eine oberflächliche Betrachtung ergeben würde, 1310 Kalorien, sondern, da man in Primärkalorien rechnen muß, 9242 Kalorien.

Würde man Indiens Energiezufuhr von etwa 2000 kcal pro Kopf auf das quantitative und qualitative Niveau der USA bringen, würde dies mehr Energie erfordern, als Indien zur Zeit insgesamt (für alle Zwecke) aufwendet. Wollte man die ganze Welt so ernähren, wie es jetzt in den USA der Fall ist, würde das 80% des jährlichen Gesamtenergieaufwandes erfordern (12). (Wird fortgesetzt)

Für die anspruchsvolle Diätküche

Dr. Grandels

Vitamin-Öl

das Diät-Speiseöl mit Vitamin A

- zur Senkung erhöhter Blutfettwerte bei arteriosklerotischen Herz-Kreislauferkrankungen
- zur Ergänzung der Vitamin A-Versorgung
- als wertvolles Speiseöl für die Gesundheitskost

Ein Qualitäts-Erzeugnis der KEIMDIÄT GmbH, 8900 Augsburg

In Reformhäusern,
neufarm-Depots
und Apotheken.