J. Martienez-Alier, Frank Beckenbach

Beiträge zur ökologischen Ökonomie

Schriftenreihe des IÖW 19/88

i | ö | w
INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Schriftenreihe des IöW 19/88

J.Martinez-Alier

Frank Beckenbach

BEITRÄGE ZUR ÖKOLOGISCHEN ÖKONOMIE

Berlin 1988

ISBN 3-926930-19-5

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH

Die aktuellen und zukünftigen Probleme der Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik werden nur auf dem Weg der systematischen Verknüpfung ökonomischen, ökologischen und sozialwissenschaftlichen Sachverstands zu bewältigen sein.
Daraus folgt ein wachsender Bedarf an innovativer, ergebnisorientierter Forschung, an interdisziplinärer Theoriebildung und Politikberatung. Mit diesem Verständnis akquiriert das IÖW Forschungsprojekte und Gutachten, veranstaltet Fachtagungen und veröffentlicht die Ergebnisse seiner Arbeit in einem regelmäßig erscheinenden "Informationsdienst" sowie der institutseigenen Schriftenreihe.

Inhaltsverzeichnis

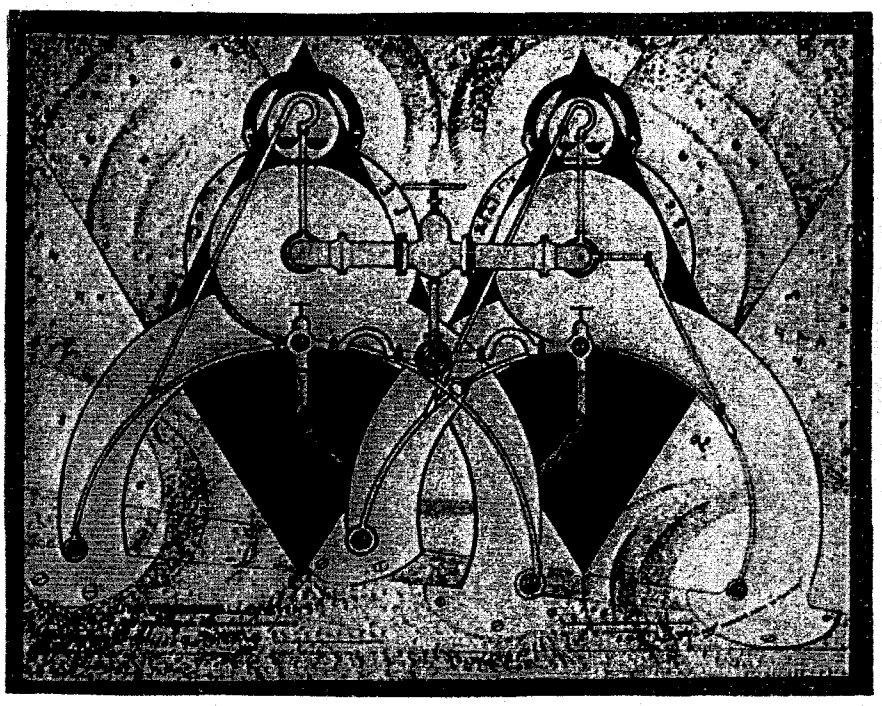
JUAN MARTINEZ-ALIER: ELEMENTE EINER GESCHICHTE DER ÖKOLOGISCHEN ÖKONOMIE

Zusammenfassung....2
1. Einleitung....3
2. Methodologischer Individualismus und die gegenwärtige Bewertung der Zukunftsnachfrage: Allokation ohne Transaktionen....4
3. Jevons....6
4. L.C.Gray, John Ise und die amerikanische Conservation-Bewegung....8
5. Landwirtschaftliche Energielehre....9
6. Ökonomie und das Studium des Energieflusses....21
7. Max Weber und Wilhelm Ostwald....27
Literatur....30

FRANK BECKENBACH: ÖKOLOGISCHE ÖKONOMIE ALS KRITIK DER FACHÖKONOMIE
Bemerkungen zur Theorie erschöpfbarer Ressourcen und ihrer Interpretation durch Martinez-Alier

Zusammenfassung....34
1. Die theoriegeschichtliche Rekonstruktion des Projekts einer ökologischen Ökonomie durch Martinez-Alier....35
2. Das 'moderne' Ökologieproblem....36
3. Die Theorie der "Allokation erschöpfbarer Ressourcen"
   3.1 Von der Klassik zu Jevons....38
   3.2 Von Jevons zu den Vorläufern der Allokationstheorie....41
   3.3 Von Hotelling zur wohlfahrts- und wachstumstheoretischen Verallgemeinerung....44
4. Die Unangemessenheit der Allokationstheorie für die Behandlung des 'modernen' Ökologieproblems....47
5. Von der Allokationstheorie zur Reproduktionstheorie
   5.1 Kritik der 'laboristischen' Energietheorie....49
   5.2 Desiderata einer ökologischen Ökonomie....51
Literatur....54

JUAN MARTINEZ-ALIER: ELEMENTE EINER GESCHICHTE DER ÖKOLOGISCHEN ÖKONOMIE[1]



Robert Michel,Monsieur Adam et Mme.Eve,1920

Zusammenfassung

Entgegen der Vorstellung, daß das Wissen um die Begrenztheit der natürlichen Ressourcen erst im Gefolge der sogenannten "Energiekrise" Anfang der 7oer Jahre entstanden sei, zeigt diese Abhandlung, daß es nunmehr schon seit gut einem Jahrhundert eine wissenschaftliche Diskussion um die wirtschaftliche Bedeutung von begrenzten Energieressourcen gibt. Zunächst wird die Problematik der Behandlung dieses Themas aus der Perspektive des heute dominierenden 'methodologischen Individualismus' und dessen theoriegeschichtliche Genese von Jevons über Gray, Ise und die amerikanische Conservation-Bewegung verdeutlicht. Eine andere Entwicklungslinie stellt die vorwiegend am Beispiel der Agrikultur exemplifizierte energiebezogene Input-/Outputbetrachtung dar. Die diesbezüglichen frühen Beiträge von Podolinsky und Sacher, aber auch von Liebig und Soddy werden ausführlch gewürdigt. Dargestellt werden auch die daraus insbesondere von Geddes und Pfaundler gezogenen kritischen Konsequenzen für die (Fach-)Ökonomie. Die abschließend behandelte Kontroverse zwischen M. Weber und W. Ostwald wirft die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen des interdisziplinären Projekts der ökologischen Ökonomie auf.

[1] Unterstützung von Dr. Klaus Schlüpmann möchte ich dankbar anerkennen. Dieser Artikel wurde zuerst auf einem in Stockholm im Mai 1986 veranstalteten Meeting vorgetragen, das von Ann-Mari Jansson vom Askö Laboratory und vom Vienna Centre of the International Social Science Council organisiert wurde. Sein Inhalt wurde später in das Buch des Autors mit dem Titel "**Ecological Economics**" (1987) übernommen.

1. Einleitung

Obwohl die Beschäftigung mit der Energie in der Ökonomie jüngeren Datums zu sein scheint - was manche Leser auf die Ölkrise 1973 zurückführen mögen und andere, besser informierte Leser mit GEORGESCU-ROEGEN, "The Entropy Law and the Economic Process" (1971) in Verbindung bringen würden - gibt es doch faktisch eine lange Geschichte der ökonomischen Analyse von einem energietheoretischen und ökologischen Standpunkt aus.

Gegenstand der Ökologie ist der Energiefluß und der Kreislauf der Materie in Ökosystemen. Wohlwissend um die Einwände von Georgescu-Roegen gegen das Energiedogma*, möchte ich mich in diesem Papier nichtsdestoweniger mit dem Energiefluß beschäftigen, der ein vereinheitlichendes Prinzip in der ökologischen Analyse ebenso wie in der ökonomischen Analyse vom ökologischen Standpunkt aus darstellt. Die Autoren, die in diesem Papier betrachtet werden, ob nun Ökonomen oder nicht, haben bereits zwischen 186o und 191o über Angebot und Nachfrage von Energie in menschlichen Gesellschaften geschrieben, obwohl sie sich selten mit Energiepreisen beschäftigt haben. Sie haben die Beziehungen zwischen der Ökonomie und dem Energiefluß studiert. 'Ökonomie' ist hier (sozusagen taktisch) definiert als die Untersuchung der menschlichen Allokation knapper Ressourcen für alternative Zwecke, und daher ist der hier direkt relevante Teil der Ökonomie die Ökonmoie erschöpfbarer Ressourcen.

Obwohl "der Beginn des Einflusses, den das zweite Gesetz der Thermodynamik in der ökologischen Theorie haben sollte" von E.P. ODUM(1968, S.15) nur bis Lotka (1925) zurückverfolgt wurde, begann die Beschäftigung mit dem Energiefluß und der Energieeffizienz früher, wenn auch daraus keine akademische Disziplin wurde. Es ist nicht erstaunlich, daß eine an Ideen, Kontroversen und persönlichen Unzulänglichkeiten reiche Vergangenheit in Vergessenheit geraten ist. Allzu oft ist dies der Fall in der Geschichte der Disziplinen, bevor sie schließlich eine akademische Nische finden - wovon allerdings im Falle der ökologischen Ökonomie noch keine Rede sein kann trotz der Beiträge von JEVONS (1895), PODOLINSKY (188o), Edouard SACHER (1881), Patrick GEDDES (1884), Leopold PFAUNDLER (19o2), Josef POPPER-LYNKEUS (1912), Wilhelm OSTWALD und Max WEBER (19o9), Frederick SODDY (1922) usw. Die Arbeiten, die in diesem Papier vorgestellt werden (von denen einige vor über hundert Jahren veröffentlicht wurden), fußen auf der Berechnung von Energieinputs und -outputs; sie interpretieren ökonomische Geschichte als Wechsel von Energienutzungsmustern und stellen ebenso die Frage einer Verteilung erschöpfbarer Energieressourcen zwischen den Generationen.

Die besten empirischen Arbeiten auf dem Gebiet der Energieökonomie wurden in den 5oer, 6oer und 7oer Jahren von Nichtökonomen erstellt (COTRELL 1955, RAPPAPORT 1967, ODUM 1971, PIEMENTEL 1973, LEACH 1975, CHAPMAN 1975, FOLEY 1976). Ihre Studien zum Energiefluß legten nahe, daß es nicht länger angemessen wäre, das ökonomische Wachstum auszudrücken in der wegen des technischen Fortschritts ansteigenden Produktivität der Landwirtschaft, die Arbeitskräfte für andere Sektoren der Volkswirtschaft freisetzt. Dies sollte jedoch nicht bedeuten, daß ein neues Kriterium für die

*Unter "Energiedogma" wird im Anschluß an eine entsprechende Formulierung von Georgescu-Roegen verstanden, daß Materie nicht knapp werden kann insofern ausreichend Energie vorhanden ist (Anmerkung des Übers.)

kulturprodukten hängt oft von ihrem Protein- oder Vitamingehalt ab oder einfach vom Vergnügen, das es bereitet, sie zu essen oder zu trinken.

Das sich durch die Verwendung von Öl in der Agrikultur ergebende Wachstum der Produktivität wurde auf Basis der jeweiligen Ölpreise berechnet. Dieser Zuwachs könnte sich allerdings als fiktiv erweisen, wenn der Wert des Öls für zukünftige Generationen angemessen berücksichtigt würde. Für den Ökonomen mag dies die Frage der intergenerationalen Wertzumessung bezüglich der Vorräte an Öl und anderen erschöpfbaren Ressourcen begründen, um dann eine akzeptable oder sogar optimale Abbaurate für dieselben nachzuweisen. Derartige Überlegungen beziehen sich gewöhnlich auf die von Hotelling (1931) aufgestellte Regel, die die Differenz zwischen dem gegenwärtig und zukünftig möglichen Nettoertrag mit der Zinsrate vergleicht, die durch den gegenwärtigen Verkauf und die Investition des Erlöses erzielt werden kann.

2. Methodologischer Individualismus und die gegenwärtige Bewertung der Zukunftsnachfrage: Allokation ohne Transaktionen

Wenn wir einen Teil der Weizenernte als Saatgut separieren, hat die Verwendung des Rests (sei es als Lebensmittel, sei es als Ausschuß) keinen Einfluß auf die Ernte des nächsten Jahres, vorausgesetzt, es ist genügend Nahrung für den Landwirt vorhanden. Ein Barrel heute verbrauchten Öls ist jedoch ein Barrel weniger verfügbares Öl in der Zukunft. Dies kann nicht ausgeglichen werden. Dagegen scheint eine aus der Erde gewonnene Tonne Bauxit, die in Aluminium verwandelt wird, die zukünftigen Verfügungsmöglichkeiten nicht zu vermindern, da Aluminium rezykliert werden kann. Die Erschöpfbarkeit kann nicht unabhängig von der Betrachtung des Gesetzes der Erhaltung (und Dissipation) von Energie und Masse diskutiert werden. Nehmen wir einige Ressourcen als erschöpfbar an (einschließlich materieller Ressourcen, da wir bereits vor dem 'Energiedogma' gewarnt haben) und betrachten wir, wie die ökonomische Theorie deren Allokation zwischen den Generationen behandelt.

In der ökonomischen Theorie spielen Preise die Rolle von Signalen für die Allokation von knappen Mitteln auf alternative Zwecke. Wenn wir die Verwendung erschöpfbarer Ressourcen durch zukünftige Generationen einbeziehen, dann werden ihre Preise durch die gegenwärtigen Erwartungen in Bezug auf die Entwicklung der zukünftigen Technik und Nachfrage beeinflußt. Wenn z. B. die Wirtschaftssubjekte erwarten, daß die Produktionstechniken sich nicht verändern werden, daß die Bevölkerung stabil bleiben wird, und daß die Präferenzen sich nicht ändern werden, dann könnten wir annehmen, daß die Preise für eine gleichmäßige Allokation erschöpfbarer Ressourcen zwischen den Generationen sorgen würden. Wir haben dabei jedoch nicht nur einige umstrittene Annahmen eingeführt (einschließlich einer Schätzung darüber, wieviele Generatioen es geben wird), sondern auch ein moralisches Prinzip: nämlich eine gleiche Gewichtung für die Nachfrage aller künftigen Generationen. Die ökonomische Theorie verabscheut moralische Prinzipien. Was immer die moralischen Prinzipien der Individuen sein mögen, sie beschränkt sich auf die Allokation von Ressourcen, die sich aus Transaktionen von Individuen ergeben. Die entscheidende Frage ist aber, ob das Problem der intergenerationalen Allokation von erschöpfbaren Ressourcen ein Argument gegen diesen methodologischen Individualismus in der ökonomischen Theorie liefert.

In den Spielen der Spieltheorie (wie etwa dem 'Küken- oder Gefangenendilemma') kann das Eigeninteresse schreckliche Resultate für alle Beteiligten produzieren in einer Weise, die dem Wirken der 'unsichtbaren Hand' entgegengesetzt ist. Die moderne ökonomische Theorie operiert daher nicht mit dem Stereotyp des **homo oeconomicus** und schließt altruistische Motive nicht aus. Aber sie betrachtet die Präferenzen der Individuen als gegeben. Der Ökonom nimmt die subjektiven unergründlichen Bewertungen des Individuums als die einzigen ihm oder ihr zukommenden objektiven Daten.

Wenn wir von erschöpfbaren Ressourcen handeln, bringt das methodische Prinzip, daß die Allokation der Ressourcen den Präferenzen der Wirtschaftssubjekte entsprechen soll, eine **ontologische Schwierigkeit** mit sich: viele der relevanten Wirtschaftssubjekte sind noch nicht geboren und können ihre Präferenzen daher nicht ausdrücken.

Diese Frage stellt sich nicht nur bei der Betrachtung der intertemporalen Allokation erschöpfbarer Ressourcen, sondern auch in der Wachstumsökonomie. In der Wachstumstheorie mag der Ökonom den moralischen Luxus zugestehen, die Zukunft nicht zu diskontieren, um dadurch die egalitären Konseqenzen zu vermeiden, die eine Diskontrate von Null für die Allokation erschöpfbarer Ressourcen beinhaltet. In den Worten von Ramsey ausgedrückt: "Wir diskontieren nicht spätere Vergnügungen im Vergleich zu früheren, eine Praxis, die ethisch nicht zu rechtfertigen ist und die nur von der Schwäche unserer Vorstellungskraft herrührt." (RAMSEY 1928, S.543) Was Ramsey hervorhob war, daß selbst ohne die Abdiskontierung der Zukunft (oder der Überbewertung der Gegenwart), das Opfer, das von der gegenwärtigen Generation verlangt würde (in Gestalt der Reduktion des Konsums zugunsten der Investition), beschränkt wäre, vorausgesetzt, wir nehmen **überhaupt** ein Wachstum im Pro-Kopf-Konsum an: dies gilt wegen des Prinzips des sinkenden Grenznutzens. Ökonomisches Wachstum als Folge der gegenwärtigen Ersparnis wird die Zukunft prosperierender und daher das "marginale spätere Vergnügen" niedriger als das heutige machen.

In den meisten ökonomischen Wachstumsmodellen wird Ramseys Gebot nicht befolgt. Das gegenwärtige, durch ein Anwachsen der Investitionen bedingte, Konsumopfer wird mit dem gegenwärtigen, **abdiskontierten** Wert des zukünftigen Konsumzuwachses - der sich als Folge der gegenwärtigen Zusatzinvestition ergibt - verglichen. Es wird sowohl eine strahlendere Zukunft angenommen als auch ihr Gegenwartswert abdiskontiert. Sind wir jedoch nicht in der Welt der ökonomischen Wachstumstheorie, sondern in der Welt der Theorie der erschöpfbaren Ressourcen, dann wissen wir nicht, ob die Zukunft prosperierender als die Gegenwart sein wird oder nicht. In der Tat - statt eine prosperierende Zukunft annehmen zu können, sind wir in der umgekehrten Situation: eine hohe Diskontrate bedeutet rascheren Abbau und daher eine weniger prosperierende Zukunft.

Man könnte versuchen, der ethischen Voraussetzung durch die Forderung zu entgehen, daß die Diskontrate (ob hoch oder niedrig, ob Null oder sogar negativ) das Ausmaß der Präferenzen der ökonomischen Subjekte für die Gegenwart gegenüber der Zukunft offenbart. Dies ist sicherlich keine Frage der Ethik, aber annahmegemäß der Empfindungsfähigkeit. Stellen wir uns vor, daß ein Teil der Menschheit gleichgültig gegenüber der extremen Armut (ausgedrückt z.B. als sehr niedriges Niveau des körperinternen und -externen Energiekonsums) eines anderen Teils derselben ist. Wenn die Reichen sich nicht um die Armen kümmern, warum sollen sie sich dann um noch nicht geborene Leute kümmern? "Was ist in der Vergangenheit denn für uns

getan worden?" - Es gibt zwischen diesen beiden Fällen jedoch eine wesentliche Differenz: die Armen von heute können sich auf dem Markt artikulieren, wenn sie Geld oder etwas zu verkaufen haben; die Armen (oder möglicherweise Reichen) von 'morgen' können sich auf dem gegenwärtigen Markt nicht artikulieren. Wir ordnen ihrer zukünftigen Nachfrage einfach einen Wert zu. Sie selbst können ihre Präferenzen nicht offenbaren.

Orientiert an einem utilitaristischen Kalkül mögen die gegenwärtig Reichen, um eine Revolution zu vermeiden, allen ihren Zeitgenossen einen ausreichenden Lebensunterhalt zugestehen, insbesondere, wenn sie innnerhalb desselben Staates leben. Aber sie werden sich durch eine Revolution derjenigen, die erst in Zukunft geboren werden, nicht bedroht fühlen.

Eine Möglichkeit der Vertiefung dieser Thematik könnte darin bestehen, daß wir einen Essay über Moralphilosophie bzw. Tugendlehre schreiben oder - noch fruchtbarer - eine Untersuchung zur Sozialverteilung verschiedener moralischer Bewertungen von inter- und intragenerationaler Gleichheit (hängt sie von der Klassenzugehörigkeit, dem Einkommensniveau, dem Alter, der Nationalität, der Religion, dem Geschlecht, ab?). In der Tat muß der ökonomische Theoretiker, um die historisch-geografische Allokation erschöpfbarer Ressourcen auf alternative Zwecke zu erklären (was den größten Teil der ökonomischen Geschichte der letzten zwei Jahrhunderte ausmacht), zwar nicht ein Moralist, wohl aber ein Soziologe und Historiker der Ethik werden.

Ökonomen sollten auch die Geschichte von Wissenschaft und Technologie studieren, da die Wirtschaftssubjekte ihre Vorstellungen bezüglich des technischen Wandels aus dieser Geschichte beziehen (woher sonst?). Sollten bspw. die Wirtschaftssubjekte glauben, daß "es bald neue Energiequellen geben wird" - was die Gesamtheit der Transaktionen und Preise beeinflussen wird -, dann sollte der Ökonom die soziale Herkunft dieser Vermutung klären. Lange Zeit gab es keine Antwort auf die außerhalb (und in einigen Fällen auch innerhalb) der Fachdisziplin artikulierten Warnungen, daß die ökonomische Theorie die Erschöpfbarkeit mancher Ressourcen vergessen würde. Prinzipiell beschäftigt sich die Ökonomie weder mit den physikalischen Merkmalen von Gütern noch mit der Herkunft der Meinungen der Wirtschaftssubjekte. Anstatt daher die Ursachen der historisch-geografischen Allokation auf alternative Verwendungen zu behandeln, wird die Ökonomie zur puren Chrematistik oder Katallaktik**, die die am Markt umgesetzten Preise und Mengen thematisiert.

3. Jevons

Nehmen wir an, Jevons(1835-1882) hätte in seiner Abhandlung **'The Coal Question'**(1865) eine Analyse vorgelegt, in der der Grenznutzen der Kohle für alle (oder für eine gewisse Anzahl) künftiger Generationen ausgeglichen wird, sodaß der Gesamtnutzen eines gegebenen Kohlevorrats maximiert wird. Unabhängig von den notwendigen Annahmen über Zukunftspräferenzen, -techniken und -kosten, ist es wahrscheinlich, daß Jevons den Nutzen, den die Kohle künftigen Generationen stiften würde, auf den Gegenwartswert abdiskontiert hätte. Jevons war nicht ganz davon überzeugt, daß es in Zukunft große Entdeckungen von Energieressourcen geben würde, und glaubte

** 'Chrematistik' bezeichnet in der aristotelischen Wirtschaftslehre das auf den Erwerb durch Tausch zielende Wirtschaften (im Unterschied zur Hauswirtschaft). Der Begriff 'Katallaktik' ist von R. Whately geprägt worden und steht für die abstrakte Behandlung von Ökonomien , die durch Tausch konstituiert werden (im Gegensatz zur Orientierung an Gütern bzw. wealth in der Klassik).(Anmerkung des Übers.)

daher nicht, daß die Zukunft notwendigerweise prosperierender als die Gegenwart sein würde. Aber er verfügte schon über eine Zinstheorie, die auf individuelle Zeitpräferenzen gegründet war:den ökonomischen Agenten wurde die Ansicht unterstellt, daß eine zukünftige Konsumeinheit weniger wertvoll als eine gegenwärtige Konsumeinheit sein würde - und dies nicht wegen einer properierenden Zukunft, sondern wegen subjektiver Zeitpräferenzen.

Jevons glaubte, daß unter der Voraussetzung eines Anwachsens der Kohleförderung in Großbritannien mit derselben Rate und bei Berücksichtigung der größeren thermodynamischen Effizienz jeder neuen Generation von Dampfmaschinen (die die Wettbewerbsfähigkeit der Kohle gegenüber anderen Brennstoffen verbessern würde) die britischen Kohlefelder für eine Aufrechterhaltung der Produktion über das Ende des Jahrhunderts hinaus nicht ausreichen würden. Jevons, der, schon bevor er in Manchester lebte, Kontakt mit dem Owen College hatte (wo sein Vetter, der Chemiker Henry E. Roscoe, lehrte) muß Joule und William Thompson dem Namen nach von Jugend an gekannt haben. Mit Joule(1818-1889) hatte er später persönlichen Kontakt. Jevons schrieb, daß andere Länder von dem regulären jährlichen Ernteeinkommen leben, während Großbritanien von seinem Kapital lebte, ein Kapital, das keine Zinsen bringen würde, da, einmal in Wärme, Licht und Kraft verwandelt, es für immer verschwinden würde (JEVONS 1865, S.3o7). Trotz des zweiten Gesetzes (der Thermodynamik - der Übers.) zog er jedoch in Erwägung, daß Energie irgendwie rezyklierbar sein könnte. In seinen **Principles of Science** (3.Ausg.1879, S.791) fragte er, ob Rankine Recht haben könnte mit dem Vorschlag, daß das Universum eine Grenze haben könnte, jenseits derer nur eine leerer Raum existierte. Wärmewellen können sich durch den ganzen Äther bewegen, und wenn die Grenze erreicht ist, würden sie zurückreflektiert und konzentriert. Diese bemerkenswerte Spekulation (die auch Helmholtz vorgebracht hat, vergl. HARMANN 1982, S.68) zielte mehr darauf, den Pessimismus über den Hitzetod des Universums zu beseitigen, als darauf, der Menschheit eine konstante Energieversorgung zu sichern. Sie zeigt jedoch, daß sich Jevons des zweiten Gesetzes bewußt war, indem er mit Rankines Begriffen William Thompsons (d.h. Lord Kelvins) "universale Tendenz in der Natur zur Dissipation mechanischer Energie" zu bekämpfen versuchte.

Jevons' Buch über die Kohle enthielt Voraussagen über den Verbrauch bis zum Ende des Jahrhunderts. Er schrieb das Buch im Verlaufe eines einzigen Sommers, offensichtlich als Versuch, Aufsehen zu erregen und in der Absicht, eine Stelle als Dozent zu erhalten. Die unmittelbare Rezeption des Buches war bemerkenswert. Gladstone schrieb, daß er in ihm ein ausgezeichnetes Argument gegen die öffentliche Schuld fand. John Stuart Mill hat es im Parlament erwähnt. John Herschel (1792-1871), der lange Jevons in seiner Karriere unterstützt hatte, schrieb, "daß wir unsere Ressourcen aufbrauchen und unseren nationalen Reichtum aufzehren mit einer hohen und steigenden Rate und daher wird eines unschönen Tages die Rechnung dafür präsentiert werden und auf diese Weise die Völker, die sich selbst zivilisiert nennen, aber in Wirklichkeit luxurierend und selbstsüchtig sind, (bloßstellen), jeden Artikel, den die Erde produziert, außerordentlich verschwende-

risch zu konsumieren. "(8.März 1866)[2] Herschel entschied sich dafür, Jevons' Buch als einen Angriff auf das Eigeninteresse (Egoismus) der gegenwärtigen Generation (reicher) Engländer zu interpretieren. Jevons selbst war gleichzeitig damit beschäftigt, die ökonomische Theorie als "Mechanik des Eigeninteresses" zu entwickeln. Sein erstes Papier über die Grenznutzentheorie erschien im Jahre 1862, bevor er die Coal Question schrieb. Es ist einfach, Herschel gegen Jevons auszuspielen: die "Mechanik des Selbstinteresses" produziert keine optimale Allokation der Ressourcen in der Zeit. Nichtsdestoweniger behandelte Jevons die 'Kohlefrage' nicht marginalistisch, d.h. er diskutierte nicht, welcher Zeitpfad des Preises der Kohle ihre Allokation in der Zeit dergestalt herstellt, daß ihre "Grenzrate des Nutzens" (ob nun diskontiert oder nicht) für alle Generationen gleich ist. Jevons fragte nicht danach, welchen Einfluß das 'Eigeninteressse' auf die Art und Weise des Abbaus haben würde. In seiner marginalistischen ökonomischen Theorie betrachtetete er die Nachfrage synchron und nicht in der Zeit. Obwohl er den Gebrauch von Öl im Verbrennungsmotor oder die Entdeckung der Radioaktivität am Ende des Jahrhunderts nicht vorhersah, hatte er gewisse Hoffnung bezüglich des "Recyclings" von Energie. Dies mag vielleicht erklären, warum er keine ökonomische Theorie der erschöpfbaren Ressourcen entwickelte, obwohl er mit seiner Zeitpräferenztheorie des Zinses über das theoretische Instrumentarium verfügte, um dies in nicht-egalitärer Weise zu tun.

