

Energiebilanz bei den wichtigsten Produkten im Gebiet Çukurova (Türkei)

Von Osman Yaldiz, H. Hüsezin Öztürk und Ali Başçetinçelik, Adana, Türkei*)

DK 631:531.6

Im Falle der landwirtschaftlichen Produktion hat das heute akut gewordene Problem einer rationellen Verwendung der verschiedenen Energiequellen ganz besondere Aspekte. Im allgemeinen ist man sich heute darüber einig, daß eine Einschränkung eines sogenannten vernünftigen Energieaufwandes bei der Lebensmittelproduktion nicht zulässig sei. Daraus ergibt sich eine neue wichtige Verpflichtung, nämlich dafür zu sorgen, daß die der Landwirtschaft zugeführten zunehmenden Mengen an Energie möglichst rationell genutzt werden.

1. Einleitung

Die landwirtschaftliche Produktion fächert sich auf in verschiedene Produktionszweige, deren Endprodukte sehr unterschiedliche Energiemengen erfordern. Die erforderlichen Energiemengen sind insbesondere unterschiedlich in Abhängigkeit von den angewendeten Verfahren bei der Bodenbearbeitung, Bestellung, Pflege (Hacken) und Ernte [1].

Dazu kommt, daß zur Herstellung bestimmter landwirtschaftlicher Produkte verschiedene Technologien und Maschinensysteme verwendet werden, die direkt oder indirekt zunehmend mehr Energie erfordern, und zwar parallel mit der technischen Vervollkommnung des Produktionsprozesses und hauptsächlich wegen der Notwendigkeit, Arbeitskräfte einzusparen und den Nährwert und die Qualität der Erzeugnisse zu erhalten und zu verbessern. Aus diesem Grunde fällt es viel schwerer, den Energiebedarf der Landwirtschaft zu veranschlagen als denjenigen gewisser homogener industrieller Unternehmen.

Für die vorliegende Arbeit wurden Energieaufwand und -ertrag bei den wichtigsten Produkten im Gebiet Çukurova untersucht. Bei der Bewertung der Daten ist weniger das jeweils verwendete Einzelverfahren bei der landwirtschaftlichen Produktion, als vielmehr das gesamte Produktionsverfahren im Hinblick auf den Vergleich der Energiebilanz mit anderen Ländern zu sehen.

2. Material und Methode

Im Gebiet Çukurova wurden durch Untersuchungen im gesamten Verlauf der Produktionsperiode die Werte für Energieaufwand und -ertrag bei den wichtigsten Produkten (Baumwolle, Weizen, Sojabohnen, Mais) ermittelt. In den Untersuchungen wurde der Energieaufwand der am häufigsten verwendeten Produktionsverfahren analysiert. Für die Ermittlung des Energiebedarfs der Produktionsverfahren sind die folgenden Faktoren berücksichtigt:

- Arbeitskraft bei
 - Bodenbearbeitung
 - Bestellung
 - Düngung
 - Pflanzenschutz

*) Dr. O. Yaldiz, Agr. Eng. H.H. Öztürk und Prof. Dr. A. Başçetinçelik arbeiten an der Abteilung Mechanisierung der Landwirtschaft der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität von Çukurova in Adana, Türkei.

- Pflege (Hacken)
- Bewässerung
- Ernte
- Maschineneinsatz
 - Herstellung (Energieabschreibung für den Einsatz der Maschine)
 - Brennstoff
 - Öl
- Pflanzenschutzmittel
- Dünger
- Saatgut.

Als Energielieferanten nach der Ernte sind nur die Produkte und nicht die Rest- und Abfallstoffe (Stroh, Blätter, usw.) berücksichtigt. Bei der Verwertung ist auch der Energieinhalt der Pflanzenwurzeln vernachlässigt.

Die Energiezufuhr durch die verschiedenen Produktionsmaterialien ist wie folgt berechnet [3]:

1. Energieeinsatz durch Brennstoff und Öl

$$BE \text{ (MJ/ha)} = \text{Brennstoffverbrauch BV (l/ha)} \times \text{Energieinhalt von Dieselöl (42,2 MJ/l)}$$

Darin wird der Brennstoffverbrauch des Schleppers so errechnet:

$$BV \text{ (l/h)} = \text{Motorauslastung} \times \text{Motornennleistung (kW)} \times \text{spezifischer Brennstoffverbrauch (0,30 l/kW h)}$$

2. Energie für Maschineneinsatz (Abschreibung)

$$ME \text{ (MJ/ha)} = (G \cdot E) / (T \cdot AL)$$

Hierin ist

- G Maschinengewicht (kg)
- E Energiebedarf der Maschinenherstellung (121,3 MJ/kg)
- T Lebensdauer (h)
- AL Arbeitsleistung (ha/h).

