

ENERGIEBILANZEN DER LANDWIRTSCHAFT UND DER ERNÄHRUNG



- Energetische Wirkungsgrade verschiedener Landwirtschaften
 - Der reelle Wirkungsgrad
 - Wirkungsgrad der Pflanzenproduktion
 - Wirkungsgrad der Fleischproduktion
 - Wirkungsgrad der Gesamtwirtschaft
 - Wirkungsgrad der Ernährung
 - Wirkungsgrad der Pflanzenesser (Vegetarier)
 - Wirkungsgrad der Fleischesser
 - Wirkungsgrad der Durchschnittsesser (40% Fleisch)
-
-

VORWORT ZUM ENERGIEMENÜ (Heft 8)

Steigender Energieverbrauch, schrumpfende Ressourcen, drohende Ölkriege, Klimaveränderung machen die Energie Jahr zu Jahr aktueller und zur Überlebensfrage der Menschheit.

Das Jahr 1993 war für Energiebilanzen die Wasserscheide: davor und danach konnte man keine solche Berechnungen aufstellen. Bis 1993 waren die Daten zusammen und danach waren die Energieflüsse wegen Wiedervereinigung und Globalisierung nicht mehr zu verfolgen. Nationale Energiebilanzen heute zu berechnen ist nicht mehr möglich.

Die Energiedaten seitdem änderten sich wenig, die sind noch heute meistens zutreffend. (Input/Output-Verhältnisse). Energieverbrauch und Umweltzerstörung hängen eng zusammen. Wer die meiste Energie verbraucht, verursacht die größte Umweltzerstörung.

Die deutsche Energieausnutzung ist miserabel: 70% der Primärenergie geht verloren.

Wir möchten nicht wegen dieser vergeudeten Ressourcen angeklagt werden.

Wenn wir den Gesamtenergieverbrauch der BRD auf ihre Einwohner umlegen, kommen 50 000 kWh/Kopf/Jahr aus. 5000 Liter Öl/Kopf/Jahr (BRD 1989) sind fünfmal mehr, als der Grundbedarf. Das haben wir an uns geprüft, als wir statt 50 000 kWh/Kopf/Jahr nur 25 000 kWh verbraucht haben. (Davon ein beachtliches Teil Staatsverbrauch, auf den wir keinen Einfluß gehabt haben). Ob fünfmal mehr Energie auch fünfmal mehr Wohlstand bringt, ist fraglich – daß aber diese Energien für allemal verloren sind, steht fest.

Alle üblichen Darstellungen erfassen nur ein Teil dieser Pro-Kopf-Energie (Auto, Heizung, Warmwasser, usw.) Wo bleibt die andere Hälfte?

Diese stecken in den Produkten und Dienstleistungen. Das ist der *indirekte Energieverbrauch* oder die *graue Energie*. Die Energieschule Köln berechnet die restlose Verwendung von diesen 50 000 kWh, in dem sie die indirekte Energieverbräuche wie Ernährung, Bekleidung, Staat auf die Haushalte umlegt. (Industrie und Staat arbeiten für die Haushalte).

Die Graphik „Energienü“ hilft jedem sein persönliches Energiekonto zusammenzustellen. Hier kann sich jeder als Energiesparer oder Energieverschwender einordnen und Sprünge planen. Einfache Umstellungen können viel bringen, so zB. eine Umstellung auf 2x Fleisch die Woche bringt etwa doppelt so viel (ca. 4000 kWh), wie eine 30 000 DM-Solaranlage! (Wobei der Energieverbrauch bei der Erwirtschaftung dieser Summe nicht berücksichtigt wird, ebenso nicht die eingesparte Energiemengen durch Krankenhauserentlastungen der Gesundernährten).

WIR ESSEN – SOLANGE BIS ÖL REICHT'S!

Der Steinzeitmensch hat die Energie 25mal besser ausgenutzt, als der heutige „moderne“ Farmer: mit Einsatz von 1 kcal holte er ca. 50 kcal raus.