4. L.C.Gray, John Ise und die amerikanische Conservation-Bewegung

In der Diskussion der intergenerationalen Verteilung der erschöpfbaren Ressourcen haben einige Ökonomen nicht Zuflucht genommen hinter der Hypothese einer strahlenden Zukunft oder hinter subjektiven Zeitpräferenzen. Lewis C.GRAY (geb.1881) war der erste Ökonom, der schrieb (1913, 1914), daß man zur Erklärung des zeitlichen Nutzungsmusters von erschöpfbaren Ressourcen annehmen könnte, daß die ökonomischen Agenten den erwarteten Preiszuwachs mit der Zinsrate (oder Diskontrate) vergleichen. Seine Artikel fielen (wie G.A.SMITH 1982 verdeutlicht hat) in die Zeit der Conservation-Bewegung in den USA während der Präsidentschaft von Roosevelt und Taft (HAYS 1959). Gray schrieb, daß eine strikte Conservation-Haltung einschließen würde, daß den gegenwärtigen und den künftigen Bedürfnissen gleiche Bedeutung beigemessen würde. Eine positive Diskontrate schien aber nötig, da andernfalls mit einer Nulldiskontrate die Nutzungsperiode der erschöpfbaren Ressourcen unendlich groß und ihr jährlicher Verbrauch unendlich klein werden würde. Dies war für ihn eine Absurdität. Der Ökonom jedoch konnte nicht eine besondere Diskontrate annehmen, bevor nicht Antworten auf folgende Fragen gefunden wurden: Was ist das Kriterium für die soziale Bewertung? Wie können wir den sozialen Wert des gegenwärtigen

[2] John Herschel, aus Cambridge kommend und ein Freund von Babbage, war ein entscheidender Organisator des britischen wissenschaftlichen Establishments. Leslie White (in FRIED 1959, S.142) würdigt ihn damit, daß er bereits 1833 in der ersten Ausgabe der "**Outlines of Astronomy**" bemenerkt hat, daß "die Sonnenstrahlen die letztendliche Quelle fast jeder Bewegung, die sich auf der Oberfläche der Erde abspielt, sind". Er korrespondierte mit Jevons auch über die Möglichkeit, die Gezeiten als eine Energiequelle zu nutzen, wobei er eher eine skeptische Position einnahm. John Herschels Vater war Sir William Herschel, der Astronom, dessen Untersuchungen aus dem Jahre 1800 über die Erwärmung der Haut durch die Benutzung von unterschiedlichen Farbfiltern für das Sonnenlicht als Beginn der Theorie der Wärmestrahlung angesehen wurden, und der erstmals die Beobachtung machte, daß es eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Sonnenflecken und der Bewegung der Kornpreise gibt (weil man dachte, daß Sonnenflecken Zuwachs an Wärme und Zuwachs an Pflanzenwuchs auf der Erde bedeuten). Dies war für Jevons eine vernünftige Überlegung, zu der er statistische Nachforschungen anstellte in der Hoffnung, das Gefallen seiner Förderer zu finden (schon lange vorher war er an Preisreihen interessiert und hatte rege Korrespondenz mit Laspeyres über Indexzahlen). Zum Nachteil der Geschichte der Ökonomie wurden Jevons' Buch über die Kohle und seine Ansichten über den Konjunkturzyklus und die Sonnenflecken unterschiedslos als Aspekte eines einzigen fehlgeleiteten Versuchs zu einer physikalischen Ökonomie zusammengeworfen.

und künftigen Konsums eines Gutes vergleichen? Würden gesellschaftliche und individuelle Diskontrate zusammenfallen? Soll sich Sozialpolitik an der nationalen oder der internationalen Wohlfahrt orientieren? Ohne die Kenntnis des menschlichen Existenzgrundes ist die Diskontrate schwer zu ermitteln (Vergl. GRAY 1913, S.515, 519).

Verglichen mit den aktuellen "grünen" Bewegungen lag der Schwerpunkt der amerikanischen Conservation-Bewegung weniger auf Verteilungs- als auf Wachstumsfragen. Daher wurde etwa die Flußbeckenverbesserung mit dem Argument gefördert, daß durch Wissenschaft gewonnene Elektrizität Kohle ersetzen könnte. Als jemand bemerkte, daß die Nutzung der Wasserkräfte der Niagara-Fälle ihre Schönheit zerstören würde, drückte ein Conservation-meeting seine Zustimmung zu Kalvins Ansicht aus, daß es fast ein internationales Verbrechen wäre, soviel Energie ungenutzt zu lassen. Gifford Pinchot schrieb, daß die Forstwirtschaft an kontinuierlichen Einkünften orientiert sei und sicherlich nicht daran, ein Höchstmaß an Vegetation zu erhalten (HAYS 1959, S.123, 127).

Ein effizienter Gebrauch einer Ressource (im Sinne der Maximierung ihres Wertes in der Zeit) kann sicherlich zu einigen Erhaltungsmaßnahmen führen, z.B. gegen Bodenerosion und totale Entwaldung, die die Erde bloßlegt und den Wuchs des Waldes verhindert. Aber die Optimalität des Nutzungspfades einer Ressource (und im Falle einer erschöpfbaren Ressource ihr Abbau) ist immer abhängig von Hypothesen bezüglich des technischen Fortschritts, der Substituierbarkeit und der angenommenen Diskontrate. Dies wurde klar erkannt von John Ise (geb.1885), einem anderen amerikanischen Ökonomen, der Bücher über Waldwirtschaft, Ölpolitik, Nationalparks und ein Textbuch zur allgemeinen Volkswirtschaftslehre (195o) geschrieben hat. Im Jahre 1925 hat er darauf hingewiesen, daß die zukünftigen Bedürfnisse wegen Unsicherheiten und Kontingenzen mehr oder weniger abdiskontiert werden sollten, obwohl, wie er sagte, es zweifelhaft sei, ob wir die Bedürfnisse der nächsten Generation halb so groß wie unsere eigenen bewerten würden. Dies würde eine Diskontrate von nur 2% p.a. einschließen (wenn ca 35 Jahre zwischen den Generationen angenommen werden) (ISE 1925, S.285, zit. bei G.A.SMITH 1982, S.491)

5. Landwirtschaftliche Energielehre

Die Autoren, die wir nun betrachten, befassen sich nicht mit solchen abstrusen Fragen wie der "angemessenen" "sozialen" Diskontrate, sondern mit Energieberechnungen in der Agrikultur. Es scheint, daß der ukrainische sozialistische Physiker Serhii Podolinsky zuerst ein Konzept des Energieertrags im Verhältnis zum Energieinput bei unterschiedlichen Formen der Landnutzung entwickelt hat. Auf diese Weise wollte er diesen ökologischen Ansatz mit der marxistischen Werttheorie verbinden (PODOLINSKY 188o, 1881, 1883). Obwohl einer dieser Artikel in der Neuen Zeit veröffentlicht wurde, gab es in der marxistischen Literatur über die landwirtschaftliche Entwicklung keine Diskussion seiner Ansichten. Die Beziehung zwischen Marxismus und Naturwissenschaften (zentriert auf den Begriff der Produktivkräfte) ist eine der Fragestellungen, die wir untersucht haben. Aus Platzmangel könne wir dazu hier keine Ausführungen machen (VERGL. MARTINEZ-ALIER/NAREDO 1982; MARTINEZ-ALIER 1987).

Von den 5oer und 6oer Jahren des 19.Jahrhunderts an war es möglich, den Energiefluß von der Sonne quantitativ aufzufassen (obwohl der Umstand, daß die Sonnenenergie auf Kernfusion beruht, nicht vor den 3oer Jahren

des 2o. Jahrhunderts bekannt war). Es war ebenso möglich zu bestimmen, wieviel Sonnenenergie von der Erde zurück in den Weltraum reflektiert wurde und wieviel (oder besser wie wenig) Sonnenenergie von den Pflanzen in Kohlenstoff transformiert werden konnte, den sie vom Kohlendioxid der Atmosphäre bezogen. Auch war das Verständnis des Nahrungsprozesses als Oxidation von Kohlenstoff und des Gebrauchs der Energie im Stoffwechselprozeß vorhanden.

Es war daher nicht überraschend, daß es Versuche geben sollte, die Input-/Outputrelationen der Energie in der Landwirtschaft zu messen. Einer der ersten stammt von Serhii Podolinsky (185o-1891). Dies wurde hauptsächlich deswegen bekannt, weil Engels' Briefe an Marx über Podolinsky in den 2oer Jahren des 2o. Jahrhunderts sowohl in der Literatur über die Beziehungen zwischen Marxismus und Naturwissenschaft als auch in biografischen Arbeiten über Podolinskys Rolle im ukrainischen Populismus und Sozialismus in den 7oer Jahren des 19.Jahrhunderts erwähnt und sogar in voller Länge gedruckt wurden. Engels hatte einige Kenntnisse über elementare Energietheorie und die Physiologie des Menschen. In einer Bemerkung von 1875 bezog er sich auf Ficks und Wislicenus' Experiment bei der Erkletterung des Faulhorn 1865, das unter der Bezeichnung "Ein Tag des Hungers für die Wissenschaft" bekannt wurde.

Adolf FICK (1829-19o1) hatte schon 1857 und 1858 über die Energiemenge (von 27oo kcal) geschrieben, die ein Mensch benötigen würde, wenn er nicht arbeitet (19o6, Vol IV, S.418). Unterschiedliche Arbeitsarten würden daher unterschiedliche Energiemengen oberhalb dieser Rate erfordern. Zu dieser Zeit kam als Idee auf (z.B.in einem anonymen Artikel in "**Das Ausland**" im Jahre 1877) daß der ökonomische Wert unterschiedlicher Arbeiten proportional zu den Energieaufwendungen, die sie einschließen, war. Engels hat diese Vorstellung explizit 1875 zurückgewiesen.

Am 19.Dezember 1882 schrieb Engels an Marx, daß Podolinsky die folgenden (schon wohlbekannten) Tatsachen "entdeckt" hatte. Wenn die von einer Person pro Tag aufgenommene Nahrung 1oooo kcal entsprach, dann würde der physikalischen Arbeit einem Teil dieser Energiemenge entsprechen. Diese physikalische Arbeit würde dann ökonomische Arbeit werden, wenn sie zur Bindung von Sonnenenergie, z.B. durch Landwirtschaft, verwendet würde. Ob die durch eine Person pro Tag fixierte Energie genauso, halb, doppelt, oder hundert Mal so groß wie dieser Betrag ist, würde nur vom Entwicklungsstand der Produktionsmittel abhängen. Die Bildung eines Energiebudgets würde aber in jedem Fall nur in den einfachsten Produktionssektoren wie Jagd und Fischerei möglich sein. In der Landwirtschaft (wo Engels über die meisten Kenntnisse verfügte) würde man den Energiewert von solchen Inputs wie Dünger und anderen Hilfsmitteln zu berücksichtigen haben, was Berechnungsprobleme aufwerfen würde. In der Industrie dagegen wäre es unmöglich, die Energiekosten einer Schraube oder eines Hammers zu berechnen. Alles was Podolinsky gezeigt hätte (schrieb Engels an Marx am 22. Dezember 1882), wäre die alte Geschichte, daß die industriellen Produzenten vom Produkt der Landwirtschaft leben würden. Diese wohlbekannten Tatsachen könne man, wenn man wolle, in die Sprache der Physik übersetzen, dadurch würde aber wenig gewonnen.

Podolinskys ursprünglicher Artikel erschien in ähnlichen russischen, französischen, italienischen und deutschen Versionen zwischen 188o und 1883. Er begann mit der Erklärung der Gesetze der Energietheorie, indem er Clausius zitierte: obwohl die Energie des Universums eine Konstante sei, gäbe es eine Tendenz zur Dissipation der Energie, oder in der Terminologie

von Clausius, es gebe eine Tendenz zum Entropiemaximum. "Entropie" bezeichnete dabei die Energiemenge, die nicht mehr in andere Formen von Energie verwandelbar war. Die in der Thermodynamik geläufige Differenz zwischen offenen, geschlossenen und isolierten Systemen wurde von Podolinsky nicht diskutiert, obwohl er zu Beginn seiner Analyse explizit feststellte, daß gegenwärtig die Erde enorme Energiemengen von der Sonne bezog und dies auch weiterhin für lange Zeit tun würde. Alle physikalischen und biologischen Phänomene waren Ausdrücke für die Transformation dieser Energie. Weder die Kontroversen über die Entstehung der Erde und ihres "Hitzetods" noch die Kontroversen über die Beziehung der Thermodynamik und der natürlichen Selektion und Entwicklung der Arten wurden von ihm aufgenommen. Im März 188o hatte er einen Artikel gegen den Sozialdarwinismus publiziert. Zwar hat er wahrgenommen, daß die Verfügbarkeit über Energie ein wichtiges Kriterium für den Zuwachs (oder die Abnahme) der Bevölkerung war. Er dachte jedoch, daß sich die Verteilung aus den Produktionsbeziehungen ergebe und daß daher Armut nicht durch eine ökologische Analyse erklärt werden könne - "in den Ländern, in denen der Kapitalismus vorherrscht, wird ein großer Teil der Arbeit für die Produktion von Luxusgütern verwendet, d.h. für eine mutwillige Energiedissipation anstatt für die Vermehrung der verfügbaren Eenergie."

Die für die Menschheit verfügbare Energie käme hauptsächlich von der Sonne. Podolinsky hat Zahlen zusammengestellt für die konstante Sonnenenergie und für andere Energiequellen. Er erklärte, wie Kohle und Öl, Windenergie und Wasserkraft Transformationen der Sonnenenergie seien, und nach der Erwähnung der Gezeiten als einer weiteren möglichen Energiequelle geht er zum Hauptteil seiner Analyse über.

Ein Teil der Sonnenenergie werde durch Pflanzen assimiliert - ein sehr kleiner Teil, wie er schrieb, ohne explizite Diskussion des photosynthetischen Ertrags, ein Bereich, der schon seit einigen Jahren erforscht wurde. Die Arbeit des Menschen und von Menschen geleiteter Tiere sei in der Lage, durch landwirtschaftliche Aktivität das Energiebudget auf der Erdoberfläche zu verbessern. Dies zeigte er durch einen Vergleich unterschiedlicher Produktivitäten der Landnutzungen in Frankreich.

TABELLE 1

Jährliche Produktion und Energieinput (durch menschliche Arbeit und Haustiere) pro Hektar. Durchschnittswerte für Frankreich 187off (nach Podolinsky)

	Produktion (kg)	Produktion (kcal)	Energieinput (kcal)
Wald	9oo (getrocknetes Holz)	2295ooo	o
Natürl. Weideflächen***	25oo (Heu)	6375ooo	o
Künstl. Weideflächen	31oo (Heu,excl.Saat)	79o5ooo	3745o (entspr. 5o Pferde-Std/ 8o Mann-Std)
Weizenanbau	8oo (Weizen) 2ooo(Stroh)	81ooooo	775oo (entspr. 1oo Pferde-Std/ 2oo Mann-Std)

Energiewerte von Holz, Heu und Stroh:2 55ö kcal/kg; von Weizen 3 75o kcal/kg. Um Arbeitsstunden in kcal zu verwandeln, benuzte Podolinsky folgende Werte: 645 kcal/Pferdearbeitsstunde, 65 kcal/Menschenarbeitsstunde.
(Die von ihm benutzten Quellen waren: Statistique de la France, 1874, 1875, 1878; Ch. Laboulaye, Dictionnaire des arts et de l'agriculture, 1877[4], Artikel über Agrikultur (von Hervé Mangon) und über Verkohlung (carbonifikation); Pelouze und Frémy, Traité de Chimie; Hermann, Grundzüge der Physiologie, 1877[5].)

*** Da auch "natürliche" Weideflächen kein reines Naturprodukt sind, sind die diesbezüglichen Zahlen von Podolinsky erst aussagefähig, wenn die Abgrenzungskriterien zu "künstlichen" Weideflächen offengelegt werden (Anmerkung des Übers.)

Er verglich Weizenfelder und künstliche Weiden mit natürlichen Weiden und Wald und schlußfolgerte, daß die Energieproduktion durch menschliche und tierische Arbeit vergrößert werde. Podolinsky betrachtete den Energieinput als äquivalent zur getanen Arbeit und nicht zur Nahrungsmittelenergie ,die manchmal in zeitgenössischen Studien zur ökologischen Anthropolologie als Maß genommen wird. Vergleicht man Weizenfelder mit natürlichen Weiden, dann produziert jede kcal Input einen Zuwachs von 22 kcal. Wenn Wälder als Bezugsgröße genommen würden, wäre die Energieproduktivität menschlicher und tierischer Arbeit natürlich noch höher. Arbeit, sagte er, könne "die Energieakkumulation auf Erden" vergrößern.

Obwohl er Guano erwähnt und obwohl er von dem Krieg wissen mußte, der um peruanischen und chilenischen Salpeter entbrannt war, zog er die Energiekosten von Düngemitteln weder vom Output ab, noch betrachtete er sie als Teil des Inputs. Auch betrachtete er nicht den Energieinput von Dampfmaschinen in der Agrikultur, obwohl er von ihrer Verwendung beim Dreschen wußte. Im Kern jedoch ähnelte seine Methode derjenigen, die später zur Aufstellung von Energiebilanzen besonderer Getreidearten für kleinräumige Gesellschaften oder für den Agrikultursektor ganzer Landstriche Verwendung fanden (COTRELL 1955, RAPPAPORT 1967; PIEMENTEL 1973, 1979; LEACH 1975; THOMAS 1976; NAREDO/CAMPOS 1980; FLUCK/BAIRD 1980).

Er schrieb: "Wir haben vor uns zwei parallele Prozesse, die zusammen genommen den sogenannten Kreislauf des Lebens bilden. Pflanzen besitzen die

Eigenschaft, Sonnenenergie anzuhäufen, die Tiere aber, indem sie sich von Pflanzenstoffen nähren, verwandeln einen Teil dieser gesparten Energie in mechanische Arbeit und zerstreuen sie nachher in den Weltraum. Wenn die Menge der von den Pflanzen angehäuften Energie größer bleibt als die von den Tieren zerstreute, dann entsteht eine Vorratsansammlung von Energie, wie z. B. in der Periode der Steinkohlenbildung, in welcher augenscheinlich das pflanzliche Leben ein bedeutendes Übergewicht über das Tierleben besaß. Wenn im Gegenteil das Tierleben die Oberhand bekäme, so würde bald die angehäufte Energieversorgung zerstreut werden und das Tierleben müßte wieder in das von dem Pflanzenreichtum bestimmte Maß zurückgehen. Auf diese Weise würde sich also ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen Anhäufung und Zerstreuung von Energie ausbilden. "(PODOLINSKY 1883, S. 42o). Außer den Pflanzen kann menschliche Arbeit die Dissipation von Energie aufhalten. Sie bewerkstelligt dies durch Agrikultur, aber auch durch die Aktivitäten eines Schneiders, Schuhmachers;sie würden in Podolinskys Sicht als produktive Arbeiten angesehen werden, da mit ihnen ein "Schutz gegen die Dissipation von Energie" verbunden ist.

Im zweiten Teil seines Artikels betrachtete Podolinsky, wie der menschliche Organismus arbeiten kann. "Wir haben noch nichts über die Entstehung der Fähigkeit zum Arbeiten im menschlichen Organismus gesagt, ohne welche die Anhäufung der Energie auf der Erdoberfläche unter dem Einfluß der Arbeit schwer zu erklären wäre." (ebenda, S. 449) Hirn und Helmholtz zitierend (nicht aber Fick, Pettenkover und Voit, obwohl dies möglich gewesen wäre) schlußfolgerte er korrekt, daß "der Mensch die Fähigkeit besitzt, ein Fünftel der aus der Nahrung gewonnenen Energie in Muskelarbeit zu verwandeln." Er nannte dieses Verhältnis wie seinerzeit üblich "ökonomischer Koeffizient" und bemerkt, daß der Mensch ein effizienterer Energieumwandler als die Dampfmaschine sei. Stellt man in Rechnung, daß nicht jeder Mensch (aus Gesundheits- und Altersgründen) arbeitsfähig ist, und daß es außer der Nahrungsenergie noch andere menschliche Bedürfnisse gibt, wäre der bestmögliche ökonomische Koeffizient ein Zehntel. Er kam dann zu einem allgemeinen theoretischen Grundsatz über die "minimalen Naturbedingungen menschlicher Existenz" .Er benutzte eine Metapher, um dieses grundlegende Prinzip der Humanökologie hervorzuheben: im Sinne von Sadi Carnot ist "die Menschheit eine Maschine, die nicht nur Wärme und andere physische Kräfte in Arbeit verwandelt, sondern auch den umgekehrten Zyklus erfolgreich zustandebringt, d. h. sie verwandelt Arbeit in Wärme und andere physikalische Kräfte, die zur Befriedigung unserer Bedürfnisse erforderlich sind und ist sozusagen in der Lage, durch ihre eigene Arbeit die Wärme ihrem Dampfkessel zuzuführen."

Um nun die Fortexistenz der Menschheit zu sichern, muß jede Einheit der menschlichen Arbeit eine Produktivitätsfaktor von mindestens Zehn aufweisen, oder allgemeiner ausgedrückt, die Energieproduktivität menschlicher Arbeit muß gleich groß (größer) wie (als) die Effizienz des menschlichen Körpers als einer thermischen Maschine sein. Wird dies Niveau der Energieproduktivität nicht erreicht, "tritt Knappheit auf und oftmals eine Verminderung der Bevölkerung." Bezüglich der Ökonomie dachte er, die Physiokratie und die Arbeitswertlehre versöhnt zu haben, obwohl er wußte, daß die Physiokraten keine Analyse des Energieflusses gemacht haben können, da das mechanische Äquivalent zur Wärme erst in den frühen 4oer Jahren des 19. Jahrhunderts entdeckt wurde. Als er seinen Artikel 188o Marx sandte, erklärte er, daß er die Doktrin der Mehrarbeit (und implizit des Mehrwerts) in Harmonie mit der physikalischen Theorie bringen wollte.

Podolinsky sah auch klar die Differenz zwischen der Benutzung der kontiniuerlich fließenden Sonnenenergie und des Energievorrats in Gestalt von Kohle. Was die Zukunftsaussichten der Ökonomie anging, war er jedoch überhaupt nicht pessimistisch und hoffte, daß die Sonnenenergie direkt industriell genutzt werden könne und bezog sich dabei auf die "Sonnenmaschine von N. Mouchot". Ebenso könnte man ins Auge fassen, daß eines Tages Sonnenenergie direkt dazu benutzt werden könnte, aus chemischen Synthesen Nährstoffe zu erzeugen unter Umgehung der Landwirtschaft. Daher hätte die Bevölkerungsentwicklung " die Beziehung zwischen der auf der Erde verfügbaren Energiemenge und der Anzahl der Menschen, die auf ihr leben", zu berücksichtigen. Dies sei nach seiner Ansicht wichtiger, als einerseits die Malthussche Prognose oder andererseits der sozialdarwinistische Ansatz von Haeckel, den er zurückwies.

Podolinskys Beitrag zur humanökologischen Anthropologie und zur Ökonomie hätte viel früher in der wissenschaftlichen Debatte aufgenommen werden können. Zum Beispiel hätte einer der vielen Erforscher der russischen und ukrainischen Bauernschaft auf die Idee kommen könne, die Energieberechungsmethoden dieses sympathischen Autors zu verwenden. Schon einige Jahrzehnte vor Georgescu-Roegen hätte damit ein Begründungszusammenhang für die größere Energieeffizienz in der bäuerlichen Landwirtschaft entwickelt werden können (was Podolinsky selbst nicht tat). Darüberhinaus hätten ihm Marxisten größere Aufmerksamkeit schenken können. Obwohl daher Podolinsky an der Schnittstelle von ausgetretenen intellektuellen Pfaden verortet werden kann, stellt sein Werk immer noch eine Novität dar. Wir wollen nicht für uns beanspruchen, ihn 'entdeckt' zu haben; er wurde von seinen Landsleuten nie vergessen.

Während Podolinskys intellektuelle Anstrengungen wenigstens zum Gegenstand eines nichtenthusiastischen Berichts von Engels wurden, und von V. I. Vernadski in seinem Buch "**La Géochimie**" (Alcan. Paris, 1924,S. 334-5) lobend erwähnt wurden, ist Eduard Sacher (1834-19o3), der ebenfalls den Energiefluß in der Agrikultur studiert hat, vollständig unerwähnt geblieben. Im Jahre 1881 veröffentlichte das renommierte Verlagshaus Gustav Fischer in Jena sein Buch "**Grundzüge einer Mechanik der Gesellschaft**". Sacher veröffentlichte im Jahre 1899 ein anderes Buch mit einem ähnlichen Titel und vielen der gleichen Zahlenbeispiele. Wir wissen noch nicht, ob es Beziehungen zwischen Sacher und anderen Mitgliedern einer Art Wiener Schule ökologischer Ökonomen (Pfaundler 1839-192o; Josef Popper 1838-1921) oder mit Mach (1838-1916) gab. Ostwald (1853-1932), der jünger als alle anderen war, hat keine empirischen Energieberechnungen wie die Österreicher angestellt, obwohl er einer sozialen Energietheorie einen zentralen Stellenwert beimaß. HAYEK (1952), der selbst Österreicher war, nahm Ostwald, aber keinen der Österreicher (außer Neurath) in seine Liste der sozialen Energietheoretiker auf (ebensowenig berücksichtigte er Podolinsky). Wir lernten Eduard Sacher durch ZMAVC (1926) kennen, der ihn kaum erwähnt und erklärt, daß sein Werk keine Bedeutung habe. Weiterhin nimmt Zmavc für sich in Anspruch, daß er selbst, beeinflußt durch Boltzmann und Pfaundler, Ostwald mit den sozialen Energietheoretikern bekannt gemacht habe. Wie dem auch sei - Sacher ist mit Podolinsky einer der ersten Autoren, die über Energie und menschliche Gesellschaft geschrieben haben.

Eduard Sacher wurde in Böhmen geboren.Sein Vater war Lehrer. Eduard Sacher selbst wurde Physik- und Mathematiklehrer in Mittelschulen und Lehrerbildungsanstalten in Salzburg zwischen 1869 und 1883 und später bis zu seinem Tod in Krems. Außer seinen beiden Büchern über Energieökonomie veröffentlichte er ein Buch über die Ursachen und Heilmittel der Ar-

mut. Seine Versuche, die Sozialwissenschaften naturwissenschaftlich zu fundieren und die fehlende Reaktion sowohl seitens der offiziellen Repräsentanten der Ökonomie als auch der Marxisten wurden in seinem Nachruf in der Zeitschrift der Lehrervereinigung der Region Salzburg erwähnt[3].

