

Die energetische Betrachtung des wirtschaftlichen Geschehens

Von

S. S a g o r o f f, Stanford/California

Inhaltsverzeichnis: Einleitung S. 1 — 1. Die Grundgleichung des volkswirtschaftlichen Energieumsatzes S. 3 — 2. Die Phasen des volkswirtschaftlichen Prozesses und ihr Verhältnis zum Energieumsatz S. 6 — 3. Die Produktivität einer Volkswirtschaft und der soziale Nutzen, energetisch betrachtet S. 8.

Die Begeisterung und die Kritik, die Keynes' „General Theory of Employment, Interest and Money“ hervorrief, haben sich gelegt und auf dem Gebiete der reinen Wirtschaftstheorie herrscht wieder Ruhe. Wir können nun — 20 Jahre nach seinem Erscheinen — das Keynes'sche Werk in seiner Bedeutung für die Wirtschaftswissenschaft klarer sehen. Wie die „Revolution“ der Subjektivisten, der Grenznutzentheoretiker, im vorigen Jahrhundert, so auch die Keynes'sche „Revolution“ in unserer Zeit — beide vermochten nicht, die klassische Wirtschaftstheorie in ihren Grundfesten zu erschüttern, sie erwiesen sich vielmehr lediglich als Ergänzungen und Verbesserungen ihres Gedankengebäudes. Das Neue, womit Keynes die Wirtschaftswissenschaft bereicherte, ist die Theorie des Gesamtausstoßes und — was noch wichtiger ist — eine neue Betrachtungsweise, die als „Denken in makroökonomischen Aggregaten“ bezeichnet werden kann. Dieses Denken in Aggregaten, das eine gewaltige Vereinfachung des Gleichungssystems von Walras bedeutet, dient jetzt als Grundlage des mathematischen Modellbaus. Damit ist der Keynes'sche Versuch, mit einigen „strategischen“ Variablen das allgemeine wirtschaftliche Gleichgewicht zu beschreiben, das Vorbild der heute vorherrschenden Methode zur Erforschung der ökonomischen Wirklichkeit geworden.

In ihrem Feld — auf dem sich reine Theorie und Empirie begegnen — wetteifert der mathematische Modellbau mit der Einsatz-Ausstoß-Analyse (Input Output Analysis). Die Einsatz-Ausstoß-Analyse wurzelt in dem Tableau Economique von Quesnay; ausgebaut und vervollkommenet durch Wassily Leontief, hat sie große Fortschritte in den Vereinigten Staaten und Italien gemacht. Der methematische Modellbau, der viele Daten der nationalen Kontenführung entnimmt,

und die Leontiefsche Einsatz-Ausstoß-Analyse, die sich in steigendem Maße technologischer Daten bedient, haben zwei Dinge gemeinsam: sie erforschen statische Zusammenhänge und arbeiten mit dem Tauschwert (Geldwert) des Volkseinkommens. Sie beschreiben in Zahlen die Struktur der Volkswirtschaft und ihre kurzfristigen Veränderungen, kurz gesagt das Funktionieren des Systems. Beide Forschungsmethoden geben den Wirtschaftspolitikern darüber Auskunft, wie die Konjunkturschwankungen der Wirtschaft beherrscht werden können. In neuester Zeit versucht man ihr Erkenntnisvermögen zu erweitern: durch Einbauen von dynamischen Beziehungen in ihre Gleichungssysteme glaubt man, eines Tages die Dynamik und das Wachstum der Volkswirtschaft erfassen zu können. Die Ergebnisse sind abzuwarten.

Je tiefer aber die Erforschung der Tauschwertbeziehungen der Elemente der Volkswirtschaft vordringt, desto mehr macht sich das Bedürfnis geltend, die ökonomische Wirklichkeit in einer Weise zu betrachten, die von der Organisationsform und von dem veränderlichen Werte des Geldes unabhängig ist. Diese Aufgabe kann durch die energetische Betrachtung des wirtschaftlichen Geschehens erfüllt werden.

Die begriffliche Ausrüstung und die allgemeingültigen Ergebnisse der energetischen Betrachtungsweise können zusammenfassend als „Energiewertlehre“ bezeichnet werden. Die Energiewertlehre behandelt die Volkswirtschaft nicht als eine Gesamtheit von vielen kleinen Dingen, die geordnet werden müssen, wie zum Beispiel die Theorie des Wirtschaftskreislaufes mit ihrer Strombildung dies tut, sondern als ein Ganzes, das gewiß seine Teile hat, aber nicht viel zergliedert zu werden braucht. Mit anderen Worten, sie sieht von der gesellschaftlichen Arbeitsteilung ab und sucht die Volkswirtschaft in ihrer Produktionsfähigkeit als eine große Maschine, als ein materielles System im Sinne der Physik zu erfassen. In dieser Hinsicht verfährt die Energiewertlehre wie die Ernährungsphysiologie, die sich mit der Gesamtenergiebilanz des menschlichen oder tierischen Organismus beschäftigt, ohne den Energiehaushalt der einzelnen Körperzellen in Betracht zu ziehen.