Während die Energiebilanz der Pflanzenproduktion heute bestenfalls neutral ist, alles, was danach kommt (Fleischproduktion, Lebensmittelindustrie, Transport, Kühlung, Kochen) drückt das Energiesaldo ins Negative. Besonders die Fleischproduktion frißt enorme Mengen an Energien. Wer statt 40% Fleisch nur 20% verzehrt, kommt dem Vegetarier nahe.

Wieviel Energie bedarf die Ernährung?

Weizen in Getreidelagern ist erstmal für uns nutzlos. Lang ist der Weg, bis die Körner als gebackenes Brot auf unseren Tischen landen.

Obwohl einige Kulturpflanzen positive Energiebilanzen aufweisen können (output/input Zuckerrübe 8:1, Mais 6:1), die gesamte Landwirtschaft ist weitgehend verlustreich. Das Land mit Mais-, Rüben-, und Rapsmonokulturen zu bedecken wäre tödlich.

Keine Pflanzenproduktion ohne Tierhaltung – deshalb ziehen die Zuchttiere die gute Pflanzenausnutzung herunter. Die richtige Frage ist also nicht, wie hoch ist der Wirkungsgrad der Pflanzenproduktion, sondern *wie hoch ist der Wirkungsgrad der Menschenernährung?*

VORGABEN

PE: Primärenergie, Rohenergie

Um korrekte und vergleichbare Werte zu bekommen, wir rechnen mit Primärenergie-Mengen. Als Einheit wird für die Verbraucher zugängliche **kWh** gewählt. (kW ist nur die Leistung, „Stärke“; kWh ist dagegen die Arbeit, der Verbrauch). Maß für Energieverbrauch eines Landes ist die **TWh**, *Terrawattstunde*, 10 hoch 12 kWh.

Primärenergie ist die Energie der ungeförderter Energieträgern. Förderung schluckt auch Energie. Bei Gas und Öl sind das 14%. Soviel müssen wir also der Endenergie der Statistiker addieren (bei Strom 200%) um vergleichbare PE-Werte zu bekommen.

Hätten wir es leicht, wenn wir ein autarkes Inselland hätten, wo Energie nicht rein, nicht raus. BRD ist Ende der 80er Export-Weltmeister, nach Schließung der Kohlemienen (werden wieder eröffnet?) fast alles Energie wird importiert. Durch die deutsche Grenzen kommen Rohstoffe, halbfertige Produkte, Menschen rein – raus gehen vor allem Made in W-Germany Produkte; Energie- und Stoff-Flüsse zu erfassen macht die Weltmarkt unmöglich.

Annahmen

Um überhaupt eine Energieberechnung anfangen zu können, mußten wir einige Annahmen machen:

1. Der Agrarexport der BRD 1991 ist größenordnungsgemäß gleich dem Agrarprodukten-Einfuhr.
2. Wir können nur von Daten der Datengeber und Statistiker ausgehen, unser Ergebnis also kann nicht genauer sein, als diese Datenbasis.
3. Wenn die Endberechnungen der schweizerischen und den USA-Werten vergleichbar sind, sie sind akzeptabel.

Die Ungenauigkeit liegt in der Natur der Sache. So unser Ziel exakte Zahlen zu bekommen konnte nicht sein. Wir wollten nur Hintergründe der heutigen Landwirtschaft und Ernährung besser zu verstehen und die Folgen bedenken.

FORTSCHRITT IN DER ENERGIEAUSNUTZUNG?

Der Steinzeitmensch arbeitete nur 2 Tage in der Woche (Jagen und Sammeln), mit 100W investierte er $2 \times 8 \times 100 = 1,6 \text{ kWh}$, das war aber ausreichend für die Deckung des Nährwertbedarfes seiner vierköpfiger Familie:
 $4 \times 24 \times 100 = 67,2 \text{ kWh}$.