Im Vorwort zu seinem Buch 1881 stellte Sacher fest, daß die Naturwissenschaften eine Basis für eine rationale Ökonomie abgeben können. In der Einleitung erklärt er die mechanische Umwandlung der Wärme und führt die Energieeinheit 1kcal oder 424 Kilogrammeter ein, die Clausius 1 Werk nannte. In seinem ganzen Buch verwendet er 1 W als Einheit, wobei W sowohl für **Wärmeeinheit** (d.h. Kilokalorien) und für **Werk** steht. Er begann seine Analyse mit der Betrachtung menschlicher Wesen als thermischer Maschinen, die mit der Fähigkeit zu arbeiten begabt sind. Die Physiologie erklärte für ihn die Arbeitsmenge, die eine Person leisten konnte. Aus unterschiedlichen Schätzungen folgerte er, daß das Maximum pro Arbeiter und Tag 1ooo kcal entspricht und daß er, um diese Arbeit zu verrichten, mindestens 3oo kcal in Form von Nahrungsmitteln benötigt. Nicht alle Aktivität, die im physiologischen Sinn Arbeit ist, ist dies auch im ökonomischen Sinn. Wir können daher schätzen, daß die pro Tag geleistete Arbeit pro Arbeiter etwa 45o kcal entsprechen würde. Er trägt dann eine erste Schlußfolgerung vor, die er später detaillierter begründet: "Die ökomische Aufgabe der verfügbaren Arbeitskräfte besteht darin, der Natur die größtmögliche Menge an Energie abzugewinnen" (S.24). Man könnte sagen, daß die nördlichen Länder wegen des Mangels an Sonnenschein arm wären.

Land- und Forstwirtschaft, Wasserkraft, Mineralien wie Kohle, Windenergie, Haustiere und die Produkte des Jagens und Fischens waren Energieressourcen, die allesamt auf Sonnenstrahlung zurückgeführt werden koönnten. Er versuchte dann, vermutlich als erster, die pro Person und Jahr in Mitteleuropa verfügbare Energiemenge zu schätzen. So würde ein ha Kiefernwald pro Jahr 8, 3m^3 Holz hervorbringen, was 498o kg getrocknetem Holz entsprechen würde, das unter der Voraussetzung von 36oo kcal pro kg fast 18 Millionen kcal/ha im Jahr darstellt. Quellenangaben fehlen[4]. Sacher verglich diesen Energieoutput mit demjenigen, der auf einem Hektar Land während des Jahres erzielt werden kann und wies auf den kleinen Prozentsatz umgewandelter Energie hin. Auf einem Hektar Weizenanbaufläche würden 259o kg Weizen und 3ooo kg Stroh geerntet. Diese hohen Erträge entsprechen dem hohen Arbeitseinsatz, den Sacher annahm. Dies war vermutlich für die osteuropäischen Länder ganz realistisch. Zieht man davon 3 Millionen kcal nicht nur für Saatgut, sondern auch für Düngemittel ab (Sacher gibt hier leider keine Details an), würden wir 15 Millionen kcal/ha/Jahr erhalten. Vergleicht man die Landnutzung in Österreich und in Preußen (Preußen hatte 17,25 Millionen ha urbares Land, 6,25 Millionen ha Weideland, 8 Millionen ha Wald für eine Bevölkerung von 26 Millionen), wären ungefähr 19 Millionen kcal/Person/Jahr zu erzielen.

Er berechnet dann die durch Haustiere verfügbar gemachte Energie. Ein Pferd verrichtet an einem Tag Arbeit, die 2 16o ooo Kilogrammeter bzw. 51oo kcal bedeutet (dies ist nicht die gesamte Energiemenge, sondern der Teil,

---

[3] **Zeitschrift des Salzburger Landes-Lehrervereines**, Jg. 33, 19o3, S.16. Wir danken Dr. Eva Obermayer-Marnach, Österreichischer Biografischer Diktionär, Akademie der Wissenschaften, für die Überlassung einer Photokopie dieser Quelle.

[4] Die gewöhnlich angenommenen Entsprechungen, z.B. bei Janet RAMAGE 1983, Appendix B, sind:

	Megajoules	10^6 kcal
1 Tonne Holz	15,ooo	3.6
1 m^3 Holz	9,ooo	2.1

Dies stimmt mit den Angaben Sachers überein.

der der verrrichteten Arbeit entspricht). Rechnet man mit 3oo Arbeitstagen im Jahr, ergibt dies einen Betrag von 1,5 Millionen kcal/Jahr. Da es 2 Millionen Pferde in Preußen gab, wäre ihre Arbeit während eines Jahres gleich $31o^6$ $1o^6$ kcal, d.h. ca 115 4oo kcal pro Person und Jahr. Es gab noch viele andere Haustiere. Setzt man 1 Kuh = 2/3 Pferd = 1o Schafe = 4 Schweine = 12 Ziegen, könnte man für Preußen 557 ooo kcal pro Person und Jahr berechnen. Sachers Analyse hätte die von allen Tieren (außer Pferden und möglw. Kühen) als Nahrungsmittel (und nicht als Arbeit) verfügbar gemachten Kalorien erfassen sollen, aber das hätte an seinen allgemeinen Resultaten bezüglich der Energieverfügbarkeit wenig geändert. Gleichgültig ob als Arbeits- oder als Nahrungsmittelenergie gezählt, gibt es außerdem das Problem der Doppelzählung, da die Tiere auf Weideland gefüttert werden, Stroh benutzen usw. Sacher behandelt dieses Problem später.

Zum dritten nimmt Sacher eine (nicht erklärte) Schätzung der von Wasserfällen herrührenden Energie vor, die "eine bedeutende Quelle des Reichtums werden könnten"(S.29), sei es in direkter Form, sei es als Elektrizität. Viertens betrachtete er die Kohle. Legt man nur 6oo kcal/kg zugrunde, wäre der in Preußen pro Person und Jahr verfügbare Energiebetrag 9 Millionen kcal, da Preußen jährlich 4o Millionen Tonnen Kohle erhielt, d.h. 1,5 Tonne pro Person und Jahr. Sacher wußte sehr wohl um die Differenz zwischen Primär- und Endenergie, die für Kohle, die in Dampfmaschinen verwendet wurde, sehr groß war. Hier handelte er nur von der aus der Kohle gewinnbaren Primärenergie.

Nach Ansicht von Sacher sollte man auch die in den produzierten Metallen enthaltene chemische Energie berücksichtigen. Aber er behauptete, daß er nicht wußte, wie er dies abschätzen sollte - ein offenkundiger Versuch, Metallen eine irrelevante Größenordnung zuzuweisen. Schließlich gibt er Zahlen an, die die durch Jäger und Fischer verfügbar zu machende Energie nicht berücksichtigen. Sacher präsentiert dann folgende Tabelle:

TABELLE 2
Pro Person und Jahr in Zentraleuropa verfügbare Energie (188o), nach Sacher (in $1o^6$ kcal)

Aus Land	19.000
Aus Haustieren	0.557
Aus Wasserkraft	0.036
Aus Kohle	9.000
Aus Jagen	0.005
Aus Fischerei	0.020
Insgesamt	26.618

Sacher berücksichtigte jedoch, daß die Haustiere das 15fache der von ihnen gelieferten Energie in Gestalt von Nahrungsenergien benötigen. Um daher eine Doppelzählung zu vermeiden, sollte man 8,3 Millionen kcal abziehen, sodaß ungefähr 2o,3 Millionen kcal pro Person und Jahr verfügbar bleiben.

Wie wird nun diese Energie gesellschaftlich genützt? Sacher führte das Beispiel der Verpflegung deutscher Soldaten im Krieg an und schlußfolgerte, daß mindestens 1 Millionen kcal pro Person und Jahr (ca 3ooo kcal pro Tag) als Nahrung benötigt würden. Zählt man die auf den verschiedenen Stufen verschwendete Nahrung dazu, könne man den minimalen Energieverbrauch

pro Person und Jahr auf 2 Millionen kcal schätzen. Die für Behausung, Bekleidung und andere Minimalbedürfnisse des Lebens verausgabte Energie würde vielleicht noch eine zusätzliche Millionen kcal erfordern. Die Differenz zwischen 2o,3 Millionen kcal und 3 Millionen kcal zur Subsistenzsicherung könnte für die Annehmlichkeiten der Zivilisation und für den Bau von Maschinen, d.h. für Investitionen, verwendet werden.

Noch vor Geddes und lange vor Henry Adams und Wilhelm Ostwald machte Sacher dann den Versuch, historische Entwicklungsstadien und Energieverfügbarkeiten zu verknüpfen. Auch Podolinsky hatte versucht, Produktionsweisen und Energieverfügbarkeiten zu verknüpfen. Er tat dies aber in keiner der Verionen seines Artikels und eine Krankheit hielt ihn von weiteren diesbezüglichen Arbeiten ab. Sacher kannte Podolinskys Werk nicht[5].

Sacher führte folgende Zahlen bezüglich der pro Person und Jahr verfügbaren kcal an:"Wilde" 3 Millionen, "Nomaden" 6 Millionen, "Bauern" 14 Millionen;zeitgenössische Mitteleuropäer 2o,3 Millionen (SACHER 1881,S.33). Während er die Zahlen für die "Wilden" und "Mitteleuropäer" etwas ausführlicher diskutiert, werden die anderen nicht erklärt. Es wäre ein Erfordernis der Konsistenz gewesen, daß Sacher in seiner Schätzung für die Bauern alle von Kohle herrührenden Energien subtrahierte. Die Zahl von 14 Mio kcal pro Person und Jahr für die Bauern trifft natürlich die Sache nicht, auch in dem Sinne, daß diese Bevölkerungsgruppe stark variiert. Forschungen auf dem Gebiet der Humanökologie lange nach Sacher (HARDESTY 1977; ELLEN 1982) zeigen, daß die bäuerliche Bevölkerung selbst mit einem wesentlich niedrigeren Niveau verfügbarer Energie überleben und sogar einen Surplus an den Landeigentümer abgeben kann. Wir halten das Wort "angepaßt" i.S. der funktionalistischen Anthropologie und Humanökologie für unangebracht, da der Widerstand vieler Menschen aus dem Kreis der bäuerlichen Bevölkerung gegen die Ausbeutung wohl bekannt ist.

Sacher kalkuliert dann im folgenden das Verhältnis des Energierückflusses zum menschlichen Energieinput in der Landwirtschaft. Für den Weizenbauern stellt er folgende Bilanz auf:

Nettoenergieoutput/ha/Jahr (ausschließlich Saatgut, Dünger,Stroh usw.)	menschlicher Energieinput/ha/Jahr (entsprechend 18o Arbeitstagen/ha/Jahr)
15 ooo ooo kcal	81 ooo kcal

Sacher hat in dieser Bilanz den von Haustieren stammenden Energieinput nicht berücksichtigt, und bei der Voraussetzung eines derartig hohen Arbeitsinputs mag er an vorwiegend auf manueller Arbeit beruhende Agrikultur gedacht haben. Das Verhältnis von Energieinput und menschlichem Energieoutput ist dann 185 zu 1. Sacher drückte den menschlichen Energieinput nicht als Kalorieninput aus, sondern als getane Arbeit. Die Zahl 185 erscheint dennoch hoch. Dies liegt daran, daß der Energieoutput Stroh enthielt. Diese Zahl ist mit denjenigen, die in der modernen ökologischen Anthropologie Verwendung finden, vergleichbar.

Sacher erklärte, daß eine 45o kcal entprechende tägliche Arbeit nicht nur die Ernährung, sondern auch die Behausung und Bekleidung für die Arbeiter voraussetzt. Vermutlich wäre die minimale Energieverausgabung pro Person und Tag 9ooo kcal (was in seiner Sicht dem Standard eines "Wilden"

[5] Obwohl das Vorwort seines Buches vom Mai 1881 datiert, ein Jahr nach dem Erscheinen von Podolinkkys Artikel in französisch in der Revue Socialiste.

entsprach), die in 45o kcal effektiver Arbeit verwandelt wird, welche daher eine Effizienz von 1 zu 2o aufweist. Für alle 2o kcal die der landwirtschaftliche Arbeiter als Nahrung, Bekleidung und Behausung verwendet, liefert er daher 185 kcal. Mit anderen Worten, "eine mit Weizenanbau beschäftigte Person kann neun andere Personen erhalten", ein Ergebnis, das Sacher später präzisiert hat, indem er den Energiewert des Strohs subtrahiert hat.

Der unterschiedlich große Anteil der in der Landwirtschaft tätigen Bevölkerung in verschiedenen Ländern hat seine Ursache in der unterschiedlichen Energieproduktivität der Arbeit. Der niedrige Anteil der in der Landwirtschaft Tätigen in England ging nicht nur auf den Nahrungsmittelimport zurück, sondern auch auf die Tatsache, "daß viele landwirtschaftliche Maschinen benutzt wurden, durch die Arbeitskraft eingespart und in dampfgetriebene Pflugmaschinen z.T. durch die chemische Energie der Kohle ersetzt wurde" (SACHER 1881, S.35). Diese düstere Bemerkung zeigt, daß Sacher dicht davor war, die Ansicht präzise formulieren, daß die in Energieeinheiten ausgedrückte Arbeitsproduktivität ein Ergebnis der Substitution der Flußgröße menschliche und tierische Energie durch Energievorräte war.

Nach seiner Meinung war Geschick und Innovation von Bedeutung für die ökonomische Entwicklung. Von Charlemagne, der eine neue Felderrotation einführte, bis zur Erfindung der Dampfmaschine, die Kohle für Arbeit nutzbar machte, hat die geistige Arbeit zur Entwicklung des Reichtums beigetragen - und dies war durch Energiekosten nicht zu messen. Dieser Ansicht entsprach, daß es inadäquat war, Löhne auf die Verausgabung menschlicher Energie zu beziehen, da Geschick und Ausbildung eine große Rolle bei der Bewertung menschlicher Arbeit spielten.

Trotz dieser Einschränkungen dachte er nichtsdestowendiger, daß der "Reichtum der Nationen" (ebenda,S.77-78) im wesentlichen durch den Energieertrag für den menschlichen Energieinput determiniert sei. Je höher die gewonnene (oder gesparte) Energie und je niedriger die menschlichen Energiekosten waren, um so mehr Energie war über die unmittelbare Existenzsicherung hinaus verfügbar und um so reicher war eine Nation. Ob dieser Reichtum dauerhaft oder vergänglich war, hat Sacher nicht diskutiert, der, anders als Podolinsky, das zweite Gesetz der Thermodynamik nicht erwähnt hat.

Da es trotz der bedeutenden Rolle von menschlicher Geschicklichkeit und Innovation physische Grenzen für den Reichtum der Nationen gab, wurde die Verteilung des Reichtums zu einer zentralen Frage. Die Kapitel 7 - 14 von Sachers erstem Buch und der größte Teil seines zweiten sind der Diskusssion der Theorie über Rente, Zins und Profit gewidmet. Der eigentliche Kapitalist jedoch seien die Pflanzen, die Sonnenenergie assimilieren. (1881,S.84) Sacher war strikt gegen Rentiers und Kapitalisten eingestellt, was vielleicht ein Stück weit die kärgliche Rezeption seiner Ideen in den akademischen Zirkeln erklärt. Podolinskys und Sachers Grundprinzipien einer Humanökologie tauchten immer wieder auf, ihre ursprünglichen Beiträge wurden aber ignoriert. Warum wurden sie vergessen? Der Hinweis auf die Separierung der Natur- von den Sozialwissenschaften erklärt gar nichts, weil die Separierung selber zu erklären ist.

Obwohl wir sehr wohl um die Differenz zwischen den mühevollen Energie- iund Stoffbilanzen der modernen Ökologen und den gemütlichen Berechnungen von Sacher und Podolinsky wissen,, wollen wir die Kontinuität der Methode und den großen zeitlichen Abstand zwischen ihrem Werk und der modernen Humanökologie und ökologischen Anthropologie hervorheben. Der

erste akademisch erfolgreiche Versuch zur Anwendung dieses Ansatzes auf die Wirtschaftsgeschichte wurde erst mit CIPOLLA 1962 unternommen[6].
Um 184o - bevor die Gesetze der Energietheorie etabliert wurden - begann die neue Agrikulturchemie in Deutschland mit Liebig (18o3-1873) und mit Boussingault (18o2-1887) in Frankreich. In Lehrbüchern erscheint Liebig oft als einer der Gründungsväter der Ökologie (vergl. KORMODY 1965) wegen seiner Arbeit über den Zyklus des Kohlenstoffs und einiger Pflanzennährstoffe. Ein bevorzugter Gedanke von ihm war, daß sein eigenes Werk, das er selbst kommerziell propagierte, einen großen Beitrag zur Vermeidung der Subsistenzkrise in Europa leisten könne. Diese würde sich unweigerlich ereignen, wenn nicht "Mengen an Dünger- und Guanovorräten von der Größe englicher Kohlefelder" entdeckt würden oder wenn nicht das neue Evangelium der anorganischen chemischen Düngung akzeptiert würde. Gab es oft Hinweise darauf, daß die europäische Landwirtschaft ihre Aufmerksamkeit nicht-erneuerbaren Hilfsmitteln zuzuwenden begann? Haben vielleicht einige Ökonomen den Schattenpreis des Guano diskutiert (auch wenn sie nicht eine derartige technische Terminologie verwendeten), der eine optimale Abbaurate garantieren würde? Solche Fragen sind offensichtlich rhetorischer Natur. Über 1oo Jahre später haben die Exporte der im wesentlichen gleichen Ressource durch Peru - wenn auch diesmal in einem früheren Stadium der Nahrungskette befindlich (nämlich als Fischnahrung für die nordatlantischen Tiere) - keine derartige Debatte hervorgerufen.

Guano war schon vor den Inkas als Dünger bekannt. Die Analyse seiner chemischen Zusammensetzung, der von Mist und menschlichen Exkrementen und anderen den Landwirten bekannten Düngern legte die Grundlage für die Agrarchemie, speziell in Liebigs Laboratorium in Gießen. Er schrieb, daß Landwirte sich nicht auf Guano verlassen sollten, dessen Preis doppelt so hoch wie vorher war;kein vernünftiger Mensch könne wünschen, daß die Produktion seines Landes von der Versorgung mit ausländischem Mist abhänge (1859, S.269). Es war daher notwendig, ein chemisches Düngemittel zu entwickeln, obwohl er mit Stolz darauf hinwies, daß die Wissenschaft (d.h.Liebig selbst) "geleitet durch ein sorgfältiges Studium der Elemente der Pflanzennahrung "im Jahre 184o die Landwirte darauf hingewiesen hatte, daß Guano "eine der zuverlässigsten Mittel war, das produzierte Korn und Fleisch zu vergrößern und dringlichst seine Anwendung empfahl" (ebenda,S.265): "der Guano Amerikas" besaß einen "immensen Wert für die Produktion von Korn in Europa "und Guano würde in der Geschichte Europas eine entscheidende Rolle spielen, wenn er nicht rechtzeitig ersetzt würde:"Kriege sind schon aus unwichtigeren Ursachen entstanden". (ebenda, S.269-27o) Liebigs Name kann mit einem neuen Sektor der chrematistischen Ökonomie in Verbindung gebracht werden:der Produktion von Düngemitteln.Er kann aber auch mit einer ökologischen Version in Verbindung gebracht werden, weil er Argumente gegen landwirtschaftliche Großproduktion und für eine ländlich orientierte Siedlungsform vorgetragen hat.Er schrieb,

---

[6] Platzmangel macht hier die Darlegung von Material zur Energieberechnung im Werk von Josef POPPER-LYNKEUS (1912) unmöglich, eines anderen österreichischen Autors, der einen grundlegenden Text über ökologische Ökonomie voller detaillierter Berechnungen über Ressourcen und ihre Verwendung publiziert hat.Er schlug eine Ökonomie vor, die einen sich vermindernden Gebrauch von erschöpfbaren Ressourcen machen sollte. Er hat untersucht, in welchem Ausmaß erneuerbare Ressourcen in der Agrikultur Kohle ersetzen könnten (In Gestalt von aus Kartoffeln gewonnenem Alkohol, Kartoffel-Spiritus). Er hatte eine pessimistische Sicht der Dinge, weil er in seine Berechung die Aufzuchtkosten von Getreide mit einbezog. Diese Analyse ist unmittelbar von Bedeutung für die heutige Diskussion um Getreideanbau zwecks der Energieproduktion vs. zwecks Nahrungsmittelproduktion, wie z.B. in Brasilien. Popper-Lynkeus war Physiker und Ingenieur und ein Freund von Ernst Mach;er hatte Einfluß im Wiener Kreis, insbesondere auf Otto Neurath. Dessen Ökonomie, basierend auf der Naturalrechnung, wurde auch von Karl Ballod beeinflußt. Dieser war ein Bevölkerungswissenschaftler und Statistiker, der 1864 in der Nähe von Riga geboren wurde ud von 1919 bis 1931 Verbindungen zur dortigen Universität hatte und Autor verschiedener Ausgaben von "Der Zukunftsstaat" war.

daß bei einer Einwohnerdichte von 2ooo Personen pro Quadratmeile[7] das Produkt des Landes für die Versorgung der Bevölkerung hinreichend sei.Auch könnten die Mineralien der konsumierten Produkte ohne Schwierigkeiten dem Boden zurückgegeben werden.Wenn aber dieses Land in die Hände von Großgrundbesitzern fiele, würde Vergiftung an die Stelle des Systems von Wiederherstellung und Ausgleich treten.Der kleine Eigentümer gibt dem Land fast alles zurück, was er von ihm bezieht;der Großeigentümer auf der anderen Seite schickt das Korn und das Fleisch zum Verkauf in die großen Konsumzentren und hintertreibt die für deren Reproduktion erforderlichen Bedingungen.Glücksumstände haben den Guano gebracht, aber dessen Vorräte würden sich erschöpfen, und was sollten wir dann tun? (ebenda, S.229-231). Unter Verweis auf Carey hob er hervor, daß in den USA zwischen den Produktionszentren von Getreide und den Märkten Hunderte von Meilen lägen und das Ergebnis war, daß der Boden nahezu überall erschöpft wurde (ebenda, S.22o).

Gleichzeitig hat er die chinesiche Praxis der Düngung der Felder mit menschlichen Exkrementen gelobt und er dachte, daß die Landeigentümer in den großen Regionen Gesellschaften gründen sollten um Reservoire zu errichten, in denen menschliche und tierische Exkremente gesammelt und für den Transport auf die Felder vorbereitet werden könnten. Die urbane Anhäufung von Exkrementen und Abfall war die andere Seite des Problems der Vergiftung. Daraus ergaben sich zwei klare Argumentationslinien:eine ökologische und eine ökonomische, die auf die Agrarchemie, die Kanalisation und die Behandlung des städtischen Abfalls gegründet war, was eine großräumige Urbanisierung erforderte. Geschätzt wurde an Liebig sein Vorschlag einer Landwirtschaft mit hohen Erträgen, getrennt von den großen Städten und gegründet auf chemische Düngung. Dies machte ihn zu seiner Freude berühmt[8].

Die Diskussion über die Ersetzung von Chile-Salpeter durch industriellen Dünger kam nach Liebig auf. Chile-Salpeter wurde in größeren Mengen importiert, in Deutschland um 19oo ca 1o kg pro Person (weit weniger als die gegenwärtigen Importe von Öl und Öl-Produkten, die sich auf ca 4o kg pro Person und Tag belaufen). Boussingault hat früh darauf hingewiesen, daß Salpetersäure von Stickstoff und Sauerstoff herkam und daß bei einer Verbindung diese Gase mit einem elektrischen Funken laut CAVENDISH (1835, S.324) die Mischung naß sein müsse. Bousssingault hatte noch nicht die Verwendbarkeit von Nitratdünger vor Augen, der mit Hilfe von Elektrizität hergestellt wurde. Diese Diskussion sollte später einsetzen und zwar ausdrücklich mit Bezug auf die Energiekosten der Substitution. So gibt es z.B. detailierte Berechnungen zu der für die Stickstoffproduktion erforderlichen Kilowattstunden bei POPPER-LYNKEUS (1912) und spezielle bei JURISCH (19o8). Der erste Weltkrieg hat dies befördert, da Stickstoff für die Herstellung von Sprengstoff notwendig war. Auf diese Weise bewahrheitete sich die 7o Jahre zuvor von Joseph Henry gemachte Voraussage ,daß eines Tages der Pfeil des Jupiter (die Elektrizität) Mars, dem Gott des Krieges, zu Hilfe kommen würde.

Soddy hat im Jahre 1912 auf Cavendishs "große Entdeckung des 18. Jahrhunderts" Bezug genommen. Im neuen Birkeland-Eyde Prozess sind an Stelle "der Energie eines geduldigen Dieners, der die Kurbel einer elektrischen

---

[7] Eine deutsche Quadratmeile, die ca 5o km^2 entspricht.

[8] Die Ausgabe seiner Briefe über moderne Agrikultur, die wir benutzt haben künden den Verkauf von Büsten des Autors an. Vance D.M. Hall (cf. Cenataurus, Bd. 26,1982-3,S.232) bereitet ein Buch über Liebig und die englische Agrikultur vor, das den ausgezeichneten Studien von ROSSITER(1975), KROHN/SCHÄFER(1978) hinzugefügt werden muß.

Maschine dreht,hunderttausende von Pferdestärken getreten, die aus dem weißen Öl an norwegischen und schweizer Berghängen gewonnen wurden und die unablässig am Werk waren, um Dynamos anzutreiben, die machtvolle Hochspannungsbögen in der Luft produzierten und diese so partiell in Salpetersäure verwandelten." Wie viele andere britische Autoren nach 19oo bezog er sich auf Sir William Crookes' berühmtes Präsidentengrußwort an die British Association for the Advancement of Science , in der er die Aufmerksamkeit auf die Mängel der zukünftigen Versorgung mit Weizen lenkte, die eintreten würde, wenn die Chemiker nicht das Problem der Fixierung des atmosphärischen Stickstoffs leisten würden. Sie hatten in der Tat Erfolg (und mit dem Haberprozeß vergrößerten sie diesen), aber Soddy bemerkte, "daß die Frage, wie lang die Vorräte an Chile-Salpeter reichen werden, sich einfach in das allgemeine Problem aufgelöst hat, wie lange die globalen Energieressourcen reichen werden. Insofern diese Entwicklungen die Verlustenergie, wie z.B. bei der Wasserkraft, benutzten, könne sie als reiner Gewinn angesehen werden. Insofern sie aber die Brennstoffvorräte des Globus aufbrauchten, stellen sie sich anders dar. Einerseits sind sie wie das Verausgaben des Zinses auf eine Erbschaft aufzufassen, andererseits wie das Verausgaben der Erbschaft selber. Das Weizenproblem "...ist ein partikularer Aspekt eines noch kaum wahrgenommenen kommenden Energieproblems". Soddy antizipierte daher "eine Periode der Reflexion, in der ein verlegener Meinungsaustausch zwischen der Zivilisation und ihrem Bankier vorherzusehen ist "(SODDY, 1912,S,135-139). Die Alarmsignale hinsichtlich der landwirtschaftlichen Erträge ohne chemischen Dünger gab es schon seit Liebig, wenn nicht gar seit Humphry Davy. Aber die Ansicht, daß die moderne Agrikultur energieintensiv sei, war im Jahre 1912 noch eine Neuheit und blieb überraschenderweise eine Neuheit bis in die 7oer Jahre des 2o. Jahrhunderts.

6. Ökonomie und das Studium des Energieflusses

Im Gegensatz zu Jevons, dem Mitbegründer der 'marginalistischen' Ökonomie, ging Walras selten auf physikalische Sachverhalte ein - abgesehen von dem (auch Jevons erfreuenden) Hinweis auf die Analogie zwischen den Gleichungen der Mechanik und des ökonomischen Gleichgewichts. Diese Analogie wurde später auch von Lotka (1921) vermerkt. Aber der interessanteste Berührungspunkt zwischen Walras und der ökologischen Ökonomie war die Korrespondenz, die er mit Patrick Geddes, dem Stadt- und Regionalplaner, hatte.

Geddes war ein 1854 geborener Schotte, der 1932 in Montpellier starb. Er begann seine Karriere mit dem Studium der Biologie bei T.H. Huxley (1825-1895) in London. Ein Augenleiden, das während einer Expedition nach Mexiko auftrat, und sein Interesse für urbane Probleme, das zuerst in Edinburgh entstand, veranlaßte ihn dazu, die Biologie aufzugeben. Im Jahre 1879 veröffentlichte er einen Artikel mit dem Titel "**Chlorophylle animale et la physiologie des planaires vertes**", der seine Vertrautheit mit den Prinzipien der Energieverwendung durch Pflanzen und Tiere von Beginn seiner Karriere an verdeutlichte.