In den nachstehenden Ausführungen werden die Gedanken weitergeführt, die in meinem ersten Aufsatz über den Begriff der Energie in der Nationalökonomie entwickelt wurden¹. Die Gleichungen des volkswirtschaftlichen Energieumsatzes, die dort für eine „stationäre“ Volkswirtschaft aufgestellt wurden, werden hier für eine „fortschreitende“, d. h. reelle Volkswirtschaft ausgebaut und gelten nunmehr

¹ „The Concept of Energy in Economics“, Weltwirtschaftliches Archiv, 1954, Bd. 72, Heft 1.

ohne jegliche Einschränkungen. Außerdem wird versucht, die Ergebnisse der energetischen Betrachtung des Nutzenproblems genauer zu formulieren.

1. Die Grundgleichung des volkswirtschaftlichen Energieumsatzes

Der Energiewertlehre liegen folgende Begriffe zugrunde: Energiewert, Energieaufwand, primäre Energie und Nettoerhaltung der Volkswirtschaft.

Vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt ist unter „primäre Energie“ die Wärme zu verstehen, die unter der Mitwirkung des Menschen von der Natur an die Wirtschaft übergeht. Gemäß dieser Begriffsbestimmung wird die aus Wind- und Wasserkraft gewonnene nutzbare Energie (Kilowattstunden) als primäre Energie durch ein Äquivalent vertreten, z. B. durch ihr Kohlenäquivalent, d. h. durch die Verbrennungswärme der Kohlenmenge, aus der sie gewonnen werden kann. Als wichtigste Träger oder Quellen primärer Energie sind zu nennen: die Brennstoffe — Kohle, Mineralöl, Erdgas, Torf, Brennholz usw. —, Wind- und Wasserkraft sowie die Nahrungs- und Futtermittelernte.

Die Arbeit (im physikalischen Sinne) oder das Arbeitsäquivalent der nutzbaren Wärme, die zur Produktion eines wirtschaftlichen Gutes — sei es ein Dienst, ein unbeseeltes materielles Gut oder ein Tier — aufgewendet wird, wollen wir **Nettoenergieaufwand** und die mit der Produktion verbundenen Energieverluste (Wärme oder Wärmeinhalt im Produktionsprozeß verlorener Materie) **Energienemehraufwand** nennen. Der Nettoenergieaufwand und der Energienemehraufwand ergeben zusammen den **Bruttoenergieaufwand** der Produktion. Es ist zu beachten, daß die nutzbare Energie, die in der Produktion von Energie aufgewendet wird, zum Nettoenergieaufwand nicht gerechnet wird; sie bildet einen besonderen Posten der Nettoerhaltung (siehe Gleichung 5, Seite 5).

Von der Thermodynamik wissen wir, daß

$$\begin{array}{l} \text{Energie, verfügbar} \\ \text{für Arbeit} \end{array} = \text{Zugeführte Energie} - \text{Energieverluste}$$

(Gleichung 1)

Praktisch ist auch die Produktion von nutzbarer Wärme mit Energieverlusten verbunden. Die obige Gleichung gilt also sowohl für Arbeit als auch für nutzbare Wärme, d. h. für nutzbare Energie im allgemeinen. Volkswirtschaftlich gesehen, ist „zugeführte Energie“ das, was wir als „primäre Energie“ definiert haben. Wir können daher für eine „geschlossene“ Volkswirtschaft folgende Gleichung aufstellen:

$$\begin{array}{lcl} \text{Ausstoß von nutzbarer} & = & \text{Ausstoß von pri-} \\ \text{Energie} & & \text{märer Energie} \end{array} \quad \text{--- Energieverluste}$$

(Gleichung 2)

In einer „fortschreitenden“ („wachsenden“) Volkswirtschaft wird nutzbare Energie für Erhaltung der Wirtschaft, für Endverbrauch und für Wachstum aufgewendet. Der Aufwand von nutzbarer Energie für Erhaltung der Wirtschaft kann kurz als „Nettoerhaltung“ bezeichnet werden (die „Bruttoerhaltung“ umfaßt die Nettoerhaltung und die Energieverluste, die in der Produktion für Erhaltung auftreten). Der Begriff „Nettoerhaltung“ schließt in sich das, was man in der Biologie „Grundumsatz“ nennt.