Im Supermarket von Wildpflanzen und Wildtiere schaffte er also mit Einsatz von 1 kcal ganze 42 kcal Nahrung. Danach faulenzte er 5 Tage, oder dekorierte seine Höhlenwände.

Der heutige Landwirt setzt dagegen 25 kcal ein um 1 kcal Nährwert zu holen. Mit der Mechanisierung gerät die Lanwirtschaft immer tiefer in die Außenenergienutzung. Mein Vater mähte noch Weizen mit Sense, wie die Menschen 10 000 Jahre lang. Unser kleiner Bauernhof kam ohne Fremdenergie aus – wir haben nicht einmal Kohle gekauft! Heute um ein Glas Milch zu produzieren muß man ein halbes Glas Öl kaufen. In der EU werden die Agrarprodukte sinnlos hin und her kuschiert. In Köln kann man Alpenmilch kaufen, während die Kölner Milch landet als Milchpulver in Afrika. Aus der Milch wird mit großem Energieeinsatz das Wasser hinausgetrieben um anderswo wieder – mit Wasser vesezt – als Tierfutter zu verwenden. Und das alles deshalb, weil Öl und Umwelt noch immer so billig ist.

Wir müssen aber zugeben, daß kcal der Nahrung nicht alles ist. Der Mensch benötigt daneben Vitamine, Spurenelemente, Ballaststoffe – Vollwerternährung. So können wir die Glashaugemüsen (besonder die ökologischen) nicht alle kritisieren. Warum aber frische Erdbeeren, Paprikaschotten im Winter? Jahrtausende kam der Mensch mit Angesäuertes, Eingemachtes aus.

„GETREIDEVEREDELUNG“

Das ist der Ausdruck für den Vorgang, bei dem Menschennahrung wird als Tierfutter zwecks Fleischproduktion mißbraucht.

Das Tier aber arbeitet mit sehr schlechtem Wirkungsgrad. Ein beträchtliches Teil verbraucht es für sein eigenen Stoffwechsel. Freilandtiere weiden und verwerten für Menschen unverdauliche Zellulose. In der Massentierhaltung dagegen werden die Tiere mit großem Energieeinsatz hergestellten Futter gemästet, mit Medikamenten behandelt; es wird geheizt, belichtet. Das Ergebnis: 10 kWh eingesetzt, 1 kWh Närenergie herausgeholt.

Wenn wir Körner (Müslis) essen, verwerten wir sechsmal mehr Energie und Eiweiß. Das intensive Fleischerzeugnis beruht auf Soya und Getreideimport, vor allem aus der dritten Welt. Einst selbstversorgende brasilianische Kleinbauer produzieren heute vorwiegend für Export. Sie sind völlig den Händlern und Pflanzenschutz-Multis ausgeliefert. Übermäßiges Fleischkonsum ist also nicht nur ein energetisches, gesundheitliches sondern auch ein ethisches Problem. Die Fleischesser verursachen Elend, weit weg am Anfang der Nahrungskette. Die Folgen des extremen Fleischverzehr:

1. Die Übergewichtigen erleiden unerträgliche Schmerzen infolge Tumoren, Infarkte, Strokes, Rheumatismus.
2. Getreide wird an Tieren verfüttert.
3. Mit Hühnerfleisch kann man 8 Menschen satt werden lassen, mit den dabei verfütterten Getreide 100 Menschen.
4. In der EU werden riesige Mengen an Lebensmitteln auf den Müll geworfen.
5. Soyapreis geht in der dritten Welt hoch – die Hungernden konkurrieren mit Zuchttieren in der EU.

Heute Menschenmassen zu ernähren in einer mechanisierten Landwirtschaft nur mit Massenproduktion möglich. Paar Prozent der Bevölkerung ist in der Lage die ganze Gesellschaft mit Lebensmitteln zu versorgen. Das ist die Entscheidung der Menschen: sie sind in der Arbeitsteilung für eine bequemere Lebensweise. Sie wählen eine bewegungsarme Schreibtischarbeit und den Lebensmittelanbau überlassen wenigen Farmern in einer völlig mechanisierten, automatisierten und chemisierten Landwirtschaft.

