

SCHRIFTENREIHE
SOZIALE ÖKOLOGIE

BAND 35

**DER GESAMTENERGIEINPUT DES SOZIO-
ÖKONOMISCHEN SYSTEMS IN ÖSTERREICH
1960-1991**

Zur Erweiterung des Begriffes "Energieverbrauch"

Helmut Haberl

Wien, 1994

IFF - Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
Arbeitsgruppe Soziale Ökologie A-1070 Wien, Seidengasse 13

Impressum

Medieninhaber, Verleger, Herausgeber:

Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) - Abteilung Soziale Ökologie

A - 1070 Wien, Seidengasse 13

Tel.: + +43 1 / 526 75 01-0, FAX: + +43 1 / 523 58 43

email: socec.iff@univie.ac.at

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Der österreichische Gesamtenergieinput.....	6
Der österreichische Gesamtenergieinput im Jahr 1990	8
Energiewirtschaft im engen Sinn.....	8
Forstwirtschaft	10
Landwirtschaft	15
Zusammenführung: Der Gesamtenergieinput im Jahr 1990	20
Der österreichische Gesamtenergieinput 1960-91	23
Energiewirtschaft im engen Sinn	23
Forstwirtschaft	25
Landwirtschaft	26
Zusammenführung: Der Gesamtenergieinput Österreichs 1960- 1991	29
Schlußfolgerungen	35
Literatur	40

Einleitung

Gesellschaften können als materielle Systeme konzeptualisiert werden, d.h. als Systeme von materiellen Beständen und Flüssen. Auf Basis dieses Konzepts kann man den Stoffwechsel von Gesellschaften bzw. sozio-ökonomischen Systemen mit ihrer natürlichen Umwelt sowie die Kolonialisierung der Umwelt als Ensemble von Strategien mit dem Zweck der Aufrechterhaltung eben dieses Stoffwechsels beschreiben (Fischer-Kowalski und Haberl 1993).

Ein Merkmal, das im Hinblick auf die Beziehungen von Gesellschaften zur Natur besonders relevant ist, ist das quantitative Ausmaß und die Beschaffenheit ihres "Energiestoffwechsels", das heißt, die Entnahme von Energie aus der Natur, die Umwandlung dieser Energie innerhalb des sozio-ökonomischen Systems sowie die Abgabe von Abwärme und der bei der Energieumwandlung entstehenden "Nebenprodukte" (z.B. CO₂) an die Natur.

Die besondere Bedeutung des "Energiestoffwechsels" einer Gesellschaft für ihre ökologische Verträglichkeit ist bereits lange bekannt. Viele ökologisch motivierten Konflikte entzündeten sich entlang von Energiefragen: die Kernenergie-debatte, die Auseinandersetzungen um Kraftwerke wie Hainburg, Dürnröhr etc. und die mögliche Bedeutung des anthropogen verstärkten Treibhauseffekts sind hierfür nur einige Beispiele.

Der übliche Begriff von "Energieverbrauch"¹ - wie er sich auch in den amtlichen Energiestatistiken widerspiegelt - ist sehr eng gefaßt. Er umfaßt ausschließlich die Umwandlung von Energie in Maschinen und Anlagen zur Gewinnung von Licht, Wärme (Prozeßenergie, Warmwasser, Heizung), mechanischer Arbeit (Stationärmotoren, Kraftfahrzeuge) und chemischer Prozeßenergie (z.B. Aluminium-

¹ Energie kann nicht verbraucht, sondern nur umgewandelt werden. Eigentlich sollte daher nicht von Energieverbrauch, sondern von Energieeinsatz oder Energieumwandlung gesprochen werden. (Verbraucht werden allerdings Energieträger). Aus Gründen der Konvention wird hier die übliche Begrifflichkeit beibehalten.

elektrolyse, chemische Synthesen etc.). In den meisten Fällen ist die Energiestatistik auf den Verbrauch fossiler Energieträger, die Umwandlung von Wasserkraft in Elektrizität und die Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung beschränkt. Selbst solare Wärmegewinne werden im allgemeinen nicht berücksichtigt, insbesondere dann, wenn sie nicht in Sonnenkollektoren erzielt werden. Die Wärmegewinne mit Solarkollektoren und die Verwendung von Umweltwärme mit Hilfe von Wärmepumpen wurden erst vor kurzem in die amtliche österreichische Energiestatistik aufgenommen.

Viel gravierender als die Vernachlässigung dieser - bislang leider ohnehin marginalen - Energieströme ist jedoch die Nichtberücksichtigung des gesellschaftlichen Energieverbrauchs für die menschliche Ernährung sowie die Ernährung der Nutztiere sowie die "nichtenergetische" Verwendung biogener Materialien, vor allem Holz, z.B. in Form von Möbeln und Papier. Im folgenden Kapitel wird gezeigt werden, daß diese enge Definition des Begriffes "Energieverbrauch" zu einer eklatanten Unterschätzung des tatsächlichen sozio-ökonomischen Energiestoffwechsels führt.

Hermann Scheer, Mitglied des Deutschen Bundestages und Vorkämpfer der Solarenergienutzung, kommentiert diesen Umstand folgendermaßen:

"Das Ausklammern der Nahrungsmittel aus den Energiestatistiken dokumentiert zweierlei: die Menschen verstehen sich nur noch als Nutzer, aber nicht mehr als integralen Teil des Energiesystems, und das Energiesystem wird auch nicht mehr als integraler Teil der natürlichen Kreisläufe wahrgenommen. Die Entfremdung von den elementaren natürlichen Lebensgrundlagen kommt darin ebenso zum Ausdruck wie die Geschichtslosigkeit in der Betrachtung der Energieversorgungssysteme. Deshalb ist man sich der Bedeutung der Energiesysteme für die Entwicklung der menschlichen Gesellschaften überhaupt nicht mehr bewußt. Die Zeiten liegen lange zurück, in denen menschlicher Arbeitseinsatz und technischer Energieeinsatz in einem energetischen und soziologischen Zusammenhang gesehen wurde ..." (Scheer 1993, S. 23f)

Tatsächlich ist die übliche Einteilung der menschlichen Geschichte in die Typen "Jäger und Sammler", "Ackerbau und Viehzucht" und "Industrielle Gesellschaften" auch eine Einteilung in verschiedene Formen der gesellschaftlichen Energienutzung: Der Energiestoffwechsel einer Jäger und Sammler-Kultur beschränkt sich im wesentlichen auf den individuellen Stoffwechsel der Mitglieder einer Gesellschaft,

d.h. auf ihre Nahrungsaufnahme. Dazu kommt die Verwendung des Feuers und die Verwendung energiereicher Substanzen (Holz, Häute, Fasern, Knochen etc) für Kleidung, Zelte und Gerätschaften. Bei Viehzüchtern und Ackerbauern kommt der Energiebedarf der Nutztiere und ihre Verwendung als Zug- und Reittiere hinzu. Die revolutionäre Erfindung des Ackerbaus besteht darin, ganze Ökosysteme gezielt umzugestalten, um die biologische Energieproduktion für den Menschen besser nutzbar zu machen.² Weiters werden unter anderem die Nutzung von Windenergie, z.B. für Segelschiffe, und die Nutzung der Wasserkraft mit Dämmen in das Repertoire der Energieumwandlungstechnologien aufgenommen (Scheer 1993). Viel spricht dafür, daß eine der wesentlichen strategischen Neuerungen der Industrialisierung die verstärkte Nutzung subterrestrischer Ressourcen, insbesondere fossiler Energieträger, war, da auf diese Weise der Energiestoffwechsel einer Gesellschaft von der biologischen Produktivität entkoppelt und flächenunabhängig praktisch beliebig gesteigert werden konnte. Gleichzeitig trat nun die Gesellschaft mit ihrem Energiestoffwechsel nicht mehr in direkte Konkurrenz zu den übrigen heterotrophen Organismen - was bei allen Formen der Biomassenutzung zwangsläufig der Fall ist. Dieser Umstieg auf fossile Energieträger (plus Wasserkraft und neuerdings Kernenergie) scheint den Blick soweit verengt zu haben, daß kaum jemand heutzutage daran zu denken scheint, daß auch die menschliche Ernährung (sowie die dabei vorgelagerten Energieverluste) einen Teil des "Energieverbrauchs" einer Gesellschaft darstellt. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, den gesamten Energieinput des österreichischen sozio-ökonomischen Systems in den Jahren 1960-1991 zu quantifizieren.

² Durch Ackerbau wird die biologische Energieproduktion pro Flächeneinheit im allgemeinen nicht erhöht, sondern es wird nur der Anteil der für den Menschen nutzbaren Pflanzen(teile) gezielt gesteigert, und die vom Menschen nicht nutzbaren Pflanzen(teile) bzw. Nahrungskonkurrenten des Menschen kurz gehalten. Nicht nutzbare Pflanzen sowie Konkurrenten des Menschen heißen seither Unkraut bzw. Schädlinge.

Der österreichische Gesamtenergieinput

Im folgenden soll der gesamte Energieinput des sozio-ökonomischen Systems in Österreich berechnet werden. Eine solche Berechnung bedarf einer Definition, d.h. einer Grenzziehung zwischen dem System und seiner Umwelt. Diese Grenze wird folgendermaßen gezogen:

- Die Grenze zur Natur ist dort gegeben, wo energiereiche Substanzen der Natur entnommen werden, oder andere Energieformen ins sozio-ökonomische System geleitet werden (z.B.: potentielle Energie des Wassers, das die Turbine eines Wasserkraftwerks durchströmt). Es ist allerdings anzumerken, daß diese Definition empirisch nicht überall tatsächlich eingehalten werden kann, z.B. ist, wie bereits erwähnt, die passive Nutzung der Solarenergie in Gebäuden bislang für Österreich meines Wissens nicht quantifiziert worden.³
- Das sozio-ökonomische System Österreichs hat eine weitere wichtige Grenze, nämlich die zu anderen Staaten. Hier wird der Energieinhalt des Imports gewisser energiereicher Substanzen einbezogen. Auch diese Rechnung kann nicht lückenlos sein; berücksichtigt werden lediglich Energieträger (Kohle, Öl, Gas, Importstrom), Holz in (weitgehend) unbearbeiteter Form sowie landwirtschaftliche Produkte.

Aufgrund des hier leistbaren Arbeitsaufwandes ist damit zu rechnen, daß nicht alle energiereichen Substanzen erfaßt sind. Es sollte jedoch ein Großteil der relevanten Ströme erfaßt sein.

Prinzipiell werden alle energiereichen Materialien anhand ihres (kalorimetrischen) Brennwertes in Energieeinheiten umgerechnet. Diese Bemerkung ist insbesondere deshalb angebracht, weil in Energiestatistiken die technischen Energieträger üblicherweise anhand ihres (unteren) Heizwertes, der einige Prozent geringer ist, in Ener-

³ Dies wäre möglich, soll aber hier nicht weiter verfolgt werden.

gieeinheiten umgerechnet werden (während in der Ökologie die Benützung von kalorimetrischen Energiewerten üblich ist).

Es wird folgendes Berechnungsverfahren verwendet:

- Der landwirtschaftliche Energieinput wird anhand der landwirtschaftlichen Statistik des ÖSTAT (aufbereitet in Steurer 1993, mit eigenen Ergänzungen) berechnet. Dabei kann für die Jahre von 1960 bis 1992 immer ein identisches Berechnungsverfahren verwendet werden, da im wesentlichen alle Datenreihen soweit (oder noch weiter) zurückreichen.
- Der forstwirtschaftliche Energieinput wird aus ÖSTAT-Publikationen (ÖSTAT 1992, Gerhold 1992) sowie Steurer (1993) entnommen.
- Bei der Ermittlung des "technischen" Energieinputs wird zunächst der Wert für das Jahr 1990 (neueste Energiebilanz des ÖSTAT) anhand der Energiebilanz des Statistischen Zentralamts ermittelt. Für die Berechnung der Jahresreihe 1960 bis 1991 muß allerdings die (wesentlich weniger detaillierte) WIFO-Energiebilanz verwendet werden, da nur diese in konsistenter Form für den gesamten Zeitraum vorliegt (die ÖSTAT-Bilanz reicht nur von 1969 bis 1990). Dadurch ergibt sich in der Zeitreihe ein etwas abweichender Wert für 1990; die Tendenz kann jedoch erfaßt werden.

Es werden folgende Größen ermittelt: Zunächst wird das inländische Aufkommen berechnet, d.h. die im Inland gewonnenen fossilen Energieträger, das eingeschlagene Holz und die im Inland geernteten landwirtschaftlichen Produkte. Zum Inlandsaufkommen werden die Importe und die Lagerstandsveränderungen (außer bei der Landwirtschaft, wo sie nicht erfaßbar sind) addiert. Die dadurch entstehende Größe wird als "Gesamtinput" bezeichnet und stellt gewissermaßen den gesamten Energieumsatz des sozio-ökonomischen Systems in Österreich dar. Von diesem wird der Export subtrahiert, um den "Inlandsverbrauch" an Energie(trägern) zu ermitteln.

Der österreichische Gesamtenergieinput im Jahr 1990

Energiewirtschaft im engen Sinn

In der Energiestatistik werden die Energieträger in Tonnen erhoben und mit Hilfe des Heizwertes jedes einzelnen Energieträgers in Energieeinheiten [J] umgerechnet. Dabei wird üblicherweise der Heizwert zugrundegelegt. Hier soll im folgenden der Energieverbrauch auf Basis des Brennwertes der Energieträger bewertet werden, da dieser Bewertungsmaßstab in der Ökologie üblicher ist.⁴ Für die Umrechnung werden die in Tabelle 1 angeführten Faktoren verwendet.

Tabelle 1: Abschätzung des Verhältnisses von Heizwert und Brennwert bei wichtigen Energieträgergruppen

Brennstoff	H _u MJ/kg	Wassergehalt %	H-Gehalt %	H _o MJ/kg	H _o /H _u
Holz, lufttrocken	15,5	15	5	17,0	1,10
Steinkohle	27,9	4	5	29,1	1,04
Braunkohle	10,9	40	5	13,0	1,19
Erdgas	32,0			35,2	1,10
Erdöl	42,0		12	44,7	1,06

Quellen: Neumüller 1983 (Wasserstoffgehalt von Erdöl, Heizwert von Erdöl, Wasser- und Wasserstoffgehalt von Stein- und Braunkohlesorten), Recknagel 1992 (Brennwert und Heizwert von Erdgas [eine Sorte, unterscheidet sich vom Österr.durchschnitt], Wasser- und Wasserstoffgehalt von Stein- und Braunkohlesorten) ÖSTAT: Energiebilanz 1989.

Die Faktoren wurden mit Hilfe folgender Formel ermittelt (Recknagel 1992):

$$H_o = H_u + r \cdot (9 \cdot h + w) / 100$$

wobei

H_o Brennwert

H_u Heizwert

⁴ Der Brennwert berücksichtigt die Kondensationswärme des im Abgas enthaltenen Wassers, der Heizwert hingegen nicht. Die Verwendung des Heizwerts (früher: "unterer Heizwert") ist in der Technik üblich, da in Heizkesseln die Abgase i.a. nicht kondensiert werden (außer bei Brennwertkesseln) und der Brennwert daher i.a. nicht ausgenutzt werden kann.