In Übereinstimmung damit können wir schreiben

$$\begin{array}{lcl} \text{Nutzbare Energie} & = & \text{Primäre} \\ \text{für Endverbrauch} & & \text{Energie} \end{array} \quad \text{--- Nutzbare} \quad \text{--- Energieverluste}$$

(Gleichung 3)

Das ist gleichbedeutend mit

$$\begin{array}{lcl} \text{Volkseinkommen} & = & \text{Primäre Energie} \end{array} \quad \text{--- Nettoerhaltung und} \\ \text{Verluste}$$

(Gleichung 4)

Obige zwei identischen Formeln geben die energetische Grundgleichung, d. h. die Gleichung des Energieumsatzes in einer Volkswirtschaft an.

Eine tiefere Einsicht in die energetische Bewertung der menschlichen Produktion — sozusagen in den „Energiehaushalt der Volkswirtschaft“ — gewinnt man, wenn der Grundgleichung folgende Form verliehen wird (s. Gleichung 5 auf S. 5):

Diese Gleichung ist in Wärme gedacht, enthält aber in Wirklichkeit sowohl Wärme als auch Arbeitsenergiewerte. Um sie homogen zu machen, muß jeder Arbeitsenergiewert durch sein theoretisches Wärmeäquivalent ersetzt werden. Dabei ist der Ausdruck „Arbeit“ im physikalischen Sinne zu verstehen.

In Gleichung 5, die sich für theoretische Deutung und praktische Berechnungen besser als Gleichungen 3 und 4 eignet, ergeben die drei mittleren Glieder auf der rechten Seite die Nettoerhaltung der Volkswirtschaft. Gütertransport-, Handels- und Kreditdienste sind in der Reproduktion des Realkapitals bzw. in der Produktion von zusätzlichem Realkapital einbegriffen.

Die Größen, die den volkswirtschaftlichen Energieumsatz bilden, werden verschieden bewertet, je nachdem wie sie physikalisch beschaffen sind und was für eine „Umsatzfunktion“ sie erfüllen. Der Energiewert der Volkseinkommen- und Nettoerhaltungsgrößen kann

$$\begin{aligned}
 & \text{Arbeit geleistet und nutzbare Wärme verbraucht in der Produktion von direkten Diensten} + \text{Arbeit geleistet und nutzbare Wärme verbraucht in der Produktion von zusätzlichem Realkapital; nutzbare Energie aufgespeichert als zusätzliche Energievorräte} + \text{Arbeit geleistet für Bevölkerungszuwachs; nutzbare Energie aufgespeichert als zusätzliche menschliche Körpersubstanz} \\
 = & \text{Wärmeinhalt des Ausstoßes von primärer Energie} - \text{Arbeit geleistet und nutzbare Wärme verbraucht in der Produktion von Energie} - \text{Arbeit geleistet, nutzbare Wärme verbraucht und nutzbare Energie aufgespeichert in der Reproduktion des Realkapitals und der Bevölkerung} - \text{Arbeit geleistet in der Produktion von Regierungs- und Versicherungsdiensten} - \text{Wärmeinhalt der Energieverluste}
 \end{aligned}$$

(Gleichung 5)

ein oder zwei Elemente haben, nämlich Nettoenergieaufwand allein oder Nettoenergieaufwand und Energieinhalt (materielle Güter, die keine Energieträger im wirtschaftlichen Sinne sind, werden nach ihrem Nettoenergieaufwand bewertet; der Energiewert unbeseelter Energieträger sowie menschlicher und tierischer Körpersubstanz setzt sich aus Nettoenergieaufwand und Energieinhalt zusammen; der Nettoenergieaufwand von Diensten und nutzbarer Wärme fällt mit ihrem Energieinhalt zusammen, so daß ihr Energiewert nur ein Element hat). Primäre Energie und Energieverluste werden nach Inhalt bewertet (der Energiewert der Energieverluste ergibt den Energiemehraufwand des Volkseinkommens und der Nettoerhaltung, siehe oben).

Der Einfachheit halber wurden die energetischen Gleichungen erst für eine „geschlossene“ Volkswirtschaft aufgestellt. In der Form, in der sie für eine „offene“ Volkswirtschaft gelten, enthalten sie noch die internationalen Energieübertragungen. Die Einfuhr von primärer Energie erscheint als eine neue Größe auf der rechten Seite der Gleichungen, die Ausfuhr von primärer Energie auf der linken. Die Einfuhren von anderen Gütern — d. h. von materiellen Gütern, die keine Energieträger im wirtschaftlichen Sinne sind, und Tieren — werden von den betreffenden Bestandteilen des Volkseinkommens abgezogen; die Ausfuhren werden hinzugefügt.

Aus der Analyse des volkswirtschaftlichen Energieumsatzes geht hervor, daß die Entwicklung der Bevölkerung mit der Entwicklung des Volkseinkommens unmittelbar verbunden ist: der Bevölkerungszuwachs ist ein Bestandteil des Volkseinkommens. Es wird ferner klar, daß das Volkseinkommen vorwiegend Bewegung darstellt. In einer „stationären“ Volkswirtschaft besteht das Sozialprodukt nur aus Bewegung.