Die Folgen: absurder Sport zwecks Ausgleichs oder das Erleiden zivilisatorischer Krankheiten. Dieser Komfort wird also kurzfristig mit entsetzlichen Tragödien bezahlt, langfristig droht der völliger Kollaps. Wenn die Energieversorgung der Landwirtschaft ausbleibt, die Mehrheit der Menschen erleiden Hungerstod. Für Energie- und Lebensmittel-Selbstversorgung sind nur wenige Länder fähig (Australien, Kanada, Venezuela).

WIRKUNGSGRAD VERSCHIEDENER LANDWIRTSCHAFTEN

Wieviel Nährwert schafften verschiedene Kulturen mit einer Einheit eingesetzter Energie?

Kultur Energie gewonnener Nährwert

Primitiver Ackerbau	1	50
Jäger und Sammler	1	30
Reis, China 1930	1	20
Reis, Thailand	1	17

Extensiv Weizen	1	17
Kartoffel	1	16
Mais	1	10

Intensiv Weizen	1	5
Mais	1	4
Kartoffel	1	4
Soya	1	2

Rind, Freiland	1	2
Eier	1	1,5
Milch, Weiden	1	1
Küstenfischerei	1	1

Ökologischer Umschlag

Weißbrot	3	1
intensiv Schweinefleisch	3	1
Eier	4	1
Milch	5	1
Fischmehl	8	1
Rindfleisch	10	1
Geflügel	12	1
Fischerei	250	1

- Glashaus-Gemüse 600 1
-
- (Bachofen et al. 1981/World Bank 1980)

1. DER REELLE WIRKUNGSGRAD DER WESTDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFT

Der Wirkungsgrad eines Systems ergibt sich aus *output : input* Verhältnis, dh. gewonnene Energie zu reingesteckten Energie. Alle bisher ermittelten Agrar-Wirkungsgrade sind bloß *theoretische* Wirkungsgrade. Weizen ungemäht auf dem Acker hat noch keinen output! Die Landwirtschaft hört nicht auf mit der Ernte, Essen ist noch lange nicht auf dem Tisch, bloß Getreide in Silos und die Zuchttiere vor dem Schlachten.

Wir dürfen also nicht beim Wirkungsgrad der Landwirtschaft aufhören. Wir müssen den *reellen Energiebilanz der Landwirtschaft* bzw. den *Wirkungsgrad der Ernährung* zu ermitteln versuchen!

Der *reelle* Wirkungsgrad verfolgt die Agrarprodukte bis zum Ende und berücksichtigt die Energien jeder Stufe – vom Saat bis zum Tisch (Life-Cycle). Um die Geamtenergie der ganzen Ernährung zu berechnen, wir müssen den Weg der Roh-Nahrungsmitteln weiter folgen (Lebensmittelindustrie, Verpackung, Transport, usw.) und alle eingesetzten Energien summieren.

1. Der reelle Wirkungsgrad der Pflanzenproduktion

Output: Nährwert v. Pflanzen vor d. Lebensmittelindustrie

Pflanz. f. Mensch: Getreide + Garten-+Weinbau

Getreideernte: 26 Mio t/BRD 1991

(Statistisches Jahrbuch für Ernährung 1991; Bundesministerium für Landwirtschaft, Tabelle 2, Landwirtschaft und Ernährung)

Nährwert: 4 kWh/kg Getreide

TWh=10 hoch 12 Wh, 1 Mrd kWh

●Futter-Verwertung bei Tieren: 0.14

Primärenergie PE:

Gas, Öl kWh + 14%

●Strom kWh + 200%

1 Btu = 0,000293 kWh

verfüttert: 13 Mio t

bleibt:

