

Natürliche Ressourcen und
Nachhaltige Entwicklung*

Prof. Dr. Alfred Endres

FernUniversität Hagen und Universität Witten/ Herdecke

Juli 2004

Andrássy Working Paper Series No. XI

ISSN 1589-603X

Edited by the Professors and Readers of Andrássy Gyula University, Budapest.

This series presents ongoing research in a preliminary form. The authors bear the entire responsibility for papers in this series. The views expressed therein are the authors', and may not reflect the official position of the University. The copyright for all papers appearing in the series remains with the authors.

Author's adress and affiliation:

Prof. Dr. Alfred Endres
FernUniversität Hagen
Lehrstuhl Wirtschaftswissenschaften für Volkswirtschaftslehre
Profilstr. 8
D-58084 Hagen

alfred.endres@fernuni-hagen.de

© Wirdenken 2004

Natürliche Ressourcen und Nachhaltige Entwicklung
von
Prof. Dr. Alfred Endres
FernUniversität Hagen und Universität Witten/Herdecke

I. Einführung

Im folgenden wird die Ökonomie der natürlichen Ressourcen und Nachhaltigen Entwicklung im Überblick dargestellt. Dabei finden sowohl die Grundlagen als auch neuere Ansätze Beachtung. Natürlich können die einzelnen Aspekte im hier zur Verfügung stehenden Rahmen nur recht kurz angerissen werden.

Der Literatur folgend unterteilen wir natürliche Ressourcen in *erschöpfliche* und *regenerierbare* Ressourcen.

Erstere sind dadurch charakterisiert, daß ihr in der Erde enthaltener Gesamtbestand in dem für menschliche Planungen relevanten Zeitraum konstant ist. Eine in der Gegenwart abgebaute Einheit einer erschöpflichen Ressource mindert also den künftig verfügbaren Bestand genau um eine Einheit. Hier rivalisieren Gegenwart und Zukunft vollständig um die Nutzung der Ressourcen. Standardbeispiele für erschöpfliche Ressourcen stammen aus dem Bereich des Bergbaus, insbesondere werden fossile Energieträger sowie mineralische Rohstoffe häufig genannt. Für bestimmte erschöpfliche Ressourcen, z.B. Metalle kann die Rivalität zwischen gegenwärtiger und zukünftiger Nutzung durch Recycling abgemildert werden.

Regenerierbare (auch: erneuerbare) Ressourcen vermehren sich dagegen in dem für die menschliche Planung relevanten Zeitraum. Die Wachstumsrate des Bestandes hängt von vielen Determinanten ab, insbesondere von der Größe des Bestandes selbst. Der Zusammenhang zwischen gegenwärtiger Nutzung und zukünftiger Nutzungsmöglichkeit ist daher bei erneuerbaren Ressourcen komplexer als bei erschöpflichen. Wichtige Beispiele für Ressourcen dieser Kategorie sind Wald- und Fischbestände.

In der universitären *Lehre* ist die Ökonomie natürlicher Ressourcen in zwei Varianten vertreten. Wenn auch die Übergänge zwischen ihnen fließend sind und vielfältige Interaktionen existieren, so sind doch folgende Prototypen unterscheidbar:

- An den *wirtschaftswissenschaftlichen* Fakultäten geht es in der Hauptsache darum, die Ressourcenökonomie als Teil der ökonomischen Theorie zu verstehen. Die Probleme

*

Der Autor dankt Herrn Dr. C. Burschel, Universität Witten/Herdecke, Frau Prof. Dr. N. Pachomova, Universität St. Petersburg und Herrn Prof. Dr. K. Richter, Viadrina Universität Frankfurt/Oder für die hilfreichen Kommentare zu einer früheren Fassung.

Der vorliegende Beitrag ist erschienen in: R. Döring und M. Rühs (Hrsg.) Ökonomische Rationalität und praktische Vernunft, Eine Festschrift anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Dr. U. Hampicke, Würzburg, S. 129-150.

der Knappheit natürlicher Ressourcen werden als Spezialfall des allgemeinen ökonomischen Knappheitsproblems gesehen. Bei der Analyse von Allokationsproblemen natürlicher Ressourcen werden die analytischen Instrumente eingesetzt, wie sie aus der allgemeinen Mikroökonomie bekannt sind. Dabei werden lediglich schlaglichtartig die Erschöpflichkeit bzw. die Regenerierbarkeit der natürlichen Ressourcen als Besonderheiten in die (meist modellhaft vorgetragene) Analyse eingebaut. Es ist für diesen Ansatz charakteristisch, daß hier bewußt sehr holzschnittartig lediglich diejenigen Aspekte in die Modellierung aufgenommen werden, die allen erschöpflichen bzw. regenerierbaren Ressourcen gemeinsam sind. Besonderheiten einzelner Ressourcen werden dagegen weniger behandelt. Außerdem ist es für die Behandlung von Ressourcenproblemen im Rahmen der allgemeinen Wirtschaftswissenschaften typisch, daß sie in enger Verbindung mit *umweltökonomischen* Fragen gesehen werden.