Im Jahre 1884 veröffentlichte er zwei Artikel zu ökonomischen Themen. Später entwarf er viele städtebauliche Pläne, u.a. in Schottland, England und Indien. Sein bekanntestes Buch ist "**Cities in Evolution**" (1915). Wir interessieren uns hier für Geddes als einen der ersten Energieökonomen und seine weitere Bedeutung für die Stadt- und Regionalplanung wird nicht im Detail betrachtet.

Eines der Werke von Walras erreichte ihn über einen Ökonomen (Foxwell aus Cambridge), den Walras benutzte, um den Kreis der Anhänger der neuen marginalistischen Ökonomie zu erweitern. Am 15. November 1883 bedankte sich Geddes bei Walras für den Artikel und trug seine Einwände gegen diese Form der Ökonomie vor. Die mathematischen Ökonomen, schrieb er, dachten, daß "...sie alles machen können, ohne für das Studium der materiellen Produktion die angewandte Physik zu Hilfe zu nehmen, ohne sich auf die moderne Psychologie (die von der Psychologie der alten Ökonomen sehr verschieden ist) zu stützen oder von der Forschung, die von der historischen und anthropologischen Schule geleistet worden ist,leiten zu lassen!" Man muß nicht mit Geddes hinsichtlich des (zweifelhaften) Nutzens, der aus der Biologie für das Studium der Entwicklung 'sozialer Organismen' gezogen werden kann, übereinstimmen, um zu akzeptieren, daß das Studium der materiellen Produktion die Zuhilfenahme der Physik erfordert. Geddes schlug Walras vor, (in der Diskussion der Anwendung von Mathematik auf die Ökonomie) zwischen Statistik, der Theorie des Tauschs (die man nach Geddes reine Katallaktik nennen könnte) und dem Studium der materiellen Ressourcen eines Landes oder der Lebensbedingungen seiner Einwohner zu unterscheiden. Geddes' Differenzierung zwischen der Theorie des Tausches und dem Studium der Ressourcenverwendung ist genau die Unterscheidung zwischen orthodoxer formalisierter Ökonomie und substantieller ökologischer institutionalistischer Ökonomie.

Geddes schrieb auch: "Ein anderer Einwand: es schien mir immer, daß Mr. Jevons bei seinem Wunsch, die Mathematik auf das Studium der Nützlichkeit anzuwenden, entging, daß Nützlichkeit einfach eine Abstraktion ist, die er von der metaphysischen Schule ererbt hat und kein wirklicher wissenschaftlicher Sachverhalt oder wissenschaftliche Verallgmeinerung ist - daß die Nützlichkeit einer Uhr oder von Opium lediglich die 'Uhrhaftigkeit' der einen und die **virtus dormitiva** des anderen ist.Ich leugne nicht, daß Waren nützlich sind; sie sind es sicherlich genauso wie die Pflanzen und Tiere mit denen ich zu tun habe, lebendig sind. Aber ich behaupte, daß die Nützlichkeit eine ziemlich unwissenschaftlliche Abstraktion ist, so schädlich für den wirklichen Fortschritt in der politischen Ökonomie wie es der Begriff der Vitalität in der Biologie und Medizin gewesen ist." Dies ist vielleicht ein Einwand gegen die Kommensurabilität von Konsumgütern, wie sie in der Ökonomie unterstellt wird[9].

Walras hat in seiner Antwort diesen Überlegungen nicht zugestimmt, aber die Diskussion ging nicht weiter. Ein anderer Korrespondent von Walras war Winiarski, ein Autor, der wie einige andere um die Jahrhundertwende über "psychische" oder "mentale" Energie schrieb, als ob das irgend etwas mit der Energie der Physiker und Biologen und auch mit der "Nützlichkeit" oder "Wunschintensität" der Ökonomie zu tun hätte. Diese Konfusion veranlaßte ihn, zu sagen, daß Walras' Gleichungen Tauschakte dieser mysteriösen psychischen Energie ausdrücken würden. Aber wir wollen Walras und seine Korrespondenten verlassen und zu Geddes zurückkehren.

Geddes und Soddy waren Bewunderer von **"Unto This Last"** von John Ruskin (1819-19oo), einer Kritik der konventionellen Ökonomie, die 1862 veröffentlicht wurde, die jedoch nicht eine ökologische Kritik mit einer Material- und Energierechung ist.

---

9 Dies ist aber kein Beleg dafür, daß Geddes sich mit der 'Inkommensurabilität' von ökologischn und ökonomischen Paradigemen zufrieden gegeben hat. Im Gegenteil betrachtete es Geddes der Mühe Wert, sich in der Diskussion über die Werttheorie in der Ökonomie zu engagieren.

In "**John Ruskin, Economist**" (1884) schrieb Geddes, daß ein Laib Brot oder ein Diamant keinen Wert jenseits ihrer Nützlichkeit hätten. Dies läuft auf die Behauptung hinaus, daß diese Phänomene jenen idealistischen Aspekt aufweisen, der allen Phänomenen zugeordnet werden kann. Wenn die Ökonomen sagen, daß die Dinge nur einen Nützlichkeitswert haben, drücken sie nur den unbestreitbaren Sachverhalt aus,daß sie von diesem idealistischen Gesichtspunkt aus keine andere Eigenschaft haben. Wir sollten die Akademiker in ihren Klöstern lassen, in die Welt hinausgehen und versuchen, den Brotlaib und den Diamant objektiv zu sehen. Wir werden finden, daß sie verschiedene physikalische und physiologische Eigenschaften haben; Brot ist eine Menge Brennstoff und seine wärmespendende Kraft kann in Energieeinheiten gemessen werden; der Diamant ist ein sinnlicher Stimulus, der sich entsprechend Fechners Gesetz ändert[1o]. Wir können leicht verstehen, was Ruskin zu erklären versuchte, wie lehrreich immer dies orthodoxen Ökonomen erscheinen mag:der intrinsische Wert von Etwas ist seine absolute Kraft, dem Lebensunterhalt zu dienen. Eine Kornähre hat einen gewissen Wert für die Erhaltung der Leiblichkeit, ein Volumeneinheit Luft hat eine gewisse Kraft, um die Körpertemperatur aufrechtzuerhalten und ein Strauß Blumen hat die Kraft, durch seine Schönheit die Sinne und das Herz zu animieren.

In der Sicht von Geddes war Ruskin der legitime Erbe der Physiokraten und der Vorläufer ihrer mit Hilfe der physikalischen und biologischen Wissenschaften erfolgenden Rehabilitierung. Mehr noch:indem er die Ziele der praktischen Ökonomie als Verbesserung der Lebensqualität ausdrückte, indem er Kunstkritik und andere Aspekte der Produktion von diesem Standpunkt aus behandelte und indem er die essentielle Einheit von Ökonomie und Moral hervorhob (und nicht ihr Auseinanderfallen, wie andere Ökonomen), wurde Ruskin ein Klassiker.

Obwohl Ruskin kein Klassiker der Ökonomie ist, ist diese Würdigung bedeutsam für das Verständnis der Forschungen von Geddes auf dem Gebiet der Ökonomie, der ökologischen auf der einen, der moralischen und ästhetischen auf der anderen Seite. Im Jahre 1884 veröffentlichte er auch die "**Analysis of the Principles of Economics**", eine Sammlung von Texten, die er der Royal Society of Edinburgh (deren Sekretär Peter Guthrie war) vorgetragen hat, deren Umfang ca. 4o Seiten betrug und in der er Ideen entwickelte, die er drei Jahre zuvor in "**The Classification of Statistics**" präsentiert hatte.In dem Kapitel über physikalische Prinzipien schrieb er:"Ohne den historischen Verdienst der physiokratischen Schule ignorieren zu wollen, kann gesagt werden, daß die Anwendung der Konzeption der modernen Physik auf die Ökonomie von Professor Taits Diskussion der Energiequellen in der Natur herrührt, die ca. 2o Jahre vorher veröffentlicht wurde....Das Thema wurde auch bis zu einem gewissen Grad von anderen Physikern wie Siemens,

---

1o Geddes Zitate von Fechner implizieren, daß man in irgendeiner Weise den "Sinnesstimulus", der durch den Diamant gegeben ist, messen kann. Fechner (18o1-1871) war der Begründer der Psychophysik und er schlug ein Gesetz vor, das Stimulus und Sinneswahrnehmung in Beziehung setzt (wie in der logarithmischen Beziehung zwischen Lärm, gemessen in Dezibel, und Sinneswahrnehmung). Max Weber hatte mit seiner Kampagne für die Trennung zwischen den Wissenschaften (im Jahre 19o8) Recht mit der Verneinung irgendeiner Möglichkeit, die Grenznutzentheorie auf dieses fundamentale psycho-physische Gesetz zu gründen.

Thompson usw. behandelt, aber selten von Ökonomen, mit der Ausnahme von Professor Stanley Jevons."(S.952)[11].

Geddes zollte Jevons Tribut, weil er darauf hingewiesen hatte, daß Kohle nicht nur ein Artikel mit subjektivem Wert und folglich Tauschwert sei, sondern eine Menge gelagerter Energie, die der industriellen Aktivität strikte und berechenbare Grenzen auferlege. Die Frage war die Beziehung zwischen den Reserven und der gegenwärtigen bzw. künftigen Nachfrage; es war die Frage nach der Verhinderung der Energieverschwendung und der Beendigung der Schadstoffverteilung.

Geddes schlug eine - sicherlich vom **Tableau Economique** angeregte - Input-/Outputtabelle vor. Die erste Spalte enthielt die verfügbaren Energiequellen (entsprechend Taits Klassifizierung) und ebenso die nicht zur Energiegewinnnung, sondern für andere Zwecke verwendeten Materialien, was zeigt, daß Geddes kein Anhänger des Energiedogmas war. Diese Energie und diese Materialien werden in drei Stufen in Produkte transformiert:Extraktion von Brennstoffen und Rohmaterial, Herstellung und Transport und Austausch.

Die während einer gegebenen Zeitdauer exploitierte Menge an Energie und Materie und der während dieses Prozesses zerlegte und dissipierte Teil derselben werden in Schaubildern erfaßt, mit deren Hilfe Geddes seine Ideen erklärt. Der Umfang des Endproduktes schien unendlich klein im Verhältnis zu dessen möglichem Umfang. Diese Ungleichheit sollte das enorme Außmaß des Energie- und Materialverlustes verdeutlichen, der oft wegen der Unzulänglichkeit unserer Prozesse ein Vielfaches des Endproduktes darstellte. Diese Verluste an Energie oder Masse waren in Geddes Berechungsschema eingeschlossen. In der herkömmlichen Ökonomie sind sie ausgeschlosssen; was auf jeder Stufe bezahlt wurde, war nicht der Verlust an Energie und Masse, sondern nur die davon auf der jeweiligen Stufe verfügbaren Mengen. So wird z.B. die aus Kohle zum Zweck der Bewegung von Maschinen gewonnene Energie in Geldgrößen erfaßt, nicht aber die anderen 9o bis 99%, die dissipiert werden. Das Endprodukt (heute Wertschöpfung genannt) war überhaupt kein **geschöpfter** Wert, es ist der Wert, der von den anfänglich verfügbaren Energie- und Materiemengen übrig blieb.

Es war möglich, die von Menschen verrichtete Arbeit in Energieeinheiten auszudrücken; vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet sind sie thermische Maschinen (**Automaten**, sagte Geddes). Die Pferdestärken einer Maschine könnten ebensogut "Mannstärken" genannt werden und umgekehrt. Von Pferdestärken zu reden war in der Tat reine Konvention. Produzenten und Maschinen wären nicht nur austauschbar, sondern auch kommensurabel. Sicherlich, wenn wir die Konsumenten auch als Automaten betrachten würden, könnten ihre Erholungsbedürfnisse in physikalischen Begriffen gefaßt werden, aber wir könnten den menschlichen Konsum nicht betrachten, ohne physiologische und soziale Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Geddes beobachtete große Ungleichheiten im Konsum. So war z.B. die russische, norwegische und schottische Kosumtion in Geld ausgedrückt £7, £14 und £3o

11 Das Material von Tait, auf das sich Geddes bezieht, veröffentlicht in der North British Review (vol XL, 1864, S.4off und 337) einer Zeitschrit für literarische Kritik, ist eine gründliche Geschichte der Entdeckung der Energiegesetze von Fourier (1768-183o), Rumford (1753-1814) und Sodi Carnot (1796-1832) zu Clausius (1882-1888) und William Thompson (1824-19o7), wo Joule (1818-1889) hoch gelobt und Mayer (1814-1878) ignoriert wird. Es schließt eine Klassifizierung der bei der Verausgabung mechanischer Arbeit verfügbaren Energiequellen ein (S.364): fossile Brennstoffe, Tierfutter, die aus fließendem Wasser, den Gezeiten, Winden, Meeresströmungen, Vulkanen und geothermischen Wasser herrührende Energie und erklärt den physikalischen Ursprung jeder dieser Energiequellen. Die Idee der Energierechnung für den ökonomischen Prozeß ist implizit enthalten (z.B. durch den Vergleich der thermodynamischen Effizienz von Dampfmaschinen und dem menschlichen Körper, S.344),wird aber nicht entwickelt.

pro Person und Jahr. Wie konnte diese große Differenz erklärt werden, wenn ähnliche geografische Bedingungen und ähnliche Bedürfnisse für Nahrung und Brennstoff gegeben sind? Wir müssen den Konsum in "notwendig" und "nicht notwendig" unterteilen:die Variation des nicht-notwendigen Konsums kann man als ästhetische Komponente bezeichnen und Endprodukte können demgemäß in ihre notwendigen und ästhetischen Elemente zerlegt werden. Die sich daraus ergebende paradoxe Schlußfolgerung ist: obwohl die Produktion grundlegend für die Erhaltung ist, ist sie auch grundlegend für die Künste - eine Schlußfolgerung, die mit den Lobpreisungen von Ruskin konform ging. Offensichtlich wäre es absurd, Geddes als Anhänger der Theorie des Energiewerts aufzufassen.

Geddes' Ideen über Städte sind, besonders durch das Werk von Mumford, wohlbekannt, obwohl sie als ökologische Kritik der Ökonomie weniger originell sind als die Artikel von 1884. Nach unseren Kenntnissen hat er niemals den Energiefluß einer besonderen Stadt analysiert; nichtsdestoweniger hatte er genau dies im Kopf und jeder Stadtplaner, der sein Werk gelesen hätte, hätte mit dieser Aufgabe viele Jahre vorher beginnen können.

Geddes' Gedanken über Urbanität hatten jedoch einen anderen Ausgangspunkt:Städte auf Kohlefeldern. Die räumliche Bevölkerungsverteilung hat sich in Großbritanien seit dem Beginn der auf Kohle gegründeten Industrialisierung verändert. Aber nicht nur die Städte nahe den Kohlevorräten waren angewachsen, andere - besonders London - entwickelten sich zu ineinandergreifenden Siedlungsgebieten. Diese Entwicklung hat im Vertrauen auf den durch unbegrenzte Kohlevorräte gespeisten industriellen Fortschritt stattgefunden; die Einwände von Carlyle, Ruskin und Morris wurden als "romantisch" oder "ästhetisch" abgelehnt. Deren Vorstellungen standen jedoch im Einklang mit denen der Physiker.

Geddes konfrontierte die spekulative Mentalität der Ökonomen gerne mit den als sicher geltenden Annahmen der "harten" Wissenschaften (einschließlich einer zweifelhaften Biologie menschlicher Gruppen). Tatsache ist jedoch, daß die Physiker in der Regel der Industrialisierung und Urbanisierung begeistert gegenüberstanden. Dies beeinträchtigt nicht Geddes' Schlußfolgerung, daß die Entwicklung von Ressourcen nicht mit der Dissipation von Energie verwechselt werden sollte. Der neue Typ des Ökonomen würde den wirklichen Reichtum erhalten wollen, indem z.B. neue Bäume gepflanzt werden, um die gefällten zu ersetzen: der Wald ist wie eine Bank, aus der der Reichtum hervorgeht. Geddes folgte hier dem Leitmotiv ökologischer Ökonomie: Pflanzen als wirklicher Kapitalist, im Gegensatz zur Konfusion des Ökonomen zwischen Reichtum und Schuld. Er führte auch die Unterscheidung zwischen "paläotechnisch" oder auf Kohle gegründeter Industrialisierung bzw. Urbanisierung und "neotechnisch" ein, aber er hat die Technologien dieser neotechnischen Ära nicht spezifiziert (verglichen etwa mit Popper-Lynkeus' detaillierter quantitativer Analyse) außer als Lobpreisung der Integration von Stadt und Agrikultur und als Anbieten optimistischer Visionen bezüglich der Elektrizität (die eine erneuerbare Energiequelle nur im Falle der Nutzung der Wasserkraft darstelt).

Platzmangel macht es hier unmöglich, im Detail andere Vorläufer einer ökologischen Ökonomie zu analysieren, und wir werden daher dieses Papier beenden, indem wir kurz auf Werke eingehen, die wir für nicht weniger interessant als die bisher erwähnten halten. Wir haben wenige Beispiele für eine explizite Diskussion der Ökonomen durch professionelle Physiker gefunden. Eines von ihnen stammt von Rudolf CLAUSIUS (1885) es handelt von den Energieressourcen in der Natur und ihren Nutzen für die Menschheit.

Dies ist nicht nur wegen der Persönlichkeit des Autors bedeutsam, sondern auch bezüglich dessen, was über die Quellen des ökonomischen Wachstums gesagt wird: "Wir haben Kohlevorräte aus alten Zeiten gefunden...Diese nutzen wir und wir verhalten uns wie ein fröhlicher Erbe, der eine umfangreiche Erbschaft aufbraucht".

Ein anderer Physiker (allerdings von geringer Bedeutung in seiner eigenen Disziplin), der über Ökonomie schrieb, war Leopold PFAUNDLER (1839-192o). In einem kurzen Artikel (19o2) analysierte er die Erhaltungsfähigkeit der Erde mit detailierten Berechnungen zur Sonnenenergie, die auf den Boden auftrifft und von Pflanzen verwandelt wird, und zum Bedarf an Nahrungsenergie für die menschliche Ernährung. Pfaundlers hauptsächliche These war, daß die Leistungsfähigkeit der Erde nicht durch die Verfügbarkeit an Materialien, sondern durch freie Energie determiert ist, da das Gesetz der Erhaltung der Masse die vollständige Rezyklierbarkeit von Materialien erlaubt (eine frühe Fassung dessen, was Georgescu-Roegen das "Energiedogma" nannte). Ein anderer Beitrag von Pfaundler war sein Bewußtsein von den möglichen Verbindungen zwischen dem Sozialdarwinismus und dem Studium der Nutzung von Energie und Materie durch die Menscheit. Er benutzte oft den Begriff "**der Kampf ums Dasein**", dennoch nahm er davon Abstand, solche Verknüpfungen in rassischer Weise zu verwenden.

Bezüglich der außerhalb des eigenen Körpers verbrauchten Energie und Materie gibt es enorme Differenzen zwischen den Individuen der menschlichen Gattung. Wir können zwar einen Hund betrachten, der mittels einer Concorde durch großen Treibstoffverbrauch über den Atlantik reist;aber ohne menschlichen Eingriff sind die Differenzen bezüglich des Verbrauchs von Energie und Materie innerhalb einer Art sehr klein, vergleicht man sie mit denen in der Menschengattung. Um die Rolle der Agrikultur in der Ökonomie hervorzuheben, machte Frederick Soddy (1877-1956) den Unterschied zwischen der "vitalen" und der "laboristischen" Nutzung der Energie. Dies ist Lotkas Unterscheidung zwischen endosomatischer und exosomatischer Nutzung der Energie ähnlich. Von 19o3 an empfahl Soddy den Ökonomen, den menschlichen Gebrauch der Energie zu studieren. Er warf den Ökonomen vor, Chrematistik mit Ökonomie zu verwechseln. Es ist schwierig, Soddy als einen Wachstumsoptimisten oder -pessimisten zu klassifizieren. Er glaubte sicherlich an den Fortschritt der Wissenschaften, aber nicht, daß dieser notwendig technischen Fortschritt einschließen würde, obwohl er bisweilen bei den Ausblicken, die durch die Radioaktivität eröffnet wurden, den Boden unter den Füßen verlor. Soddys Hauptpunkt war, daß die Ökonomen Finanz- und Realkapital verwechselten. Er führte aus, daß die Zahlung des Zinses nur vom Zuwachs der Verarmung des Schuldners herrühren könne und daß es keine reine Theorie des ökonomischen Wachstums geben könne, da Wachstum in letzter Instanz von der Verfügbarkeit von Energie abhänge. Mit andernen Worten:eine hohe Belohnung für das Sparen könne nur bezahlt werden, wenn aus den Ersparnissen ertragreiche Investitionen wurden, d.h. wenn es eine hohe Rate der Zerstörung nicht erneuerbarer Ressourcen gäbe, d.h. wenn der Gegenwartswert der Zukunftsnachfrage nach erschöpfbaren Ressourcen drastisch abdiskontiert würde. Soddys Kritik ging nicht nur dahin, daß es für Rentierkapitlisten unmöglich ist, allein aus dem Verleih von Kapital Zinsen zu erzielen, wenn es nicht "produktiv" angewandt wird, um Profite aus der Lohnarbeit zu extrahieren. Sein Punkt war vielmehr, daß es auch bei produktiver Anlage ihres Kapitals für sie unmöglich ist, Zins (oder Profit) zu erzielen, wenn sie nicht erschöpfbare Ressourcen ausplündern würden. Es sind also die Definitionen von "Produktion" und von "Kapital" zu problematisieren.

7. Max Weber und Wilhelm Ostwald

Ostwalds Beitrag war weniger polemisch in Richtung der Ökonomen als der von Soddy und mehr an die Historiker gerichtet. Er scheiterte bei seinem Dialogversuch mit ihnen und mit den Sozialwissenschaftlern. Später wurde er als Ahnherr der ökologischen Anthropologie (durch Leslie White) anerkannt. Die führenden Köpfe sollten Podolinsky, Sacher, Geddes sein. Ostwald (1853-1932) entwickelte die Ansicht, daß die Stufen der menschlichen Geschichte verknüpft waren mit der größeren Verfügbarkeit von Energie und der Verbesserung in der Effizienz, mit der sie transformiert weden konnte. Er hatte Talent in der Werbung für seine Artikel. Er prägte ein Schlagwort,das er als **energetischen Imperativ** ansah, der nicht nur als moralische Leitlinie, sondern auch als Interpretationsprinzip des Verlaufs der menschlichen Geschichte gültig sein soll: **vergeude keine Energie, verwerte sie.** Man mag darin einen der Ursprünge für Theorien sehen, die die natürliche Selektion und die Nutzung von Energie verknüpfen und die, angewandt auf die verschiedenen nichtmenschlichen Arten, Energieanalyse mit Sozialdarwinismus verknüpfen. Ostwald selber hat keine empirische Analyse der Energienutzung in irgendeiner Gesellschaft vorgelegt.

Max Weber (1864-192o), der eine Besprechung von Ostwalds "**Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaften**" schrieb und sie auch 1909 publizierte, kritisierte Ostwald zurecht für sein Unterlassen, Daten zu liefern. Aber er zitierte keinen der Autoren (von Podolinsky bis Pfaundler, abgesehen von anderen, die wir in unserer Untersuchung ausgelassen haben mögen) die empirische Arbeiten über den Energiefluß in menschlichen Gesellschaften vorgelegt haben. Max Weber erklärte Ostwalds hauptsächliche These ,verteidigte die Separierung der Wissenschaften und belustigte sich über Ostwalds salto mortale in die Ökonomie. Weber reservierte seine bissigste Ironie für den Industrialisten Solvay, der auch über Energie und Gesellschaft geschrieben hatte und hielt sich nicht lange auf bei Ostwalds Unsinn über "mentale" Energie oder seinen Anflügen von Phantasterei, wie dem Vorschlag einer Universalsprache, um die Energieausgaben für Übersetzungen zu sparen.

Ostwald hatte gesagt, daß die Entwicklung der Kultur von der Verfügbarkeit von Energie und der Effizienz ihrer Transformation abhinge. Max Weber begann mit dem Hinweis, daß Ostwald keine detaillierten Daten vorgelegte und daß er die Verfügbarkeit von Materialien vergaß. Ostwald ging von dem Faktum aus, daß nahezu alles, was sich auf der Erde ereignete, stattfand aufgrund der Sonneneinstrahlung. Daher sollte eine permanent lebensfähige Gesellschaft ausschließlich auf Sonnenstrahlung gegründet werden. Ostwald hatte jedoch geschrieben, daß der schnelle Verbrauch von in Kohle verwandelter und gelagerter Sonneneenergie von geringer Bedeutung sei. Wie könne die Vergeudung eines derartigen Erbes von geringerer Bedeutung sein fragte Weber. Die Antwort gemäß Ostwald lautete, daß die Effizienz bei der Verwandlung von Sonnenstrahlen noch enormer Verbesserung fähig war - nicht so sehr wegen des photosynthetischen Ertrags von Pflanzen als vielmehr wegen der industirellen Anwendung von Sonnenenergie durch photovoltaische Umwandlung.

Vielleicht hafte Ostwald mit dieser Ansicht Recht, aber warum analysierte er nicht die Reserven an Eisen, Kupfer, Zink, die so bedeutend für die Transmision von Elektrizität sind? Ostwald sah voraus, daß die zukünftige Energieversorgung von der in Sonenenenergie verwandelten chemischen und elektrischen Energie kommen würde. Entsprechend wäre es nützlich gewesen

zu betrachten, in welchem Ausmaß Aluminium (das, so schrieb er, praktisch unerschöpflich war sowie schnell und dauerhaft im Preis fiel) Kupfer und Zink ersetzen konnte. Zusammengfaßt:Ostwald glaubte nicht, daß der Zufluß von Sonnenenergie in der relevanten Zukunft abnehmen würde, sodaß es keinen Bedarf für eine Ökonomisierung der Sonnenenergie gab, obwohl die Verfügbarkeit von Materialien, die z.T. für die Transformation der Energie selbst benötigt wurden, eine nähere Betrachtung erforderlich machten. Das Entropiegesetz - die Dissipation durch Gebrauch,so schrieb Weber, gelte sowohl für Materialien als auch für Energie.

Mehr noch, wenn die Aussichten für die industrielle Nutzung der Solarenergie, die bis heute nur mittels lebender oder fossiler Pflanzen nutzbar wurde, so gut waren, wie Ostwald predigte, warum sollten wir uns um die Effizienz der Energietransformation kümmern? Wäre die thermodynamische Effizienz nicht zunehmend irrelevant, wenn man zudem in Rechnung stellt, daß die Geburtenraten fallen würden?

Ostwald hatte den kulturellen Fortschritt als Zuwachs in der Verfügbarkeit von Energie und der Ersetzung von menschlicher Energie durch alternative Formen definiert. Er hatte den kulturellen Fortschritt auch als zunehmend effizientere Energievernutzung definiert. Widersprach sich Ostwald nicht selbst? Max Weber führte aus, daß ein Stück Stoff, das durch eine Maschine gewebt würde, höhere Energiekosten haben müsse als ein von Hand gewebtes Stück. Dennoch würde niemand daran zweifeln, daß maschinelles Weben technischen und kulturellen Fortschritt darstellen würde. Das Studium von Preisen und Kosten sei die Aufgabe der Ökonomen, Energietheorie sei irrelevant. Man kann sich gut eine ähnliche Antwort an die Wissenschaftler (und/oder Ideologen der Bauern) vorstellen, die heutzutage die Ökonomen darauf hinweisen, daß die moderne Agrikultur mit einer Verschlechterung des Verhältnisses von Energieoutput und Energieinput verbunden sei: "...hat nichts mit Ökonomie zu tun."