2. Die Phasen des volkswirtschaftlichen Prozesses und ihr Verhältnis zum Energieumsatz

Als Ganzes betrachtet stellt die menschliche Produktion einen Prozeß ohne Anfang und ohne Ende dar, einen Prozeß, dessen sämtliche Phasen gleichzeitig vorhanden sind. Wenn man aber die Mengen von Materie und Energie beobachtet, die diesem Prozeß zugeführt werden, zeigt sich ein anderes Bild. Die menschliche Produktion erscheint dann als ein Strom von Energie und Materie, der aus der Urproduktion, d. h. aus der Gewinnung von primärer Energie und Rohstoffen fließt und in dem menschlichen Konsum endet. Von Phase zu Phase des Produktionsprozesses werden beide Teile des Produktionsstromes — sowohl die Energie als auch die Materie — immer kleiner, während die Menge nutzbarer Energie (nutzbare Wärme und Arbeit),

die der Produktionsprozeß verschlingt, und der Energieverlust, der sich im ganzen ergibt, unaufhörlich wachsen.

Der menschliche Konsum erstreckt sich auf zwei Phasen des Produktionsprozesses: den Nahrungskonsum und den Endverbrauch.

Der Nahrungskonsum schließt den menschlichen Stoffwechsel ein und fällt infolgedessen mit der Produktion von menschlicher Arbeit und menschlicher Körpersubstanz zusammen. Ein Teil der erzeugten Arbeit und Körpersubstanz gehört zur Nettoerhaltung der Volkswirtschaft, der Rest zum Volkseinkommen (die Nahrung selbst erscheint also nicht im Sozialprodukt — im Volkseinkommen).

Der Endverbrauch besteht im Konsum der „direkten“ Dienste. Direkte Dienste sind die an die Individuen gerichteten Dienste. Sie umfassen die „persönlichen Dienste“, die auch als „Pflege der individuellen Geistes- und Körperkultur“ bezeichnet werden können, und die Haushaltsdienste. [Eine Ausnahme bildet Heilung (Medizin), die zwar verschiedene direkte Dienste vereinigt, jedoch zur Erhaltung der Bevölkerung gehört.] Da es sich um Dienste handelt, fällt der Endverbrauch mit der Endproduktion, d. h. mit der Produktion der direkten Dienste, zusammen.

Im Endverbrauch wird nutzbare Energie „zerstreut“, d. h. mechanische Arbeit in Wärme verwandelt, die durch Erwärmung der Umgebung für den Menschen verloren geht. Streng genommen, stellt der Konsum der direkten Dienste nicht den ganzen Endverbrauch der wirtschaftlichen Güter dar. Ein Teil der im menschlichen Körper erzeugten nutzbaren Energie wird innerlich zur Unterhaltung der seelischen Tätigkeit verwendet. Hier — in der psychischen Produktion von „Nutzen“ oder „Genüssen“ — treffen sich der „äußere“ Endverbrauch und der „innere“ Endverbrauch. Die direkten Dienste liefern — unter Mitwirkung des natürlichen Lichtes — die energetischen Stimuli, d. h. die Reize, die auf unsere Sinne einwirken und in uns Empfindungen hervorrufen. (Diese Frage wird weiter unten wieder erörtert.)

Der volkswirtschaftliche Energieumsatz läßt sich, wie wir gesehen haben, als Produktion von primärer Energie und Aufwand von nutzbarer Energie für menschlichen Konsum, Wachstum der Volkswirtschaft und Erhaltung der Volkswirtschaft darstellen. Das Verhältnis der einzelnen Phasen und Zweige der menschlichen Produktion zum Energieumsatz ist kompliziert. Nur einige von ihnen, wie z. B. die Endproduktion (der Endverbrauch) und die Produktion von Regierungsdiensten fügen sich als etwas Ganzes in sein Schema ein.

Theoretisch betrachtet müssen die Messungen des Volkseinkommens unabhängig von seiner Dimension sein. Mit anderen Worten,