- r Verdampfungsenthalpie von Wasser (2,5 MJ/kg)
- w Wassergehalt des Brennstoffs in %
- h Wasserstoffgehalt des Brennstoffs in %

Mit den in Tabelle 1 angeführten Faktoren für das Verhältnis von unterem Heizwert zu Brennwert ist es möglich, die Tabelle über den "gesamten" Energieinput Österreichs zu korrigieren. Um bei der Addition des Energieinputs in Form von Holz und landwirtschaftlicher Biomasse eine Doppelzählung zu vermeiden, werden die biogenen Energieträger subtrahiert. Die Energiebilanz ist mit der Holzbilanz (s.u.) konsistent. Der Energieinput in Form von "biogenen Brenn- und Treibstoffen" (Holz, Hackschnitzel, Stroh, etc.) sowie "Abfällen" sollte überwiegend im landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Energieinput enthalten sein, da die brennbaren Abfallfraktionen überwiegend biogenen Ursprungs sind (Papier, Küchenabfälle, Holzreste etc.; wichtigste Ausnahme: Kunststoffabfälle).

Tabelle 2: Energiebilanz Österreich 1990 ohne biogene Energieträger (d.h. ohne Brennholz, biogene Brenn- und Treibstoffe und Abfälle) auf Basis Brennwert

	Inländische Erzeugung [PJ]	Importe [PJ]	Lagerveränderung [PJ]	Gesamtinput [PJ]	Exporte [PJ]	Inlandsverbrauch [PJ]
Kohle	31,8	136,3	15,9	184,0	0,1	183,9
Ölprodukte	57,3	452,0	-17,4	491,9	22,9	469,0
Gas	51,0	206,7	-16,6	241,2	0,0	241,2
Sonstige	4,0	0,0	0,0	4,0	0,0	4,0
Wasserkraft+Importstrom	146,3	24,6	0,0	170,9	26,3	144,6
Summe	290,4	819,7	-18,0	1092,0	49,3	1042,7

(Quellen: Alder 1993, eigene Berechnungen)

Der so gewonnene "Inlandsverbrauch" enthält sowohl den "energetischen" Verbrauch der angeführten Energieträger, als auch den - in der Energiestatistik üblicherweise so genannten - "nichtenergetischen" Verbrauch, d.h. die Verwendung von Öl, Gas und Kohle für chemische Synthesen aller Art (z.B. zur Gewinnung von Asphalt, Kunststoffen etc.). Der "nichtenergetische" Verbrauch betrug im Jahr 1990 gemessen am Heizwert 77,4 PJ, gemessen am Brennwert 82,7 PJ. Der Gesamtinput in-

clusive biogene Energieträger betrug 1.239,9 PJ, der Inlandsverbrauch incl. biogene Energieträger 1190,6 PJ.

Forstwirtschaft

Holz ist für die Korrektur der Energiebilanz Österreichs von eminenter Bedeutung. In der Energiestatistik ist nur die "energetische" Nutzung von Holz bzw. Biomasse allgemein enthalten, d.h. ihre Verbrennung in Heizkesseln. Dies macht allerdings nur einen Teil der Holznutzung aus - ein großer Anteil des Holzes wird für Papierfabrikation, Möbelherstellung und Bauholz verwendet.

Tabelle 3: Holzinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich im Jahr 1990 in Millionen Festmeter

	Holz [Mio. Festmeter]
1. Holz vom Waldboden	
1.1 Nutzholz	
- in BMLF-Statistik	12,939
- sonstiges	2,046
1.2 Brennholz	
- in BMLF-Statistik	2,772
- sonstiges	1,689
2. Sonstiges Innlandsaufkommen	
2.1 Holz vom Nichtwaldboden	0,875
2.2 Rinde	1,491
2.3 Waldhackgut	0,400
2.4 Wiederverwertetes Holz	1,111
Inlandsaufkommen	23,324
3. Import	
3.1 Nutzholz	3,873
3.2 Restholz	0,491
3.3 Brennholz	0,177
Import Summe	4,541
Summe	27,865

(vorläufige Ergebnisse; Quelle: Gerhold 1992)

Österreich ist nicht nur selbst ein bedeutender Holzproduzent, sondern auch ein bedeutender Holzimporteur und -exporteur. Die Berechnung des Holzinputs wird dadurch erschwert, daß der "Holzeinschlagsnachweis", der in den Statistiken des BMLF publiziert wird, unvollständig ist. Es wird daher im folgenden auf die Holzbilanz des Statistischen Zentralamts (Tabelle 3) zurückgegriffen, in der der Holzinput vollständiger dargestellt ist (Gerhold 1992, ÖSTAT 1992).

Gemäß Holzbilanz betragen die Importe 1988 5 Mio fm, 1989 4,3 Mio fm, 1990 4,5 Mio fm und 1991 6,4 Mio fm. Nach Angaben einer Greenpeace-Studie (Kovacs 1993) sind diese Zahlen allerdings wesentlich zu gering, da zu ihrer Berechnung nur einige Teile der Außenhandelsstatistik herangezogen wurden (laut Gerhold: Harmonisiertes System Codes 440110000 Brennholz, 44012100-440130900 Holzabfälle, 440310100-20990 Nadelrohholz ohne behauenes Kantholz, 44033100-99900 Laubrohholz), die im wesentlichen Rohholz betreffen. Berücksichtigt man zusätzlich Holzprodukte mit geringem und mittlerem Verarbeitungsgrad (Schnittholz, Sperrholz, Faserplatten, Furniere etc.) ist der Holzimport substantiell größer - nach Berechnungen von Kovacs (1993) waren es 1992 8,3 Mio m³ (entspricht bei Rohholz fm), obwohl die Rohholzimporte gegenüber 1991 zurückgegangen waren. Allerdings dürften auch die Exportdaten im Vergleich zur Holzbilanz von Gerhold (1992) massiv ansteigen, wenn verarbeitete Produkte berücksichtigt werden, da Österreich große Mengen halbverarbeitete Produkte aus Holz exportiert. Alle diese Warenströme sind anhand der Außenhandelsstatistik erfaßbar, allerdings mit relativ großem Aufwand. Im folgenden wird daher nur die Holzbilanz des ÖSTAT verwendet.

Bei der Holzverwendung fällt auf, daß in beträchtlichem Ausmaß Holzabfälle aus der Holzverarbeitung energetisch verwertet werden. Rund 78% des gesamten Holzinputs werden von Sägen, der Papierindustrie, der Forstwirtschaft selbst sowie anderen Verarbeitungsbereichen verwendet. Rund 21% dieses Holzes gelangen dann in einem zweiten Schritt in die "energetische" Verwertung, sodaß im Endeffekt 30,7% des gesamten Holzinputs "energetisch" verwertet wird.

Nach diesen Daten beträgt der Input 27,864 Mio fm, davon werden 1,477 Mio. fm exportiert. Der österreichische Inlandsverbrauch beträgt also 26,387 Mio. fm. Dazu ist anzumerken, daß der Holzinput 1990 besonders groß war; 1989 hatte er nur

insgesamt 25,8 Mio fm betragen, 1991 25,7 Mio fm. 1990 liegt somit um ca. 8% über den benachbarten Jahren.

In der folgenden Tabelle wird auch die Holzverwendung in Österreich dargestellt. 82,2% des im Inland verbrauchtes Holzes werden zunächst einmal "nichtenergetisch" genutzt. Da aber die Abfälle aus der "nichtenergetischen" Holznutzung teilweise "energetisch" genutzt werden, kommt es zu einer Art "Recycling", wodurch insgesamt 32,4% des gesamten Holz-Inlandsverbrauchs für die "energetische" Verwendung zur Verfügung stehen.

Tabelle 4: Holzverwendung in Österreich im Jahr 1990 in Millionen Festmeter

	Holz [Mio. Festmeter]
Forstwirtschaft	0,505
Sägen	11,692
Papierindustrie	5,856
Plattenindustrie	2,266
Sonstige Holzverarbeitung	0,730
Sonstige Verbraucher / Deponie	0,658
Verarbeitung zusammen	21,707
davon	
Nutzholz	17,092
Restholz	4,615
Energetische Verwendung	8,556
davon	
Brennholz	5,496
Sägerestgut / Waldhackgut	1,976
wiederverwertetes Holz	1,111
Export	1,477
davon	
Nutzholz	1,061
Brennholz	0,002
Sägerestholz	0,414
Korrektur Doppelzählung Sägenebenprodukte	-4,623
Verwendung insgesamt	27,864

(Quelle: Gerhold 1992)

Der Heizwert von Laubholz (gewichtet nach den in Österreich geernteten Baumarten) beträgt 12,8 GJ/fm, der von Nadelholz 8,6 GJ/fm. Diese Berechnung beruht auf einem unteren Heizwert von Holz in der Höhe von 19,2 GJ/t bei darrtrockenem Holz und Angaben über das spezifische Gewicht von 1 fm darrtrockenem Holz bei verschiedenen Baumarten. In der Energiebilanz rechnet das ÖSTAT mit 15,5 TJ/1000 t (=GJ/t) Holz, was einem Wassergehalt von ca. 15% entspricht. Der Brennwert ist um ca. 10% größer als der Heizwert (siehe Tabelle 1).

Tabelle 5: Energiefluß der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft inclusive Import und Export auf Basis des Brennwertes

	Holzmenge [Mio. fm]	Energiemenge [PJ]
Aufkommen		
Inlandsaufkommen	23,324	239,1
Import Summe	4,541	46,5
Gesamtinput	27,865	285,6
"Inlandsverbrauch" (Gesamtinput - Export)	26,388	270,5
Verwendung		
Sägen	11,692	119,8
Papierindustrie	5,856	60,0
Plattenindustrie	2,266	23,2
Sonstige Holzverarbeitung	1,893	19,4
Verarbeitung zusammen	21,707	222,5
Energetische Verwendung	8,556	87,7
davon Sägenebenprodukte (Doppelzählung)	-4,623	-47,4
Export	1,477	15,1
Verwendung insgesamt	27,864	285,6

1 fm = 10,25 GJ

Quellen: Gerhold 1992, ÖSTAT 1992, eigene Berechnungen

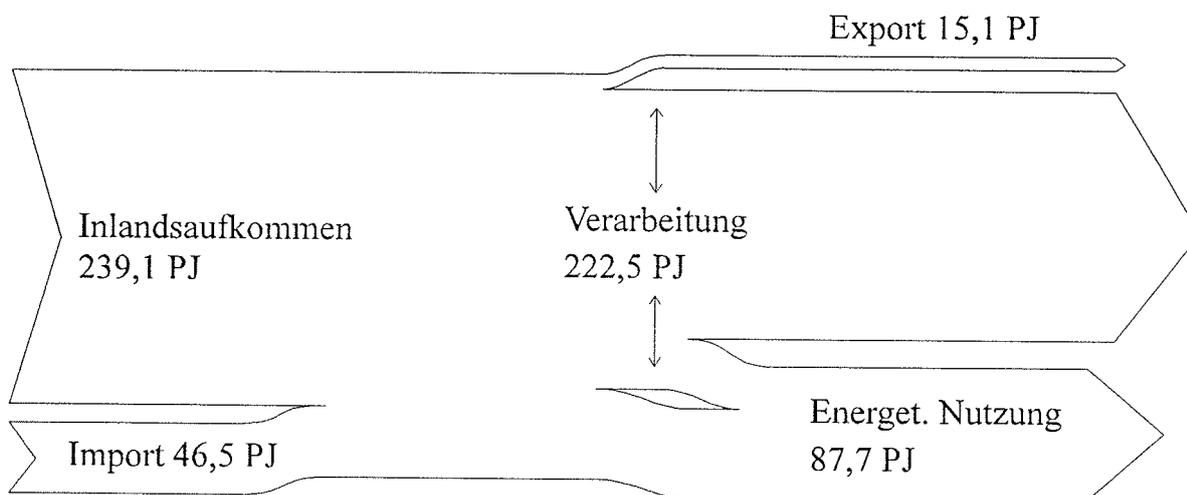
Das Holz in der BMLF-Statistik besteht zu 17% aus Laubholz, der Rest ist Nadelholz. Geht man davon aus, daß beim restlichen Holz das gleiche Verhältnis auftritt, so kann man die obigen Daten folgendermaßen in Energieflußdaten umrechnen:

$$\text{Brennwert / fm [GJ/fm]} = 1,1 \cdot (0,17 \cdot 12,8 + 0,83 \cdot 8,6) = 10,25$$

Das Ergebnis der Umrechnung der ÖSTAT-Holzbilanz in Energieeinheiten (basierend auf dem Brennwert) ist in Tabelle 5 dargestellt.

Der Brennwert des Holzinputs der österreichischen Volkswirtschaft beträgt insgesamt 285,6 PJ. Subtrahiert man davon den Export in der Höhe von 15,1 PJ, so ergibt sich ein "Inlandsverbrauch" in der Höhe von 270,5 PJ (in Analogie zum energiestatistischen Begriff von "Inlandsverbrauch"). In Abbildung 1 werden diese Daten in Form eines Energieflußbildes zusammengefaßt.

Abbildung 1: Energiefluß der Holzwirtschaft in Österreich



Quellen: Gerhold 1992, eigene Berechnungen;
Grafik: (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994

Die ÖSTAT-Holzbilanz ist mit der ÖSTAT-Energiebilanz konsistent. Durch die Subtraktion des Brennholzverbrauchs aus der Energiebilanz wird daher eine Doppelzählung vermieden.⁵

Landwirtschaft

Für die Berechnung des landwirtschaftlichen Energieinputs wurden die laut Landwirtschaftsstatistik (ÖSTAT 1992) geernteten Mengen in Energieeinheiten umgerechnet. Zu diesem Zweck wurden die Erntemengen, die in der Statistik in Gewichtseinheiten angegeben sind, mit Hilfe ihres durchschnittlichen kalorimetrischen Brennwertes in Energiemengen umgerechnet. Die Brennwerte wurden auf Basis von Nährwerttabellen (Souci *et al.* 1989) und vor allem aus Tabellen mit chemischen Analysen von Futtermitteln (DLG 1991) aus den bekannten Brennwerten der einzelnen Bestandteile (Eiweiß, Fette, Kohlehydrate, Faserbestandteile etc.) nach der in Friesecke (1984) und DLG (1991) angegebenen Formel ermittelt. In der folgenden Tabelle 6 werden nur die Summen der wichtigsten Kategorien von Anbaupflanzen wiedergegeben, eine vollständige Auflistung ist im Anhang zu finden.

Probleme bei der Erstellung dieser Bilanz treten vor allem im Bereich Grünfutter auf. Dieses ist in der Statistik nicht erfaßt und kann daher nur geschätzt werden. Während Steurer (1993) mit einem groben Schätzverfahren auf Werte zwischen 1 und 4 Millionen Tonnen Trockensubstanz kommt (bei leicht steigender Tendenz von 1969-1991), gibt Hohenecker (1980) auf Grundlage wesentlich detaillierterer Berechnungen für die Wirtschaftsjahre 1972/73 bis 1976/77 Werte von etwa 2,2 Millionen Tonnen (ohne erkennbare Tendenz) an. Es wird daher im folgenden, bis zum Vorliegen detaillierterer Informationen, von einem konstanten Wert von 2,2 Millionen Tonnen Grünfutterentnahme (Trockensubstanz) ausgegangen.

⁵ Bezüglich der "biogenen Brenn- und Treibstoffe" sowie der "Abfälle" ist anzunehmen, daß diese überwiegend im landwirtschaftlichen Energieinput enthalten sind.