In einer Tauschökonomie entspreche die Relation zwischen den monetären Stückkosten, die im Wettbewerb entscheidend sind, nicht notwendig den Relationen zwischen den Energiestückkosten, obwohl natürlich - so schrieb Weber wohlgefällig - die verausgabte Energie immer einen "energetischen" Einfluß auf die Geldkosten habe. Wenn z.B. ein Vorschlag zur Verwandlung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie existierte, sei es sehr wohl möglich, daß die Wettbewerbsfähigkeit dieser Form von Energie überwältigend sei, selbst wenn ihre thermodynamische Effizienz viel geringer als die der Dampfmaschine sei. In der Tat war das primitivste Werkzeug der Natur, der menschliche Muskel, effizienter in der Energienutzung als der beste elektrische Dynamo und dennoch war es in jedem ökonomischen Vergleich unterlegen.

Weder Max Weber noch Ostwald betrachteten, wie die Preise erschöpfbarer Ressourcen bestimmt wurden. Weben mit der Hand war teurer als das Weben mit der Maschine, weil die Dampfmaschine erfunden wurde und Kohle billig war. Warum war Kohle billig? Wenn die Antwort der Hinweis auf den Angebotsüberschuß wäre, hätten wir die Allokation über die Zeit zu verfolgen. Wie würde die Zukunftsnachfrage gegenwärtig bewertet? So können wir z.B. rückblickend sagen, daß der Verbrennungsmotor in einigen Teilen der Welt zu einer gewissen Zeit einen Wettbewerbsvorteil hatte, weil Öl wegen überschüssigem Angebot und niedrigen Extraktionskosten billig war. Um aber zu verstehen, warum das Angebot an Öl größer war als die Nachfrage, mußte man ein zusätzliches Element unterstellen: den Glauben, daß zukünftige Entdeckungen in einem Ausmaß gemacht würden, das gleich oder größer war als

der Bedarf zu der jeweiligen Zeit; den Glauben, daß Öl, wenn es ausgehen würde, durch etwas anderes ersetzt würde; die Nachfrage der zukünftigen Generationen würde diskontiert; die Nachfrage der armen Teile der Menschheit könnte ignoriert werden - oder eine Kombination dieser Glaubensbekenntnisse und moralischen Werte. Nur der fanatischste Marktökonom könnte argumentieren: weil eine Ressource billig ist, muß sie im Überfluß vorhanden sein.

Ein großes oder kleineres Gewicht der künftigen Bedürfnisse oder eine weniger (oder mehr) optimistische Ansicht des technischen Fortschritts könnte den Preis von Kohle und Öl hinauf (hinunter) treiben und so die Kostenrelationen ändern, die Max Weber für den entscheidenden Faktor der Erklärung ökonomischer Geschichte hält. Max Webers Ökonomie sollte in diesem speziellen Schritt Chrematistik oder Katallaktik genannt werden - das Studium individueller Transaktionen, aus der sich eine Struktur von Preisen und Mengen unabhängig vom sozialen Ursprung der gemachten Bewertungen ergibt.

Zusammengefaßt:die von unseren Autoren behandelten Fragen machen klar, daß eine ökologische Ökonomie schon vor langer Zeit hätte entwickelt werden können. Auf dem neuen Gebiet der ökologischen Ökonomie werden nun, wie in allen neu gegründeten Wissenschaftssparten, geschichtliche Rückblicke auf die eigene Tradition zu erscheinen beginnen. In diesem Kontext steht das vorliegende Papier. Es bleibt die Frage, warum so wenige Wissenschaftler in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und imbeginnenden 2o. Jahrhundert von diesem Standpunkt aus über Ökonomie schrieben (wir haben keinen vollständigen Überblick vorgelegt, aber es ist klar, daß es nicht viele gab). Eine damit verbundene Frage ist, warum der Humanökologie (zumindest bis 1973) so wenig Aufmerksamkeit (von Ökonomen und Wirtschaftsgeschichtlern, die es besser hätten wissen müssen) geschenkt wurde. Und schließlich:warum wurde bis vor kurzem die ökologische Kritik der Ökonomie nicht als Ideologie von einer sozialen Gruppe angenommen? Das sind Fragen über die Separierung und Beziehung zwischen den Wisssenschaften, über die sozialen und ideologischen Funktionen von Wissenschaft.

Einige unserer Autoren haben hervorgehoben, daß eine reduktionistische Methode, die den menschlichen Gebrauch von Energie und materiellen Ressourcen nur mit Hilfe der Naturwissenschaft zu erklären versucht, der Komplexität menschlicher Geschichte nicht Rechnung trägt. Die Ökologie kann nicht erklären, warum einige Teile der Menschheit vielleicht eine Tonne Erdöl (für Traktoren, Transport, Düngemittel, Herbizide, Kühlschränke) jährlich verwenden, um jede Person mit Nahrungsmitteln zu versorgen, während viele andere Menschen sich ernähren, ohne einen einzigen Tropfen Erdöl zu verwenden. Die Allokation von Energie und materiellen Ressourcen auf verschiedene Zwecke kann für die menschliche Gattung nicht allein durch die Naturwissenschaften erklärt werden.

(Übersetzung:Frank Beckenbach)

Literatur

Chapman, Peter, 1975: *Fuel's Paradise: Energy Options for Britain*, Penguin, London.

Cipolla, Carlo, 1974: *The Economic History of World Population* (1962), 6th edn, Penguin, London.

Clausius, Rudolf, 1885: *Über die Energievorräthe der Natur und ihre Verwerthung zum Nutzen der Menschheit*, Verlag von Max Cohen & Sohn, Bonn.

Cottrell, Fred, 1955: *Energy and Society: the Relations between Energy, Social Change and Economic Development*, McGraw Hill, New York.

Ellen, Roy, 1982: *Environment, Subsistence and System: the Ecology of Small-Scale Social Formations*, Cambridge University Press.

Engels, F., 1925: *Dialektik der Natur*, MEW edn., vol. 20, Dietz Verlag, Berlin, 1972.

Engels, F., 1882: Letters to Marx, 19 and 22 December 1882, MEW edn, vol 35, Dietz Verlag, Berlin.

Fick, Adolf, 1906: *Gesammelte Schriften*, Stahelsche Verlag, Würzburg.

Fluck, R. C. and Baird, D. C., 1980: *Agricultural Energetics*, Avi Publishing Co., Westport.

Geddes, Patrick, 1881: *The Classification of Statistics and its Results*, A. & C. Black, Edinburgh.

Geddes, Patrick, 1884: *John Ruskin, Economist*, W. Brown, Edinburgh.

Geddes, Patrick, 1885: *An Analysis of the Principles of Economics*, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, read 17 March, 7 April, 16 June, 7 July 1884, reprinted by Williams and Norgate, London.

Geddes, Patrick, 1915: *Cities in Evolution: an Introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics*, Williams & Norgate, London (new edn, Benn, London, 1968).

Geddes, Patrick, 1926: 'A National Transition', *Sociological Review*, XVIII (Symposium on Coal).

Georgescu-Roegen, Nicholas, 1971: *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press.

Gray, L. C., 1913: 'The Economic Possibilities of Conservation', *Quarterly Journal of Economics*, 27.

Gray, L. C., 1914: 'Rent under the Assumption of Exhaustibility', *Quarterly Journal Economics*, 28.

Hardesty, Donald, 1977: *Ecological Anthropology*, Wiley, New York.

Harman, P. M., 1982: *Energy, Force and Matter: the Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics*, Cambridge University Press.

Hayek, F. A. von, 1952: *The Counter-Revolution of Science: Studies on the Abuse of Reason*, Free Press, Glencoe, Ill. new edn Liberty Press, Indianapolis, 1979.

Hays, Samuel P., *Conservation and the Gospel of Efficiency: the Progressive Conservation Movement 1890–1920*, Harvard University Press.

Ise, John, 1925: 'The Theory of Value as Applied to Natural Resources', *The American Economic Review*, XV, 284–91.

Ise, John, 1950: *Economics*, Harper, New York.

Jevons, W. Stanley, 1865: *The Coal Question*, Macmillan, London & Cambridge.

Jevons, W. S., 1871: *The Theory of Political Economy*, ed. R. D. Collison Black, Penguin, Harmondsworth, 1970 edn.

Jevons, W. Stanley, 1879: *The Principles of Science: a Treatise on Logic and Scientific Method*, 3rd edn, Macmillan, London.

Jevons, W. Stanley, 1965: *The Coal Question: an Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal Mines*, reprint of the 3rd edn, Augustus Kelly, New York.

Jevons, W. Stanley, 1972: *Papers and Correspondence*, ed., R. D. Collison Black, Macmillan, London, 7 vols.

Jurisch, Konrad W., 1908: *Salpeter und sein Ersatz*, S. Hirzel, Leipzig.

Kormondy, Edward J., 1965: *Readings in Ecology*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Krohn, W. and Schaefer, W. 1978: 'Ursprung und Struktur der Agrikulturchemie', *Starnberger Studien* Band 1, Suhrkamp, Frankfurt.

Leach, Gerald, 1975: *Energy and Food Production*, IPC Science & Technology Press, Guildford.

Liebig, Justus von, 1859: *Letters on Modern Agriculture*, ed. John Blyth, Walton & Maberly, London.

Liebig, Justus von, 1863: *The Natural Laws of Husbandry*, ed. John Blyth, Walton & Maberly, London.

Martinez-Alier, Juan 1987: Ecological Economis, Basil Blackwell,Oxford

Martinez-Alier, J and Naredo, J. M., 1982: 'A Marxist Precursor of Energy Economics: Podolinsky', *Journal of Peasant Studies*, 9, Jan.

Naredo, J. M. and Campos, Pablo, 1980: 'La energia en los sistemas agrarios', *Agricultura y Sociedad*, 15.

Naredo, J. M. and Campos, Pablo, 1980: 'Los balances energéticos de la agricultura española', *Agricultura y Sociedad*, 15.

Odum, Eugene P., 1968: 'Energy Flow in Ecosystems: A Historical Review', *American Zoologist*, 8, Feb.

Odum, Eugene P., 1971: *Fundamentals of Ecology*, 3rd edn, Saunders, London.

Ostwald, Wilhelm, 1909: *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*, Alfred Kröner, Leipzig, (French trans., Giard & Brière, Paris, 1910).

Ostwald, Wilhelm, 1912: *Der energetische Imperativ*, Akademische Verlagess. Leipzig.

Ostwald, Wilhelm, 1913: *Die Philosophie der Werte*, Alfred Kröner, Leipzig.

Pfaundler, L., 1902: 'Die Weltwirtschaft im Lichte der Physik', *Deutsche Revue* (ed. Richard Fleischer), 22 (2), April–June, 29–38, 171–82.

Pimentel, D. et al., 1973: 'Food Production and the Energy Crisis', *Science*, 182, pp. 443–9.

Podolinsky, Serhii, 1880a: 'Le socialisme et la théorie de Darwin', *Revue Socialiste*, March.

Podolinsky, Serhii, 1880–3: 'Le socialisme et l'unité des forces fisiques', *Revue Socialiste*, June 1880; 'Il socialismo e l'unità delle forze fisiche', *La Plebe*, 1881; 'Menschliche Arbeit und Einheit der Kraft', *Die Neue Zeit*, March–April 1883.

Popper-Lynkeus, Josef, 1912: *Die allgemeine Nährpflicht als Lösung der sozialen Frage: eingehend bearbeitet und statistisch durchgerechnet*, Reissner, Dresden

Ramage, Janet, 1983: *Energy: a Guidebook*, Oxford University Press.

Ramsey, F. P., 1928: 'A Mathematical Theory of Saving', *Economic Journal*, XXXVIII.

Rappaport, Roy, 1967: *Pigs for the Ancestors: Ritual in the Ecology of a New Guinea People*, Yale University Press (new edn 1985).

Rossiter, M. W., 1975: *The Emergence of Agricultural Science: Justus Liebig and the Americans, 1840–1880*, Yale University Press.

Ruskin, John, 1861: *Unto this Last: Four Essays on the First Principles of Political Economy*, Smith, Elder & Co., London.

Sacher, Eduard, 1881: *Grundzüge einer Mechanik der Gesellschaft*, Gustav Fischer, Jena.

Sacher, Eduard, 1899: *Die Gesellschaftskunde als Naturwissenschaft*, Pierson's Verlag, Dresden & Leipzig.

Smith, Gerald Alonzo, 1982: 'Natural Resource Economic Theory of the First Conservationist Movement (1895–1927)', *History of Political Economy*, 14 (4).

Soddy, Frederick, 1912: *Matter and Energy*, Williams and Norgate, London.

Soddy, Frederick, 1922: *Cartesian Economics: the Bearing of Physical Science upon State Stewardship*, Hendersons, London.

Soddy, Frederick, 1926: *Wealth, Virtual Wealth and Debt*, Allen & Unwin, London, 2nd edn 1933.

Soddy, Frederick, 1947: *Atomic Energy for the Future*, Constitutional Research Association. London (15 pages, Bodleian Library 22283 e 438 (7).

Thomas, R. Brooke, 1976: 'Energy Flow at High Altitude', in Baker and Little, 1976.

Weber, Max, 1909: 'Energetische Kulturtheorien', *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 29, in Weber, *Gessammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, 3rd edn 1968.

Žmavc, Ivan, 1926: *Die energetischen Grundlagen der Soziotechnik: die allgemeine Lehre von der menschlichen Arbeit als dem Element der wissenschaftlich begründeten Gesellschaft*, Sudetendeutscher Verlag Karl Kraus, Reichenberg i.B.

FRANK BECKENBACH: ÖKOLOGISCHE ÖKONOMIE ALS KRITIK DER FACHÖKONOMIE

Bemerkungen zur Theorie erschöpfbarer Ressourcen und ihrer Interpretation durch Martinez-Alier*

Robert Michel,Monsieur Biscaya,1920

Zusammenfassung

Für das Projekt einer ökologischen Ökonomie stellen sich vor allem zwei Aufgaben: Sie muß sich **erstens** um eine präzise Erfassung der ökologischen Problemlagen und ihrer Relevanz für das ökonomische Segment des Sozialsystems bemühen. **Zweitens** muß sie das Instrumentarium der Fachökonomie als ein theoriegeschichtliches Entwicklungsresultat begreifen, das auf seine Angemessenheit für die Abbildung dieser ökologischen Problemlagen aus ökonomischer Sicht zu befragen ist. Der folgende Beitrag versucht zu verdeutlichen, daß für die erste Aufgabenstellung die Beschränkung auf die Betrachtung des Energieflusses, wie sie auch von Martinez-Alier vorgeschlagen wird - zu eng ist. Folgt man umgekehrt dem ökologischen Problemhorizont, wie er durch die 'modernen' kapitalistischen Industriegesellschaften vorgegeben wird, dann erweist sich sowohl die Allokationstheorie im allgemeinen als auch die Theorie der Allokation erschöpfbarer Ressourcen im besonderen als ungeeignet. Vor diesem Hintergrund lassen sich dann erste Desiderata für eine als Kritik der Fachökonomie verstandene ökologische Ökonomie formulieren.

* Für nützliche Hinweise in Sachen Ökologie danke ich Ludwig Trepl.

1. Die theoriegeschichtliche Rekonstruktion des Projekts einer ökologischen Ökonomie durch Martinez-Alier

(1) Martinez-Alier (im folgenden als MA) hat mit seiner verdienstvollen theoriegeschichtlichen 'Archäologie' die Vorstellung zerstört, daß das Wissen um die Begrenztheit der natürlichen Ressourcen erst im Gefolge der sogen. "Energiekrise" Anfang der 7oer Jahre entstanden sei[1]. Er zeigt vielmehr daß es jenseits hektischer Alarmmeldungen durch öffentliche Medien, Wirtschaftsjournalismus und politische Instanzen eine nunmehr schon seit einem guten Jahrhundert währende wissenschaftliche Diskussion um die wirtschaftliche Bedeutung von begrenzten Energieressourcen gibt. Die Anfangsgründe dieser Diskussion aufzuarbeiten ist für MA nicht nur deswegen bedeutsam, weil sie - im Unterschied zu dem heute eher von den Sozialwissenschaftlern ausgehenden Problembewußtsein - vorwie-gend von Naturwissenschaftlern(Physikern, Biologen, Chemikern) getragen wurde, die sich um eine sozialwissenschaftliche Nutzanwendung ihrer Theorien bemühten. Diesen Anfängen ist auch deswegen nachzugehen, weil sie in der **Behandlung des Energieflusses** einen gemeinsamen Nenner aufweisen. Denn in diesem sieht MA "ein **vereinheitlichendes Prinzip** in der ökologischen Analyse ebenso wie in der ökonomischen Analyse vom ökologischen Standpunkt aus"(S. 3-Herv. F. B.)[2]. Dies verdeutlicht, daß "ökologische Ökonomie" hier für den Versuch einer Vereinheitlichung (bzw. Analogisierung) von natur- und sozialwissenschaftlichen Themenstellungen steht und für die Hypothese, daß dieses vereinheitlichende Thema entlang des ersten und zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik gewonnen werden kann.

(2) Ökonomie wird von MA "taktisch"(?) entsprechend der Lehrbuchvorstellung definiert als "Untersuchung der menschlichen Allokation knapper Ressourcen auf alternative Zwecke."(S. 3) Der für die Behandlung der Energieressourcen relevante Teil der Ökonomie soll daher die Theorie der Allokation erschöpfbarer Ressourcen sein (ebenda), der freilich nicht nur der **thermodynamischen Ergänzung** i. o. S. bedarf, sondern es müssen auch die in den Ressourcenpreisen enthaltenen"Glaubensbekenntnisse und moralischen Werte" bezüglich der künftigen Ressourcenverfügbarkeit(S. 29) offengelegt werden. Die Erklärung dieser Implikationen macht eine **sozialhistorische Ergänzung** der Allokationstheorie erforderlich. Diesen Überlegungen liegt die implizite These zugrunde, daß das aus der Fachökonomie entlehnte Segment "Theorie erschöpfbarer Ressourcen" mit diesen thermodynamischen und sozialhistorischen Ergänzungen kompatibel ist und folglich sich ökologische Ökonomie weniger durch Kritik als vielmehr durch Ergänzung einzelner Teile der Fachökonomie auszeichnet[3].

(3) Die Elemente einer so verstandenen ökologischen Ökonomie waren schon lange bekannt: die Grundeinsichten der Thermodynamik (v. a. das zweite Gesetz) waren schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts verfügbar; die Grundkonturen der ökonomischen Theorie erschöpfbarer Ressourcen haben sich bereits zu Beginn des 2o. Jahrhunderts herausgeschält. Insofern ist es für MA klar, "daß eine **ökologische Ökonomie schon vor langer Zeit** hätte entwickelt werden können."(S. 29 - Herv. F. B.).Es stellt sich für ihn die

---

[1] Daß diese 'Krise' kein geeigneter Anlaß für derartige Einsichten war, zeigt schon der Umstand, daß nicht die verfügbaren Energiemengen als solche zum Problem wurden, sondern deren Verfügbarkeit zu bestimmten Preisen.

[2] Seitenzahlen ohne weitere Angaben beziehen sich im folgenden auf den vorstehenden Text von Martinez-Alier.

[3] Erst wenn die Ökonomie um eine Betrachtung der "physikalischen Merkmale der Güter" ergänzt wird, soll sie zu einer Behandlung der "Ursachen der historisch-geografischen Allokation knapper Ressourcen auf alternative Verbrauchsweisen"(S. 6, vergl. S. 22) in der Lage sein.

Frage, "warum so wenige Wissenschaftler in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und dem beginnneden 2o. Jahrhundert von diesem (ökologischen - F. B.) Standpunkt aus über Ökonomie schreiben."(ebenda). Den Grund dafür sieht MA weniger in der Separierung der Fachwissenschaften als solchen, sondern vielmehr in den sozialen und ideologischen Funktionen, die die Wissenschaft erfülle (vergl. S. 18, 29).

(4) Ich möchte im folgenden diese Sichtweise der ökologischen Ökonomie und ihre theoriegeschichtliche Verortung problematisieren. In **Abschnitt 2** soll zunächst begründet werden, warum eine Beschränkung auf die Betrachtung des Energieflusses unzulänglich ist bzw. warum eine Erweiterung des Betrachtungshorizonts darüber hinaus das Ökologieproblem zu einem durchaus neuen Problem für die Ökonomie macht (im Gegensatz zur These in Punkt(3)). In **Abschnitt 3** soll verdeutlicht werden, daß die allokationstheoretische Behandlung erschöpfbarer Ressourcen kein selbstverständlicher Ausgangspunkt sein kann, sondern ein theoriegeschichtliches Entwicklungsresultat ist. Diese Sichtweise muß darüberhinaus aufgrund der in Abschnitt 2 skizzierten modernen Problemsicht hinterfragt werden (**Abschitt 4**; Differenz zur These in Punkt(2)). Dies gibt Anlaß für den Rückgriff auf ältere, nicht-allokationstheoretische Elemente der Ökonomie. In Auseinandersetzung mit diesen Ansätzen sollen in **Abschnitt 5** schließlich die Desiderata einer auf der Kritik der Fachökonomie und der Differenz von Sozial- und Naturwissenschaften (im Gegensatz zur These in Punkt (1)) gegründeten ökologischen Ökonomie diskutiert werden.

2. Das 'moderne' Ökologieproblem

(5) MA selbst weist verschiedentlich darauf hin, daß die Erschöpfung der Energieressourcen nicht als kontinuierlicher Abbau eines gegebenen Vorrats interpretiert werden kann. Die der Ökonomie durch diesen Vorrat gesetzte **Schranke ist variabel** sowohl in Abhängigkeit vom verfügbaren (bzw. verfügbar gemachten) Angebot als auch in Abhängigkeit von der Nachfrage nach Energieressourcen. Während die 'Substitution' etwa des Produktionselements (bzw. Konsumelements) Energie durch Arbeit, Produktionsmittel, Werkzeuge und dergl. die Nachfrage verändert, kann der 'technische Fortschritt'sowohl das Angebot an Energieressourcen vergrößern (durch Erschließung neuer Vorkommen, durch Eröffnung regenerativer Energiequellen) als auch die Nachfrage vermindern bzw. die Nutzung einer gegebenen Energiemenge vergrößern(durch energiesparende Technologien, durch Einführung von 'backstop'-Technologien[4]). Daraus folgt: ökonomische Schranken in Zusammenhang mit den Energieressourcen lassen sich jenseits epochaler Gesetzmäßigkeiten (wie etwa dem Entropiegesetz) nur in Verbindung mit einer gegebenen Energietechnologie und deren Entwicklungsmöglichkeiten bestimmen.
Gewinnung, Transport und Verarbeitung von Energie ist mit weitläufigen technologischen Strukturen verknüpft. Durch diesen **Modus der Energienutzung** wird die **Industriestruktur** eines Landes entscheidend geprägt[5]. Umgekehrt entstehen durch diese Industriestrukturen neue

[4] Unter Bezugnahme auf die Rolle des Ballfängers im baseball werden mit diesem Begriff in der neoklassischen Ressourcenökonomie durch F- und E-Anstrengungen verfügbar gemachte Substitute für die natürlichen Ressourcen bezeichnet.

[5] Jevons hat diesen Basisprodukt-Charakter für die Kohle im England der Mitte des 19. Jahrhunderts verdeutlicht: die Notwendigkeit des Wasserabpumpens bei der Kohlegewinnung wird zur Grundlage der Entwicklung der Dampfmaschine (JEVONS 19o6, S. 114-12o), die Bedürfnisse des Kohletransports führen zum Straßen und Kanalbau (ebenda, S. 12o-122), v. a. aber zum Bau der Eisenbahnen (ebenda, S. 122-126). Überhaupt führt der Zusammenhang von Kohle und Eisenproduktion zu neuen industriellen Aktivitäten (vergl. ebenda, S. 127, 129f), gibt die Verfügbarkeit

Energiebedürfnisse usw. . Diese industriellen Nutzungstrukturen und ihre Dynamik bleiben von einer auf die thermodynamische Energieflußperspektive beschränkten Betrachtung unerfaßt.

(6) Diese interdependenten Nutzungsstrukturen sind aber auch die Grundlage dafür, daß sich die Nutzung der Naturumgebung nicht auf den Abbau erschöpflicher Energieressourcen beschränkt: die mit dem Entropiezuwachs verbundene Dissipation von Naturstoffen ist bei Überschreiten von naturinternen Verarbeitungskapazitäten gleichbedeutend mit der Produktion von Schadstoffen, die durch Gewässer, Luft und Boden weiträumig und langzeitlich verteilt Pflanzen, Tiere, Menschen und Sachgüter beeinträchtigen. Aber auch jenseits der mittels einzelner Parameter meßbaren Schadstoffe ist mit den Energienutzungstrukturen eine Veränderung des Landschaftsgefüges und der Siedlungsformen verbunden, was wiederum zu ökologischen Störungen Anlaß geben kann. Der Abbau erschöpfbarer Ressourcen wird auf diese Weise zu einem **gesellschaftsinternen Ökologieproblem**: erstens dadurch, daß 'die Natur' als ein - in zeitlicher und räumlicher Hinsicht mit großer Spannbreite wirkendes - Verarbeitungs-, Umformungs- und Verteilungssystem für die ökologischen Handlungsfolgen fungiert und zweitens daß dieses System die gesellschaftlichen (d. h. wirtschaftlichen, politischen, juristischen usw.) Verhältnisse der Menschen prägt. Letztere befinden sich also jenseits der gesellschaftlichen Zuteilungsmedien (wie z. B. Einkommen, Amt usw.) noch in einem 'Schadstoffverhältnis', 'Landschaftsverhältnis' usw. zueinander. Aufgrund der Endogenisierung des energietechnologischen und produktionsstrukturellen 'Fortschritts'und der Exogenisierung der ökologischen Folgen dieser Entwicklung ist daher zu vermuten, daß die durch diese ökologischen und lebensweltlichen Folgen von Energiesystemen entstehenden Schranken viel eher ökonomisch relevant werden als etwa Beschränkungen bezüglich des Vorkommens von natürlichen Ressourcen (vergl. PETERSON/FISHER 1977. S. 71of).

(7) Das 'moderne' ökologische Problempotential ist das Ergebnis einer mit dem technischen und gesellschaftlichen 'Fortschritt' verbundenen gegensätzlichen Entwicklung: einerseits werden die ökologischen Handlungs- und Strukturfolgen durch die genannten komplexen Nutzungsstrukturen zunehmend globalisiert; andererseits werden die Handlungsbedingungen zunehmend eingeengt, indem das gesellschaftliche Steuerungssystem sich immer mehr in "selbstreferenzielle" Teilsysteme ausdifferenziert[6]. Dies bedeutet, daß nach dem Überschreiten historischer Schwellenwerte ökologische Schäden, Unfälle und Katastrophen eine gesellschaftliche Problemkomplexität begründen, die weder in den separierten Wissenschaftssystemen gedanklich abgebildet, noch durch die getrennt operierenden gesellschaftlichen Steuerungsinstanzen angemessen bearbeitet werden kann. Erst dort, wo die selbstbezüglichen Subsysteme durch die Wirkungen der Umweltnutzung in ihrer eigenen Existenz bzw. Legitimität gefährdet sind, weil ihre Zuteilungslogik nicht mehr funktioniert[7], gibt es

---

über billige Kohle Anlaß für die forcierte Entwicklung der Chemieindustrie (vergl. ebenda, S. 134f) usw. . Insoweit erscheint es durchaus angemessen, wenn Jevons die Kohle zum "mainspring of the modern material civilisation "(ebenda, S. 1) macht und ihr zuschreibt, daß sie "in truth stands not beside, but entirely above, all other commodities"(ebenda, S. 2). Angesichts der zwischenzeitlichen Entwicklung ist allerdings auch darauf hinzuweisen, daß sich die Industrie mittels 'Sekundärenergien' (wie z. B. dem Elektrizitätssystem) von einem spezifischen Primärenergieträger unabhängig zu machen trachtet.