allen Arten von Messungen des Volkseinkommens — nach seinem Tausch-, Energie- und Nutzwert — müßte derselbe Volkseinkommensbegriff zugrunde liegen. Der Volkseinkommensbegriff, den die statistischen Ämter der westlichen Welt heutzutage in ihren Berechnungen des Tausch(Geld)wertes des Volkseinkommens gebrauchen, weicht aber von dem, der sich bei der Analyse des volkswirtschaftlichen Energieumsatzes mit Notwendigkeit ergibt, in zwei wichtigen Elementen seines Umfanges ab. Dies zeigt sich am klarsten, wenn das Volkseinkommen als Summe der Endprodukte gedacht wird, d. h. wenn die „reale“ Berechnungsmethode angewandt wird. Erstens enthält der offizielle Begriff des Volkseinkommens sowohl die menschliche Nahrung als auch die Güter, die mit ihr geschaffen werden; die daraus entstehende Doppelzählung wird zum Teil dadurch verringert, daß der Bevölkerungszuwachs nicht berücksichtigt wird. Zweitens werden die sogenannten sozialen oder Regierungsdienste, d. h. die Dienste, welche kollektive Bedürfnisse befriedigen, in die offiziellen Berechnungen einbezogen. Man teilt sie wertmäßig in Konsumgüter, die als Endprodukte zum Volkseinkommen gerechnet werden, und in Produktionsgüter, die zu den Vorleistungen der Endproduktion gehören. Diese Teilung beruht auf dem Gedanken, daß manche Regierungsdienste an die Individuen gerichtet, also direkte Dienste seien, andere hingegen an die Produktionsbetriebe, also indirekte Dienste seien: da aber ein objektives Kriterium für eine solche Unterscheidung fehlt, wird die Teilung willkürlich durchgeführt. Indem sie den biologischen Begriff der Erhaltung des Organismus in die Analyse einführt, zeigt die energetische Betrachtungsweise die Regierungsdienste in einem neuen Lichte. Es ist nun leicht einzusehen, daß sie als „feste Kosten“ der volkswirtschaftlichen Produktion betrachtet und daher restlos zur Erhaltung der Volkswirtschaft gerechnet werden müssen².

3. Die Produktivität einer Volkswirtschaft und der soziale Nutzen, energetisch betrachtet

In der wirtschaftlichen Betrachtung der Produktivität sind drei Gesichtspunkte besonders wichtig.

Die Produktivität kann erstens entweder als Eigenschaft eines Systems oder als Eigenschaft eines Produktionsmittels gedacht wer-

² In meinem ersten, bereits zitierten Aufsatz über den Gebrauch des Begriffes der Energie in der Nationalökonomie wird noch damit gerechnet, daß die Regierungsdienste in direkte und indirekte Dienste geteilt werden. In meinen früheren Schriften über das Volkseinkommen, in denen sein Tauschwert analysiert wird, versuchte ich das Problem durch Ausschluß der Regierungsdienste aus dem Begriff der Produktion zu lösen. In ähnlicher Weise wird in der östlichen Welt verfahren.

den (unter „System“ ist hier ein Produktionsbetrieb, eine Gruppe von Produktionsbetrieben oder eine Volkswirtschaft zu verstehen). Das „Subjekt“ der Produktivität, sei es ein System oder ein Produktionsmittel, kann dabei entweder für sich allein oder in seiner Beziehung zu anderen Systemen oder Produktionsmitteln betrachtet werden; das ist es, wodurch sich physische und wirtschaftliche Produktivität voneinander unterscheiden. Schließlich können der Zähler und der Nenner der Produktivitätsrelation, jeder für sich, als Materie, Energie oder Geld, gegeben sein.

Aus diesen drei Unterscheidungsgründen ergeben sich folgende sinnvolle Produktivitätsbegriffe:

- Physische Produktivität eines Produktionsmittels,
ausgedrückt in Materie, Energie oder Materie und Energie.
- Physische Produktivität eines Systems,
ausgedrückt in Materie, Energie oder Materie und Energie.
- Wirtschaftliche Produktivität eines Produktionsmittels,
ausgedrückt in Materie, Geld oder Materie und Geld.
- Wirtschaftliche Produktivität eines Systems,
ausgedrückt in Geld oder Energie.

Wir werden uns hier nur mit der Produktivität einer Volkswirtschaft befassen.

Bekanntlich läßt sich weder die physische noch die wirtschaftliche Produktivität einer Volkswirtschaft in Materie ausdrücken. Die physische Produktivität einer Volkswirtschaft in Energie wird gemessen durch den Wirkungsgrad, mit dem das System die primäre Energie in nutzbare Energie verwandelt, d. h. durch den Quotienten.

$$\begin{array}{l} \text{Physische Produktivität der} \\ \text{Volkswirtschaft} \end{array} = \frac{\text{Nutzbare Energie}}{\text{Primäre Energie}}$$

(Gleichung 6)

Es ist nicht möglich, in ähnlicher Weise die in Geld gedachte wirtschaftliche Produktivität einer Volkswirtschaft als Verhältnis zweier Geldwerte auszudrücken. Der Zähler des Quotienten wäre vorhanden: man könnte das Gesamtnettoprodukt — das Volkseinkommen, das Sozialprodukt — in Geld dafür nehmen. Es gibt aber nichts, was als Nenner dienen könnte. Volksvermögen (Kapital) und Bevölkerung (Arbeit) lassen sich nicht addieren. Das Gesamtbruttoprodukt in Geld — der gesamte Bruttoproduktionswert — eignet sich auch nicht dazu, weil dann das Maß der Produktivität, d. h. der Quotient

$$\begin{array}{l} \text{Nettoproduktquote der} \\ \text{Volkswirtschaft} \end{array} = \frac{\text{Gesamtbruttoprodukt}}{\text{Gesamtnettoprodukt}}$$

(Gleichung 7)

von der vertikalen Integration der Produktion abhängig sein wird. Unter gewissen Bedingungen läßt sich die Veränderung der in Geld gedachten Produktivität einer Volkswirtschaft mit Hilfe eines Gesamtindex der Einsatzkoeffizienten für alle Produktionsmittel und alle Produktionsbetriebe messen. Auf diese Frage können wir hier leider nicht näher eingehen.