- In einem ganz anderen Gewand erscheint die prototypische Ressourcenökonomie an Fakultäten für *Land- und Forstwirtschaft* sowie *Bergbauingenieurwesen*. Hier werden sehr viel genauer Probleme behandelt, die für die jeweils betrachtete Ressource (also z.B. Wald, Fischerei oder Metalle) spezifisch sind. In diesem Bereich ist außerdem sowohl der interdisziplinäre Aspekt (z.B. in der Form der Kooperation zwischen Ökonomie und Biologie) als auch der Praxisbezug wesentlich stärker ausgeprägt als bei der an den wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten vertretenen Ressourcenökonomie.

Es gibt seit einigen Jahren zahlreiche Lehrbücher und Überblicksartikel zur Ökonomie natürlicher Ressourcen.¹ Häufig wird die Ressourcenökonomie (meist additiv, zuweilen aber auch integriert) gemeinsam mit der Umweltökonomie² dargestellt.

Die ressourcenökonomische *Forschung* materialisiert sich in einer Reihe von internationalen und nationalen wissenschaftlichen Zeitschriften. Hier seien nur die wichtigsten internationalen Journale aufgeführt:

- *Journal of Environmental Economics and Management*³
- *Resource and Energy Economics*
- *Environmental and Resource Economics*
- *Ecological Economics*

¹ Vgl. z.B. Endres/Querner (2000), Faucheux/Noël (1995), Hartwick/Olewiler (1998), Hussen (2000), Pearce/Turner (1990). Für den eiligen Leser seien darüber hinaus die Überblicksaufsätze von O. Tahvonen und J. Kuuluvainen (2000) sowie von Krautkraemer (1998) empfohlen. (Der zuletzt genannte Beitrag konzentriert sich auf den Bereich der erschöpflichen Ressourcen.)

² Vgl. z.B. Endres (2000), Feess (1998), Hampicke (1998), Weimann (1995).

³ Obwohl diese Zeitschrift den Begriff „Ressourcen“ nicht im Titel führt, handelt es sich wohl um das weltweit einflußreichste Organ zu diesem Thema. Die natürlichen Ressourcen werden hier als Teil der Umwelt gesehen, die Ressourcenökonomie entsprechend der den Titel der Zeitschrift prägenden Umweltökonomie zugeschlagen. Ähnliches gilt auch für viele andere Zeitschriften.

— *Energy Economics*

— *Energy Policy*

Außerdem spielen ressourcenökonomische Themen natürlich in den führenden wirtschaftswissenschaftlichen Zeitschriften eine Rolle, die nicht einem bestimmten Fachgebiet vorbehalten sind, z.B. *American Economic Review*, *Journal of Political Economy*, *Journal of Public Economics*, *Economic Journal* usw.

Eine Auswertung der seit Bestehen (1974) des *Journal of Environmental Economics and Management* dort selbst erschienenen Artikel ergibt folgende Schwerpunkte des Faches:⁴

— Spezifisch ressourcenökonomische Themen

-- Fischerei

-- Wald

— Übergreifende Themen mit starkem ressourcenökonomischen Gehalt

-- Klima⁵

-- Nachhaltige Entwicklung⁶

Insgesamt fällt auf, daß sich die Gewichte in jüngerer Zeit auf Kosten der spezifisch ressourcenökonomischen Themen zu den übergreifenden Themen verschoben haben. Außerdem ist es augenfällig, daß die Publikationsaktivität im ressourcenökonomischen Bereich sehr stark auf jeweils aktuell drückende gesellschaftliche und politische Probleme sowie auf die jeweils aktuelle öffentliche Diskussion reagiert. So weist die oben schon angesprochene Auswertung von Fisher/Ward (2000) einen sprunghaften Anstieg energiewirtschaftlicher Veröffentlichungen nach der Ölkrise von 1979/80 nach. Ähnliches gilt für Arbeiten zum Problem der Nachhaltigen Entwicklung nach Erscheinen des Brundtland-Berichts (1987) sowie für ökonomische Analysen zum Klimawandel nach der Rio-Konferenz von 1992.

Wir ersehen daraus (einmal mehr!), daß der Vorwurf, die Wissenschaft gehorche von der Gesellschaft abgeschottet lediglich den in ihrem Elfenbeinturm geltenden Gesetzen und kümmerge sich nicht um die realen Probleme der Menschheit, völlig unzutreffend ist. Mehr noch: Die Wissenschaft hat nicht nur, wie es die oben zitierte Auswertung ergibt, sehr schnell auf gesellschaftliche Problemlagen reagiert. Sie hatte die wirtschaftstheoretischen Grundlagen, die

⁴ Vgl. Fisher/Ward (2000).