Tabelle 6: Teilbilanz Nahrungsenergie: Inlandserzeugung, Inlandsaufkommen und Inlandsverbrauch von ackerbaulich gewonnener Energie und Nahrungsenergie in Österreich 1990

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000t]	Material in Ge- wichtseinheiten [1000 t]	Material in Ener- gieeinheiten [PJ]
Getreide - Körnerernte	15,7	5294	83,1
Getreide - Strohernte	15,5	3826	59,4
Summe Getreide	15,6	9120	142,5
Hackfrüchte	3,6	3453	12,5
Gemüse	1,7	297	0,5
Sonstige Pflanzen	20,2	385	7,8
Futterpflanzen	4,9	4289	21,0
"Nachanbau"	2,8	945	2,6
Klee und Heu	15,4	7067	108,6
Obsternte	3,6	562	2,0
Weinernte	5,5	317	1,7
Summe Ernte	11,3	26435	299,3
Schätzung Grünfutter	17,8	2200	39,2
Summe inländische Produktion	11,8	28635	338,5
Import	7,4	1392	10,3
Gesamtinput (=Inlandsaufkommen)	11,6	30027	348,8
Export	14,5	1463	21,3
Inlandsverbrauch	11,5	28564	327,5

Quellen: Landwirtschaftsstatistik, eigene Berechnungen

Die Werte für Import und Export wurden in einer detaillierteren Berechnung ermittelt, die in Tabelle 7 zusammengefaßt ist. Bei der Ermittlung des kalorimetrischen Energiegehalts von Importen und Exporten wurde folgendermaßen vorgegangen: Den einzelnen Import- und Exportkategorien in der Zusammenfassung der Außenhandelsstatistik wurden pauschal plausible spezifische Energiegehalte zugewiesen.⁶

⁶ Fleisch und Innereien: entspricht einem Mix aus Schweine- und Rindfleisch, Fische, Krebstiere: entspricht Fischfleisch, lebende Pflanzen: typische Pflanze mit 85% Wassergehalt, Gemüse, Knollen: entspricht etwa Kartoffeln, Früchte: Durchschnitt typischer Früchte, Kaffee, Tee: typische Pflanzenbiomasse mit 10% Was-

Tabelle 7: Abschätzung des Energiegehalts von österreichischen Importen und Exporten landwirtschaftlicher Erzeugnisse im Jahr 1990

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000 t]	Ein- oder Ausfuhr [1000 t]	Energiegehalt [PJ]
Import			
Tiere			
Lebende Tiere	10,0	4	0,04
Fleisch, Innereien	12,0	28	0,34
Fische, Krebstiere	8,0	17	0,14
Milch, Molke, Käse, Honig etc.	11,0	96	1,06
Sonstige tierische Produkte	10,0	22	0,22
Tiere insgesamt	10,8	166	1,79
Pflanzen			
Lebende Pflanzen	2,7	48	0,13
Gemüse, Knollen	3,5	214	0,75
Früchte	3,0	658	1,97
Kaffee, Tee	16,2	116	1,88
Getreide	15,5	92	1,43
Müllereierzeugnisse	15,5	10	0,16
Ölsaaten	25,0	83	2,08
Schellack etc.	20,0	2	0,04
Flechtstoffe, sonstiges	18,0	2	0,04
Pflanzen insgesamt	6,9	1226	8,46
Export			
Tiere			
Lebende Tiere			0,00
Lebende Tiere	10,0	38	0,38
Fleisch, Innereien	12,0	63	0,76
Fische, Krebstiere	8,0	0	0,00
Milch, Molke, Käse, Honig etc.	11,0	116	1,28
Sonstige tierische Produkte	10,0	40	0,40
Tiere insgesamt	10,9	258	2,81
Pflanzen			
Lebende Pflanzen	2,7	1	0,00
Gemüse, Knollen	3,5	35	0,12
Früchte	3,0	32	0,10
Kaffee, Tee	16,2	22	0,36
Getreide	15,5	1026	15,90
Müllereierzeugnisse	15,5	26	0,40
Ölsaaten	25,0	58	1,45
Schellack etc.	20,0	0	0,00
Flechtstoffe, sonstiges	18,0	6	0,11
Pflanzen insgesamt	15,3	1205	18,44

Quellen: Aussenhandelsstatistik, eigene Berechnungen

sergehalt, Getreide: typischer Brennwert von Getreiden, Müllereierzeugnisse: ebenso, Ölsaaten: ähnlich Sonnenblumenkernen, sonstiges: ungefähre Annahme.

Zur Abschätzung des Brennwertes von "Milch, Milchprodukte, Käse, Honig" wurden die Exporte und Importe des gesamten Kapitels 04 der Aussenhandelsstatistik eines Jahres im Detail addiert und der durchschnittliche Brennwert pro Gewichtseinheit für diese Kategorie als gewichtetes Mittel der Brennwerte der einzelnen Unterkategorien ermittelt, was sowohl bei Importen, als auch bei Exporten den Wert 11 TJ/1000 t ergab.

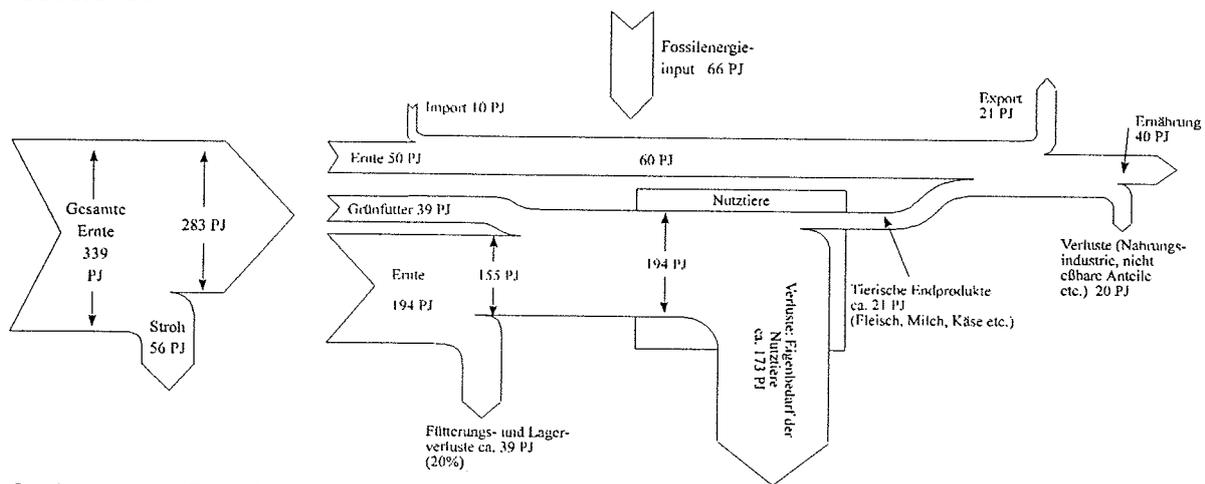
Während gewichtsmäßig die Importe pflanzlicher Produkte die Exporte überwiegen, verhält es sich energiemäßig genau umgekehrt. Der Grund dafür ist, daß Österreich vor allem vergleichsweise wenig energiereiche Früchte und Gemüse (hoher Wassergehalt) importiert, beim Export hingegen Getreide den mengenmäßig dominanten Anteil ausmacht. Getreide hat aufgrund seines geringen Wassergehalts einen hohen Energiegehalt pro Gewichtseinheit.

Import und Export vermögen das generelle Bild kaum zu beeinflussen: Im Jahr 1990 betragen die Importe rund 10,3 PJ, die Exporte 21,3 PJ. Der Export überstieg die Importe somit energiemäßig um 11 PJ. Dieses Ergebnis ist ungefähr ähnlich wie in den vorhergehenden Jahren. 1989 hatte der Exportüberschuß 12,8 PJ betragen und 1988 waren es 15,9 PJ. Dies war jeweils ein Resultat relativ großer Getreideexporte von jeweils 1000 bis 1200 Tonnen. 1991 waren allerdings - anscheinend infolge generell geringerer Erntemengen - die Exporte wesentlich geringer (Saldo: +4 PJ). Im Gegensatz zur Fossilenergie und zum Holz ist Österreich damit hinsichtlich seiner Ernährungsenergie praktisch autark.

Fast die gesamte ackerbauliche biologische Energieproduktion wird "energetisch" genutzt, da die Nahrungsaufnahme von Nutztieren und Menschen überwiegend der Aufrechterhaltung ihres Energiestoffwechsels dient. Es wird daher davon ausgegangen, daß die gesamte landwirtschaftliche Ernte energetisch genutzt wird, mit Ausnahme jenes Anteils der Strohernte, der nicht von Tieren gefressen oder verbrannt wird. Pro Großvieheinheit (GVE) wird mit einer Strohaufnahme von 100 kg pro Jahr gerechnet (Hohenecker 1980), das ergibt bei einem Bestand von ca. 2,2 Mio. rauh-futterverzehrenden GVE 220.000 Tonnen Stroh (3,41 PJ). Die energetische Verwendung von Stroh ist praktisch vernachlässigbar (<1PJ). Der "nichtenergetische Verbrauch" (Stroh) beträgt somit etwa 56 PJ.

In Abbildung 2 wird eine grobe Schätzung für ein Energieflußbild der österreichischen Landwirtschaft dargestellt. Die Input-Daten sowie die Daten für den Export stammen aus den beschriebenen Rechnungen. Die Schätzung für die Produktion tierischer Produkte (Fleisch, Milch, Käse, Eier) stammt aus der Ernährungsbilanz und stellt nur eine grobe Näherung dar. Auch die Schätzung der Fütterungs-, Lagerungs- und Umwandlungsverluste beruht auf groben Annahmen (vgl. Steurer 1993).

Abbildung 2: Grobschätzung eines Energieflußbildes der Landwirtschaft in Österreich



Quellen: eigene Berechnungen, BMLF 1992a, Aussenhandelsstatistik, Steurer 1993; Grafik (C) IFF - Soziale Ökologie 1994

Die 40 PJ Ernährungsenergie entsprechen 5,1 GJ/EW.a bzw. 14 MJ/EW.d, das entspricht etwa 3.340 kcal pro Person und Tag. Dieser Wert ist etwas größer, als in der Ernährungsbilanz angegeben (ca. 3.000 kcal pro Person und Tag), was sich daraus erklärt, daß in dieser Rechnung der volle kalorimetrische Brennwert berücksichtigt wird. Der physiologische Brennwert ist kleiner als der kalorimetrische Brennwert, einerseits, weil Eiweiß nicht nur für den Energiestoffwechsel benötigt wird, sondern auch für die Synthese von körpereigenen Proteinen, und andererseits, weil manche kalorimetrisch energiereichen Substanzen vom Menschen nicht verdau- bar sind ("Ballaststoffe"). Bei einer gesamten Energieproduktion der Landwirtschaft von 339 PJ und einem zusätzlichen Verbrauch von 66 PJ Fossilenergie (Energieeinsatz insgesamt 405 PJ) erzeugt die Landwirtschaft im Endeffekt somit nur 61 PJ nutzbare Energie in Form von Nahrungsmitteln ("Wirkungsgrad" 16%).

Zusammenführung: Der Gesamtenergieinput im Jahr 1990

Im folgenden werden die Ergebnisse der Teilbereiche "Energiewirtschaft i.e.S.", "Forstwirtschaft" und "Landwirtschaft" zusammenfassend diskutiert. In Tabelle 8 ist das zentrale Ergebnis dargestellt, nämlich die gesamte Aufkommenseite der Energiebilanz unter Berücksichtigung biologischer Energie. Bei der landwirtschaftlichen Energie konnte die Lagerstandsveränderung leider - im Gegensatz zur Fossilenergie und Forstwirtschaft - nicht erfaßt werden. Ansonsten sind die Begriffe soweit als möglich konsistent.

Tabelle 8: Gesamtenergiebilanz für Österreich im Jahr 1990 unter Berücksichtigung des Verbrauchs biologischer Energie

	Inlandser- zeugung [PJ]	Import [PJ]	Gesamtener- gieinput [PJ]	Export [PJ]	Inlandsver- brauch [PJ]	Energ. Verbrauch [PJ]	Nichtenerg. Verbrauch [PJ]
Fossilenergie ¹	144,1	795,1	921,1	23,0	898,1	815,4	82,7
Wasserkraft und Importstrom	146,3	24,6	170,9	26,3	144,6	144,6	0,0
Forstwirtschaft	239,1	46,5	293,3	15,1	278,2	87,7	190,4 ²
Landwirtschaft ⁴	338,5	10,3	348,8	21,3	327,5	271,5	56,0 ³
Summe	868,0	876,5	1734,1	85,7	1648,4	1319,2	329,1

¹ Berücksichtigung von Lagerstandsveränderungen (Inlandserz.+Import □ Gesamtinput)

² ohne die "energetisch recycelte" Holzmenge

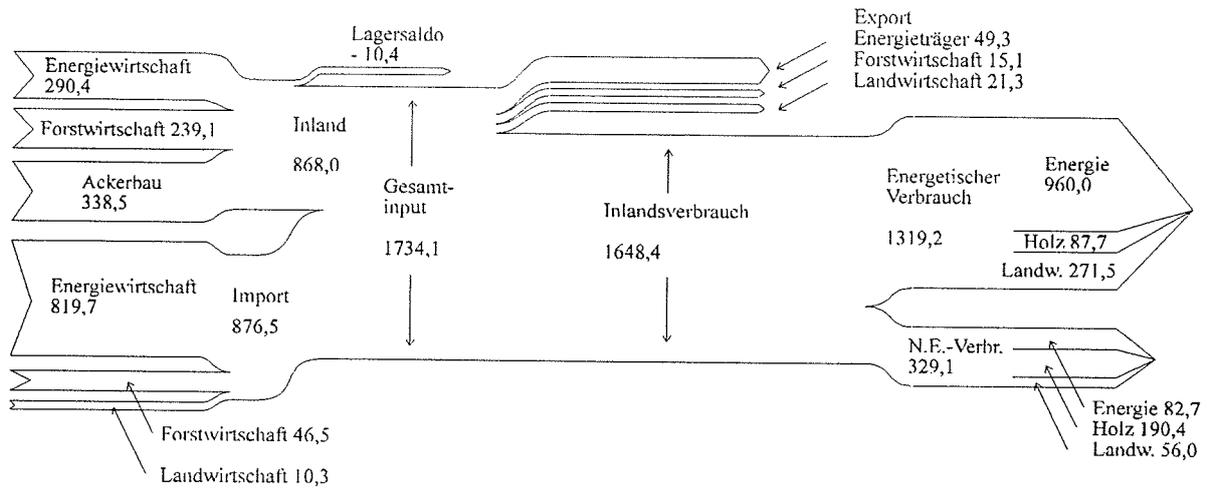
³ Strohernte ohne Strohaufnahme der Rinder (3,4 PJ)

⁴ ohne Berücksichtigung von Lagerstandsveränderungen

Quelle: eigene Berechnungen

Der Gesamtenergieinput ist mit 1734,1 PJ bedeutend größer als der in der üblichen Energiebilanz erfaßte technische Energieverbrauch: Gemessen am Brennwert betrug der in der Energiebilanz des ÖSTAT erfaßte Bruttoenergieverbrauch lediglich 1.179,9 PJ - der Gesamtenergieinput gemäß der hier verwendeten Definition ist somit um 46,9% größer. Selbst wenn man nur den "energetischen" Verbrauch berücksichtigt, ist die Diskrepanz beträchtlich: Gemäß der Energiebilanz (umgerechnet in Brennwert) ergibt sich ein energetischer Inlandsverbrauch von 1047,7 PJ, nach der hier verwendeten Definition beträgt diese Größe 1.319,2 PJ, und ist somit um 26% größer. In Abbildung 3 sind die Ergebnisse in Form eines Energieflußbildes dargestellt.