Hingegen ist die wirtschaftliche Produktivität einer Volkswirtschaft in Energie — wenigstens theoretisch — leicht bestimmbar. Da sich das Volkseinkommen aus dem Einsatz von primärer Energie ergibt, gelten die Beziehungen

$$\frac{\text{Wirtschaftliche Produktivität der Volkswirtschaft}}{\text{Primäre Energie}} = \frac{\text{Volkseinkommen}}{\text{Primäre Energie}}$$

(Gleichung 8)

und

$$\text{Volkseinkommen} = \text{Primäre Energie} \times \frac{\text{Wirtschaftliche Produktivität der Volkswirtschaft}}{\text{Primäre Energie}}$$

(Gleichung 9)

Man kann das Volkseinkommen als die Differenz zwischen dem Gesamteinsatz von nutzbarer Energie und dem Einsatz von nutzbarer Energie für Erhaltung definieren. Daher können wir in Übereinstimmung mit Gleichung 3 schreiben

$$\frac{\text{Nutzbare Energie für Endverbrauch und Wachstum}}{\text{Primäre Energie}} = \frac{\text{Gesamte nutzbare Energie}}{\text{Primäre Energie}} - \frac{\text{Nutzbare Energie für Erhaltung}}{\text{Primäre Energie}}$$

(Gleichung 10)

Wenn wir den Quotienten $\frac{\text{Nutzbare Energie für Erhaltung}}{\text{Primäre Energie}}$

„Nettoerhaltungsquote“ nennen, läßt sich aus Gleichung 10 die Beziehung zwischen den drei Grundbegriffen der energetischen Analyse der Produktivität ableiten. Unter Berücksichtigung von Gleichung 6 haben wir für eine Volkswirtschaft

$$\text{Wirtschaftliche Produktivität} = \text{Physische Produktivität} - \text{Nettoerhaltungsquote}$$

(Gleichung 11)

Damit gelangen wir zu einem wichtigen Ergebnis. Denn Gleichungen 9 und 11 lassen sich in die Gleichung

$$\text{Volkseinkommen} = \text{Primäre (Physische Produktivität — Nettoerhaltungsquote) Energie}$$

vereinigen, die den wahren Zusammenhang zwischen Volkseinkommen und physischer Produktivität ans Licht bringt. Es geht aus der letzten Gleichung klar hervor, daß man das Volkseinkommen auf drei

verschiedene Weisen vergrößern kann: indem man die Produktion von primärer Energie steigert, den Wirkungsgrad der Energiewandlungen verbessert oder die Nettoerhaltungsquote verringert. Selbstverständlich wird jede Kombination dieser Maßnahmen in stärkerem Maße in dieselbe Richtung wirken.

Der Endverbrauch — die letzte Phase des volkswirtschaftlichen Produktionsprozesses — wird von einem anderen Prozeß begleitet, der im Menschen selbst stattfindet: das ist die „Produktion von Nutzen“, die in einer physischen und mehreren physiologisch-psychischen Phasen verläuft. Die Konsumgüter — die direkten Dienste und die Nahrungsmittel — befriedigen die individuellen Bedürfnisse des Menschen unmittelbar und dadurch erzeugen sie Nutzen oder — in der Sprache von Gossen ausgedrückt — rufen sie in uns Genüsse hervor. Beide Arten von Konsumgütern, sowohl die direkten Dienste als auch die Nahrungsmittel, stellen verschiedene Formen von Energie dar. Da die nutzbare Energie der Konsumgüter aus primärer Energie gewonnen wird, kann man ganz allgemein sagen, daß die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen von dem Bestreben beherrscht wird, aus einer gegebenen Menge — primärer oder nutzbarer — Energie ein Maximum von Nutzen zu erhalten oder eine bestimmte Menge Nutzen mit einem Minimum von Energie zu erzeugen³. Auf lange Sicht wird dies durch Steigerung der physischen Produktivität und durch Senkung der Nettoerhaltungsquote der Volkswirtschaft erreicht. Im täglichen Leben wird das Problem mit Hilfe des Preismechanismus gelöst, der auf dem Zusammenwirken der Preise und der Geldkosten der wirtschaftlichen Güter beruht.