[6] Vergl. BECK 1986, S. 25ff für die erste Tendenz und LUHMANN 1986, S. 86ff für die zweite Tendenz. Die größere Sensibilität für die Beobachtung moderner Entwicklungstendenzen bei den Sozialwissenschaften im engeren Sinn als bei der Fachökonomie dürfte wohl auf die hochgradige Durch-"Codierung" der letzteren zurückzuführen sein.

[7] Also etwa Preise bzw. Geldeinkommen immer weniger über den wirtschaftlichen Aufwand und Ertrag entscheiden.

ein **reales** Ökologieproblem. Erst dort wo der durch eigene Untersuchungsobjekte, Methoden usw. begründete Selbstlauf der fachwissenschaftlichen Arbeitsteilung (auch in der Ökonomie) zu einer Erklärungshermetik geführt hat, und es für die Reflexion ökologischer Interdependenzen keinen Ort (mehr) gibt, erst dann gibt es das **wissenschaftliche** Problem einer "ökologischen Ökonomie".
Insofern nun diese Gegensätzlichkeit von (Problem-) Globalisierung und (Problemlösungs-) Segmentierung für moderne, v. a. kapitalistische Industriegesellschaften typisch ist[8], ist auch erst jetzt die "materielle Grundlage" für die Konzipierung einer ökologischen Ökonomie gelegt. Insofern ist auch die fehlende Resonanz auf die von MA vorgestelltten frühen diesbezüglichen Versuche wegen fehlender Korrespondenz zu einem realen Problem nicht verwunderlich. Es muß aber darüberhinaus auch bezweifelt werden, ob die Theoriebausteine 'Thermodynamik' bzw. 'Entropiegesetz' und 'Allokation erschöpfbarer Ressourcen' hinreichend sind, um das moderne Ökologieproblem im obigen Sinn zu erfassen.

3. Die Theorie der "Allokation erschöpfbarer Ressourcen"

3. 1 Von der Klassik zu Jevons

(8) Die von MA übernommene Definition der Ökonomie (als Wissenschaft) über die Allokation von Ressourcen auf alternative Zwecke und die Verhandlung des Energieproblems in der zur Allokation erschöpfbarer Ressourcen kanonisierten Unterabteilung der Lehrbuchdoktrin implizieren nicht nur eine Zurichtung des Problems, die das Ergebnis theoriegeschichtlicher Entwicklungen ist. Die allokationstheoretische Sichtweisse ist auch zu eng, um die von MA vorgestellten Ansätze zu integrieren[9].
In der **klassischen Ökonomie**, deren Blick v. a. auf die makroökonomischen **Reproduktionserfordernisse** (und weniger auf den individuellen Handlungsrahmen) einschließlich der Wachstumsbedingungen (Akkumulation) gerichtet ist, werden die natürlichen Ressourcen durchaus als äußere Schranken für die Akkumulation registriert. Da die Reproduktion aber im wesentlichen als das Ergebnis von Arbeit aufgefaßt wird, bleibt die nicht durch Arbeit bewerkstelligte Reproduktion der Naturgrundlagen unerörtert[10]. Es wird entweder unterstellt, daß Naturressourcen in beliebiger Menge zur Verfügung stehen (sodaß es keine Nutzungskonkurrenz gibt)[11]; oder aber, soweit sie nicht beliebig vermehrbar sind und individuell appropriierbar sind (Beispiel Boden) sollen die Naturressourcen

---

8 Sie sind charakterisiert durch das Überschreiten von ökologischen Belastungsschwellenwerten und durch die Entwicklung von natursynthetisierenden Basistechnologien wie etwa die Chemie- und Atomtechnologie.

9 MA bemüht sich leider weder in seinem Aufsatz noch in seinem Buch (MARTINEZ-ALIER 1987) um die Rekonstruktion theoriegeschichtlicher Entwicklungslinien: weder die klassischen Ursprünge noch die Zwischenposition von Jevons, noch die Herausbildung der modernen Allokationstheorie werden genauer untersucht. Im folgenden möchte ich zu diesen Entwicklungslinien einige Hinweise geben.

10 In der Differenzierung zwischen Reproduktionsbedingungen, die durch Arbeit reproduzierbar sind, und solchen, die dies nicht sind, wird in der Klassik implizit die Differenz zwischen Ökonomie und Ökologie ausgesprochen. CHRISTENSEN (1987, S. 75ff) sieht darüberhinaus sogar Ansätze für für eine "physikalische" Theorie der Produktion in der Klassik.

11 Vor dem Hintergrund des in Punkt(6) und (7) skizzierten modernen Ökologieproblems betrachtet, liegt die Problematik der klassischen Ansicht nicht in der Annahme freier, d. h. keinen gesellschaftlichen Zugangsbeschränkungen unterworfener, Güter. Vielmehr ist die mit dieser Annahme verknüpfte Vermutung auf ein nichtrivalitäres Verhältnis der Wirtschaftssubjekte zu kritisieren.

"unzerstörbar" sein (vergl. RICARDO 1951a, S. 67, 69, 75f). Ein Problem sind die Naturressourcen für die ökonomische Reproduktion nur insoweit, als sie **erstens** wie im Falle des Bodens nichtüberwindbare qualitative Unterschiede aufweisen und **zweitens** wie im Falle der Arbeitsbevölkerung deren Zufuhr durch natürliche Gesetzlichkeiten geregelt ist. Das erste Problem wird gelöst durch die für den besseren Boden zu zahlende ("Differential"-) Rente (vergl. RICARDO ebenda, S. 7of); das zweite Problem wird gelöst durch eine Kopplung des Bevölkerungswachstums an die Variation der Lohnhöhe (vergl. MALTHUS 1924, 28f, 32)[12]. Allerdings ergibt sich in langfristiger Sicht ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Problemkreisen: Da der Boden (als Fläche) nicht vermehrbar ist, soll ein Wachstum der Lebensmittelproduktion nur bei Sinken ihrer Produktivität möglich sein. Dies beeinträchtige die Profitrate und damit die Akkumulation (vergl. RICARDO 1951, S. 179; MALTHUS 1924, S. 18). Alles in allem: in der durch das 'Prinzip Arbeit' geprägten reproduktionstheoretischen Perspektive der Klassik stellt sich das Problem der natürlichen Ressourcen nur als Problem ihrer nicht gegebenen Vermehrbarkeit, nicht aber als Problem der Erschöpfbarkeit eines gegebenen Vorrats an natürlichen Ressourcen.

(9) Eine Zuspitzung des Problems der Nichtvermehrbarkeit natürlicher Ressourcen zum Problem der Erschöpfbarkeit derselben erfolgt theoriegeschichtlich erstmals durch **Jevons.** Er hat zum einen versucht - unter Ausnutzung seiner naturwissenschaftlichen Vorbildung und in Umsetzung seiner empirisch-statistischen Interessen - ganz unabhängig von nutzen- und marginaltheoretischen Überlegungen(deren Mitbegründung i. d. R. als seine theoriegeschichtliche Leistung ausgegeben wird) die von der Klassik nur geahnten natürlichen Ressourcenschranken für die Ökonomie zu päzisieren. Dies v. a. in zweifacher Hinsicht: **Erstens** führt er in seinem Buch **"The Coal Question"** die dominante Stellung Großbritaniens im internationalen Wettbewerb auf die günstige Ausstattung dieses Landes mit dem Basisprodukt Kohle und einer darauf aufbauenden Industriestruktur zurück. Entsprechend besteht das ökonomische Problem der Ressourcenerschöpfung zunächst nicht im vollständigen Abbau der Bestände, sondern in der Gefahr, daß mit steigenden Abbaukosten der Wettbewerbsvorteil dieses Landes eingebüßt wird[13]. Diese für das damalige Großbritanien spezifische Befürchtung generalisiert er dann zu einem durch die natürlichen Ressourcen beschränkten "law of social growth"(ebenda, S. 191). Für dieses präsentiert Jevons zwei Argumentationsvarianten. Einerseits sieht er die Wachstumsschranke dadurch gegeben, daß die dem Basisprodukt Kohle entsprechende Industriestruktur unbeschränkte Anwendungsmöglichkeiten für die Kohle eröffnet, während demgegenüber nicht nur die Kohlevorräte beschränkt sind, sondern auch die Kohleabhängigkeit der Industriestruktur die Umstiegsmöglichkeit auf andere Energieträger erschwere bzw. unmöglich mache (vergl. ebenda, S. 197ff)[14]. Andererseits versucht er diese Wachstumsschranke unter Außerachtlassung der Energie- und Produktionstechnologie durch die Konfrontation der Malthusschen Behauptung der geometrischen Bevölkerungszunahme und der beobachteten Zunahme des pro-Kopf-Kohlekonsums mit den gegebenen

---

12 Auch Marx ist durch die 'ökologische Blindheit' der ökonomischen Klassik beeinflußt. Allerdings präzisiert er den spezifischen sozialen Modus der Naturvernutzung erstens als Vernutzung der Arbeitskraft im kapitalistischen Produktionsprozeß, zweitens als durch das Privateigentum und die kapitalistische Agrikultur geprägte Bodennutzung und drittens als zyklische Entwicklung des Ressourcenabbaus. Zu den ersten beiden Punkten vergl. den Überblick in BECKENBACH 1988, S. 18-29.

13 Vergl. JEVONS 1906, S. 89f, 131, 187 u. ö. -im Unterschied dazu sieht er in einem größeren Zeithorizont das Problem der Erschöpfung der Ressourcenmengen wirksam werden: vergl. ebenda, S. 412, 419, 429, 460 u. ö. .

14 Diese Einsicht in die produktionsstrukturelle Verflechtung von Energiegewinnung und verarbeitender Industrie ist wohl auch der eigentliche Grund für Jevons' Pessimismus bezüglich der Anwendbarkeit bzw. Erschließbarkeit anderer Energiequellen (vergl. ebenda, S. 158ff).

Vorräten an Kohle zu gewinnen (vergl. ebenda, S. 191ff), also schlicht dadurch, daß er im klassischen Argument für den Wachstumspessimismus in the long run Getreide (bzw. Lebensmittel) durch Kohle ersetzt(vergl. oben Punkt(8))[15].

Damit wird die klassische Vorstellung einer durch die natürlichen Ressourcen gesetzten langfristigen Akkumulationsschranke nach zwei Seiten hin präzisiert: durch Rückführung der Nachfrage nach den natürlichen Ressourcen auf die Industriestruktur und durch Ersetzung eines beschränkten Produktionspotentials (für Getreide bzw. Lebensmittel) durch einen beschränkten Materialvorrat (an Kohle). Vor diesem Hintergrund sieht Jevons nur die Alternative zwischen "true greatness"(ebenda, S. 456), die bei forciertem ökonomischen Wachstum das ökologische 'Kapital' unwiderbringlich verzehrt, aber eine vielfältige zivilisatorische Diffenrezierung hervorbringt -oder aber"longer continued mediocrity"(ebenda), die die ökologischen Bestände möglichst lange erhält, dafür aber auf die zivilisatorischen Differenzierungsleistungen des Wachstums verzichtet[16].

Die Einsicht, daß Kohlevorräte aus der Ablagerung von Pflanzen und diese im wesentlichen durch Sonnenenergie gespeist werden, führt Jevons dann **zweitens** zu dem Versuch, die ökologischen Grundlagen für die Ökonomie in Gestalt eines "**solar commercial cycle**" zu konkretisieren. Ausgehend von einer detailierten Untersuchung der Zeitreihen für die Preise von Kapitalmarktpapieren, Bankrotten und Weizen entdeckt Jevons ein zyklisches Variationsmuster, daß er jenseits zufäliger Einflüsse allgmein-theoretisch zu erklären versucht. Nicht zuletzt wohl deswegen, weil ihm die naturwissenschaftliche Theorie als Inbegriff von Exaktheit gilt, sucht er diese Zykluserklärung in einer "physikalischen" Grundlage für die ökonomische Entwicklung (JEVONS 1884, S. 222). Schon früh wird er von der "speculation"(ebenda, 219) beherrscht, daß die zyklischen Schwankungen der Sonnenaktivität die Ursache für die zyklischen Preisphänomene seien. Er versucht diese Vision zunächst dadurch zu plausibilisieren, , daß er auf den Einfluß der Sonnenaktivitätsschwankungen für das Wetter und auf die Bedeutung des Wetters für die Ernteschwanungen, die sich wiederum in Preisschwankungen niederschlagen sollen, verweist (ebenda, S. 194; vergl. JEVONS 1981, S. 93). Die offenkundige Komplexität der Bestimmungsgründe für die Ernte in den entwickelten europäischen Ländern[17] veranlassen ihn dann dazu, die genannte Einflußkette für unentwickelte Länder (v. a. Indien) zu behaupten und über Export-/Importverflechtungen diesen Einfluß auf die entwickelten Länder (Großbritanien als pars pro toto) zu verallgemeinern (ebenda, S. 216ff, 231ff). Die Schwächen dieser

---

15 Vergl. auch die Kritik an Jevons' Argumentation bei KEYNES (1972, S. 112ff) und seine bissig-ironische Kommentierung: "Indeed, there is not much in Jevons's scare which can survive cool criticism. His conclusions were influenced, I suspect, by a psychological trait, unusually strong in him, which many other people share, a certain hoarding instinct, a readiness to be alarmed and excited by the idea of exhaustion of resources. Mr H. S. Jevons has communicated to me an amusing illustration of this. Jevons held similar ideas as to the approaching scarcity of paper as a result of the vastness of the demand in relation to the supply of suitable material (and here again he omitted to make adequate allowance for the progress of technical methods). Moreover, he acted on his fears and laid in such large stores not only of writing-paper, but of thin brown packing-paper, that even to-day, more than fifty years after his death, the children have not used up the stock he left behind him of the latter; though this purchases seem to have been more in the nature of a speculation than for his personal use, since his own notes were mostly written on the backs of old envelopes and odd scraps of paper, of which the proper place was the waste-paper basket. "(ebenda, S. 117)

16 Vergl. einerseits: "After all, commerce is but the means to an end -the diffusion of civilisation and wealth. To allow commerce to expand until the source of civilisation is exhausted is like killing the goose to get the golden egg. "(a. a. O. , S. 455) -und andererseits: "No part, no function of a nation is independent of the rest and it is possible that in fearlessly following our instincts of rapid growth we may rear a fabric of varied civilisation, we may develop talents and virtues, and propagate influences which could never have resulted from slow restrained growth however prolonged."(ebenda, S. 456)

17 Sowohl die nicht auf die Sonne rückführbaren Natureinflüsse als auch die technologischen Gestaltungsmöglichkeiten des Menschen sind hier zu nennen.

Argumentation liegen auf der Hand: sie wird weder dem komplexen ökologischen Einflußgefüge gerecht noch begründet sie die konjunkturprägende Rolle der Nahrungsmittelpreise[18]. Gleichwohl liegt mit Jevons' Idee vom "solar commercial cycle" ein Ansatz vor, die ökologischen Umgebungsbedingungen als Produktionselement in der Ökonomie zu erfassen. Obwohl nicht unmittelbar kompatibel miteinander können die "Coal Qestion" und der "solar commercial cycle"[19] als zwei Versuche gewertet werden, die klassische These von den äußerlichen Akkumulationsbeschränkungen durch nicht produzierbare natürliche Bedingungen zu präzisieren. Bei allen Schwächen zeigen diese Untersuchungen, daß es durch eine Eigenlogik konstitutierte natürliche Bedingungen gibt[2o], die zum Ausgangspunkt für einen ökologisch-ökonomischen Transmissionsmechanismus werden. Insofern kann dieser älteren Sicht zumindest eine Ahnung der Differenz zwischen Ökologie und Ökonomie zugeschrieben werden.

3. 2 Von Jevons zu den Vorläufern der Allokationstheorie

(1o) Jevons steht aber nicht nur für eine Zuspitzung bzw. Präzisierung der klassischen Sicht bezüglich der natürlichen Ressourcen. Er ist zugleich eine theoriegeschichtliche **Wendemarke zur neoklassischen Allokationstheorie.** Für diese Wendemarke gibt es auf Basis der bisher skizzierten Entwicklung drei Anhaltspunkte: Erstens liegen (noch) keine wissenschaftlichen Grundlagen vor (bzw. sind die vorliegenden den Ökonomen nicht bekannt), die eine Zusammenschau von Sonne, Wetter und fossilen Energievorräten zu einem ökologischen Gesamtsystem erlauben, das einer eigenen Reproduktions- und Entwicklungslogik folgt, aus der heraus die ökologischen Ausgangsbedingungen der Ökonomie (wie etwa die geologischen und klimatischen Bedingungen für die Rohstoffgewinnung, Biomassenproduktion usw.) erklärt werden könnten (vergl. TREPL 1987). Zweitens begründet die Zuspitzung der klassischen Vorstellung von der Nichtproduzierbarkeit zur Erschöpfbarkeit der natürlichen Ressourcen ein Verhaltens- und Entscheidungsproblem (von Jevons angedeutet als Wahlmöglichkeit zwischen "true greatness" und "longer continued mediocrity"; vergl. oben Punkt (9))

Dafür muß eine Entscheidungsregel bereitgestellt werden. Drittens schließlich offenbart insbesondere die Suche nach einem "solar commercial trade cycle" das Bedürfnis nach einer den naturwissenschaftlichen Mustern folgenden Exaktheit in der Ökonomie. Das Bestreben, diese Exaktheit in der Ökonomie zu internalisieren, statt sie aus einem externen physikalischen o. ä. Referenzsystem abzuleiten, führt zu einer utilitaristisch fundierten ökonomischen Theorie in Gestalt eines "mechanics of utility and self-interest"(JEVONS 197o, S. 9o). An die Stelle der klassischen Thematisierung von gesellschaftlichen Reproduktionserfordernissen tritt dann die Betrachtung individueller Handlungsbedingungen. Die Eigentümlichkeit des damit entstehenden Wissenschaftstypus und die Folgen für die Behandlung der erschöpfbaren natürlichen Ressourcen sollen im folgenden betrachtet werden.

---

18 Vergl. auch Jevons' Verweise auf die politischen und sozialen Einflußfaktoren für die Preise einerseits(ebenda, S. 195) und auf die Interdependenz der Preise andererseits (ebenda, S. 2o2) . Hinzuweisen ist auch auf den Vorschlag von Keynes, die Schwächen dieser Argumentation durch Einbezug einer älteren Version der Jevonsschen Konjunkturerklärung zu mildern (vergl. KEYNES 1972, S. 126)

19 Diese Inkompatibilität besteht v. a. darin, daß einmal Kohle und einmal Sonnenenergie als ein die wirtschaftliche Gesamtentwicklung prägendes Basisgut firmieren. Trotz dieser partiellen Inkompatibilitäten sind beide Untersuchungen m. E. von ähnlichen Erkenntnisinteressen getragen. Vergl. dagegen die Interpretation von Martinez-Alier oben S. 8.

2o Dieser öko(logischen) (Eigen) logik geht Jevons in der "Coal Question" etwa in Gestalt der geologischen Aspekte (vergl. JEVONS 1966, S. 4off) und bei seinen Untersuchungen über den solar commercial cycle durch die Untersuchung der Graviations-, Strahlungs- und Materiebeziehungen zwischen Himmelskörpern nach (vergl. JEVONS 1981, S. 95ff)

(11) Prägend für das mit der Neoklassik aufkommende Wissenschaftsverständnis ist die Auffassung, daß diese als "**pure natural science**" sich mit den "blind and uneluctable forces of nature" im Unterschied zu denjenigen "which result of the exercise of human will" zu beschäftigen habe (WALRAS 1954, S. 61; vergl. ebenda, S. 47). Entsprechend ist die Begriffsbildung und Methodenwahl ganz an naturwissenschaftlichen Vorbildern orientiert. Allerdings ist nicht ganz klar, welches naturwissenschaftliche Leitbild für die mainstream-Ökonomie ausschlaggebend ist: Zum einen lassen sich viele Charakteristika ökonomischer Gesetzesaussagen aus einer Orientierung an der Mechanik (der sich mit der Beziehung zwischen Masse, Kraft und Bewegung beschäftigende, auf Newton zuückgehende, Teil der Physik) plausibel machen:

- die eindeutige, v. a raum-zeitliche Identifizierbarkeit der einzelnen Elemente, ihre Quantifizierbarkeit und damit Qualitätskonstanz;
- die Existenz einfacher Kausalitätsbeziehungen bzw. umkehrbarer Abhängigkeitsbeziehungen;
- die Zusammensetzbarkeit des Ganzen aus seinen Teilen und
- die natürliche Tendenz zu einem gleichgewichtigen Ruheszustand[21].

Zum andern bietet sich aber auch die ältere Energietheorie (Thermodynamik ohne Entropiegesetz) zur Plausibilisierung der fachökonomischen Begriffs- und Modellbildung an. Durch dieses Leitbild lassen sich folgende Aussagen und Methoden veranschaulichen:

- die zeitunabhängige Reversibilität aller Zustandsänderungen;
- die Bestimmung von Gleichgewichtszuständen durch Extremwertermittlung bei Beschränkungen und
- die Spezifizierung des Marginalprinzips als 'principle of least action'[22].

Die Bildung wissenschaftlicher Aussagen und Theoreme beruht dann - wie in den entsprechenden Naturwissenschaften - auf einer (mehr oder weniger plausiblen) Zuordnung von sichtbaren Veränderungen (Wirkungen) und unsichtbaren Wirkkräften (Ursachen). Allerdings drängt sich der Verdacht auf, daß damit oftmals die Ersetzung einer sozialwissenschaftlichen Erklärung durch eine naturwissenschaftlich verbrämte Metaphorik stattfindet[23].

Eine derartige, in Analogie zu den Naturwissenschaften konstruierte, Gesetzeswissenschaft macht eine hochgradige Standardisierung bei der Porträtierung des Handlungsrahmens der Wirtschaftssubjekte erforderlich. Die Erklärung aller diesbezüglichen Beschränkungen, Besonderheiten und Irregularien muß daher in die sozialwissenschaftlichen Nachbardisziplinen der Geschichte, Soziologie , Politologie usw. verwiesen werden. Aus der "Politischen Ökonomie" wird auf diese Weise die "**pure economics**". Damit einher geht eine jenseits des reinen Erfahrungswissens ebenso wie

---

21 Vergl. z. B. THOBEN 1982, S. 292f und das Buch "Wirtschaftsmechanik" von W. G. WAFFENSCHMIDT 1957.

22 Vergl. MIROWSKI 1984, . 366f, 373f. Mirowskis Aufsatz ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert: erstens soll mit der Referenz auf die ältere Energietheorie die synchrone Herausbildung der neoklassischen Theorie an verschiednen Orten durch verschiedene Personen erklärt werden (vergl. ebenda, S. 363). Zweitens zeigt er die Inkonsistenzen und Halbherzigkeiten der fachökonomischen Analogisierungsversuche zur Energietheorie (vergl ebenda, S. 374). Drittens schließlich verdeutlicht dies die Fragwürdigkeit von Aufforderungen , ökologische Ökonomie sollte auf die Energietheorie Bezug nehmen.

23 Ganz wie bei der Mechanik der Hebelkräfte unsichtbare Wirkkräfte und sichtbare Ortsveränderung korrespondieren, sollen sich Nutzen und Tausch "entsprechen". Allerdings wird dabei das zu erklärende (Tausch-) Gleichgewicht einfach vorausgesetzt (vergl. JEVONS 1970. S. 144-147 und MIROWSKI 1984, S. 363). Dieser Beweiszirkel ist Ausdruck der fundamentalen Mängel der Tauschtheorie von Jevons: der fehlenden Untersuchung der Indeterminiertheit des bilateralen Tauschs, des Sprungs von der Nachfragefunktion zur Nutzenfunktion durch Konstruktion eines Grenznutzens des Geldes und des Konstrukts der "trading bodies" (vergl. PEACH 1987, S. 1015f). Überhaupt läßt sich interessanterweise feststellen, daß das Jevonssche Modell einer statischen "mechanics of self-interest" im Widerspruch zu den aus empirisch-statistischer Anschauung heraus geschriebenen dynamischen Überlegungen in der "Coal Question" bzw. den Arbeiten über den "solar commercial cycle" steht (vergl. dazu auch CHRISTENSEN 1987, 81 und oben S. 8). Dieser Widerspruch wird erst mit der späteren Ausdehnung der Modellmechanik auf das Ressourcenproblem selber beseitigt.

diesseits des reinen Werturteils liegende Form der Erkenntnisgewinnung in Gestalt von "Modell"-Bildungen. Die Bedeutung derartiger Modellkonstruktionen liegt nicht nur darin, Zufälligkeiten und Unbestimmtheiten zu vermeiden, sondern auch darin, ein Maß für die beobachtbare Wirklichkeit zu liefern bzw. gar deren utopisch-vorbildhafte
Überhöhung darzustellen[24]. Zusammenfassend kann dieser Theorietyp daher gekennzeichnet werden durch:

- die Herstellung einer weitgehenden 'Isomorphie' zwischen ökonomischen (sozialwissenschaftlichen) und naturwissenschaftlichen Erkenntnisobjekten und -prozessen;
- die Auflösbarkeit/Zusammensetzbarkeit des Ganzen (Gesamtwirtschaft) aus seinen Teilen (Einzelwirtschaft), was die Analogisierbarkeit entsprechender Aussagen unterstellt[25] und die Identifizierbarkeit/Quantifizierbarkeit der Elemente;
- schließlich die Aufhebung der strikten Trennung von deskriptiven und normativen Aussagen (oder von "Sein" und "Sollen") zugunsten einer Grauzone, in der die Aussagen beide Eigenschaften zugleich aufweisen.

(12) Durch diesen Theorietyp wird denn auch mehr und mehr die Behandlung der erschöpfbaren Ressourcen geprägt. Die Analogisierung zu den Naturwissenschaften, die (mit der utilitaristischen Fundierung zusammenhängende) Beschränkung auf die Allokationsperpektive und die strikte Abgrenzung zu den sozialwissenschaftlichen Nachbardisziplinen führen dazu, daß die natürlichen Ressourcen - ganz wie etwa die Präferenzordnung - der Theorie als nicht weiter zu erklärendes/hinterfragendes 'Datum' vorausgesetzt werden. Das Problem besteht dann lediglich in der Ermittlung von Effizienz- und Optimierungsregeln für eine intertemporale Allokation dieser Ressourcen. Auf diese Weise verwandelt sich das Problem der exogenen Schrankensetzung in das endogene Problem der optimalen Allokation[26]
Die **erste Etappe** dieser Verwandlung der Problemstellung ist in der Auseinandersetzung von Fachökonomen mit der amerikanischen conservation-Bewegung zu sehen. Gray ist einer der ersten, der die vorwiegend statisch orientierte mainstream-Ökonomie mit dem Konflikt "conservation" vs. "utilisation" der natürlichen Ressourcen und damit mit "the problem of adjusting the conflict between the interest of present and future"(GRAY 1913, S. 499) konfrontiert.[27]
In Fortführung der Argumentationslinie Ricardo-Jevons unterstellt auch er privat angeeignete natürliche Ressourcen. Zur Lösung des genannten Konflikts diskutiert er zunächst die Frage, ob das **einzelwirtschaftliche Profitmaximierungsinteresse** des Besitzers der natürlichen Ressource(n) der Konservierung derselben dienlich ist oder nicht. Dabei sieht er diesen Besitzer durch eine gegensätzliche Motivlage geprägt: Einerseits unterstellt er eine einzelwirtschaftlich gegebene Möglichkeit zur Alternativanlage des Kapitals in Finanzvermögen[28] und folgert daraus auf eine der gegebenen Zinsrate entsprechende Abdiskontierung seiner künftigen Erträgnisse aus dem Ressourcenabbau, woraus sich ein Bestreben zu dessen frühzeitiger Vornahme ergebe. Andererseits sieht er die Förder-bzw. Gewinnungskosten

---

24 Sie erfüllen insoweit die Funktion des Weberschen "Idealtypus". Vergl WEBER 1985, S. 194ff.

25 Dies hebt z. B. JEVONS(197o, S. 86) hervor.

26 Vergl. z. B. SIEBERT 1978, S. 145, der diese Allokationsperpektive mit der "Endlichkeit der Erde" begründet.

27 Nicht berücksichtigt werden hier die zeitlich vorgelagerten Untersuchungen deutscher Forstwirtschaftler aus der Mitte des 19. Jahrhunderts zur Bestimmung des Bodenwerts und der optimalen Baumrotation. Hier sind v. a. die erst spät gewürdigten Arbeiten von M. Faustmann zu nennen (vergl. SCOTT 1987, S. 295 und CRABBÉ 1988, S. 3ff). Nicht betrachtet werden auch J. Warmings Untersuchungen zur Erschöpfung von Fischbeständen (vergl. CRABBÉ, a. a. O. , S. 6-8). Sowohl Fisch als auch Wald müssen streng genommen als regenerierbare Ressourcen angesehen werde.