Abbildung 3: Energiefluß in Österreich 1990 in PJ unter Berücksichtigung des energetischen und nichtenergetischen Verbrauchs biologischer Energie aus der Land- und Forstwirtschaft



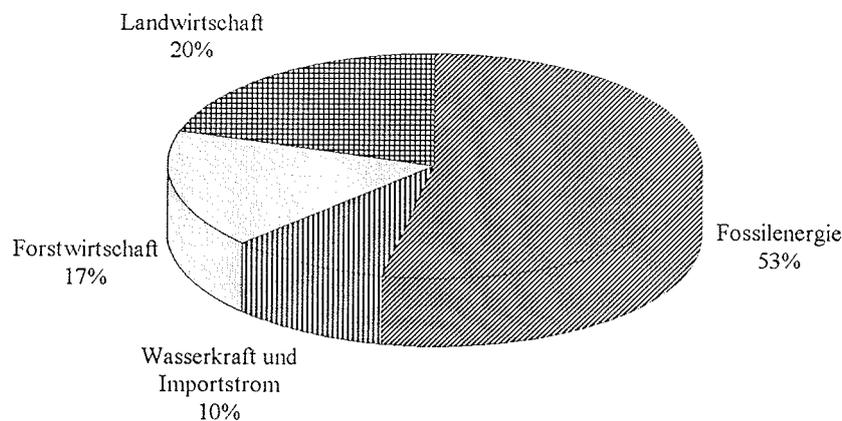
Quelle: eigene Berechnungen;
 Grafik: (C) IFF -Soziale Ökologie 1994

Auffällig ist der hohe Anteil von Holz am "nichtenergetischen Verbrauch", wobei zu berücksichtigen ist, daß hier das energetisch "recycelte" Abfallholz im "nichtenergetischen Verbrauch" nicht enthalten ist (vgl. Abbildung 1).

Der Anteil der Landwirtschaft am Gesamtenergieinput des sozio-ökonomischen Systems beträgt 20%, der der Forstwirtschaft 17%. Öl, Kohle und Gas machen 53% aus, Wasserkraft und Importstrom zusammen etwa 10% (siehe Abbildung 4).

Pro Kopf der Bevölkerung (Bevölkerungsstand 1990: 7,718 Mio.) beträgt der Fossilenergieinput 119,3 GJ/a, der Input an Wasserkraft und Importstrom 22,1 GJ/a, der Holzinput 38,0 GJ/a und der Input an landwirtschaftlicher Biomasse 45,2 GJ/a. Der Inlandsverbrauch pro Kopf beträgt bei Fossilenergie 116,4 GJ/a, bei Wasserkraft (plus Importsaldo) 18,7 GJ/a, bei Holz 36,0 GJ/a und bei landwirtschaftlicher Biomasse bei 42,4 GJ/a.

Abbildung 4: Anteile von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fossilenergie und Wasserkraft am sozio-ökonomischen Gesamtenergieinput Österreichs im Jahr 1990



Quelle: eigene Berechnungen;
Grafik (C) IFF - Soziale Ökologie 1994

Importe und inländische Erzeugung halten sich beinahe die Waage. Das Schwergewicht der Importe liegt bei den Fossilenergieträgern. Bei der inländischen Erzeugung von Energie überwiegt die Biomassenutzung (Land- und Forstwirtschaft) bei weitem: Ihr Anteil an der gesamten inländischen Energieproduktion liegt bei 67%. Die expandierende Wasserkrafterzeugung hat die heimische Förderung fossiler Energieträger, die seit Jahren zurückgeht, bereits überholt.

Die Diskussion dieser Verhältnisse im Zeitverlauf wird zeigen, daß sich in den letzten dreißig Jahren die Gewichte der einzelnen Bereiche deutlich verschoben haben, obwohl der Input biologischer Energie keineswegs ab-, sondern zugenommen hat. Der exorbitante Anstieg des "technischen" Energieverbrauchs überwiegt allerdings die Zuwächse beim Verbrauch von Holz und Agrarprodukten bei weitem.

Der österreichische Gesamtenergieinput 1960-91

Bei der Berechnung der Jahresreihen wird teilweise auf andere Datengrundlagen zurückgegriffen als bei der Berechnung der Punktschätzung von 1990. Die Genauigkeit ist dabei etwas geringer, die Grundaussagen können jedoch aufrechterhalten werden. Für das Jahr 1990 sind daher allerdings alle Werte genau identisch, die Abweichungen sind jedoch minimal.

Energiewirtschaft im engen Sinn

Bei der Berechnung des Energieinputs wird auf die WIFO-Datenbank in der in den Energieberichten der Bundesregierung (BMwA 1990, BMwA 1993) publizierten Form zurückgegriffen, da die Energiebilanz des ÖSTAT nicht in ausreichend langer Zeitreihe vorliegt. Die Energieangaben auf Basis des Heizwerts wurden mit Hilfe der in Tabelle 1 angegebenen Faktoren in Brennwert umgerechnet. Da es sich bei den "sonstigen Energieträgern" überwiegend um Holz, (größtenteils biogene) Abfälle etc. handelt, wurden diese subtrahiert, um eine Doppelzählung bei der Addition von Holz und landwirtschaftlicher Biomasse zu vermeiden.

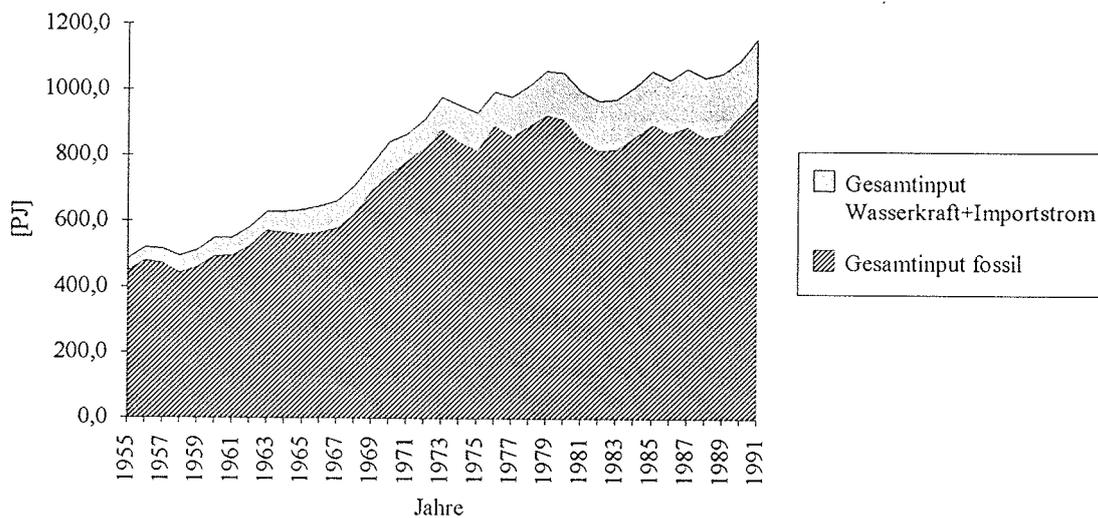
Tabelle 9: Fossilenergie- und Wasserkraftinput des sozio-ökonomischen Systems 1960 bis 1991 (Brennwert)

	Inland Aufk.			Import			Gesamt-input			Inland Verbr.		
	fossil [PJ]	Wk. [PJ]	gesamt [PJ]	fossil [PJ]	Strom [PJ]	gesamt [PJ]	fossil [PJ]	Wk.+I. [PJ]	gesamt [PJ]	fossil [PJ]	Wk.+A [PJ]	gesamt [PJ]
1960	263,5	54,0	317,5	228,9	2,3	231,2	492,4	56,3	548,7	440,6	47,1	487,7
1965	281,3	73,0	354,3	277,1	3,3	280,4	558,5	76,3	634,8	549,2	59,1	608,3
1970	256,8	96,3	353,1	484,4	4,9	489,3	741,2	101,2	842,4	732,5	76,8	809,3
1975	239,2	107,6	346,8	576,0	8,7	584,7	815,3	116,3	931,6	805,2	91,2	896,4
1980	187,4	131,0	318,4	723,3	11,4	734,7	910,7	142,4	1053,1	900,4	116,7	1017,1
1985	152,5	142,3	294,8	742,1	21,8	763,9	894,6	164,1	1058,7	853,7	136,1	989,8
1990	140,1	146,3	286,4	782,2	24,6	806,8	922,2	170,9	1093,1	899,1	144,6	1043,8
1991	143,3	147,3	290,6	838,0	30,6	868,6	981,3	177,9	1159,2	957,5	150,0	1107,6

Anmerkungen: Wk. ... Wasserkraft, Wk.+I. ... Wasserkraft + Importstrom, Wk.+A ... Wasserkraft plus Außenhandelsaldo (Importe-Exporte). Inländische Kohlegewinnung = Braunkohle, Kohleimport = 1/3 Braunkohle, 2/3 Steinkohle, ohne "sonstige Energieträger", bewertet auf Basis des Brennwertes; (Quellen: BMwA 1990, BMwA 1993, eigene Berechnungen)

Für Tabelle 9 wurden die Angaben der WIFO-Bilanz ebenso wie im vorigen Kapitel in Brennwerte umgerechnet, um eine konsistente Darstellung zu ermöglichen. In Tabelle 9 ist der Verlauf nur im 5-Jahresrhythmus dargestellt; die vollständige Tabelle findet sich im Anhang.

Abbildung 5: Gesamtinput an Fossilenergie und Wasserkraft des sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1955-1991 (Brennwert)



Quelle: BMWA 1990, BMWA 1993, eigene Berechnungen
 Grafik: (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994

Während Österreich noch 1960 mehr Energie selbst produzieren konnte, als es importierte, hatten die Importe die inländische Produktion bereits 1970 überholt. Ursache der ständig wachsenden Importabhängigkeit war die exorbitante Steigerung des Energieverbrauchs. In den gut 30 Jahren des Untersuchungszeitraumes stieg der Gesamtenergieinput des sozio-ökonomischen Systems an Kohle, Öl, Gas und Wasserkraft um 111%; der Inlandsverbrauch nahm sogar um 127% zu. Dabei war der Zuwachs in der ersten Dekade bei weitem am größten: Von 1960 bis 1970 betrug der kumulierte Zuwachs des Energieinputs 54%, zwischen 1970 und 1980 waren es 25%, und 1980-1990 nur mehr 4%. Allerdings kam es in der zweiten Hälfte der 80er Jahre erneut zu höheren Wachstumsraten, ein Resultat niedriger Energiepreise und hoher BIP-Wachstumsraten.

Forstwirtschaft

Bei der Erstellung der Jahresreihe wird wiederum auf Gerhold (1992) zurückgegriffen. Da die Bilanz nicht für alle Jahre vorliegt, mußten die fehlenden Werte, ebenso wie in Steuerer (1993), interpoliert werden. In Tabelle 10 sind die Daten für die Jahre angegeben, die in Gerhold (1992) enthalten sind.

Tabelle 10: Forstwirtschaftlicher Energiefluß in Österreich 1955-1991, umgerechnet aus Daten der ÖSTAT-Holzbilanz

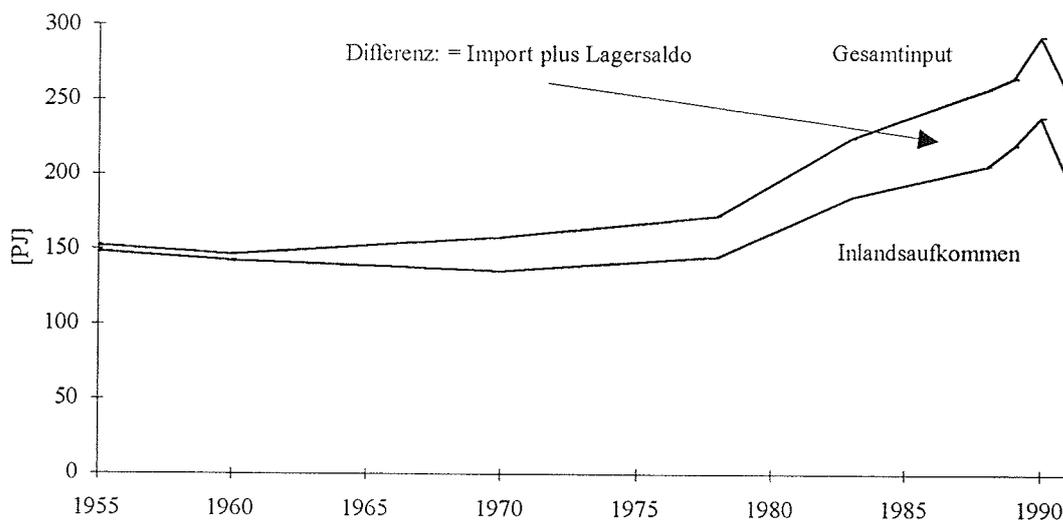
	Inländische Produktion [PJ]	Import [PJ]	Lagerver- änderung [PJ]	Gesamt- input [PJ]	Export [PJ]	Inlands- verbrauch [PJ]	Energet. Verbr. [PJ]	Nichtenerg. Verbrauch ¹ [PJ]
1955	148,7	1,5	2,2	152,4	4,3	148,1	46,0	102,1
1960	142,6	4,7	-0,3	147,0	5,4	141,7	39,2	102,5
1970	135,6	21,6	1,1	158,3	5,5	152,8	29,9	123,0
1978	145,7	28,0	-1,0	172,8	8,3	164,5	24,9	139,5
1983	185,7	38,0	1,2	225,0	5,8	219,1	76,0	143,1
1988	206,3	51,3	0,0	257,6	8,0	249,6	89,7	159,9
1989	220,1	44,3	0,6	265,1	10,6	254,5	86,8	167,6
1990	239,1	46,5	7,7	293,3	15,1	278,1	87,7	190,4
1991	198,3	65,8	-7,8	256,4	11,6	244,8	88,6	156,2

¹ ohne recyceltes Holz (energetisch verwertete Sägenebenprodukte)

Quellen: Gerhold 1992, ÖSTAT 1992, eigene Berechnungen

Nach diesen Daten waren auch im Bereich der Forstwirtschaft beträchtliche Steigerungen zu verzeichnen, allerdings lagen sie unter jenen im Bereich der Energieträger Kohle, Öl, Gas und Wasserkraft. Die Steigerung des Gesamtenergieinputs des Sozio-ökonomischen Systems in Form von Holz betrug 1960-1991 etwa 74%, die Steigerung des Inlandsverbrauches 73%. Die energetische Holznutzung ging zunächst zurück, da Holz zunehmend von fossilen Energieträgern verdrängt wurde. Nach dem zweiten Ölpreissprung Anfang der 80er Jahre nahm die Nutzung von Holz als Energieträger stark zu, zunächst eher aus Gründen der Verringerung der Auslandsabhängigkeit, später auch aus umweltpolitischen Gründen (die Holzverbrennung ist CO₂-neutral, weil dabei nur soviel CO₂ frei wird, wie beim Wachsen der Bäume gebunden wurde).

Abbildung 6: Gesamtinput und Inlandsaufkommen von forstlicher Biomasse in Energieeinheiten (Brennwert), Österreich 1955-1991



Quelle: Gerhold 1992, eigene Berechnungen
 Grafik (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994

Die Abbildung macht deutlich, daß sowohl inländisches Aufkommen, als auch Import ab 1980 massiv anstiegen. Der Spitzenwert 1990 ist auf Windwurfkatastrophen zurückzuführen.