Getreide: 26 - 13 = 13 Mio t x 4 kWh/kg = 52 TWh PE
=====

Garten- + Weinbau

Mio t Nährwert (kWh/kg PE) Mio kWh PE

	Mio t	Nährwert (kWh/kg PE)	Mio kWh PE
Kartoffel	7,5	1.00	7,50
Zuckerrübe	20,8	.70	14,56
Obst	3,0	.62	1,86
Gemüse	2,4	.33	0,80
Wein	1,1	.85	0,94
	34,8 Mio t		25,66 TWh PE

Garten+Wein 26 TWh PE
=====

Output: 52 + 26 = 78 TWh PE
=====

Input: direkte + indirekte Energieaufwendungen bei der Pflanzenproduktion

Getreide:

direkt 264 kWh/t

indirekt 1058 kWh/t

+ 14% PE

1507 kWh PE/t Getreide

(KTBL: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt: Energie und Agrarwirtschaft 1991)

Getreide 13 Mio t x 1 507 kWh PE/t = 20 TWh PE

=====

Garten + Wein (KTBL):

Ernte: 34,8 Mio t

direkt 287 kWh/t

indirekt 1150 kWh/t

1437

+14% PE 201

1638 kWh/t

34,8 Mio t x 1638 kWh/t = 57 TWh PE

=====

Input: 20 TWh PE (Getreide) + 57 TWh PE (Garten-Wein) = 77 TWh PE

=====

output: Nährwert Pflanzen f. Menschen 78

----- = ----- = ---- = 1,0 1 : 1

input: Energieaufwand f. Pflanzen 77

Der reelle Wirkungsgrad der Pflanzenproduktion: output/input = 78/77 = 1,0 1 : 1

Also der echte Wirkungsgrad der westdeutschen Pflanzenproduktion 1991 ist neutral, mit 1 kWh Primärenergie wurde 1 kWh Nahrungenergie hergestellt.

2. Wirkungsgrad der Fleischproduktion

Output: Lebendgewicht-Nährwert, Gesamtprod. (Stat. Jb. F. Ernährung 1991)

Verfüttert: 50 Mio t GE (Getreideeinheiten, auf Gerste bez.)

50 Mio t GE x 4 kWh/kg Gerste = 200 TWh PE

Nährwertminderung durch Verfütterung: 86% (0,14)

(Strahm 1976, Bickel et al. Ernährung/Nutrition 3, 1979, 12, 566)

67% Rindfutter .12

25% Schweinefutter .28

6% Geflügelfutter .18

Output, Nährwert vor d. Schlachten: 200 TWh x .14 = 28 TWh PE

=====

Andere Nahrung:

Fleischverzehr im Jahr: 87 kg/Kopf

Einwohner BRD 1991: 61 Mio

87 kg x 61 Mio EW = 5307 Mio kg Fleisch x 4 kWh/kg = 21,2 TWh

Input: Herstellungenergie des Futters

+ elektrische Energie auf d. Bauernhof (PE Wirkungsgrad 0,3)

verfüttert:

50 Mio t GE x 1507 kWh/t Getreide = 75 TWh PE

elektrische Energie : 5 TWh (KTLB)

5 x 3 PE = 15 TWh PE

Gebäude, Veteriner, Medikamente 10 TWh PE

100 TWh PE

output	28 TWh PE	(vor dem Schlachten)

input	100 TWh PE	(Energieaufwand Tierfutter + Haltung)

Wirkungsgrad der Fleischproduktion: $output / input = 28 / 100 = 0,28$ 1 : 3,6

Die westdeutsche Fleischproduktion 1991 benötigte also um 1 kWh Fleisch-Nährwert zu produzieren 3,6 kWh Primärenergie.