3. Energie der Arbeitskraft

$$EA \text{ (MJ/ha)} = \text{Arbeitskraftaufwand (h/ha)} \times \text{Energieverbrauch pro AK (2,3 MJ/h)}$$

4. Energie für Dünger und Pflanzenschutzmittel [3, 5]

N:	64,40 MJ/kg
P ₂ O ₅ :	11,96 MJ/kg
Pflanzenschutzmittel:	ø 101,20 MJ/kg.

3. Versuchsergebnisse

Der Energieverbrauch zur Herstellung von Maschinen und Schleppern und der Energieaufwand durch Brennstoff sind für vier Produkte in **Tafel 1** zusammengestellt. Der höchste Wert tritt beim Baumwollanbau mit 6626,79 MJ/ha auf. Der niedrigste ergibt sich beim Mais mit 3978,8 MJ/ha. Im einzelnen ist aber der Energieaufwand für die Maschinenherstellung beim Baumwollanbau deutlich niedriger als bei den anderen Produkten. Die Ursache dafür ist der Einsatz des Mähdeschers bei der Ernte von Mais, Weizen und Sojabohnen, der einen hohen Energieaufwand bei der Herstellung verursacht. Dagegen ist der Energieaufwand für die Herstellung und den Betrieb von Schleppern beim Baumwollanbau insbesondere wegen der intensiveren Bodenbearbeitung und der Herstellung von Bewässerungsgräben relativ hoch im Vergleich mit den anderen Kulturen.

Maschinenart	Maschinenherstellung	Schlepperherstellung	Brennstoff und Öl	Gesamt
Baumwolle				
Pflug	26,16	99,40	1185,80	1311,36
Grubber	7,73	73,84	3319,20	3400,77
Schlepper	3,65	21,01	623,08	647,74
Sämaschine	30,62	36,40	265,20	332,22
Dungverteiler	2,24	3,62	26,37	32,23
Pflanzenschutzmasch.	15,87	21,53	116,21	153,61
Grabenmaschine	8,08	73,84	599,52	681,44
Scheibenegge	28,70	24,15	14,57	67,42
Gesamt	123,05	353,79	6149,95	6626,79
Weizen				
Grubber	7,73	73,84	2797,20	2878,77
Scheibenegge	28,70	24,15	466,50	519,35
Dungverteiler	2,24	3,62	39,50	45,36
Schlepper	3,65	21,01	336,40	361,06
Mährescher	359,90	-	248,30	608,20
Gesamt	402,22	122,62	3887,90	4412,74
Sojabohnen				
Pflug	26,16	99,40	592,90	718,46
Grubber	7,73	73,84	1383,40	1464,97
Schlepper	3,65	21,01	186,90	211,56
Sämaschine	30,62	36,40	265,20	332,22
Dungverteiler	2,24	3,62	6,59	12,45
Pflanzenschutzmasch.	15,87	21,53	8,30	45,70
Scheibenegge	28,70	24,15	583,90	636,75
Mährescher	359,90	-	248,30	608,20
Gesamt	474,87	279,95	3275,49	4030,31
Mais				
Pflug	26,16	99,40	592,90	718,46
Grubber	7,73	73,84	1936,80	2018,37
Schlepper	3,65	21,01	62,30	86,96
Sämaschine	30,62	36,40	265,20	332,22
Dungverteiler	2,24	3,62	9,88	15,74
Scheibenegge	28,70	24,15	146,00	198,85
Mährescher	359,90	-	248,30	608,20
Gesamt	459,00	258,42	3261,38	3978,80

Tafel 1. Energieaufwand für Maschinenherstellung (Abschreibung) und Maschinenbetrieb (MJ/ha).

Der Energieaufwand durch die menschlichen Arbeitskräfte, **Tafel 2**, ist wie der Energieaufwand für Herstellung und Betrieb der Maschinen am höchsten beim Baumwollanbau. Der Vergleich mit den anderen Kulturen zeigt, daß der Bedarf an menschlicher Arbeitskraft insbesondere beim Hacken und bei der Ernte der Baumwolle vergleichsweise hoch ist, obwohl im Gebiet der durchgeführten Untersuchungen diese Arbeiten schon teilmechanisiert sind.

Verfahren	Pflanzenart			
	Baumwolle	Weizen	Sojabohnen	Mais
Bodenbearbeitung	13,30	7,30	29,93	13,57
Säen	6,36	1,75	4,50	5,40
Düngung	7,24	0,98	3,00	9,31
Pflanzenschutz	8,04	-	2,00	-
Hacken	586,40	-	56,98	-
Hacken (mit Schlepper)	6,57	-	-	-
Bewässerung	145,20	-	46,00	192,28
Ernte	610,40	0,79	1,00	6,67
Gesamt	1383,51	10,82	143,41	240,43

Tafel 2. Energieaufwand durch Arbeitskraft (MJ/ha).