Landwirtschaft

Der Energieinput in Form landwirtschaftlicher Produkte wurde folgendermaßen berechnet: Die Erntemengen aus der landwirtschaftlichen Statistik⁷ wurden in Energieeinheiten umgerechnet. Das direkt entnommene Grünfutter kann nur geschätzt werden. Es wurde entsprechend den Angaben von Hohenecker (1980) mit 2,2 Mio. t Trockensubstanz angenommen, wobei mangels besserer Daten unterstellt wurde, der Verbrauch sei konstant geblieben. Die Daten von Hohenecker enthalten Berechnungen für die Jahre 1972/73 bis 1976/77, die keine Tendenz erkennen lassen.

⁷ Österreichisches Statistisches Zentralamt: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik 1960-1991. In: Beiträge zur österreichischen Statistik, div. Hefte, Wien, div. Jahrgänge.

Tabelle 11: Landwirtschaftlicher Energieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991

	Getreide Körner [PJ]	Getreide Stroh [PJ]	Hackfrüchte ¹ [PJ]	Gemüse [PJ]	Futterpflanzen ² [PJ]	Heu incl. Klee [PJ]	Obst [PJ]	Wein [PJ]	Zwischen- summe [PJ]	Grün- futter ³ [PJ]	Summe [PJ]
1960	35,2	47,9	26,1	0,4	9,9	115,9	4,1	0,5	239,9	39,2	279,1
1965	31,6	40,5	18,5	0,5	10,1	138,5	1,6	0,8	241,9	39,2	281,1
1970	48,1	50,1	21,2	0,5	15,3	136,4	2,4	1,7	275,6	39,2	314,7
1975	58,2	48,9	19,7	0,5	23,8	141,8	2,3	1,5	296,6	39,2	335,7
1980	75,8	59,3	15,4	0,6	29,1	123,7	2,3	1,7	307,8	39,2	347,0
1985	87,3	60,0	13,5	0,4	36,2	125,5	2,0	0,6	325,6	39,2	364,8
1990	83,1	59,4	12,5	0,5	31,4	108,6	2,0	1,7	299,3	39,2	338,4
1991	79,2	42,8	12,6	0,5	31,5	109,6	1,7	1,7	279,6	39,2	318,8

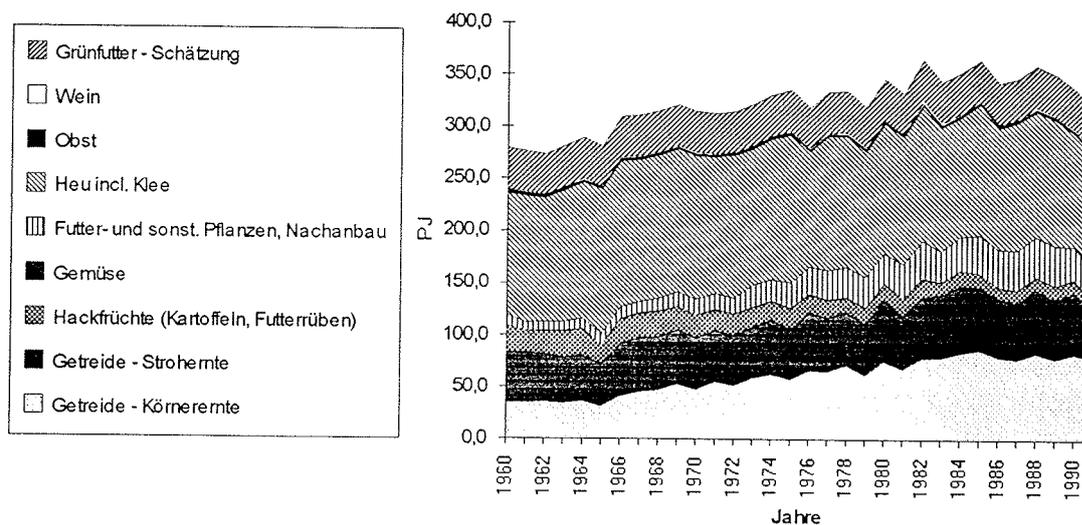
¹ Kartoffeln, Futterrüben, sonstige Hackfrüchte

² Futterpflanzen, sonstige Pflanzen (z.B. Ölsaaten etc.), Nachanbau

³ Schätzung

(Quelle: eigene Berechnungen; Statistisches Zentralamt: Landwirtschaftsstatistiken 1960-1991)

Abbildung 7: Landwirtschaftlicher Energieinput des sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991



Quellen: Landwirtschaftsstatistik, eigene Berechnungen
 Grafik: (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994

Die Außenhandelsdaten wurden mit einem einfacheren Verfahren ermittelt als jene für das Jahr 1990. Es wurden lediglich die Summen der Kapitel I "Lebende Tiere; Waren tierischen Ursprungs" und II "Waren pflanzlichen Ursprungs" in Fünfjahresintervallen aus gewichtsmäßigen Daten in Energiewerte umgerechnet. Zur Umrechnung wurden kapitelweise Umrechnungsfaktoren verwendet, die aus dem Durchschnitt der Jahre 1986-1991 gewonnen wurden, welche jeweils im Detail ermittelt wurden. Die Daten sind daher nur als grobe Schätzgröße zu betrachten - ihre Bedeutung für das Gesamtergebnis ist allerdings auch nicht sehr groß.

Tabelle 12: Inländische Produktion, Gesamtenergieinput und Inlandsverbrauch an landwirtschaftlicher Energie in Österreich 1960 bis 1991

	Inländische Produktion	Importe	Gesamtinput	Exporte	Inlands- verbrauch
	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]
1960	279,1	11,5	290,6	2,5	288,1
1965	281,1	11,5	292,6	2,5	290,1
1970	314,7	6,3	321,1	2,0	319,0
1975	335,7	6,6	342,4	2,6	339,8
1980	347,0	7,7	354,7	6,3	348,4
1985	364,8	7,9	372,7	17,3	355,4
1990	338,4	10,3	348,7	21,3	327,4
1991	318,8	10,6	329,4	14,6	314,8

Quelle: Landwirtschaftsstatistik, Außenhandelsstatistik, eigene Berechnungen

Auch der landwirtschaftliche Gesamtenergieinput nahm in den Jahren 1960 bis 1991 zu, jedoch weit weniger rasch als der Input "technischer" Energieträger und der Holzinput. Die Steigerung des Gesamtinputs von 1960 bis 1991 betrug lediglich rund 13%, der Inlandsverbrauch nahm mit rund 9% noch weniger zu. Etwa seit 1980 stagniert der Gesamtenergieoutput der Landwirtschaft praktisch völlig (abgesehen von "besseren" und "schlechteren" Jahren); der Inlandsverbrauch ist sogar etwas rückläufig. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß bei der landwirtschaftlichen Produktion Lagerbestandsänderungen nicht erfaßt werden können, da die Lagerbestände bei den landwirtschaftlichen Produzenten nicht erfaßt werden (ÖSTAT 1992a). Es wird daher hier der "Gesamtinput" als Summe von inländischer Produktion und Importen errechnet, was sicherlich Ungenauigkeiten mit sich bringt. Im Zeitverlauf heben sich diese Fehler allerdings auf.

Zusammenführung: Der Gesamtenergieinput Österreichs 1960-1991

In Tabelle 13 ist die inländische Produktion von Energie dargestellt, d.h. die Förderung von Kohle, Gas, Öl, die Produktion der Wasserkraftwerke, die Holzproduktion der Forstwirtschaft und die in Energieeinheiten umgerechnete landwirtschaftliche Produktion. Es sind jeweils die Werte im Abstand von fünf Jahren dargestellt, die vollständige Tabelle findet sich im Anhang (vgl. Abbildung 8).

Tabelle 13: Inlandsproduktion von Energie 1960-1991

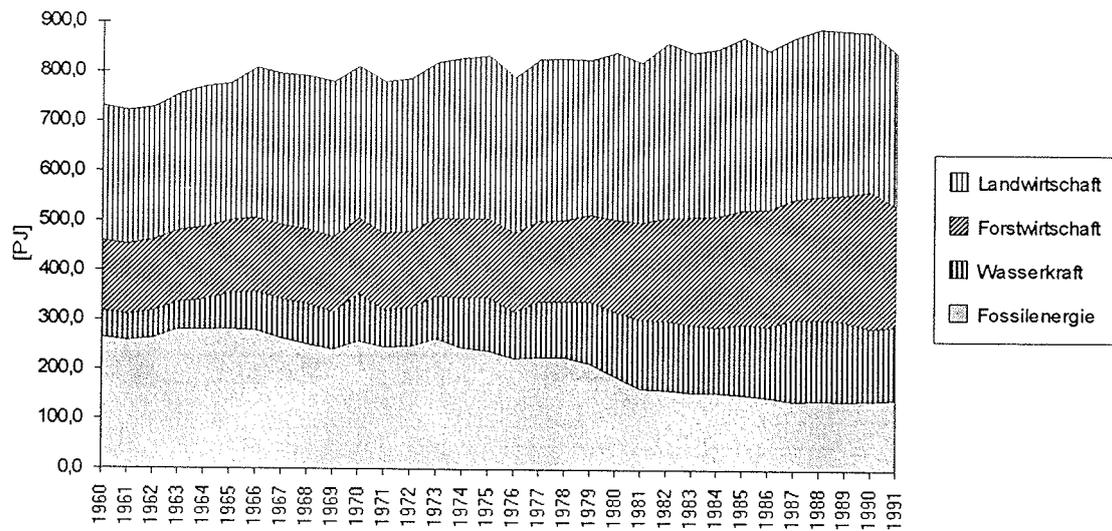
	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	263,5	54,0	142,6	279,1	739,2
1965	281,3	73,0	139,1	281,1	774,6
1970	256,8	96,3	135,6	314,7	803,5
1975	239,2	107,6	141,9	335,7	824,5
1980	187,4	131,0	161,7	347,0	827,1
1985	152,5	142,3	194,0	364,8	853,5
1990	140,1	146,3	239,1	338,4	863,9
1991	143,3	147,3	198,3	318,8	807,7

Quelle: eigene Berechnungen

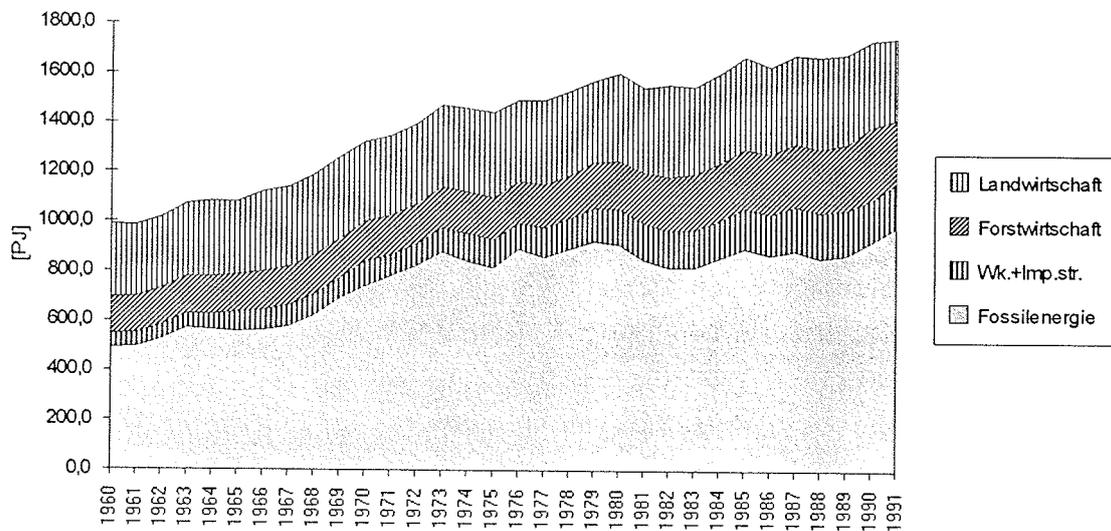
Die gesamte Inlandsproduktion von Energie in Österreich nahm von 1960 bis 1991 kaum zu, allerdings ergaben sich Verschiebungen innerhalb der vier Gruppen: Die Inlandsproduktion fossiler Energieträger ist seit 1965 rückläufig, die Wasserkraft wurde rasch ausgebaut und nahm um das 2,7-fache zu. Ab 1965 nahm die Bedeutung der biologischen Energie für die inländische Produktion ständig zu (siehe auch Abbildung 8a).

Abbildung 8: Energie in Österreich 1960-1991 (Brennwert)

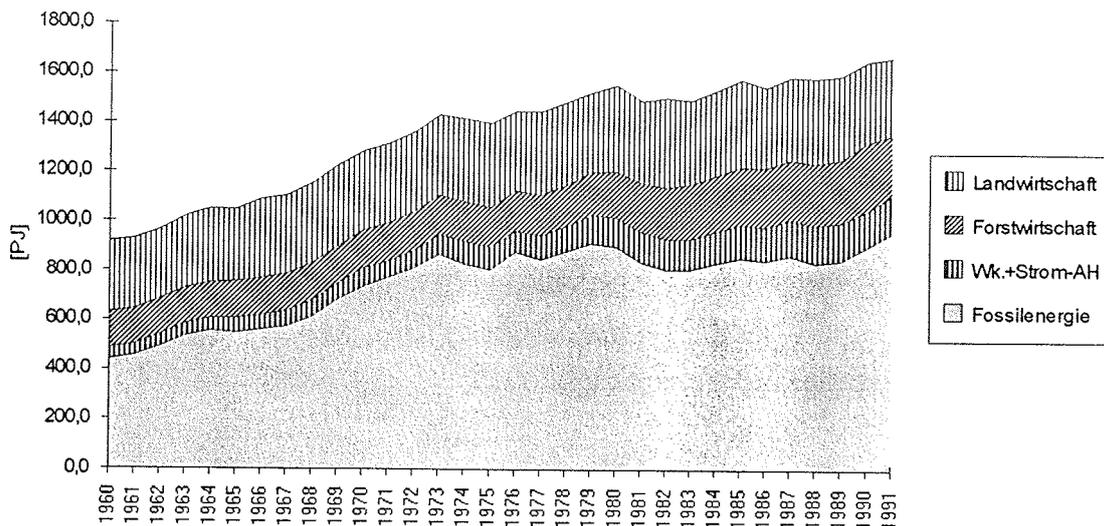
a) Inländische Energieproduktion in Österreich



b) Gesamtenergieinput des sozio-ökonomischen Systems in Österreich



c) Inlandsverbrauch an Energie in Österreich (energet. und nicht-energ.-Verbrauch)



Quelle: eigene Berechnungen

Der Gesamtenergieinput (Tabelle 14) nahm um 77% zu, davon entfiel der Großteil auf die Steigerung des Einsatzes von Fossilenergie und Wasserkraft. Während diese beiden Energieträgergruppen im Jahr 1960 nur 55,6% des Gesamtenergieinputs ausmachten, waren es 1991 bereits 66,4%. Der Anteil der Landwirtschaft am Gesamtenergieinput des sozio-ökonomischen Systems in Österreich verringerte sich von 29,4% auf 18,9%.