3. Der reelle Wirkungsgrad der Gesamtwirtschaft

Weil die Pflanzen- und die Fleischproduktion nur zusammen die Landwirtschaft ergeben, der gesuchte Wirkungsgrad der westdeutscher Agrarwirtschaft ergibt sich:

output	Nährwert Pflanz. + Nährwert Tiere	78 + 28	106

input	Energieaufwand Gesamtwirtsch.	77 + 100	177

$= 0,6$ 1 : 1,6

(So 167 TWh PE input ist vergleichbar mit – umgerechnet - 154 TWh PE in d. Schweiz; KTBL berechnet für input : 105 TWh EE - Endenergie)

Der reelle Wirkungsgrad der westdeutschen Landwirtschaft: $output/input = 106/177 = 0,6$ 1 : 1,6

Die Energiebilanz der westdeutschen Landwirtschaft ist also leicht negativ. Um 1 kWh Nährwert zu erzeugen 1991 verbrauchte sie 1,6 kWh Primärenergie.

(Andere Institute berechnen neutrale /1:1/ oder positive /2:1/ Energiebilanzen. Gewinn berechnete Heyland 1974/78 4,75:1 ; Bickel 1,2:1 für Futter, Schweiz, 1975/76)

II. ENERGETISCHER WIRKUNGSGRAD DER ERNÄHRUNG

Input	TWh PE/BRD/Jahr	(Pflanz.+Tier.)
LANDWIRTSCHAFT	177	(77+100)
+ LEBENSMITTELINDUSTRIE	167	(125+42)
+ VERPACKUNG	74	(37+37)
+ TRANSPORT	35	(18+18)
+ HANDEL + KÜHLUNG	187	(14+173)
+ MENSA + KÜCHE	186	(47+139)

826 TWh PE		

(HIRST, E.: Food –Related Energy Requirements, Science 184, 1974, USA;

CANNING, P. et al.:Energy Use in the US. Food System, Economic Research Service, 2010)

	USA 2002 288 Mio EW	umger. BRD 61 Mio EW	BRD 1991 TWh PE (eigene Zahl)
Landwirtschaft	615 TWh	130 TWh	177 TWh PE
Lebensmittelindustrie	791 TWh	167 TWh	167 TWh PE
+Verpackung	264 TWh	56 TWh	74 TWh PE
Transport	190 TWh	40 TWh	35 TWh PE
Handel	659 TWh	140 TWh	187 TWh PE
Mensa, Haushalt	524+1143 TWh	111+242 TWh	186 TWh PE

Gesamt-En.aufw. Ernähr.	4186 TWh	746 TWh	826 TWh PE

Pro Kopf 14 535 kWh/EW/a 12230 kWh/EW/a 13 540 kWh/EW/a

(D. Spreng: *Wieviel Energie braucht die Energie?* vdf 1988, Schweiz)

	Schweiz		umgerechnet BRD	
	MJ/Kopf/Tag	GJ/Kopf/Jahr	kWh/Kopf/Jahr	61 Mio EW
Agrochemie	7 MJ	2,6 GJ	710	43 TWh PE
Landwirt..	18 MJ	6,6 GJ	1825	111 TWh PE
Lm-Ind.	20 MJ	7,3 GJ	2028	74 TWh PE
Verpack.	12 MJ	4,4 GJ	1217	124 TWh PE
•Transp./Lag.	18 MJ	6,6 GJ	1825	111 TWh PE
Koch./Kühl.	30 MJ	11,0 GJ	3042	186 TWh PE
	105 MJ	38,3 GJ	10639 kWh	650 TWh PE

LANDWIRTSCHAFT

input = 177 TWh PE (77 + 100)
=====

•LEBENSMITTELINDUSTRIE

(Stat. Jb. Ern. BML, 1991)

Direkt

		Pflanzen	Tiere
Kohle, Öl, Gas :	41 TWh PE	(32	8,7)
Strom:	24 TWh PE	(17,3	6,5)
Direkt	65 TWh PE	(49,3 TWh PE + 15,2 TWh PE)	
	=====	-----	-----
	130 TWh PE		

Indirekt: Gebäude, Ausbess., Zusatzstoffe: keine Angabe

Nach Spreng : 76 + 38 = 114 TWh PE/BRD
pflanz. tier.