28 Vergl. ähnlich ISE 1925, S. 286

für diese Ressource mit ihrer Abbaumenge steigen, woraus sich aus preis- und wettbewerbspolitischen Gründen eine möglichste Streckung des Ressourcenabbaus ergebe[29]. Ferner sieht er die einzelwirtschaftliche Ressourcennutzung durch die Höhe ihres Preises (der als gegeben angenommen wird) geprägt: so führe zwar ein hoher Preis zu einer extensiven Ausdehung der Ressourcennutzung, vor allem aber zur Ökonomisierung der Ressourcenverwendung[30].
Da mithin die einzelwirtschaftlichen Determinanten keineswegs eine möglichst starke Ressourcenkonservierung gewährleisten, bzw. Ressourcen-"Knappheiten" angemessen signalisieren, besteht vom "**standpoint of society**" (ebenda, S 5o9) durchaus ein diesbezüglicher Handlungsbedarf. Während Gray aber die wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Einflußmöglichkeiten zur Beschränkung der Ressourcennachfrage (das sind für ihn v. a. "restrictions on population" und "changes in the character of wants"(ebenda, S. 51o)) pessimistisch einschätzt, kann und sollte das Angebot (bzw. die Nutzung eines gegebenen Angebots) durch eine Politik der niedrigen Zinsrate, der künstlichen Ressourcenverteuerung und - wenn wegen langer Umschlagszeiten, hoher Risiken und dergl. die Grenzen der Preispolitik erreicht sind - durch partielle öffentliche Ressourcenbewirtschaftung 'konservierend' beeinflußt werden[31]. Die durch diese wirtschafts- und gesellschaftspolitische Einflußnahme entstehenden Zusatzkosten sind von der gegenwärtigen Generation zu tragen. Sie verweisen damit auf das - keineswegs durch die Marktökonomie allein lösbare -Problem einer gesellschaftlichen Willensbildung über die Verteilung der Ressourcennutzung auf verschiedene Generationen (ebenda, S. 514f). Dieses Problem wird dadurch verkompliziert, daß Gray auch die gegebene Ressourcennutzung keineswegs als gleichbedeutend mit sozialem Fortschritt ansieht: sie ist für ihn z. T. das Ergebnis eines durch Verteilungsantagonismen entstehenden "künstlichen" Wachtumszwangs und sie ist für ihn z. T. das Ergebnis eines Konsums, der aus - konventionell diktierten - "unnützen" Ausgaben besteht (ebenda, S. 516).
Alles in allem unterscheidet Gray - ebenso wie Ise - **erstens** noch klar zwischen deskriptiv-empirisch orientierten und normativen (auf auf die Ziele der conservation-Bewegung Bezug nehmenden) Aussagen. Dem entspricht **zweitens** die klare Unterscheidung zwischen einzelwirtschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Sicht, was die Abschätzung von Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz des marktförmigen Steuerungsinstrumentariums erlaubt. Allerdings muß ein Widerspruch konstatiert werden zwischen den von Gray fraglos benannten Grenzen der Marktsteuerung (sei es für den sozialen Fortschritt, sei es für die Ressourcenkonservierung) und seiner Fassung des Gegenwarts- Zukunftsproblems als "determination if the proper rate of discount on the future"(ebenda, S. 515), was eben doch dessen preispolitische Lösbarkeit implizit suggeriert.

3.3 Von Hotelling zur wohlfahrts- und und wachstumstheoretischen Verallgemeinerung

(13) Die **zweite Etappe** bei der Kanonisierung des mit den natürlichen Ressourcen aufgeworfenen Restriktionsproblems zu einem Allokations- und

---

29 Vergl. GRAY 1913, S. 5o4f; GRAY 1914, S. 471ff. In der durch den Produktivitätsfall bedingten Abbauverzögerung sieht Gray auch einen zentralen Einwand gegen Ricardos Rententheorie (vergl. GRAY 1913, S. 5o6; GRAY 1914, S. 48off)

3o Vergl. GRAY 1913, S. 5o7f und auch ISE 1925, S. 285. Ise hebt - ebenso wie schon vorher Jevons - die Bedeutung niedriger Ressourcenpreise für die Herausbildung der Industriestruktur hervor. So bezeichnet er die Automobilindustrie schon damals in Ansehung des viel zu niedrigen Öl- bzw. Benzinpreises als "transitory industry"(a. a. O. , S. 289)

31 Vergl. ebenda, S. 512ff, 517f und ähnlich ISE 1925, S. 29of

Optimierungsproblem ist in dem Beitrag von Hotelling zu sehen. Unter der Voraussetzung, daß nicht der gesamte Bestand einer in Privateigentum befindlichen erschöpfbaren Ressource für künftige Generationen konserviert werden soll, fragt er nach einer optimalen Verteilung ihrer Abbaurate (vergl. HOTELLING 1979, S. 4of). Im Unterschied zu Gray will er dieses "Optimum" erstens allein entlang von Preis- und Einkommensgrößen, zweitens ausschließlich im Rahmen einer idealtypischen Modellbetrachtung und drittens durch die Analogisierung von einzel- und gesamtwirtschaftlicher Sicht bestimmen.
So analysiert er zunächst den Fall "**vollkommener Konkurrenz**", abstrahiert also von informationellen, institutionellen und soziostrukturellen Handlungsschranken für die Wirtschaftssubjekte. Dann läßt sich der Hinweis von Gray und Ise zum Abdiskontieren der Zukunftspreise(p) der Ressource mit dem Zinssatz zu folgender Preisregel formalisieren[32]:

$$p = p_b e^{rt}$$

Für die Bestimmung der Verteilung des Ressourcenangebots über die verschiedenen Perioden ist dann nicht nur die von den jeweiligen Preisen und Zeitpunkten abhängige Angebotsfunktion, sondern auch die Nachfragefunktion für die Ressource zu unterstellen. Entspricht letztere den neoklassichen Normalvorstellungen (inverses Verhältnis von Preishöhe und Nachfragevolumen, endlicher Maximalpreis, für den die Nachfrage Null ist), dann läßt sich von der Gegenwart aus die durch den Markt zu bewerkstelligende Optimalverteilung der Ressource über einen endlichen Zeithorizont ableiten (vergl. ebenda, S. 43-45). Ganz analog bestimmt Hotelling dann die Optimierung des **gesellschaftlichen "Gesamtnutzens"**(W): Für eine gegebene Zeitperiode soll diese Größe gleich den aufsummierten, virtuellen Ressourcenpreisen sein, die sich zwischen einem Ressourcenangebot von Null und dem faktischen Angebot(q) ergebe[33]. Bei Berücksichtigung der Abdiskontierung mit dem Zinssatz ergibt sich für den jeweiligen Gegenwartswert(V) dieses Gesamtwerts(W) wieder die o. g. Preisbildungsregel[34].

---

[32] Dabei ist p_o der Gegenwartspreis für die Ressource (ohne Extraktionskosten), r der Zinssatz und t die Periode. Die Formel läßt sich wie folgt herleiten. In der ersten Periode ist der Preis:

$$p_1 = p_o (1 + r).$$

In der zweiten Periode ist der Preis:

$$p_2 = (p_o [1 + r]) (1 + r) = p_o (1 + r)^2$$

Bedingung für die Optimalverteilung ist nun, daß die Gegenwartswerte, d. h. die abdiskontierten Zukunftswerte für die Ressource, für alle Perioden gleich sind. Also muß gelten:

$$p_o = \frac{p_1}{1+r} = \frac{p_2}{(1+r)^2} = \frac{p_n}{(1+r)^n}$$

Es folgt, daß der Ressourcenpreis pro Periode mit der Zinsrate steigen muß, was sich in kontinuierlicher Schreibweise ausdrücken läßt als

$$p = p_o e^{rt}.$$

[33] Dies ist die Summe aller Grenzpreise. Formal ausgedrückt:

$$W(q) = \int_0^q p(q)\, dq.$$

[34] Die Formel für den Gegenwartswert lautet

$$V = \int_0^T W e^{-rt}$$

$\frac{dV}{dq}$ für alle $o>t\geq T$ konstant sein muß, folgt

$$\frac{d}{dq} W e^{-rt} = \text{const}$$

Aus der Formel für die Summe der Grenzpreise läßt sich ableiten, daß

$$\frac{dW}{dq} = p$$

Diese Ineinssetzung von preisgesteuerter Ressourcenallokation mit der Maximierung des gesellschaftlichen Gesamtnutzens beruht auf der Externalisierung aller von Gray und Ise noch benannten Proleme: zum einen wird die unzulängliche Lösung der Frage der intergenerationalen Ressourcenverteilung mittels einer (zur Zinsrate analogen) Abdiskontierung abgetan durch Verweis auf die begrenzte Reichweite von Marktpreisen (vergl. ebenda, S. 48); zum andern wird das Problem fehlender Markt- und Verhaltenstransparenz, die die gemütliche Optimierungsvorstellung zerstören würde, als ein allein empirisches Problem behandelt[35]. Zugespitzt formuliert: gerade weil Angebotspreis bzw. zahlungsfähige Nachfrage durch Rivalitätsverhältnisse gebrochene Artikulationsformen von Bedürfnissen, Wünschen und dergl. sind, kann der für das obige Optimierungsmodell erforderliche Informationsvorrat nicht unterstellt werden: die Bekanntheit des Umfang des Ressourcenvorrats, der in die Zukunft verlängerten Angebots- und Nachfragefunktion und der Zinsrate. Unsicherheit und Risiko mit der Folge spekulativer Lagerhaltung einerseits und panikbedingte Überproduktion der Ressourcen andererseits dürften dann zum normalen, allgemein-theoretisch zu behandelnden, Gang des Ressourcenabbaus gehören[36]. Mit dieser Unsicherheits- und Risikostruktur hängt auch zusammen, daß die von der Theorie unterstellten Zukunftsmärkte nicht existieren (vergl. ARROW 1981, S. 143).

(14) Die **dritte** und letzte **Etappe** bei der Herausbildung der modernen Theorie der Allokation erschöpfbarer Ressourcen stellt dann die in den 6oer Jahren einsetzende Diskussion um eine wohlfahrts- und wachstumstheoretische Generaliserung der Überlegungen von Hotelling dar. In der **wohlfahrtstheoretischen Generalisierung** wird dem Konsum der Ressource eine individuelle Nutzenfunktion zugeordnet[37]. Obwohl per definitionem interpersonell nicht vergleichbar, werden diese individuellen Nutzenfunktion zu einer gemütlichen gesellschaftlichen Nutzenfunktion aggregiert, deren Maximierung über die Zeitdauer des Ressourcenabbaus dann die eigentliche Optimierungsaufgabe darstellt[38]. Die von Hotelling mit Verweis auf das monetäre Phänomen des Zinses als allgemeine Preisregel formulierte Abdiskontierung wird dann getreulich in diese Welt des Nutzens projiziert: als "Minderschätzung künftiger Bedürfnisse", als natürlicher Zukunftspessimismus und dergl. Auch für diesen individuellen Nutzenpessimismus (bzw. die individuellen Zeitpräferenzen) wird die Aggregierbarkeit zu einer "gesellschaftlichen Diskontrate" unterstellt. Entsprechend ist dann die Optimierungsaufgabe zu modifizieren[39]. Bedingung für eine optimale Ressourcenverteilung in der Zeit ist nun die beständige Verminderung der Verbrauchsmenge. Dabei muß die Zunahme der aufsummierten individuellen Grenznutzen, die sich dadurch in jeder Periode

---

sein muß. Dann folgt

$$p\, e^{rt} = \text{const.}$$

Nennt man diese Konstante p_0, ergibt sich

$$p\, e^{rt} = p_0$$

und damit

$$p = p_0\, e^{rt}.$$

(Vergl. ebenda, S. 45-6).

35 Hotelling verweist insbesondere auf das 'modellwidrige' Verhalten, das sich bei plötzlichen und unerwarteten Entdeckungen bzw. aufgrund der Nichtvorhersehbarkeit von Ressourcenlagen ergibt.

36 Vergl. den Überblick zur diesbezüglichen Anschlußdiskussion an Hotelling bei DEVARAJAN/FISHER 1981, S. 7of.

37 Für die $i = 1 \ldots m$ Konsumenten formal geschrieben als $u_i(q)$ und wegen der Annahme eines mit der Verbrauchsmenge fallenden Grenznutzens mit $u_i'(q) > 0$ und $u_i''(q) < 0$.

38 Formal ausgedrückt: $\text{Max } Vu = \int_{t=0}^{\infty} u(q)\, dt$.

39 Formal ausgedrückt wird sie zu: $\text{Max } Vu = \int_{t=0}^{\infty} u(q) \cdot e^{-\beta t}\, dt$.

ergibt, der Abdiskomntierungsrate entsprechen, sodaß alle Gegenwartsnutzen gleich groß sind.
In der **wachstumstheoretischen Generaliserung** wird angenommen, daß die natürliche Ressource (Q) nicht direkt konsumierbar ist, sondern neben einem - als universell einsetzbar unterstellten - Kapitalgut (K) in eine aggregierte Produktionsfunktion eingeht[40]. Der Einfluß der Ressourcennutzung auf das Produktionsergebnis und die Art der Substitutionsbeziehung zwischen den Produktionsfaktoren (a) prägen dann die wachstumsoptimale Allokation. Bei Voraussetzen eines speziellen Substitutionsverhältnisses[41] nimmt dann die Hotellingsche Preisregel folgende Gestalt an: der Beitrag der jeweils letzten Ressourceneinheit zur Produktion (die sogenannte Grenzproduktivität der Ressource (Fq)) muß mit einer Rate wachsen, die der Grenzproduktivität des Kapitals (Fk) entspricht, die wiederum als Zinsrate interpretiert wird[42]. Da es hier nur um die Grundmerkmale der modernen Theorie der Allokation erschöpfbarer Ressourcen geht, soll die an die o. g. wohlfahrts- und wchstumstheoretische Verallgemeinerung anschließende umfangreiche Diskussion nicht weiter verfolgt werden[43].

4. Die Unangemessenheit der Allokationstheorie für die Behandlung es 'modernen' Ökologieproblems

(15) Mit dieser in der Grauzone zwischen rein deskriptiven und rein normativen Aussagen anzusiedelnden Modelltheorie ist die Analogisierung von einzel- und gesamtwirtschaftlicher Perspektive vollendet. Allerdings geht dies nur um den Preis einer gewaltsamen - weil allein durch das modellbezogene Porträtierungsbedürfnis diktierten - Reduktion von Komplexität sowohl des sozialen (Inter-) Aktionspotentials einer kapitalistischen Marktökonomie wie auch der ökologischen Bedingungen.
Während Hotelling noch auf Geld und Preise als Instrumente zur Synthetisierung der individuellen Pläne zu einem vollziehbaren gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang Bezug nimmt (und dadurch in Widerspruch zum unterstellten Informationsvorrat gerät, vergl. oben), wird hier die **gesellschaftliche Synthese** als deus ex machina unterstellt, dessen Personifikation nur in Gestalt eines "wohlmeinenden Diktators" bzw. des Walrasschen "Auktionators" plausibilisiert werden kann. Da einerseits weder (kardinale) Nutzenschätzungen bezüglich des gegenwärtigen Ressourcenverzehrs noch (kardinale) Nutzenpessimismen bezüglich des zukünftigen Ressourcenverzehrs intersubjektiv kommensurabel und damit aggregierbar sind (vergl. SIEBERT 1978, S. 15o), andererseits die genannte zentralistische Vergesellschaftungsvorstellung als nicht marktkonform zurückgewiesen werden muß (mithin ein diesbezügliches Fehlen eines Akteurs- und Institutionenkonzept konstatiert werden muß[44]), wird die gesellschaftliche Wohlfahrtsfunktion ebenso wie die soziale Diskontrate zu einer Fiktion[45]. Umgekehrt läßt sich beobachten, daß

---

40 Formal geschrieben: $Y = F(K, Q)$.

41 Nämlich : $Y = K^{a} \cdot Q^{1-a}$.

42 Formal ausgedrückt muß $\dot{F}q = Fk$ sein, wobei "˙" für die Wachstumsrate steht.

43 Einen Überblick geben: FISHER/PETERSON 1977, S. 692ff; FISHER 1987, S. 612f; HARTWICK 1987, S. 213ff; STRÖBELE 1987 und HEGE 1988.

44 Einen Ansatz dazu kann in dem Rawlsschen Max-Min Kriterium gesehen werden, nach dem die sozial am wenigsten Begünstigten den größtmöglichen Vorteil haben sollen. Dies transzendiert aber den neoklassischen Theoriehorizont. "Rawls muß seine Individuen über ihre Präferenzen für Grundgüter hinaus mindestens mit intersubjektiv vermittelbarer moralischer Kompetenz - in welcher Form auch immer - ausstatten, damit diese im Urzustand sich überhaupt auf Gerechtigkeitsgrundsätze und auf soziale Rangordnungen, die die schlechteste Position festlegen, einigen können. Hier ist ein anti-neoklassischer Zug seiner Theorie, wie jeder Vertragstheorie, zu sehen. "(HEGE 1988, S. 22)

45 Die auch von Kritikern der neoklassischen Theorie erschöpfbarer Ressourcen gern bemühte 'offene Flanke' der Bestimmung der sozialen Diskontrate ist in zweifacher Hinsicht bemerkenswert: Erstens ist der Terminus selbst und seine Verwendung ein Musterbeispiel für die Ersetzung gesellschaftstheoretischer Aussagen durch terminologische Suggestion. Sowohl die theoriegeschichtliche Genese vom Phänomen des Zinses her als

in Marktökonomien die beständige Differenzierung der dezentralen Akteure und ihrer Zusammenhänge(Strukturen) zu deren Reproduktionsbedingung gehört. Dies und die Eigeninteressiertheit politischer Instanzen sowie auch deren sich in Folge einstellende Ausdifferenzierung machen die neoklassische Vorstellung eines zentralen Regulators obsolet.
Entsprechend standardisiert sind auch die **ökologischen Bedingungen.** Die fast ausnahmslos thematisierten privat angeeigneten Ressourcen lassen "Allmenderessourcen" unberücksichtigt. Ferner widerspricht der jeweils gegebene (begrenzte) Umfang des technischen Wissens der Annahme vollständig bekannter Ressourcenvorräte. Schließlich wird die Ressourcennutzung von der technischen Seite her allein als Aufzehren eines Vorrats aufgefaßt. Die Rückstände des Ressourcenverzehrs selber (sei es als Schadstoff, sei es als Abfall) ebenso wie die Folgen des Ressourcenabbaus (wie z. B. geologische Verschiebungen) werden nicht in ihren Wirkungen für den ökologischen Gesamtkreislauf (und die dadurch bedingten menschlichen Nutzungsmöglichkeiten) behandelt.
(16) Die zunehmende Dezentralisierung der ökonomischen Handlungsbedingungen und die zunehmende Globalisierung der ökologischen Handlungsfolgen (vergl. oben Punkt(7)) sind in der neoklassischen Theorie der Allokation erschöpfbarer Ressourcen ausgeblendet. Damit verbunden ist erstens eine **Ausblendung der Frage nach der Reproduzierbarkeit der Ökonomie** als einem Segment des Sozialsystems als Ganzem: die ökologischen Handlungsfolgen, Qualitätsverschlechterungen, Schäden, Unfälle und Katastrophen begründen ein Akteursgefüge, das durch unmittelbare Interdependenz, Irreversibilität , Unsicherheit und Risiko gekennzeichnet ist. Wie kann unter diesen Bedingungen auf Dauer gesellschaftliche Kohärenz durch ökonomisches Handeln sichergestellt werden? Zweitens ist damit verbunden eine **Ausblendung der Frage nach der Reproduzierbarkeit der ökologischen Lebensbedingungen der Gesellschaft:** die natürlichen Ressourcen müssen jenseits ihrer 'Erdürsprünglichkeit' als durch gesellschaftliche Aktivitäten mitgestaltet, als "das Produkt eines naturhistorischen Prozesses"(MARX 1967, S. 244)[46] aufgefaßt werden. Wie kann unter diesen Bedingungen auf Dauer die lebensnotwendige Versorgungsfunktion der Ökologie sichergestellt werden? - Soll also das moderne Ökologieproblem angemessen in der Ökonomie thematisiert werden, so ist nicht nur eine Erfassung der mit dem monetären Vergesellschaftungsprozeß zusammenhängenden Steuerungsgrenzen einer Marktökonomie erforderlich, sondern auch die Erweiterung der Ressourcenperpektive auf eine ökologische Kreislaufbetrachtung. Deren Aufeinanderwirken ist nur jenseits der Allokation erschöpfbarer Ressourcen behandelbar: als ökonomisch-ökologisches Reproduktionsproblem.

---

auch die Redeweise vom "Diskontieren" suggerieren ein monetäres Phänomen. Die oben skizzierten Modelle beziehen sich aber auf Güter und Nutzen. In dieser Welt gibt es nur individuelle Zeitpräferenzen. Weder individuell noch im Rahmen einer gesellschaftlichen Willensbildung müssen diese sich aber in der 'verrückten' Form einer Abdiskontierung (mit einer konstanten Rate) darstellen! Zweitens ist selbst dann, wenn die zukünftigen Generationen ihre (Zeit-) Präferenzen in die Gegenwart einbringen könnten, die Herausbildung einer gesellschaftlich verbindlichen Zeitpräferenz im genannten Modellkontext nicht plausibel zu machen. Da (ganz abgesehen von fehlenden Zukunftsmärkten) die Synthetisierung von subjektiven Präferenzen zu objektiven monetären Größen am Kommensurabilitätsproblem scheitert, bleibt nur ein nicht-marktförmiger Willensbildungsprozeß über die Zeitpräferenz als Ausweg. Dessen Darstellung erfordert aber die Betrachtung von Institutionen, Politik usw. - Daher kann sich m. E. eine Kritik an der neoklassischen Theorie der intertemporalen Allokation nicht darauf beschränken, auf nicht artikulationsfähige künftige Generationen bzw. eine ethische Ergänzungsbedürftigkeit zu verweisen (vergl. z. B. oben S. 5ff. und STRÖBELE 1987, S. 48) . Dies bringt HEGE (1988, S. 20) klar auf den Punkt: "Die ideale Verknüpfung von intertemporaler Wohlfahrtsfunktion und dezentralem Entscheidungsprozeß kann schon wegen der Unmöglichkeit der Aggregation von sozialen Wohlfahrtsfunktionen nicht stringent durchgeführt werden. Die neoklassische Wohlfahrtstheorie steckt in einem fundamentalem Dilemma: einerseits hat die Theorie sich mit dem Übergang zum Ordinalismus gerade von der Möglichkeit interpersoneller Nutzenvergleiche verabschiedet; andererseits will sie zu Gerechtigkeitsfragen in Gestalt einer utilitaristischen Ethik Stellung nehmen, die die Lösbarkeit des "Aggregationsproblems" letztlich voraussetzen muß. "

[46] Marx wendet diese Einsicht kritisch gegen Ricardos Vorstellung von den "ursprünglichen und unzerstörbaren" Kräften des Bodens, die am Anfang der Herausbildung der Allokationssichtweise stehen; vergl. oben, Punkt(8).

5. Von der Allokationstheorie zur Reproduktionstheorie

5. 1 Kritik der 'laboristischen' Energietheorie

(17) Als ein derartiges Reproduktionsproblem behandelt **Podolinsky** die Nutzung der Energiegrundlagen des Wirschaftens. Es geht ihm nicht um die Verteilung einer vorgegebenen Vorratsmenge an irdischer Energie, sondern um die Transformation des "unerschöpflichen" Zuflusses an Sonnenenergie. Für diese Transformation soll Arbeit eine zentrale Rolle spielen. Dadurch soll nicht nur generell der menschliche Einfluß auf die verfügbare Energiemenge, sondern auch der spezifisch historische Modus der Energienutzung entschlüsselt werden. "Energy accounting thus gave a scientific basis to the labour theory of value, a point neither Marx nor Engels appreciated". (MARTINEZ-ALIER 1987, S. 49)[47] Daß es für diese Skepsis - entgegen der Auffassung von MA - güte Gründe gibt (wenn auch andere als sie insbesondere Engels vorgetragen hat), möchte ich im folgenden erläutern.

(18) Podolinsky unterscheidet drei **energietheoretische Funktionen der Arbeit:**
- ihre Speicherfunktion v. a. als Förderung der Pflanzenproduktion (die Podolinsky als die hauptsächlichen Speicher der Sonnenenergie auf der Erde ansieht), aber auch als Verzögerung der Energiezerstreuung (z. B. durch Wärmedämmung) (PODOLINSKY 1883, S. 421, 422);
- ihre Umwandlungsfunktion, indem sie die Umwandlung von Nahrungsmitteln in Wärme und von Wärme in mechanische Energie bewerkstelligt (ebenda, S. 459f, 452)[48];
- ihre Übertragungsfunktion, indem sie dem Gegenstand Energie "beigibt", wobei aber beide - Gegenstand und Energie - nicht durch Arbeit "geschaffen" werden (ebenda, S. 455).

Podolinsky verknüpft dann die Speicher- und Umwandlungsfunktion zu einer gesellschaftlichen survival-Bedingung, die menschliches Überleben auch von menschlicher Aktivität abhängig macht und insoweit über alle auch in die Allokationstheorie eingegangenen malthusianischen Vorstellungen von einem fixen Ressourcenvorrat hinausgeht. Nach dieser Bedingung muß der mit der Speicherarbeit verbundene Energiezuwachs größer sein als der bei der Umwandlungsarbeit entstehende Eneregieverlust (vergl. ebenda, S. 454 und oben S. 22)[49].

Zwar findet damit erstmalig eine Einbeziehung gesellschaftlicher Handlungsbedingungen in die Erörterung von Energieverfügbarkeiten statt. Die von Podolinsky behauptete zentrale Rolle der Arbeit für die Energieverfügbarkeit bzw. -nutzung muß jedoch in mehrfacher Hinsicht **problematisiert** werden: **Erstens** wird die Arbeit in der energiebezogenen Input-/Outputbetrachtung bei Podolinsky nur deshalb zur entscheidenden Größe, weil sowohl die Energieinputs , die nicht Nahrungsmittel sind, unberück-

---

[47] MA variiert hier offensichtlich zustimmend eine Bemerkung von Podolinsky in einem Brief an Marx, dergemäß er die "Doktrin der Mehrarbeit(und implizit des Mehrwerts) in Harmonie mit der physikalischen Theorie bringen wolle" (S. 13).

[48] Den "Prozentsatz der in Arbeit verwandelten Wärme", also den in mechanische Energie transformierten Nahrungsmittalanteil, bezeichnet Podolinsky als "ökonomischen Koeffizienten"(ebenda, S. 45o).