Der Energieaufwand insgesamt, **Tafel 3**, hängt natürlich vom Stand der verwendeten Technik, der Art der Arbeitsorganisation, den Produktionsverfahren und den Arbeitsbedingungen ab. Im Energieertrag spiegelt sich insbesondere die Höhe der spezifischen Erträge wider. Insgesamt ist der Energieaufwand bei den vollmechanisierten Verfahren (Weizen, Sojabohnen und Mais) geringer als beim Baumwollanbau. Trotzdem ist im Gebiet Çukurova der Baumwollanbau die effektivste Kultur, die aufgrund des hohen Energieertrages ein Output/Input-Verhältnis der Energie von 6,02 erreicht.

	Pflanzenart			
	Baumwolle	Weizen	Sojabohnen	Mais
Energieaufwand				
Herstellung				
Maschinen	123,1	402,2	474,9	459,0
Schlepper	353,8	122,6	279,9	258,4
Brennstoff/Öl	6149,9	3887,9	3275,5	3261,4
Arbeitskraft	1383,5	10,8	143,4	240,4
Pflanzenschutzmittel	854,4	-	253,0	-
Dünger				
N	9026,7	8359,9	6246,8	8772,3
P ₂ O ₅	797,3	657,8	657,8	807,3
Saatgut [4]	1440	4068	5578,2	5077,8
Gesamt	20128,4	17509,2	16909,5	18876,6
Energieertrag	121150	34315,7	46829,5	106841
Ertrag (kg/ha)	2225	2497,5	2833	7333
Energie				
-Output/Input	6,02	1,96	2,77	5,66

Tafel 3. Energieaufwand bei der Produktion von verschiedenen Pflanzenarten (MJ/ha) und Energiegewinnungsraten (Energie-Output/Input).

4. Zusammenfassung

Es wurde eine Gesamt- und Einzelanalyse des Energieaufwandes und Energieertrages der wichtigsten Produkte im Gebiet Çukurova ausgearbeitet. Der vorliegende Beitrag enthält ausführliche Angaben über den Energiebedarf der vollmechanisierten Mais-, Weizen- und Sojabohnenproduktion und des teilmechanisierten Baumwollanbaus.

Die Resultate der Untersuchungen stimmen mit denen überein, die sich aus Angaben über die Landwirtschaft der USA ergeben.

Die Aufgliederung des Gesamtenergiebedarfes der genannten Produktionen zeigt, daß er von vielen Faktoren, aber hauptsächlich vom Mechanisierungsniveau abhängt.

Der Energieaufwand bei der Produktion der verschiedenen Produkte wurde auf die Flächeneinheit bezogen. Mit den flächenbezogenen Erträgen und dem spezifischen Energieinhalt können die flächenbezogenen Energieerträge der Endprodukte berechnet werden.

Unsere Untersuchungen bei bestimmten Pflanzenarten zeigten, daß Energieaufwand und -ertrag die Tendenz haben, parallel mit der Zunahme der Mechanisierung und somit mit der Produktionsintensität zuzunehmen. Die tendentielle Zunahme des Energieaufwandes bei den Produktionsverfahren ist eine natürliche Folge der technischen Entwicklung, die jedoch nur dann rationell sein kann, wenn sie erlaubt, den Arbeitsaufwand herabzusetzen und namentlich auch die spezifischen Erträge zu erhöhen. Aus diesem Grunde sollte zukünftig vermehrt auf die Höhe des auf die landwirtschaftlichen Erträge bezogenen spezifischen Energieaufwandes geachtet werden. Im allgemeinen kann angenommen werden, daß eine Zunahme des Energieaufwandes bis zu dem Punkt zulässig wäre, bis zu dem eine signifikante Zunahme des Energiegehaltes eines bestimmten Endproduktes bewirkt wird.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] *Kocsis, K.*: Analyse des Energiebedarfes der Landwirtschaft. XIX. CIOSTA Kongress. Ermatingen, Schweiz, 1978, S. 51/62.
- [2] Energie aus landwirtschaftlicher Produktion. KTBL-Schrift 273, Darmstadt, 1981.
- [3] *Önal, I. u. M. Tozan*: Sanayi Tipi Domates Yetistiriciliginde Alternatif Öretim sistemlerinin Isgücü Gereksinimi ve Enerji Bilançosu. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi, 5./7. Mai 1986, Adana, S. 216/29.
- [4] • *Pimental, D.*: Handbook of energy utilization in agriculture. Florida: CRC Press 1980.
- [5] *Stout, B.A.*: Energy for world agriculture. FAO Agriculture Series No. 7, 1979.