Besserer Wert:

US-Wert, umgerechnet auf 61 Mio EW BRD 167 TWh PE
=====

VERPACKUNG

Spreng, Schweiz 12 MJ / Kopf / Tag
1200 kWh PE/Kopf/Jahr x 61 Mio EW
74 TWh PE/BRD
=====

TRANSPORT

(H. Schäfer, U. Wagner: Energiespar im Strassenverkehr. Dtsch. Verkehrswiss. Ges. 1987; Zahlen in Verkehr 1991, Bundesanstalt f. Güterverkehr 1991)

Kamion: 2916 kWh PE/ km
Gewicht : 3,8 t x km / km
Transportierte Lm.
nah + fern (38 Mrd t + 7,5 Mrd t) = 45,5 Mrd t km
Entfernung: 45,5 : 3,8 = 12 Mrd km x 2,926 kWh/km
35TWh PE
=====

HANDEL/KÜHLUNG

Spreng, Schweiz

Transport + Lager 35 TWh PE + 76 TWh PE = 111 TWh PE

Kühlung 70,5 TWh PE + 5,5 TWh PE = 76 TWh PE
tier. pflanz.

187 TWh PE

MENSA + KÜCHE
 (Saarbrücker Energie Sparbuch, Stadtwerke, 1988)
 Mrd kWh/BRD

Küche:	
Elektroherd	8,6
Kühlschrank	8,2
Tiefkühltr.	7,8
Kühler/Frier.	2,7
Warmwasser	3,8
Kleine Geräte	3,6
Gesch.spüler	4,3

 38,9 x 3 PE = 117 TWh PE
 =====

Spreng: Kochen und Kühlen

30 MJ/Kopf/Tag 61 Mio EW x 365 Tage 186 TWh PE/BRD

MENSA 69 TWh PE + KÜCHE 117 TWh PE = 186 TWh PE/BRD
 =====

WIRKUNGSGRAD DER ERNÄHRUNG (BRD 1991)

	TWh PE (pflanz.+tier)	
LANDWIRTSCHAFT	177	(77+100)
+ LEBENSMITTEL-IND.	167	(125+42)
+ VERPACKUNG	74	(37+37)
+ TRANSPORT	35	(18+18)
+ HANDEL	187	(14+173)
+ MENSA + KÜCHE	186	(47+139)

=====

826 TWh PE

O u t p u t Ernährung (Brot + Bratfleisch) 78 + 28 = 106 TWh PE
 =====

I n p u t Ernährung (Gesamt-Energieaufwand Ernährung) 826 TWh PE
 =====

Wirkungsgrad der Ernährung: output/input 106/826 = 0,13 1 : 7,7

Danach ist der Wirkungsgrad der menschlichen Ernährung in West Deutschland 1991 stark negativ.
 (0,13), d.h. um eine Einheit Nahrungsenergie zu produzieren verbrauchte man 7,7 Einheiten Primärenergie.
 (Weber in /6/ gibt als Gesamt-Energieinput Nahrung 396 TWh PE an)

ENERGIEBILANZE VERSCHIEDENER ERNÄHRUNGSWEISEN

WIRKUNGSGRAD DER PFLANZENESSER (VEGETARIER)

Output	NÄRWERT DER GESAMTPFLANZENPRODUKTION FÜR MENSCHEN					
	Brot auf dem Tisch					
-----	-----					
Input	LANDW.+LM-IND+VERPACK.+TRANSPORT+KÜHLUNG+KÜCHE					
pflanz.:tier	1:1	3:1	1:1	1:1	1:12	1:3
	78 TWh PE			78		
=	-----			-----		
	77 + 125 + 37 + 18 + 14 + 47 TWh PE			318		
				= 0,25 1 : 4		

$$\text{Wirkungsgrad der Vegetarier} = 0,25 \quad 1 : 4$$

Danach, wer nur Pflanzen isst, verbraucht 4 kWh Primärenergie primär um 1 kWh pflanzlichen Nährwert zu herstellen, wenn er gewöhnliche, chemisierte Agrarerzeugnisse nimmt.