[49] Formal ausgedrückt: wenn A die in Arbeit umgesetzte Nutzwärme ist, N die Nahrungswärme und S die gespeicherte Energie, muß gelten

$$\frac{A}{N} \cdot S \geq 1 \quad \text{(für } A<N\text{)}$$

Dies verdeutlicht, daß ein Absinken von A durch eine Zunahme von S kompensiert werden kann (und umgekehrt).

sichtigt bleiben[50] als auch der Einfluß von Naturprozessen auf den Output an (gebundener) Energie unterschlagen wird[51]. **Zweitens** ist die Reduktion des Arbeitsmenschen auf eine "thermische Maschine"(entsprechend der Umwandlungsfuktion der Arbeit) fragwürdig: verstanden als naturwissenschaftliche Abstraktion ist sie unvollständig und falsch, weil sie körperinterne chemische Umsatzprozesse ausblendet (vergl. ENGELS 1973a, S. 567f), verstanden als energietheoretische Abstraktion ist sie unbrauchbar, weil gerade die nicht in Wärmeeinheiten ausdrückbaren Arbeitsinputs(wie Information, Qualifikation usw.) bzw. Outputs (wie Wissen, Geschick usw.) die 'negentropische Gestaltungsfähigkeit', die das Entropiegesetz hemmende Wirkung der Arbeit, prägen[52]. Engels hat die Fragestellung von Podolinsky folgendermaßen zugespitzt: "Wie kann die in einer bestimmten Menge Nahrungsmittel gegebene Energiemenge durch Arbeit eine größere Energiemenge als sie selbst (hervorbringen)." (ENGELS 1973, S. 133). Die Reduktion des Arbeiters auf eine thermische Maschine macht die Beantwortung dieser Frage unmöglich. **Drittens** ist der sozialwissenschaftliche Erkenntnisgewinn nicht zu sehen, der aus einer derartigen energietheoretischen Interpretation gewonnen werden könnte. Nicht nur wird mit der Ausblendung von Zweck, Sinn, Bewußtsein, Interesse usw. die Differenz zwischen Sozial- und Natursystem beseitigt[53]. Auch die beanspruchte "physikalische Fundierung der Mehrtwerttheorie" von Marx ist so nicht zu machen[54]. Der vom Arbeiter "produzierte" Energieüberschuß muß nicht Mehrarbeit bedeuten und selbst wenn dies der Fall ist, kann der Wert (bzw. Preis) des entsprechenden Produkts (Pflanze, Isolierung usw.) gleich Null sein, weil kein zahlungsfähiges Bedürfnis danach existiert. Dahinter steht das bislang von keinem Energietheoretiker, Entropiker usw. gelöste Problem, eine plausible kausale Verknüpfung zwischen den Energierelationen und den Tauschrelationen der Güter herzustellen[55]. Podolinskys zarte Hinweise auf die in Gestalt von Überproduktion, Arbeitslosigkeit und Anarchie obwaltende Vergeudung von Arbeit bzw. Energie in der kapitalistischen Produktionsweise (vergl. PODOLINSKY 1883, S. 457) geben eher Anlaß zur umgekehrten Vermutung, daß beobachtbare Tauschrelationen verknüpft sind, mit dem Umstand, daß Energie, Arbeit usw. naturbestimmte Elemente sind die keinen oder einen unvollständigen Preis haben (können)[56]. Allerdings versäumt es Podolinsky, die genannten Hinweise in seinen energiebezogenen Arbeitsfunktionen zu diskutieren: es wäre durchaus möglich gewesen, die durch die spezifischen gesellschaftlichen Verhältnisse bedingten Verschwendungspotentiale bei der

---

50 Als da sind: Maschinen, Hilfsstoffe usw. (vergl. oben S.12). Daß Podolinsky dies Ingredienzien vergessen hat, mag sich aus einem laboristischen bias erklären, nicht aber daraus, daß deren energietheoretische Auflösung unmöglich ist, wie ENGELS (1973, S. 134) vermutet (vergl. zur Kritik MARTINEZ-ALIER 1987, S. 222f)

51 Diesbezüglich gibt es zwischen Pflanzenproduktion und Wärmedämmung einen wesentlichen Unterschied!

52 Vergl. auch die von MA referierten diesbezüglichen Einsichten von Sacher S.18 und Geddes S.24 . Jenseits der energietheoretischen Minimalbedingungen für das menschliche Überleben ist die Reduktion des Arbeiters auf eine "thermische Maschine" sinnlos.

53 Entsprechend schwer tut sich Podolinsky damit, die 'Tätigkeit' von Pflanzen und Tieren von der menschlichen Arbeit abzugrenzen (vergl. PODOLINSKY 1883, S. 422f, 455)

54 Dieser Versuch von Podolinsky steht hier beispielhaft für die von Soddy über Sacher und Lotka bis hin zu Odum und Costanza reichenden "bioökonomischen" Versuche, die Verfügung über Energie zur Erklärungsgrundlage gesellschaftlicher Machtverhältnisse zu machen (vergl. als Überblick: CLEVELAND 1987). Die Defizite dieser Versuche liegen nicht nur im Ausblenden von ökologischen Folgeproblemen, sondern auch in der mit der industriellen Entwicklung zunehmenden Unabhängigkeit des sekundären Sektors von einem spezifischen Energieversorgungstyp(vergl. oben Fußnote 5).

55 Selbst wenn es diese Verknüpfung etwa in Gestalt einer Energietheorie des Werts gäbe: ganz wie die Standardvariante der Arbeitsmengentheorie des Werts würde sie die Veteilungsanforderungen der kapitalistischen Produktionsweise nicht widerspruchsfrei abbilden können und in die Falle des berüchtigten "Transformationsproblems" laufen. Insofern müßte vor einer ökologischen Reformulierung der Arbeitsmengentheorie des Werts zunächst einmal deren Reparaturbedarf geklärt werden.

56 Vergl. als Versuch, dies zur Grundlage einer 'sozialkostentheoretischen Lesart' der Marxschen Mehrwertkonzeption zu machen: BECKENBACH 1988, S. 19-21.

(unterlassenen) Speicherung von Energie, bei der Nahrungsaufnahme (z. B. als nicht arbeitswirksamer "kompensatorischer" Konsum) und bei der Energieübertragung (in Gestalt der Verlustenergie) zu präzisieren.

(19) Podolinsky internalisiert das Energieproblem, indem er dessen soziale (Mit-) Bestimmtheit zum Anlaß nimmt, Arbeit zur ausschließlichen sozialen Aktionsform zu machen und in diese die energietheoretischen Zusammenhänge zu projezieren. Damit externalisiert er aber das Problem der spezifisch sozialen Bestimmtheit von Arbeit. Zwar wird insoweit über die Ressourcen- und Allokationsvorstellung der Neoklassik hinausgegangen gleichwohl, aber wie dort der Zusammenhang zwischen Natur und Gesellschaft, zwischen Ökologie und Ökonomie, über eine **gewaltsame Analogisierung von natur- und sozialwissenschaftlichen Kategorien** hergestellt. Die offenkundigen Mängel dieses Verfahrens sollten aber zu dem umgekehrten Vorgehen motivieren: das Markieren von Differenzen zwischen dem Natur- und Gesellschaftssystem statt deren universalistischer Analogisierung zum Ausgangspunkt zu machen. Erst auf dieser Grundlage sind die Interaktions- und im weiteren Reproduktionsstrukturen dieser unterschiedlichen Systeme thematisierbar. Dabei dürfte klar sein: selbst einen sozialwissenschaftlich gehaltvollen Arbeitsbegriff als vorhanden unterstellt, er wäre nicht hinreichend, um den komplexen gesellschaftlichen Einfluß auf die ökologische Umgebung vollständig zu erfassen. Ebenso ist bereits deutlich geworden, daß Naturressourcen bzw. Energie nicht hinreichend sind, um die komplexen Einflüsse der Ökologie auf die gesellschaftlichen Verhältnisse zu erfassen.

5. 2 Desiderata einer ökologischen Ökonomie

(2o) Die **Differenz** zwischen dem Ökosystem und dem Sozialsystem läßt sich generalisierend so umreißen: Das ökonomische Sozialsystem ist durch Zwecke, Regeln und Institutionen gekennzeichnet, die sowohl kontrolliertes Handeln (Produktion) als auch nicht kontrolliertes Handeln mit Korrekturmöglichkeiten (Allokation) ermöglichen. Demgegenüber ist das Ökosystem durch eine funktionale Gliederung gekennzeichnet, die nur codierte, instinktive (Re-) Aktionsmöglichkeiten erlaubt. Diesem Unterschied entspricht die gestaltbare Interdependenz der einzelnen Elemente des Sozialsystems, während die Interdependenz des Natursystems durch gegebene Strukturen gekennzeichnet ist. Schließlich zeichnet sich das Sozialsystem durch die Eigenschaft der Lernfähigkeit aus (die sich auf Ziele, Regeln, Institutionen und sonstige Strukturen beziehen kann), während das Ökosystem sich durch Mutation und dergl. an Veränderungen anpaßt[57]. - Die **Interdependenz** von Ökologie und Gesellschaft (als Wirtschaft) läßt sich durch folgendes Belieferungstableau verdeutlichen

---

57 Elster charakterisiert den Unterschied zwischen natürlichem und menschlichem Verhalten in zwei Richtungen: Erstens steht der durch "kleine Verbesserungen" bewerkstelligten lokalen Maximierung in der Natur die Fähigkeit zur globalen Maximierung im Sozialsystem gegenüber. Der Mensch kann nach Verbesserungsmöglichkeiten suchen und seine Wahlmöglichkeiten bewußt gestalten (vergl. ELSTER 1984, S. 4ff). Zweitens ist im Natursystem ein "parametrisches" Verhältnis der Elemente zur Umgebung vorherrschend (d. h. das eigene Verhalten ist die einzige Variable), während im Sozialsystem ein "strategisches" Verhältnis der Elemente(Subjekte) zur Umgebung vorherrscht (das eigene Verhalten ist abhängig vom Verhalten anderer) (vergl. ebenda, S. 18ff). - Sofern nun die gesellschaftliche Entwicklung mit der Zunahme von "Reflexivität" (als globale Maximierung, als strategisches Verhalten) verbunden ist, muß sich die Differenz zwischen Natur- und Sozialsystem vergrößern.

an / von	Ökonomie (Akteure)	Ökologie (Umweltmedien)
Ökonomie		
Ökologie		

(21) Als **interne Merkmale des ökonomischen Systems,** die seine Bezugs- und Lieferstrukturen gegenüber dem ökologischen System prägen, sind hervorzuheben: Zunächst - ganz entgegen der in der ökonomischen Theorie üblichen Vision - die Nichtgeschlossenheit des ökonomischen Kreislaufs. Er ist nicht "Warenproduktion mittels Waren", sondern "Warenproduktion, Institutionenbildung und Naturgestaltung mittels Waren, gesellschaftlichen Regelungen und Naturelementen". Die ökonomische Vergesellschaftung verläuft in den beiden Grundformen einer monetären Allokation und einer an den Geboten der Profitmaximierung und Herrschaftssicherung orientierten Produktion. Aus der erstgenannten Grundform folgt ein durch rein instrumentelle Zweckrationalität bestimmtes Verhältnis zum Mengengerüst der Ökonomie und damit auch zu ihrer ökologischen Umgebung. Dieser Form entspricht aber auch eine Tendenz zur Tätikeitspezialisierung und ein darüber vermittelter Wachstumsimperativ. Ferner korrespondiert ihr ein strukturelles Unsicherheitsbewußtsein bezüglich der Marktergebnisse und damit ein bias der Wirtschaftssubjekte zugunsten einer gegenwartsbezogenen Zeitpräferenz. Auch mit der zweiten Grundform, der Produktion, ist ein Zwang zum Wachstum verbunden, insoweit dadurch Konflikte um die Einkommensverteilung bzw. um die Aufteilung von Märkten einfacher gelöst werden können.
Als **interne Merkmale des ökologischen Systems,** die seine Bezugs- und Lieferverflechtungen gegenüber dem ökonomischen System prägen, sind hervorzuheben: zunächst der Grundsatz der Erhaltung von Masse und Materie, der garantiert, daß alle Lieferungen an das ökonomische System über kurz oder lang wieder von diesem abgegeben werden (selbst wenn sie sich "in Luft auflösen"). Allerdings ist für den Einfluß auf das Ökosystem entscheidend, wo in welcher Menge und mit welchen strukturellen Folgen diese 'Rückgabe' erfolgt. Mit dem ökologischen Formwechsel der Stoffe ist darüberhinaus eine zunehmende Degradierung (i. S. einer Beschränkung der Verfügungsmöglichkeiten) der Energie verbunden(Entropiegrundsatz), die allerdings durch die Sonneneinstrahlung (über-) kompensiert werden kann. Allein schon dieses je spezifische Entwicklungsverhältnis macht die ökologischen Veränderungen irreversibel , schränkt also die Gestaltungsmöglichkeiten c. p. immer weiter ein. Die (z. T. hochgradige) Interdependenz zwischen den einzelnen Elementen des ökologischen Systems und dessen interne 'Verarbeitungskapazitäten' führen dazu, daß vorgegebene Veränderungen bei Überschreiten von zeitlichen und/oder mengenmäßigen Schwellenwerten synergetische bzw. akkumulative Effekte hervorbringen. Wegen der fehlenden kommunikativen Selbstreferenz in Ökosystemen, der Komplexität der darin ablaufenden Prozesse und der qua gegebenem technischem Wissen begrenzten 'menschlichen Einblicksmöglichkeiten ist die Unvollständigkeit ökologischer Informationen und die damit einhergehende Existenz von Unsicherheiten besonders ausgeprägt.

(22) Das **Interagieren des ökonomischen und des ökologischen Systems** ist durch die in Punkt(2o) und(21) genannten Unterschiede und Eigentümlichkeiten geprägt und insoweit widersprüchlich. An zwei Problemkreisen sei dies verdeutlicht: **Erstens** tauchen die Elemente des ökologischen Systems im ökonomischen System entweder als privat appropriierbare Güter oder als frei nutzbare "Allmendegüter"(bzw. als Mischform aus beiden Komponenten) auf. Im ersteren Falle geben sie Anlaß für die unmittelbare Erhebung eines Tributs in Gestalt der Rente. Im zweiten Fall geben sie Anlaß zur "Externalisierung" von Residuen der Wirtschaftsaktivität. Der Marktprozeß tendiert nun dahin, durch substitutive Technologien und dergl. den ökonomischen Tribut in Gestalt der Rente abzubauen (Veränderung der sozialräumlichen Verteilung, künstliche Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, Rohstoffersatz usw.) Dies ist in der Regel mit einer Intensivierung der Nutzung der frei zugänglichen Ressourcen und damit der Externalisierung von ökologischen Handlungsfolgen verbunden. Diese werden über das 'Mengengerüst' der Ökonomie breit gestreut und verwandelt, sodaß sie sich erst mit zeitlicher Verzögerung und auch dann nur teilweise als Kostensteigerung/Einkommenssenkung im ökonomischen System wieder bemerkbar machen. Insofern gibt es ein allgemeines einzelwirtschaftliches Interesse an der Aufwandsexternalisierung. Das ökonomische System wird daher mit zunehmender Naturnutzung immer mehrdeutiger bzw. unbestimmter.
Zweitens läßt sich der genannte Gegensatz durch die Unterschiedlichkeit der Existenzbedingungen für das ökonomische und das thermodynamische System kennzeichnen:
- das ökonomische System wird in Geldgrößen bilanziert (was die Existenz darüber hinausgehender Elemente im ökonomischen System nicht ausschließt), während das entropische System in Energiemengen(und deren Degradierung) angemessen bilanziert wird;
- das ökonomische System beruht auf reversiblen Formen (Kapital muß wieder zu Kapital werden usw.), während das ökologische System wegen der Entropiezunahme irreversibel ist und
- die Erwirtschaftung eines Wertüberschusses ist die Überlebensbedingug für das ökonomische System, während die Produktion eines Energiedefizits Bedingung des ökologischen Überlebens ist.
Dazu kommt, daß der Entropiezuwachs dadurch beschleunigt wird, daß die Gewinnung und Verarbeitung von Energie als kapitalistisches Geschäft betrieben wird und damit auf Absatzmaximierung bedacht ist. Dadurch besonders rasch virulent werdende Ausstattungsbeschränkungen im ökologischen System können nur durch Rückgriff auf Risikotechnologien überwunden werden. Auch dadurch wird die Steuerungsfähigkeit bzw. Legitimität von ökonomischen Formen untergraben[58].
Vor dem Hintergrund des genannten Gegensatzes von ökologischem Kreislauf und der (kapitalistischen) Ökonomie läßt sich die Entwicklungsgeschichte kapitalistischer Industriegesellschaften als Einreißen der den Imperativen des Wachstums und der Massenproduktion im Wege stehenden Naturschranken beschreiben: der Ortsgebundheit menschlichen Handelns, der Zeitdauer von natürlichen Produktionsprozessen, der begrenzten Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen bzw. Arbeitskräften, sowie der Verarbeitungs- und Standardisierungsunfreundlichkeit von Naturstoffen und lebendiger Arbeit. Das Einreißen dieser Naturschranken unterstellt nicht nur hochkomplizierte

[58] Die Globalisierung und die strukturell unvollständige informationelle Zugänglichkeit der ökologischen Schäden und Gefährdungen im Gefolge ökonomischer Aktivitäten bringt es mit sich, daß die Bedeutung der ersteren für die Gesellschaft (und damit auch für die Ökonomie) hochgradig von einem Prozeß der gesellschaftlichen Definitionskonkurrenz abhängt . Der Wert des Eigentums, Einkommens, Kapitals usw. wird auf diese Weise nicht nur von Marktergebnissen, sondern auch von gesellschaftlichen Meinugsbildungs- und Bewußtseinsprozessen abhängig!(vergl. BECK 1986, S. 35ff und BECK 1988, S. 75ff) - Es liegt auf der Hand, daß diesem Sachverhalt weder durch die Annahme vollständiger Information noch durch die Vorstellung einer individuell isolierten Präferenzbildung beizukommen ist.

(erst allmählich entstandene) Technologien, sondern auch politische Vorleistungskapazitäten (etwa in Gestalt von Grundlagenforschung, Infrastruktur) und soziale Verarbeitungskapazitäten (von der Ausbildung über die Abfallbeseitigung bis hin zur Invalidenversicherung) für die Anwendung dieser Technologien. Dadurch entsteht eine 'moderne' Wirtschaftsweise, die durch spezifische **Produktions- und Konsummuster** (z. B. Chemisierung von Produktion und Konsum, privater KFZ-Verkehr, Agglomerationsstrukturen) geprägt ist. Es läßt sich hier nur als Vermutung formulieren, daß der ökonomische Erfolg dieser Reproduktionsmuster auf einer hochgradigen Nutzung der allgemein zugänglichen Naturelemente beruht, die entweder gratis zur Verfügung stehen oder deren 'Realkosten' durch das politische und soziale System 'dissipiert' werden.

(23) Abschließend seien die **Desiderata für eine ökologische Ökonomie** nochmals zusammengefaßt:
- statt sich in universaltheoretischen Analogisierungen von Ökonomie und Ökologie zu ergehen, sollte sie sich mit der Dialektik zwischen der Differenz und der Interdependenz dieser beiden Systeme beschäftigen;
- statt sich auf die Allokation ökologischer Güter nach ökonomischen Optimierungskriterien zu beschränken, sollte sie sich mit der ökonomisch-ökologischen Interaktion und Reproduktion befassen;
- statt der Fiktion einer Nutzen- und Wohlfahrtsmaximierung nachzujagen, sollte sie sich an der für die Geldökonomie prägenden Einkommensmaximierung orientieren und
- statt entlang quasi-normativer Stilisierungen, sollte sie als generalisierte, deskriptive Theorie entwickelt werden.

Literatur

ARROW, K. J. 1981: Real and Nominal Magnitudes in Economics, in: D. BELL/I. KRISTOL (Hrg.), The Crisis in Economic Theory, New York

BECK, U 1986: Risikogesellschaft, Frankfurt/M

BECK, U 1988: Gegengifte, Frankfurt/M

BECKENBACH, F. 1988: Zur Theorie gesellschaftlicher Folgekosten. Ein Blick zurück nach vorn, in: F. BECKENBACH/M. SCHREYER (Hrg.): Gesellschaftliche Folgekosten, Frankfurt/M

CHRISTENSEN, P. P. 1987: Classical Roots for a Modern Materials Analysis, in: Ecological Modelling, No 1-2

CLEVELAND, C. J. 1987: Biophysical Economics: Historical Perspective and Current Research Trends, in Ecological Modelling, No 1-2

CRABBE, P. 1988: The Literacy of the Natural Resource Economist and the Sociology of Natural Resource Economics; Faustmann, Warming, Gray, Hotelling and Ely, mimeo

DEVARAJAN, S. /FISHER, A. C. 1981: Hotelling's "Economics of Exhaustible Resources": Fifty Years Later, in: Journal of Economic Literature, vol 19

ELSTER, J. 1984: Ulysses and the Sirens, Cambridge u. a.

ENGELS, F. 1973: Briefe von Engels an Marx, in. Marx-Engels Werke, Bd. 35, Berlin/Ost

ENGELS, F. 1973a: Dialektik der Natur, in Marx-Engels Werke, Bd. 2o, Berlin/Ost

FISHER, A. C. 1987: Natural Resources, in: The New Palgrave Dictionary of Economics, Bd. 3, London

GRAY, L. C. 1913: The Economic Possibilities of Conservation, in: The Quarterly Journal of Economics, vol. 27

GRAY, L. C. 1914: Rent under the Assumption of Exhaustibility, in: The Qurterly Journal of Economics, vol. 28

HARTWICK, J. M. 1987: Exhaustible Resources, in: The New Palgrave Dictionary of Economics, Bd. 2, London

HOTELLING, H. 1979: Ökonomie erschöpfbarer Ressourcen, in: H. SIEBERT (Hrg.), Umwelt und wirtschaftliche Entwicklung, Darmstadt (engl. Original: 1931)

ISE, J. 1925: The Theory of Value as Applied to Natural Resources, in: American Economic Review

HEGE, U. 1988: Wirtschaftliches Wachstum und Energieverbrauch. Das Energieproblem in der ökonomischen Theorie natürlicher Ressourcen, Diplomarbeit, Frankfurt/M

JEVONS, W. S. 1884: Investigations in Currency and Finance, Reprint New York 1964

JEVONS, W. S. 19o6: The Coal Question, Reprint New York 1965

JEVONS, W. S. 197o: The Theory of Political Economy, Harmondsworth

JEVONS, W. S. 1981: Papers and Correspondence of W. S. Jevons, vol 7, London

KEYNES, J. M. 1972: William Stanley Jevons, in: Collected Writings, vol 1o, Cambridge

LUHMANN, N. 1986: Ökologische Kommunikation, Opladen

MALTHUS, R. 1924: Eine Abhandlung über das Bevölkerungsgesetz, Jena

MARTINEZ-ALIER, J. 1987: Ecological Economics, Oxford

MARX, K. 1967: Theorien über den Mehrwert, in: Marx-Engels Werke, Bd. 26. 2, Berlin-Ost

MIROWSKI, P. 1984: Physics and the 'marginalist revolution', in: Cambridge Journal of Economics, vol 8

PEACH, T. 1987: Jevons as an Economic Theorist, in: The New Palgrave Dictionary of Economics, Bd. 2, London

PETERSON, F. M. /FISHER, A. C. 1977: The Exploitation of Extractive Ressources. A Survey, in: The Economic Journal

PODOLINSKY, S. 1883: Menschliche Arbeit und Einheit der Kraft, in: Neue Zeit

RICARDO, D. 1951: Pamphlets and Papers, in: The Works and Correspondence of D. Ricardo, Bd. 4, London

RICARDO, D. 1951a: On the Principles of Political Economy and Taxation, in: The Works and Correspondence of D. Ricardo, Bd. 1, London

SCOTT, A. 1987: Faustmann, Martin, in: The New Palgrave Dictionary of Economics, Bd. 2, London

SIEBERT, H. 1978: Ökonomische Theorie der Umwelt, Tübingen

STRÖBELE, W. 1987: Rohstoffökonomik, München

THOBEN, H. 1982: Mechanistic and Organistic Analogies in Economics Reconsidered, in Kyklos, vol 35

TREPL, L. 1987: Geschichte der Ökologie, Frankfurt/M

WAFFENSCHMIDT, W. G. 1957: Wirtschaftsmechanik, Stuttgart

WALRAS, L. 1954: Elements of Pure Economics, Homewood

WEBER, M. 1985: Die 'Objektivität' sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis, in ders. : Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre, Tübingen

Publikationen des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung

Das IÖW veröffentlicht die Ergebnisse seiner Forschungstätigkeit in einer Schriftenreihe, in Diskussionspapieren sowie in Broschüren und Büchern. Des Weiteren ist das IÖW Mitherausgeber der Fachzeitschrift „Ökologisches Wirtschaften“, die allvierteljährlich im oekom-Verlag erscheint, und veröffentlicht den IÖW-Newsletter, der regelmäßig per Email über Neuigkeiten aus dem Institut informiert.

Schriftenreihe/Diskussionspapiere

Seit 1985, als das IÖW mit seiner ersten Schriftenreihe „Auswege aus dem industriellen Wachstumsdilemma“ suchte, veröffentlicht das Institut im Eigenverlag seine Forschungstätigkeit in Schriftenreihen. Sie sind direkt beim IÖW zu bestellen und auch online als PDF-Dateien verfügbar. Neben den Schriftenreihen veröffentlicht das IÖW seine Forschungsergebnisse in Diskussionspapieren – 1990 wurde im ersten Papier „Die volkswirtschaftliche Theorie der Firma“ diskutiert. Auch die Diskussionspapiere können direkt über das IÖW bezogen werden. Informationen unter *www.ioew.de/schriftenreihe_diskussionspapiere*.

Fachzeitschrift „Ökologisches Wirtschaften“

Ausgabe 2/2010

Das IÖW gibt gemeinsam mit der Vereinigung für ökologische Wirtschaftsforschung (VÖW) das Journal „Ökologisches Wirtschaften“ heraus, das in vier Ausgaben pro Jahr im oekom-Verlag erscheint. Das interdisziplinäre Magazin stellt neue Forschungsansätze in Beziehung zu praktischen Erfahrungen aus Politik und Wirtschaft. Im Spannungsfeld von Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft stellt die Zeitschrift neue Ideen für ein zukunftsfähiges, nachhaltiges Wirtschaften vor. Zusätzlich bietet „Ökologisches Wirtschaften online“ als Open Access Portal Zugang zu allen Fachartikeln seit der Gründung der Zeitschrift 1986. In diesem reichen Wissensfundus können Sie über 1.000 Artikeln durchsuchen und herunterladen. Die Ausgaben der letzten zwei Jahre stehen exklusiv für Abonnent/innen zur Verfügung. Abonnement unter: *www.oekom.de*.

IÖW-Newsletter

Der IÖW-Newsletter informiert rund vier Mal im Jahr über Neuigkeiten aus dem Institut. Stets über Projektergebnisse und Veröffentlichungen informiert sowie die aktuellen Termine im Blick – Abonnement des Newsletters unter *www.ioew.de/service/newsletter*.

Weitere Informationen erhalten Sie unter *www.ioew.de* oder Sie kontaktieren die

IÖW-Geschäftsstelle Berlin
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: +49 30-884 594-0
Fax: +49 30-882 54 39
Email: *vertrieb(at)ioew.de*

i ö w
INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

GESCHÄFTSTELLE BERLIN
MAIN OFFICE
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0
Fax: + 49 – 30 – 882 54 39

BÜRO HEIDELBERG
HEIDELBERG OFFICE
Bergstraße 7
69120 Heidelberg
Telefon: + 49 – 6221 – 649 16-0
Fax: + 49 – 6221 – 270 60

mailbox@ioew.de
www.ioew.de