Tabelle 14: Gesamtenergieinput des sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991

	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	492,4	56,3	147,0	290,6	986,3
1965	558,5	76,3	152,7	292,6	1080,0
1970	741,2	101,2	158,3	321,1	1321,8
1975	815,3	116,3	167,3	342,4	1441,3
1980	910,7	142,4	193,6	354,7	1601,5
1985	894,6	164,1	238,0	372,7	1669,4
1990	922,2	170,9	293,3	348,7	1735,1
1991	981,3	177,9	256,4	329,4	1745,0

Quelle: eigene Berechnungen

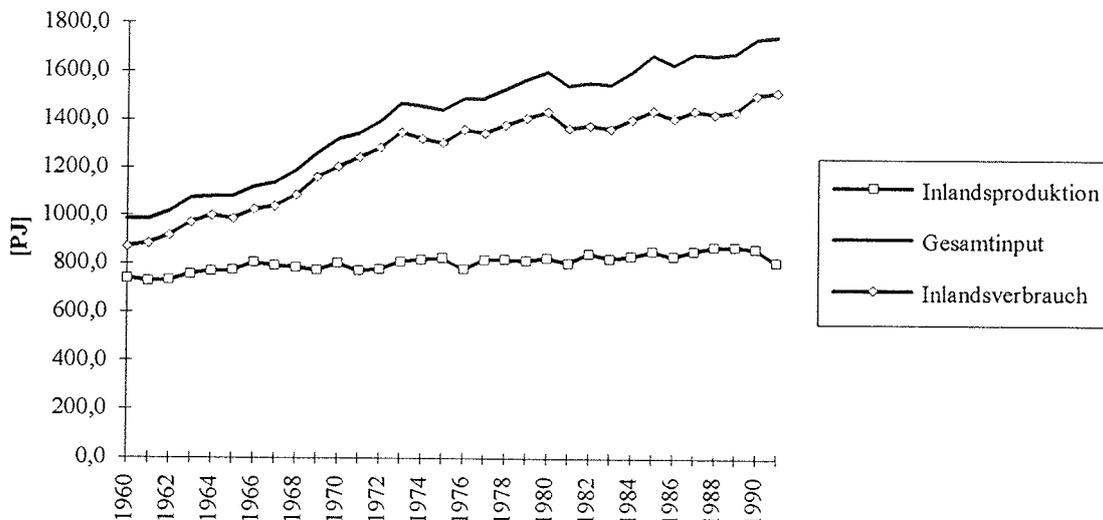
Der Gesamtenergieinput pro Kopf der Bevölkerung stieg von 139,9 GJ/EW.a im Jahr 1960 auf 223 GJ/EW.a im Jahr 1991 - ein Zuwachs um 59%. Am stärksten stieg dabei der Input an Wasserkraft und Importstrom mit 215,9%, gefolgt vom Fossil-

energieinput mit 99,2%. Der Input an forstlicher Biomasse stieg um 74,4%, jener an landwirtschaftlicher Biomasse dagegen nur um 13,4%.

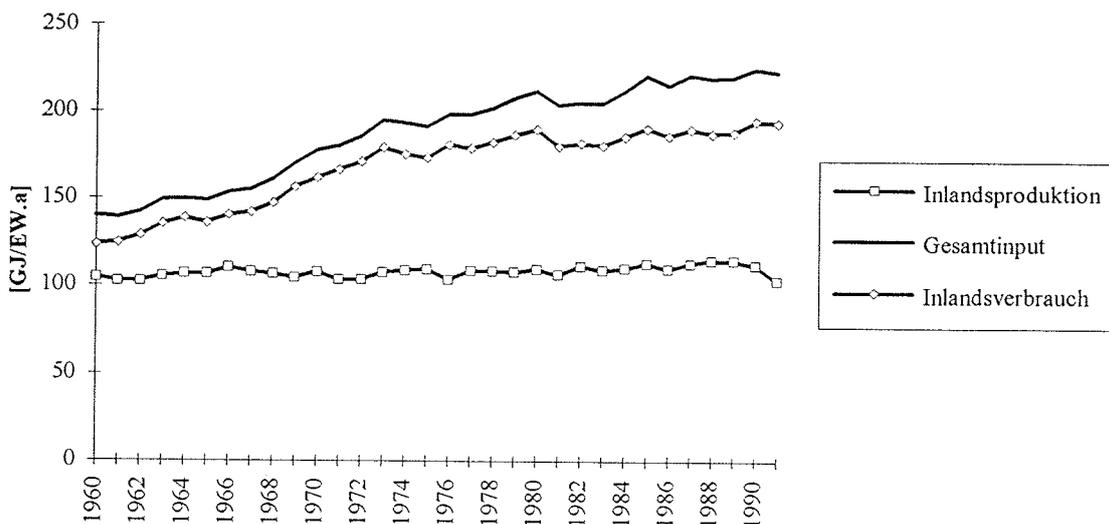
Der Inlandsverbrauch (Tabelle 15) entwickelte sich ähnlich wie der Gesamtinput (vgl. auch Abbildungen 8 und 9). Die Steigerung 1960-1991 war mit 74,3% noch größer als die des Gesamtinputs. Die Zunahme des Verbrauchs an Fossilenergie und Wasserkraft fällt mit 117,3% bzw. 218,5% ebenfalls noch beeindruckender aus als im Fall des Gesamtinputs, da die Bedeutung der Energieexporte (vor allem der Exporte fossiler Energieträger) stark zurückging.

Abbildung 9: Inlandsproduktion, Gesamtinput und Inlandsverbrauch von Energie in Österreich von 1960 bis 1991 insgesamt und pro Kopf (Brennwert)

a) Gesamtwerte



b) Pro-Kopf-Werte



Grafik: (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994
Quelle: eigene Berechnungen

Pro Kopf der Bevölkerung stieg der Inlandsverbrauch von 123,5 GJ um 57% auf 193,9 GJ im Jahr 1991. Der inländische Verbrauch landwirtschaftlich gewonnener Energie veränderte sich kaum: 1960 betrug er 40,9 GJ, 1970 waren es 42,9 GJ, 1980 stieg er auf 46,2 GJ, 1990 nahm er auf 42,4 GJ ab und 1991 sank er weiter auf 40,2

GJ. Der Holzverbrauch pro Kopf stieg hingegen weiter an: Waren es 1960 nur 20,1 GJ gewesen, betrug er 1991 bereits 31,3 GJ.

Tabelle 15: Inlandsverbrauch von Energie in Österreich 1960-1991 ("energetischer und "nichtenergetischer" Verbrauch; Brennwert)

	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	440,6	47,1	141,7	288,1	870,4
1965	549,2	59,1	147,3	290,1	986,5
1970	732,5	76,8	152,8	319,0	1204,4
1975	805,2	91,2	160,1	339,8	1305,1
1980	900,4	116,7	186,3	348,4	1435,1
1985	853,7	136,1	231,3	355,4	1440,4
1990	899,1	144,6	278,1	327,4	1504,7
1991	957,5	150,0	244,8	314,8	1517,1

Quelle: eigene Berechnungen

Der Inlandsverbrauch pro Kopf entspricht einem täglichen Pro-Kopf-Verbrauch an Gesamtenergie von 531,2 MJ, das sind 147,6 kWh oder 127.000 kcal. Der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch an ackerbaulicher Biomasse beträgt 115,6 MJ, das sind 27.600 kcal bzw. 32,1 kWh. Damit ist der Nahrungsenergieverbrauch pro Kopf und Tag etwa doppelt so groß wie der tägliche Stromverbrauch eines durchschnittlichen Österreichers (Haushaltsstromverbrauch plus Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft etc.).

Schlußfolgerungen

In nur 30 Jahren stieg der Energieverbrauch in Österreich fast auf das Doppelte: Der Inlandsverbrauch an Energie nahm um 75% zu. Trotz der immer geringeren wirtschaftlichen Bedeutung von Land- und Forstwirtschaft nahm auch der Biomasseverbrauch weiter zu. Das Ernährungssystem macht derzeit nur mehr etwa 20% des gesamten sozio-ökonomischen Energieverbrauchs aus. Seine relative Bedeutung im Vergleich zu Wasserkraft, Fossilenergie und Holz hat ständig abgenommen; seit Mitte der Achtziger Jahre sinkt sogar der gesamte Energieverbrauch für Ernährung.

Die Bedeutung der Landwirtschaft ist energetisch geringer als massenmäßig: Während der gewichtsmäßige Masseninput der Landwirtschaft in Österreich 1990 rund 25,8 Millionen Tonnen betrug, waren es bei der Energiewirtschaft nur rund 19,5 Millionen Tonnen. Dieses Resultat ist nicht erstaunlich, da der Energiegehalt von fossilen Energieträgern höher ist als der von landwirtschaftlichen Materialien. Weiters importiert Österreich einen Großteil der fossilen Energieträger, daher ist die - zumindestens bei Kohle - in bezug auf Masse sehr verlustreiche Gewinnung überwiegend nicht enthalten.

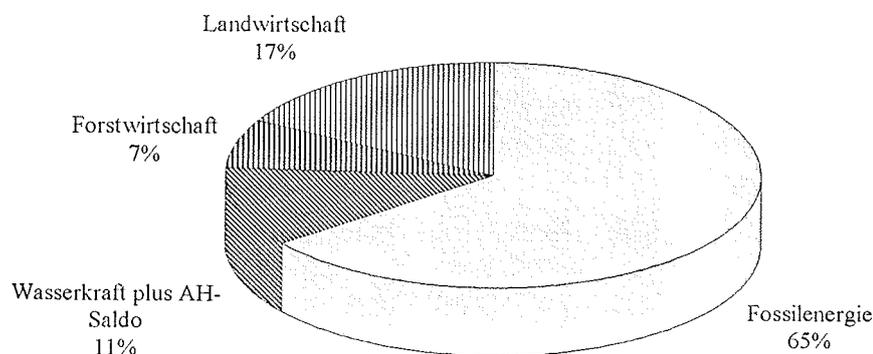
Laut BMLF (1991) betrug im Jahr 1990 der direkte Energieverbrauch der Landwirtschaft 48 PJ, weitere 15 PJ waren zur Erzeugung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln nötig. Der Verbrauch der Landwirtschaft an "technischen" Energieträgern betrug demnach insgesamt ca. 63 PJ (Heizwert); bzw. rund 66 PJ, gemessen am Brennwert. Im selben Jahr betrug die gesamte Energieentnahme der Landwirtschaft aus der Natur 339 PJ. So gesehen, scheint der technische Energieeinsatz nicht sehr hoch zu sein. Berücksichtigt man allerdings, daß von den 339 PJ nur etwa 61 PJ (40 PJ im Inland, ca. 21 PJ Export) für die menschliche Ernährung verfügbar sind und der Rest verlorengelassen, so ist der Einsatz "technischer" Energie zur Nahrungsmittel-Primärproduktion schon wesentlich beeindruckender (der Energieverbrauch der Nahrungsmittelindustrie ist noch gar nicht enthalten): Pro 1 kcal Nahrungsmittel beträgt der "technische" Energieeinsatz sogar über eine Kilokalorie.

Der Anteil des "nichtenergetischen Verbrauchs" energiereicher Rohstoffe am Gesamtenergieinput Österreichs ist beträchtlich. Beim Holz beträgt die "nichtenergeti-

sche" Nutzung 222,5 PJ; davon werden allerdings 47,4 PJ energetisch wiederverwertet (Abfallprodukte der Holzverarbeitung). Die energetische Nutzung beträgt 87,7 PJ. Der nichtenergetische Verbrauch fossiler Energieträger (überwiegend Erdöl, Rest: Kohle) beträgt 82,7 PJ (Brennwert).

Die Landwirtschaft macht nur 17% des "energetischen" Inlandsenergieverbrauchs aus, Holz 7%, Kohle, Öl und Gas 65%, Wasserkraft und Außenhandelsaldo 11%. Die übliche Energiestatistik erfasst somit nur etwa 83% des österreichischen Energieverbrauchs.

Abbildung 10: Anteile von Landwirtschaft, Forstwirtschaft und "technischen" Energieträgern am energetischen Inlandsverbrauch von Energieträgern in Österreich 1990



Grafik: (C) IFF-Soziale Ökologie, 1994
AH-Saldo Außenhandelsaldo

Im folgenden sollen einige für die ökologische und ökonomische Interpretation der ermittelten Daten wichtige Überlegungen angestellt werden.

Der Gesamtenergieinput gibt an, wieviel Energie in Form energiereicher Substanzen (Biomasse, fossile Energieträger) oder auf anderen Wegen (Wasserkraft, importierte

elektrische Energie) in das sozio-ökonomische System Österreichs eingebracht wird. Diese Größe ist unabhängig davon, *wofür* diese Energie verwendet wird, d.h. ob energiereiche Substanzen verwendet werden, Nutzenergie zu erzeugen, ob sie als Nahrungsenergie dienen, oder ob sie für Gebrauchsgegenstände, chemische Synthesen etc. eingesetzt werden. Der Inlandsverbrauch ergibt sich aus dem Gesamtinput durch Subtraktion der Exporte, er gibt also die inländische Verwendung von "technischen" Energieträgern, Holz und landwirtschaftlicher Energie an. "Verwendung" heißt in diesem Zusammenhang nur, daß die entsprechenden Materialien in das Produktionssystem gelangen. Sie können möglicherweise später (in weiterverarbeiteter Form) exportiert werden (z.B. in Form von Möbeln) und müssen somit nicht unbedingt von österreichischem Verbrauchern verwendet werden. Ob Energieträger "energetisch" oder "nichtenergetisch" genutzt werden, macht vor allem einen Unterschied im Hinblick auf ihre sozio-ökonomische Funktion, kann aber auch ökologisch bedeutsam sein, vor allem in bezug auf die Umweltauswirkungen auf der Outputseite (vgl. Tabelle 16). Nicht quantifiziert wurde hier die Verringerung der biologischen Energieproduktion durch menschliche Eingriffe (z.B. Überbauung, Ersatz von produktiveren Laubwäldern durch weniger produktive Nadelwälder, Ersatz von produktiveren natürlichen Biotopen durch weniger produktive landwirtschaftliche Systeme etc.).

Ökologische Auswirkungen des Energieverbrauchs treten keineswegs nur bei "technischen" Energieträgern auf, sondern in allen Bereichen (Tabelle 16).

Besonders soll hier auf die mögliche ökologische Bedeutung des Verbrauchs energiereicher, biologisch gewonnener Substanzen hingewiesen werden. Mit Produktion und Verbrauch energiereicher biologischer Materialien tritt der Mensch in Konkurrenz zu allen anderen Arten dieser Erde: Die Landwirtschaft erfordert die großflächige Umwandlung von natürlichen Ökosystemen in weitgehend vom Menschen dominierte Systeme. Auch die Forstwirtschaft greift massiv in natürliche Abläufe ein, und zwar sowohl durch die Entnahme biologischer Energie, als auch durch die Auswahl der Arten, das Anlegen von Kahlschlägen etc. Besonders bedenklich ist sicherlich die Rodung von Wäldern ohne Wiederaufforstung, aber auch die "nachhaltige" Nutzung (Schlägerung und anschließende Aufforstung) macht massive Eingriffe in die Natur nötig und gefährdet teilweise die Artenvielfalt.