Vom Standpunkt der Wirtschaftstheorie aus gesehen ist der Nutzen also ein Produkt unserer seelischen Tätigkeit, zu dessen Entstehung aber äußere und innere Zufuhr von Energie notwendig ist. In diesem Sinne ist der Nutzen eine mathematische Funktion der nutzbaren Energie, mit der der menschliche Organismus beim Konsumieren eines Gutes beliefert wird. Wenn Dienste konsumiert werden, ist als bestimmender Faktor die ganze Menge nutzbarer Energie zu betrachten, die in der Produktion des Dienstes verbraucht wird (also nicht nur jener Teil der Energiezufuhr, der als Reiz auf unsere Sinne einwirkt). Da-

³ Bereits einer der Gründer der Nationalökonomie — François Quesnay — lehrte: „La maxime d'obtenir la plus grande augmentation possible de jouissance par la plus grande diminution possible de dépenses est réglée par les lois souveraines et irréfragable de l'ordre physique le plus avantageux aux hommes réunis en société“ (siehe „Dialogue sur les travaux des artisans“, in Les Physiocrates, herausgegeben von Eugène Daire, Paris, 1846).

mit wird nicht behauptet, daß Nutzen und Energie in einem festen Verhältnis zueinander stehen, so daß das eine Ding als Maß des anderen dienen kann. Es wird lediglich festgestellt, daß jeder Menge nutzbarer Energie, die im Nahrungskonsum oder im Konsum der direkten Dienste verbraucht wird, eine gewisse Menge Nutzen entspricht, die durch das Wesen des Bedürfnisses, durch seine Bedeutung für das Individuum und durch den Grad seiner Befriedigung zu Beginn der jeweiligen Konsumeriode bestimmt wird. Die Funktion, die diese Beziehung beschreibt, kann die *energetische Nutzenfunktion* genannt werden. Demnach ist der *soziale Nutzen*, d. h. der Nutzen aller Individuen von allen Konsumgütern im Rahmen der Volkswirtschaft (das, was die Angelsachsen „social utility“ oder „social welfare“ nennen), eine Funktion der nutzbaren Energie, die den Energieinhalt der in der Volkswirtschaft verbrauchten direkten Dienste und Nahrungsmittel bildet. Wenn die Nahrungsmittel als Produktionsgüter betrachtet werden, beschränkt sich der soziale Nutzen auf die Genüsse, die wir vom Volkseinkommen erhalten, seine Größe wird dann nur von der nutzbaren Energie der direkten Dienste abhängig sein.

Da hier die seelische Tätigkeit des Menschen zur Energieversorgung der Gesellschaft in Beziehung gesetzt wird, könnte die energetische Betrachtung des wirtschaftlichen Geschehens Anlaß geben, von einer Erniedrigung der menschlichen Psyche, von einer Verneinung der ethischen und ästhetischen Werte des Lebens zu sprechen. Dies wäre aber ein großer Irrtum. Denn mit der Ergründung der physischen Bedingtheit des seelischen Lebens werden die sittlichen und die philosophischen Probleme der Menschheit nicht berührt oder mindestens nicht zur Diskussion gestellt. Das müßte den Nationalökonomien, die nur mit dem Tauschwert der Dinge arbeiten, besonders klar sein. Wenn unser Geist keinen Anstoß daran nimmt, den Begriff des Geldes und den Begriff der Materie in der Wirtschaftswissenschaft zu gebrauchen, warum soll der Begriff der Energie mit dem wirtschaftstheoretischen Denken ethisch oder ästhetisch unvereinbar sein? Es wäre ebenso wenig begründet, der Nationalökonomie in dem einen Fall vorzuwerfen, sie huldige dem Materialismus, wie in dem anderen, sie huldige dem Mechanismus.

Aber nicht nur in der Richtung „Energie“, sondern auch in der Richtung „Nutzen“ hat der Gedanke von der energetischen Nutzenfunktion Vorurteile zu überwinden. Wenn die menschliche Bedürfnisbefriedigung als „Nutzenerzeugung“ — als Genießen — aufgefaßt wird, so erweckt dies den Eindruck, als ob der Analyse eine hedonistische Philosophie zugrunde läge. Abgesehen davon, daß es sich

beim Genießen nicht nur um körperliche, sondern auch um geistige Bedürfnisse handeln kann, ist hervorzuheben, daß das Genießen, das durch den Konsum von wirtschaftlichen Gütern ermöglicht wird, keineswegs die einzige Quelle menschlichen Glücks ist. Unsere höchsten Freuden bestehen sogar darin, auf Konsum von wirtschaftlichen Gütern und auf Genießen zu verzichten. Das geschieht, wenn wir von dem Gefühl der Liebe geleitet werden.