WIRKUNGSGRAD DER NUR-FLEISCHESSER

Output	NÄHRWERT DER GESAMT SCHLACHTTIERE + ERZEUGNISSE					
-----	-----					
Input	LANDW.+LM-IND+VERPACK.+TRANSPORT+KÜHLUNG+KÜCHE					
pflanz.:tier	1:1	3:1	1:1	1:1	1:12	1:3
	28 TWh PE (Bratfleisch auf dem Tisch)			28		
=	-----			=	----- = 0,06	
	100	+ 42	+ 37	+ 18	+ 173	+ 139 TWh PE
					509	
					1 : 18	

$$\text{Wirkungsgrad der Nur-Fleischesser} = 0,06 \quad 1 : 18$$

Danach, wer nur Fleisch isst, verbraucht 18 kWh Primärenergie um 1 kWh Nährwert zu bereitstellen.

WIRKUNGSGRAD DER ERNÄHRUNG

Brot + Bratfleisch	=	$\frac{78 + 28}{318 + 509}$	=	$\frac{106}{827}$	=	0,13	1 : 7,7
Gesamtenergieaufw. Ern.							

WIRKUNGSGRAD DER DURCHSCHNITTSESSER (40% FLEISCH)

47 (60%) + 11 (40%)	=	$\frac{58}{191 (60%) + 204 (40%)}$	=	0,15	1 : 6,7

$$\text{Wirkungsgrad der Durchschnittsesser} = 0,15 \quad 1 : 6,7$$

Jetzt schauen wir uns an, was passiert, wenn wir um die Hälfte weniger Fleisch essen pro Woche?

WIRKUNGSGRAD DER GEMÄßIGTEN VERBRAUCHERN (20% FLEISCH)

62 (80%) + 6 (20%)	=	$\frac{68}{254 (80%) + 102 (20%)}$	=	0,19	1 : 5,2

$$\text{Wirkungsgrad der gemäßigten Verbrauchern} = 0,19 \quad 1 : 5,2$$

Weil die Gewichtung des tierischen Teils riesig ist, schon die Halbierung des Fleischkonsums verringert unseren Energieverbrauch um 4000 kWh!

Literatur

1. CREMER, H.-D. – Oltersdorf, U.: Energieaufwand und Nahrungsproduktion, Ernährungsumschau, 26 (1979) 7
2. SCHÜRCH, A.: Das Haustier als Glied der Umwandlungskette zwischen Sonnenenergie und Nahrungsenergie, Kraftfutter, 1980/
3. MARCHETTI, C.: Wieviel Öl kostet unser täglich Brot? bild der wissenschaft, 1980/2
4. SCHUSTER, G.: Endstation Hunger, natur 1982/3
5. BORN, P.: Biomassenkonversion, VDI Fortschrittsberichte Nr. 265, 1991
6. VOGTMANN: Ökologische Landbau, 1985
7. KRAUTH, W. – LÜNZER, I.: Ökolandbau und Welthunger, Hamburg 1982
8. WEBER, A.: Energieeinsatz und -umwandlung in der deutschen Landwirtschaft, Münster-Hiltrup 1979
9. KRIEG, P.: Der Mensch stirbt nicht am Brot allein, Lesebuch zum Film Septemberweizen, Wuppertal 1981
- Europäische gemeinschaft (Hrsg): Landwirtschaft und Energie, Probleme von Heute – Perspektiven von Morgen, Brüssel 1983
10. AUBERT, C.: Eine Landwirtschaft, die Energie und Rohstoffe vergeudet; in Organischen Landbau, Stuttgart 1981
11. GRUHL, H.: Landbau heute, Frft 1987
10. WILSON, Sci. Amer. 228, 8/1973
11. BOHN, T.J.: Einfluss der Nutzung der Energieträger auf die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft, VDI-Berichte 793, Darmstadt