Tabelle 16: Ökologische Auswirkungen des Energieverbrauchs

Inputseite	
fossile Energieträger	Landschaftsverbrauch bei der Gewinnung (Kohletagbau, Öl- und Gasbohrungen etc.), Energieverbrauch für Gewinnung und Transport
Wasserkraft	Eingriffe in den Wasserhaushalt, Umgestaltung ganzer Ökosysteme, Verschlechterung der Wasserqualität im Stauraum, Verhinderung von Fischwanderungen, Gefährdung von Arten
biogene Energieträger	Abschöpfung biologischer Energie: menschliche Nutzung tritt in Konkurrenz zu heterotrophen Arten, zur Erzielung eines hohen Anteils nutzbarer Pflanzen in Agrar- und Forstökosystemen greift der Mensch gezielt in den Artenbestand ein, Eingriffe in Wasserhaushalt, Nährstoffkreisläufe, gezielte Ausbringung chemischer Substanzen, Belastung des Bodens
Outputseite	
fossile Energieträger	Emissionen von Schadstoffen, vor allem CO ₂ (Treibhauseffekt, durch Filtertechnologien nicht beherrschbar), alle möglichen toxischen Emissionen (durch Filterung ist eine Verschiebung zwischen Umweltmedien und z.T. eine echte Verringerung möglich)
Wasserkraft	keine
biogene Energieträger	Emissionen von Schadstoffen in Luft, Boden und Wasser

Quellen: Goldsmith & Hildyard 1984, Vitousek et al. 1986, Wright 1990, u.v.a.

Die Dimension dieser Eingriffe ist sowohl lokal, wie auch global enorm: Die weltweite Aneignung biologischer Energie beträgt zwischen 20 und 40% (Vitousek *et al.* 1986, Wright 1990), in Österreich dürfte dieser Wert zwischen 40 und 50% liegen (Fischer-Kowalski & Haberl 1993). Die ökologischen Auswirkungen dieses Eingriffs können noch nicht mit Sicherheit angegeben werden, es spricht aber einiges dafür, daß die Reduktion des in der Natur verbleibenden Energieflusses ursächlich mit dem rasanten Artensterben zusammenhängt (für eine ausführliche Diskussion siehe Haberl 1993).

Auch wenn hier nicht behauptet werden soll, daß die Verwendung von Biomasse als klimaneutraler Brennstoff ökologisch generell abzulehnen sei (im Gegenteil scheint dies bis zu einer gewissen Grenze durchaus sinnvoll), zeigt es doch auf, daß es ökologische Grenzen für einen umweltverträglichen Biomasseinsatz gibt. Die Abwägung verschiedener Umweltprobleme (z.B. Artenverlust durch Biomassenutzung, Gefährdungspotential des Treibhauseffekts etc.) ist gerade in diesem Bereich sehr schwierig. Ein simpler Ersatz der heute in Österreich verbrauchten Fossilenergieträger durch Biomasse ist jedenfalls mengenmäßig keinesfalls möglich.

Eine Strategie, die jedenfalls ökologisch vorteilhaft ist, beruht auf der Minimierung aller Stoff- und Energieflüsse durch Erhöhung der Nutzungseffizienz ("Stoffstrompolitik"). Während die Untersuchung von Effizienzsteigerungspotentialen im "klassischen" Energiebereich inzwischen bereits eine gewisse Tradition hat (für Österreich siehe z.B. ÖGÖ 1991, Haberl und Sikora 1993), wurden ähnliche Überlegungen bislang im Bereich der Land- und Forstwirtschaft kaum angestellt. Das vorliegende Papier soll hierfür einen Anstoß geben.

Literatur

Alder, R. (1993): Energieaufkommen und -verwendung in der österreichischen Volkswirtschaft im Jahr 1990 - Endgültige Energiebilanz 1990. In: *Statistische Nachrichten* Nr. 10/1993, S. 885-895

Aussenhandelsstatistik (div. Jahrgänge): Österreichisches Statistisches Zentralamt: Der Aussenhandel Österreichs (div. Jahre) 1.-4. Vierteljahr, Serie 1A Spezialhandel nach Waren und Ländern - Gesamtübersichten. ÖSTAT: Wien.

BMLF (1991): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1990 gemäß §9 des Landwirtschaftsgesetzes, BGBl. Nr. 299/1976, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Wien.

BMwA (1990): Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten: Energiebericht 1990 der österreichischen Bundesregierung, Wien.

BMwA (1993): Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten: Energiepolitik auf dem Weg ins Dritte Jahrtausend. Energiebericht 1990 der österreichischen Bundesregierung. Zur Situation der österreichischen Energieversorgung und Energiekonzept 1993, Wien.

DLG (1991): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag: Frankfurt a. Main.

Fischer-Kowalski, M. und Haberl, H. (1993): Metabolism and Colonisation: Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature. The Centre for the Study of Global Governance - London School of Economics, Discussion Paper No. 5, London.

Friesecke, H. (1984): Handbuch der praktischen Fütterung von Rind, Schaf, Pferd, Schwein, Geflügel und Süßwasserfischen. BLV-Verlagsgesellschaft / DLG-Verlag / Landwirtschaftlicher Verlag / Österreichischer Agrarverlag / Grafino-Verlag/Wirz: München, Stuttgart, Münster-Hiltrup, Wien, Bern.

Gerhold, S. (1992): Stoffstromrechnung: Holzbilanz 1955 bis 1991. *Statistische Nachrichten* Nr. 8/1992, 47. Jahrgang (Neue Folge), S. 651-656

Goldsmith, E. & Hildyard, N. (1984): The Social and Environmental Effects of Large Dams. Vol. 1: Overview. Wadebridge Ecological Centre.

Haberl, H. (1993): Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion. Schriftenreihe Soziale Ökologie Nr. 33, IFF-Soziale Ökologie: Wien.

Haberl, H. und Sikora, C. (1993): Energiesparpotentiale und Kosten ihrer Nutzung. Studie des Ökologie-Institutes im Auftrag des BMwA: Wien.

Hohenecker, J. (1980): Ernährungswirtschaftsplanung für Krisenzeiten in Österreich. Vierter Teilbericht: Futtermittelbilanzen für Österreich - Schema und Berechnungen für die Wirtschaftsjahre 1972/73 bis 1976/77. Institut für Landwirtschaftliche Betriebswirtschaft und Ernährungswirtschaft, Universität für Bodenkultur: Wien.

- Kovacs, Robert (1993): Auf dem Holzweg. Studie über die Beteiligung Österreichs an der Zerstörung der borealen Wälder. Greenpeace: Wien.
- Landwirtschaftsstatistik (div. Jahrgänge): Österreichisches Statistisches Zentralamt: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik - Jahrgänge 1960-1990. In: Beiträge zur österreichischen Statistik, div. Nummern, ÖSTAT: Wien.
- Neumüller, O. A. (1983): Römpps Chemie-Lexikon. Band 3: H-L. Franckh: Stuttgart
- ÖGÖ (1991): Österreichische Gesellschaft für Ökologie: Energiesparpotentiale für Österreich. Studie der ÖGÖ im Auftrag des BMUJF: Wien.
- ÖSTAT (1992a): Österreichisches Statistisches Zentralamt: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1991. In: Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 1062. ÖSTAT: Wien.
- ÖSTAT (1992b): Österreichisches Statistisches Zentralamt: Ökobilanz Wald, Ausgabe 1992. *Beiträge zur österreichischen Statistik*, Heft 1069, ÖSTAT: Wien.
- Recknagel (1992): Schramek, E.R. (Hg.): Recknagel - Sprenger - Hönnmann Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik einschließlich Warmwasser- und Kältetechnik. Oldenbourg Verlag: München / Wien.
- Scheer, H. (1993): Sonnen-Strategie. Politik ohne Alternative. Piper: München.
- Souci, S.W.; Fachmann, W.; Kraut, H. (1989): Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwert-Tabellen 1989/90. Wissenschaftliche Verlags-GmbH: Stuttgart.
- Steurer, A. (1992): Stoffstrombilanz Österreich 1988. Schriftenreihe Soziale Ökologie, Band 26. IFF: Wien.
- Steurer, A. (1993): Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990, Inputseite. Im Auftrag des IFF, Dezember 1993 (Rohfassung), IFF, Wien.
- Vitousek, P.M.; Ehrlich, P.R.; Ehrlich, A.H.; Matson, P.A. (1986): Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. *BioScience* Vol. 36 No. 6, 368-373
- Vollmer, G.; Josst, G.; Schenker, D.; Sturm, W.; Vreden, N. (1990a): Lebensmittelführer Obst, Gemüse. dtv: München.
- Vollmer, G.; Josst, G.; Schenker, D.; Sturm, W.; Vreden, N. (1990b): Lebensmittelführer Fleisch, Fisch. dtv: München.
- Wright, D.H. (1990): Human Impacts on Energy Flow Through Natural Ecosystems, and Implications for Species Endangerment. In: *Ambio* Vol. 19, No. 4, 189-194

Anhang

Tabelle A1: Teilbilanz Nahrungsenergie: Inlandserzeugung, Inlandsaufkommen und Inlandsverbrauch von ackerbaulich gewonnener Energie und Nahrungsenergie in Österreich 1990

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000t]	Material in Gewichtseinheiten [1000 t]	Material in Energieeinheiten [PJ]
Getreide			
Körnerernte			
Winterweizen	15,7	1310	20,6
Sommerweizen	15,7	98	1,5
Winterroggen	15,4	396	6,1
Wintergerste	15,6	560	8,8
Sommergerste	15,5	961	14,9
Wintermenggetreide	15,5	26	0,4
Sommernenggetreide	15,5	78	1,2
Hafer	16,1	245	4,0
Körnermais	15,9	1620	25,7
Zwischensumme Körnerernte	15,7	5294	83,1
Strohernte			
Winterweizen	15,3	1551	23,8
Sommerweizen	15,3	122	1,9
Winterroggen	15,8	420	6,7
Sommerroggen	15,8	10	0,2
Wintergerste	15,6	460	7,2
Sommergerste	15,6	916	14,3
Wintermenggetreide	15,6	27	0,4
Sommernenggetreide	15,6	75	1,2
Hafer	15,5	245	3,8
Zwischensumme Strohernte	15,5	3826	59,4
Summe Getreide	15,6	9120	142,5
Hackfrüchte			
Kartoffeln	3,7	793	2,9
Zuckerrüben	3,7	2490	9,2
Futterrüben aller Art	1,9	170	0,3
andere Hackfrüchte	1,9	0	0,1
Summe Hackfrüchte	3,6	3453	12,5
Gemüse			
Chinakohl	0,9	48	0,0
Kraut	1,5	54	0,1
Spinat	1,4	5	0,0
Karotten	2,2	23	0,1

Fortsetzung: nächste Seite

Fortsetzung von Tabelle A1

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000t]	Material in Gewichtseinheiten [1000 t]	Material in Energieeinheiten [PJ]
Rote Rüben	2,1	7	0,0
Gurken	0,6	23	0,0
Kopfsalat	0,9	27	0,0
Zwiebeln	2,4	57	0,1
Grüne Erbsen	4,7	14	0,1
Pflückbohnen	2,3	17	0,0
Tomaten	1,1	18	0,0
Paprika	1,5	4	0,0
Summe Gemüse	1,7	297	0,5
Sonstige Pflanzen			
Körnererbsen	18,4	145	2,7
Pferdebohnen	21,9	41	0,9
Ölkürbis (Frucht mit Samen)	1,7	232	0,4
Winterraps zur Ölgewinnung	23,8	97	2,3
Sonnenblumen zur Ölgewinnung (Samen)	27,0	55	1,5
Zichorien	2,7	0	0,0
Mohn	20,0	1	0,0
Summe "Sonstige Pflanzen"	20,2	385	7,8
Futterpflanzen			
Grünmais	4,9	4289	21,0
Hülsenfruchtgemenge	4,1	0	0,0
Grünmohar/Hirse	2,7	0	0,0
Rübsen	2,3	0	0,0
Summe "Futterpflanzen"	4,9	4289	21,0
"Nachanbau"			
Buchweizen zur Samengewinnung	16,0	1	0,0
Stoppelrüben (alle Arten)	2,8	15	0,0
Sommerfuttermischung	2,8	244	0,7
Lihoraps (Futtraps)	2,8	601	1,7
Futter-Sonnenblumen	2,8	12	0,0
Futtermais (Grünfutter)	2,8	59	0,2
Grünmohar	2,8	0	0,0
Sonstige Feldfrüchte	2,8	14	0,0
Summe "Nachanbau"	2,8	945	2,6
Klee und Heu			
Rotklee	15,9	157	2,5
Luzerne	15,8	63	1,0

Fortsetzung: nächste Seite

Fortsetzung von Tabelle A1

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000t]	Material in Gewichtseinheiten [1000 t]	Material in Energieeinheiten [PJ]
Sonstiger Klee	16,3	11	0,2
Klee gras	15,2	237	3,6
Egärten (Heu)	15,5	261	4,0
Einmähdige Wiesen	15,4	293	4,5
Zwei- und mehrmähdige Wiesen	15,4	6011	92,3
Streuwiesen	15,4	34	0,5
Summe Klee und Heu	15,4	7067	108,6
Obsternte			
Sommeräpfel	3,0	43	0,1
Winteräpfel	3,0	226	0,7
Mostäpfel	3,0	69	0,2
Sommerbirnen	3,2	11	0,0
Winterbirnen	3,2	30	0,1
Mostbirnen	3,2	60	0,2
Kirschen	3,5	20	0,1
Weichseln	3,1	4	0,0
Zwetschken	3,3	26	0,1
Marillen	2,9	11	0,0
Pfirsiche	2,5	12	0,0
Walnüsse	29,5	12	0,4
Ananas-Erdbeeren	2,1	14	0,0
rote und weiße Johannisbeeren	3,0	17	0,1
schwarze Johannisbeeren	3,6	7	0,0
Stachelbeeren	2,5	2	0,0
Summe Obsternte	3,6	562	2,0
Weinernte ¹	5,5	317	1,7
Summe Ernte	11,3	26435	299,3
Schätzung Grünfütter ²	17,8	2200	39,2
Summe inländische Produktion	11,7	28635	338,5
Import			
Tiere	10,8	166	1,8
Pflanzen	6,9	1226	8,5
Import Summe	7,4	1392	10,3
Summe Inlandsaufkommen = Gesamtinput	11,5	30027	348,8

Fortsetzung: nächste Seite

Fortsetzung von Tabelle A1

	Spezifischer Energiegehalt [TJ/1000t]	Material in Gewichtseinheiten [1000 t]	Material in Energieeinheiten [PJ]
Export			
Tiere	10,9	258	2,8
Pflanzen	15,3	1205	18,4
Export Summe	14,5	1463	21,3
Inlandsverbrauch	11,4	28564	327,5

¹ Annahme: 1 kg Trauben ergibt 0,7 l Wein

² als Trockenmasse

Tabelle A2: Energieinput i.e.S. des Sozio-ökonomischen Systems 1955-1991 ohne "sonstige Energieträger" (entspricht weitgehend den biogenen Energieträgern), Brennwert