„Technisch“ gesprochen, bestimmen die sittliche Gesinnung und die Lebensphilosophie des Individuums — im Verein mit seiner physiologischen Beschaffenheit — die Parameter seiner energetischen Nutzenfunktion, d. h. die Bedeutung der einzelnen Bedürfnisse und die Empfindsamkeitskoeffizienten — die „technischen Koeffizienten der Produktion“. Allem Anschein nach handelt es sich um logarithmische Funktionen, die mit den Weber-Fednerschen Funktionen der Psychologie verwandt sind. Man darf annehmen, daß das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses, das das organische Wachstum und die wirtschaftliche Produktion beherrscht, auch in der Produktion von Nutzen — im Genießen — Anwendung findet. Unter gewissen Annahmen deckt sich der erste Gossensche Satz mit Mitscherlichs Formel dieses Gesetzes.

Der energetischen Betrachtungsweise verdanken wir neue Methoden zur Messung des wirtschaftlichen Wachstums und der wirtschaftlichen Macht eines Landes. An anderer Stelle wurde diese Anwendung des Energiebegriffes in der empirischen Forschung bereits besprochen⁴. Mehr darüber ist in einer Arbeit enthalten, die demnächst in „Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik“ erscheinen wird.

Es dürfte klar geworden sein, daß die Theorie der energetischen Betrachtung des wirtschaftlichen Geschehens nicht die Aufgabe hat, den Inhalt der Nationalökonomie zu ändern. Daran ist nicht zu denken, weil die Energiewertlehre mit den „Zellen“ der Volkswirtschaft — den Produktionseinheiten und den Individuen — nichts zu tun hat. Das Zusammenwirken der „Zellen“ ist der Gegenstand der Theorien, die sich mit dem Tauschwert der Güter befassen und sozusagen die „Zitadelle“ der Nationalökonomie bilden. Die Aufgabe der Energiewertlehre besteht darin, unser Wissen in einer neuen Richtung zu erweitern.

Die energetische Betrachtungsweise enthüllt etwas, was bisher durch den Schleier des Geldes verdeckt war. In ihrem Lichte gesehen, erscheint das allgemeine wirtschaftliche Gleichgewicht als ein Gleich-

⁴ Siehe den Aufsatz, angegeben in Fußnote¹.

gewicht zwischen Energiebedarf und Energieversorgung. Zwei charakteristische Züge hat dieses energetische Gleichgewicht: es umfaßt eine Vielheit von Individuen und wird außerhalb des menschlichen Organismus erreicht. Die Begriffe „Preis“ und „Geld“, die in keiner anderen Wissenschaft außer der Nationalökonomie zu finden sind, verdanken gerade diesem Sachverhalt ihre Entstehung und ihre Bedeutung: sie sind die Werkzeuge, durch die in einer menschlichen Gesellschaft, in der Arbeitsteilung herrscht, der größte Nutzeffekt der verfügbaren Energie erzielt wird.

Die Tatsache, daß sie mit energetischen Gleichgewichten zu tun hat, verbindet die Nationalökonomie mit der Biologie und der Physik. Die Physik, zusammen mit der Chemie, untersucht die Struktur der Energie und die Gesetze ihrer Wandlung. Die Biologie untersucht die energetischen Gleichgewichte, die die Individuen, einzeln betrachtet, angehen und innerhalb des menschlichen Organismus erreicht werden. Demnach erscheint die Nationalökonomie als ein Bindeglied zwischen den Sozial- und den Naturwissenschaften.

Von den drei Wertbegriffen, auf denen die Nationalökonomie beruht — Tauschwert, Energiewert und Nutzwert — erweist sich der Energiewert als der älteste, wenn man nach ihrer theoretischen Ausbeutung urteilt. Diese Feststellung mag überraschend sein; für ihre Richtigkeit sprechen aber wichtige Gründe.

Die Physiokraten hatten schon die Begriffe Nutzwert bzw. Nutzen (*les jouissances*) und Tauschwert (*valeur venale*), doch befaßten sie sich nicht mit ihrer Problematik. Sie bauten ihre *Physique Sociale* auf dem Gedanken auf, daß die Natur — der Boden — die einzige Quelle des menschlichen Wohlstandes ist. Das „Schöpferische“ im Boden ist aber die freie Energie der Ernte. Die Frühklassiker stellten den Tauschwert (*value in exchange*) in den Vordergrund, hielten aber den Energiewert (*real value*, gemessen in menschlicher Arbeit) in Ehren. Für den Nutzwert (*value in use*) und sein Korrelat, den Nutzen (*utility*), hatten sie wenig Interesse. Die Spätklassiker setzten den subjektiven Wert in seine Rechte ein und betrachteten ihn als dem objektiven Wert (Preis, Tauschwert der Gütereinheit) ebenbürtig. Des Energiewertes waren sie sich nur in der Form der „ursprünglichen Produktionsfaktoren“ — Land und menschliche Arbeit — bewußt. Es ist an der Zeit, dem Begriff des Energiewertes den ihm gebührenden Platz in der Nationalökonomie einzuräumen.