	Inland			Import			Gesamt-input			Export			Inlandsverbrauch		
	fossil	Wk.	gesamt	fossil	Strom	gesamt	fossil	Wk.+I.	gesamt	fossil	Strom	gesamt	fossil	Wk.+E/I	gesamt
	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]
1955	300,3	36,0	336,3	148,0	1,6	149,6	448,3	37,6	485,9	74,3	5,4	79,7	373,9	32,2	406,1
1956	290,4	39,4	329,8	189,0	1,8	190,8	479,4	41,2	520,6	81,6	6,2	87,8	397,7	35,0	432,7
1957	282,0	42,4	324,4	189,0	2,4	191,4	471,0	44,8	515,8	64,6	6,8	71,4	406,4	38,0	444,4
1958	262,8	48,2	311,0	180,7	2,5	183,2	443,5	50,7	494,2	55,2	7,4	62,6	388,2	43,3	431,5
1959	253,9	49,9	303,8	207,1	2,0	209,1	460,9	51,9	512,8	54,8	8,9	63,7	406,1	43,0	449,1
1960	263,5	54,0	317,5	228,9	2,3	231,2	492,4	56,3	548,7	51,7	9,2	60,9	440,6	47,1	487,7
1961	256,9	53,0	309,9	237,3	2,5	239,8	494,3	55,5	549,8	38,8	9,5	48,3	455,5	46,0	501,5
1962	262,8	55,1	317,9	261,0	2,6	263,6	523,8	57,7	581,5	32,1	10,1	42,2	491,7	47,6	539,3
1963	280,9	54,3	335,2	289,6	3,5	293,1	570,5	57,8	628,3	34,7	9,6	44,3	535,9	48,2	584,1
1964	281,0	59,8	340,8	284,4	3,6	288,0	565,4	63,4	628,8	9,8	13,3	23,1	555,7	50,1	605,8
1965	281,3	73,0	354,3	277,1	3,3	280,4	558,5	76,3	634,8	9,3	17,2	26,5	549,2	59,1	608,3
1966	279,1	78,6	357,7	285,5	2,9	288,4	564,6	81,5	646,1	5,0	20,1	25,1	559,6	61,4	621,0
1967	262,4	80,3	342,7	317,0	3,1	320,1	579,4	83,4	662,8	6,2	20,0	26,2	573,2	63,4	636,6
1968	250,6	82,5	333,1	371,4	3,7	375,1	622,0	86,2	708,2	8,8	19,9	28,7	613,2	66,3	679,5
1969	240,9	75,8	316,7	451,9	5,7	457,6	692,8	81,5	774,3	10,9	18,2	29,1	681,9	63,3	745,2
1970	256,8	96,3	353,1	484,4	4,9	489,3	741,2	101,2	842,4	8,7	24,4	33,1	732,5	76,8	809,3
1971	245,7	76,1	321,8	536,1	7,8	543,9	781,8	83,9	865,7	10,3	17,2	27,5	771,5	66,7	838,2
1972	247,1	78,2	325,3	574,9	10,8	585,7	822,0	89,0	911,0	13,0	16,3	29,3	809,0	72,7	881,7
1973	262,0	86,9	348,9	616,8	11,7	628,5	878,8	98,6	977,4	12,8	17,3	30,1	866,0	81,3	947,3
1974	245,1	102,7	347,8	595,7	11,4	607,1	840,8	114,1	954,9	12,1	22,1	34,2	828,7	92,0	920,7
1975	239,2	107,6	346,8	576,0	8,7	584,7	815,3	116,3	931,6	10,1	25,1	35,2	805,2	91,2	896,4
1976	224,2	93,0	317,2	666,7	11,4	678,1	891,0	104,4	995,4	14,9	19,3	34,2	876,1	85,1	961,2
1977	226,5	112,7	339,2	632,0	8,7	640,7	858,5	121,4	979,9	12,3	22,9	35,2	846,2	98,5	944,7
1978	226,5	112,8	339,3	664,7	10,6	675,3	891,2	123,4	1014,6	12,6	20,5	33,1	878,7	102,9	981,6
1979	213,7	126,4	340,1	709,0	10,3	719,3	922,7	136,7	1059,4	10,2	24,1	34,3	912,5	112,6	1025,1
1980	187,4	131,0	318,4	723,3	11,4	734,7	910,7	142,4	1053,1	10,3	25,7	36,0	900,4	116,7	1017,1
1981	163,4	138,8	302,2	684,3	10,3	694,6	847,8	149,1	996,9	11,6	26,8	38,4	836,2	122,3	958,5
1982	161,6	139,0	300,6	656,3	11,2	667,5	817,9	150,2	968,1	10,2	26,9	37,1	807,8	123,3	931,1
1983	155,4	137,7	293,1	663,0	15,8	678,8	818,4	153,5	971,9	11,3	28,4	39,7	807,0	125,1	932,1
1984	155,4	132,7	288,1	700,6	19,4	720,0	856,0	152,1	1008,1	22,1	24,2	46,3	834,0	127,9	961,9
1985	152,5	142,3	294,8	742,1	21,8	763,9	894,6	164,1	1058,7	40,9	28,0	68,9	853,7	136,1	989,8
1986	147,1	142,6	289,7	722,1	21,5	743,6	869,2	164,1	1033,3	26,4	26,7	53,1	842,8	137,4	980,2
1987	139,6	165,3	304,9	748,4	14,4	762,8	888,0	179,7	1067,7	23,1	34,6	57,7	864,9	145,1	1010,0
1988	140,4	164,5	304,9	715,9	20,1	736,0	856,3	184,6	1040,9	23,4	29,8	53,2	832,8	154,8	987,6
1989	138,9	162,7	301,6	729,5	21,3	750,8	868,4	184,0	1052,4	24,2	29,7	53,9	844,2	154,3	998,5
1990	140,1	146,3	286,4	782,2	24,6	806,8	922,2	170,9	1093,1	23,1	26,3	49,3	899,1	144,6	1043,8
1991	143,3	147,3	290,6	838,0	30,6	868,6	981,3	177,9	1159,2	23,8	27,9	51,6	957,5	150,0	1107,6

Anmerkungen: Inländische Kohlegewinnung = Braunkohle, Kohleimport = 1/3 Braunkohle, 2/3 Steinkohle, ohne "sonstige Energieträger", bewertet auf Basis des Brennwertes; (Quellen: BMwA 1990, BMwA 1993, eigene Berechnungen)

Tabelle A3: Landwirtschaftlicher Energieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991

	Getreide Körner	Getreide Stroh	Hack- früchte ¹	Gemüse	Futter- pflan- zen ²	Heu incl. Klee	Obst	Wein	Zwi- schen- summe	Grün- futter ³	Summe
	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]	[PJ]
1960	35,2	47,9	26,1	0,4	9,9	115,9	4,1	0,5	239,9	39,2	279,1
1961	35,6	47,0	21,5	0,4	8,0	120,5	3,4	0,7	237,0	39,2	276,2
1962	36,1	46,0	21,7	0,3	8,9	117,8	2,5	0,6	234,0	39,2	273,1
1963	34,9	43,7	25,0	0,4	9,2	124,7	2,9	1,0	241,8	39,2	281,0
1964	36,8	43,6	25,1	0,5	9,9	130,0	2,8	1,6	250,2	39,2	289,3
1965	31,6	40,5	18,5	0,5	10,1	138,5	1,6	0,8	241,9	39,2	281,1
1966	41,4	50,3	23,9	0,6	10,9	139,9	2,5	0,8	270,3	39,2	309,4
1967	45,9	51,9	22,9	0,6	11,4	135,6	2,1	1,4	271,9	39,2	311,0
1968	47,7	51,3	24,0	0,6	12,3	136,5	2,5	1,4	276,3	39,2	315,5
1969	53,3	52,0	22,1	0,5	13,9	136,6	2,2	1,2	281,9	39,2	321,1
1970	48,1	50,1	21,2	0,5	15,3	136,4	2,4	1,7	275,6	39,2	314,7
1971	55,5	49,6	19,6	0,5	15,5	130,6	1,9	1,0	274,2	39,2	313,3
1972	51,9	48,9	19,8	0,5	15,4	136,5	1,3	1,4	275,8	39,2	315,0
1973	59,3	49,4	18,5	0,5	20,7	130,9	2,3	1,3	283,0	39,2	322,1
1974	63,1	52,0	18,4	0,5	20,2	134,2	2,3	0,9	291,5	39,2	330,7
1975	58,2	48,9	19,7	0,5	23,8	141,8	2,3	1,5	296,6	39,2	335,7
1976	67,0	55,3	17,8	0,4	25,9	110,1	2,0	1,6	280,2	39,2	319,4
1977	66,1	51,7	16,6	0,5	28,6	128,1	1,7	1,4	294,7	39,2	333,9
1978	72,6	50,8	13,5	0,5	29,3	124,9	2,0	1,9	295,5	39,2	334,6
1979	62,6	49,9	14,8	0,5	29,5	119,6	2,2	1,5	280,7	39,2	319,9
1980	75,8	59,3	15,4	0,6	29,1	123,7	2,3	1,7	307,8	39,2	347,0
1981	68,4	51,5	16,9	0,5	32,0	121,9	1,4	1,2	293,8	39,2	332,9
1982	79,0	58,5	18,1	0,5	35,9	128,9	2,8	2,7	326,3	39,2	365,5
1983	79,4	60,6	12,0	0,3	29,7	118,5	2,4	2,0	304,9	39,2	344,1
1984	84,0	64,7	14,5	0,4	32,6	113,8	2,4	1,4	313,8	39,2	353,0
1985	87,3	60,0	13,5	0,4	36,2	125,5	2,0	0,6	325,6	39,2	364,8
1986	80,4	56,4	10,4	0,4	36,5	116,3	2,5	1,2	304,0	39,2	343,2
1987	78,1	54,4	11,7	0,5	38,6	122,3	1,7	1,2	308,6	39,2	347,7
1988	84,2	61,5	11,4	0,5	38,2	120,3	2,6	1,9	320,6	39,2	359,8
1989	78,6	57,1	13,4	0,5	38,1	120,5	2,2	1,4	311,7	39,2	350,9
1990	83,1	59,4	12,5	0,5	31,4	108,6	2,0	1,7	299,3	39,2	338,4
1991	79,2	42,8	12,6	0,5	31,5	109,6	1,7	1,7	279,6	39,2	318,8

¹ Kartoffeln, Futterrüben, sonstige Hackfrüchte

² Futterpflanzen, sonstige Pflanzen (z.B. Ölsaaten etc.), Nachanbau

³ Annahme (Begründung siehe Text)

(Quelle: eigene Berechnungen; Statistisches Zentralamt: Landwirtschaftsstatistiken 1960-1991)

Tabelle A4: Inlandsproduktion von Energie 1960-1991

	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	263,5	54,0	142,6	279,1	739,2
1961	256,9	53,0	141,9	276,2	728,1
1962	262,8	55,1	141,2	273,1	732,3
1963	280,9	54,3	140,5	281,0	756,7
1964	281,0	59,8	139,8	289,3	770,0
1965	281,3	73,0	139,1	281,1	774,6
1966	279,1	78,6	138,4	309,4	805,6
1967	262,4	80,3	137,7	311,0	791,4
1968	250,6	82,5	137,0	315,5	785,6
1969	240,9	75,8	136,3	321,1	774,1
1970	256,8	96,3	135,6	314,7	803,5
1971	245,7	76,1	136,9	313,3	772,1
1972	247,1	78,2	138,1	315,0	778,4
1973	262,0	86,9	139,4	322,1	810,5
1974	245,1	102,7	140,7	330,7	819,2
1975	239,2	107,6	141,9	335,7	824,5
1976	224,2	93,0	143,2	319,4	779,8
1977	226,5	112,7	144,4	333,9	817,5
1978	226,5	112,8	145,7	334,6	819,6
1979	213,7	126,4	153,7	319,9	813,6
1980	187,4	131,0	161,7	347,0	827,1
1981	163,4	138,8	169,7	332,9	804,9
1982	161,6	139,0	177,7	365,5	843,9
1983	155,4	137,7	185,7	344,1	822,9
1984	155,4	132,7	189,8	353,0	831,0
1985	152,5	142,3	194,0	364,8	853,5
1986	147,1	142,6	198,1	343,2	831,0
1987	139,6	165,3	202,2	347,7	854,8
1988	140,4	164,5	206,3	359,8	871,0
1989	138,9	162,7	220,1	350,9	872,6
1990	140,1	146,3	239,1	338,4	863,9
1991	143,3	147,3	198,3	318,8	807,7

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle A5: Gesamtenergieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991

	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	492,4	56,3	147,0	290,6	986,3
1961	494,3	55,5	148,2	287,7	985,6
1962	523,8	57,7	149,3	284,6	1015,4
1963	570,5	57,8	150,4	292,4	1071,2
1964	565,4	63,4	151,6	300,8	1081,2
1965	558,5	76,3	152,7	292,6	1080,0
1966	564,6	81,5	153,8	319,9	1119,8
1967	579,4	83,4	154,9	320,5	1138,2
1968	622,0	86,2	156,1	323,9	1188,1
1969	692,8	81,5	157,2	328,4	1259,9
1970	741,2	101,2	158,3	321,1	1321,8
1971	781,8	83,9	160,1	319,7	1345,5
1972	822,0	89,0	161,9	321,4	1394,3
1973	878,8	98,6	163,7	328,6	1469,8
1974	840,8	114,1	165,5	337,3	1457,8
1975	815,3	116,3	167,3	342,4	1441,3
1976	891,0	104,4	169,1	326,2	1490,8
1977	858,5	121,4	170,9	341,0	1491,8
1978	891,2	123,4	172,8	341,9	1529,3
1979	922,7	136,7	183,2	327,4	1570,0
1980	910,7	142,4	193,6	354,7	1601,5
1981	847,8	149,1	204,1	340,7	1541,7
1982	817,9	150,2	214,5	373,3	1556,0
1983	818,4	153,5	225,0	352,0	1548,8
1984	856,0	152,1	231,5	360,9	1600,5
1985	894,6	164,1	238,0	372,7	1669,4
1986	869,2	164,1	244,5	351,4	1629,3
1987	888,0	179,7	251,0	356,4	1675,2
1988	856,3	184,6	257,6	369,0	1667,5
1989	868,4	184,0	265,1	360,2	1677,7
1990	922,2	170,9	293,3	348,7	1735,1
1991	981,3	177,9	256,4	329,4	1745,0

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle A6: Inlandsverbrauch von Energie in Österreich 1960-1991 (Brennwert)

	Fossilenergie. [PJ]	Wasserkraft [PJ]	Forstwirtschaft [PJ]	Landwirtschaft [PJ]	Summe [PJ]
1960	440,6	47,1	141,7	288,1	870,4
1961	455,5	46,0	142,8	285,2	883,5
1962	491,7	47,6	143,9	282,1	917,7
1963	535,9	48,2	145,0	289,9	970,9
1964	555,7	50,1	146,2	298,3	1000,1
1965	549,2	59,1	147,3	290,1	986,5
1966	559,6	61,4	148,4	317,5	1025,5
1967	573,2	63,4	149,5	318,1	1040,8
1968	613,2	66,3	150,6	321,6	1085,4
1969	681,9	63,3	151,7	326,3	1159,9
1970	732,5	76,8	152,8	319,0	1204,4
1971	771,5	66,7	154,3	317,6	1243,4
1972	809,0	72,7	155,8	319,1	1283,9
1973	866,0	81,3	157,2	326,2	1349,5
1974	828,7	92,0	158,7	334,8	1322,2
1975	805,2	91,2	160,1	339,8	1305,1
1976	876,1	85,1	161,6	322,9	1360,5
1977	846,2	98,5	163,0	336,9	1346,1
1978	878,7	102,9	164,5	337,1	1380,2
1979	912,5	112,6	175,4	321,8	1409,7
1980	900,4	116,7	186,3	348,4	1435,1
1981	836,2	122,3	197,3	332,2	1365,7
1982	807,8	123,3	208,2	362,6	1378,5
1983	807,0	125,1	219,1	339,1	1365,2
1984	834,0	127,9	225,2	345,8	1405,0
1985	853,7	136,1	231,3	355,4	1440,4
1986	842,8	137,4	237,4	328,3	1408,5
1987	864,9	145,1	243,5	332,3	1440,6
1988	832,8	154,8	249,6	343,9	1426,3
1989	844,2	154,3	254,5	338,1	1436,8
1990	899,1	144,6	278,1	327,4	1504,7
1991	957,5	150,0	244,8	314,8	1517,1

Quelle: eigene Berechnungen