⁵ Hier wird die ökonomische Analyse des Verbrauchs fossiler Energieträger mit der ökonomischen Analyse globaler Umweltprobleme verbunden.

⁶ Auch hier werden ressourcenökonomische Probleme stark mit umweltökonomischen verbunden. Darüber hinaus werden in diesem Zusammenhang häufig Fragen der Aufrechterhaltung des Lebensstandards sowie soziale Aspekte einbezogen. Vgl. z.B. den Überblick bei Burschel/Losen/Wiendl (2003).

ihr diese schnelle Reaktion überhaupt erst ermöglicht haben, schon seit vielen Jahren (in manchen Bereichen: Jahrzehnten) kontinuierlich begründet und weiterentwickelt.

II. Ressourcenerschöpfung – Das Ende der Menschheit?

Eine der zentralen Fragen, die Öffentlichkeit und Wissenschaft in den 1970er bis in die 1980er Jahre erregt hat, lautet: Wird die Menschheit an Ressourcenmangel zugrunde gehen? Die dieser Sorge zugrundeliegende Vorstellung kann wie folgt skizziert werden: Der Menschheit steht ein gegebener Vorrat an natürlichen Ressourcen zur Verfügung. Davon zehren wir kontinuierlich, - und das sogar noch mit zunehmender Rate. Eines (nicht mehr allzu fern!) Tages wird alles aufgebraucht sein. Da die Wirtschaft auf die Zufuhr von Ressourcen angewiesen ist, wie der Mensch auf die Zufuhr von Sauerstoff, wird sie schließlich kollabieren.

Die hiermit angesprochene allgemeine Sorge wurde genährt durch die Erfahrung der Abhängigkeit der Weltwirtschaft vom Erdöl in den Krisenjahren 1973/74 und 1979/80 sowie durch äußerst pessimistische (aus wissenschaftlichen Simulationsrechnungen hervorgegangene) Prognosen. Besonders spektakulär war damals der von Meadows et al. (1972) an den Club of Rome erstattete Bericht. Dieser setzte die von Malthus (1798) begründete Tradition der „Doomsday Economics“ (Ökonomie des Jüngsten Tages) fort. Hier wurde in unterschiedlichen Szenarien errechnet, daß die Weltwirtschaft noch im 2. Jahrtausend an die durch die Größe der Ressourcenvorräte und/oder die begrenzte Assimilationskapazität der Umwelt definierten Restriktionen stoßen und damit zusammenbrechen würde. Der Bericht wurde seinerzeit in 29 Sprachen übersetzt und in über neun Millionen Exemplaren weltweit verkauft.⁷

Natürlich erscheint es etwas billig, heute darauf hinzuweisen, daß der angedrohte Zusammenbruch nicht stattgefunden hat. Wenn man vom Rathaus kommt, ist man bekanntlich klüger.

Es muß allerdings hervorgehoben werden, daß die vom Club of Rome und ähnlichen Autorengruppen angewandte wissenschaftliche Methode von Seiten der Wirtschaftswissenschaft schon unmittelbar nach dem Erscheinen stark kritisiert worden ist. Insbesondere wurde dargelegt, daß bei den Simulationsrechnungen marktliche Reaktionen auf die vorhergesagten Verknappungsprozesse in keiner Weise einbezogen wurden. Der Markt ist aber nach Überzeugung der meisten Ökonomen ein bei Bewältigung von Knappheitsproblemen äußerst leistungsfähiges Instrument. Insbesondere wird dem Marktmechanismus zugetraut, daß er zunehmende Verknappungen von Ressourcen und anderen Gütern durch steigende Preise signalisiert. Von rationalen Wirtschaftssubjekten wird erwartet, daß sie auf die steigenden Preise mit Bemühungen reagieren, das Angebot an der sich verknappenden Ressource auszu-

⁷

Als Lehrbuchautor möchte man aufseufzend hinzufügen: „Einfach beneidenswert!“

weiten und die Nachfrage einzuschränken. Dies gilt sowohl bei gegebener Technik als auch für Anreize, Techniken erst zu entwickeln, durch die eine Angebotsausweitung bzw. Nachfrageeinschränkung möglich wird. In einer 1977 erschienenen Studie hat der Ökonomie-Nobelpreisträger W. Leontief dargetan, wie sich die Modelle des Club of Rome ändern, wenn die knappheitsmildernde Wirkung des Marktmechanismus in die Analyse integriert wird. Bei ansonsten gleichen Annahmen zeigt Leontief, daß sich fundamental optimistischere Ergebnisse einstellen. Natürlich können auch Ökonomie-Nobelpreisträger (geschweige denn „normale“ Ökonomen!) nicht in die Zukunft sehen. Eine Evaluation der seit den 1970er Jahren im Bereich der natürlichen Ressourcen eingetretenen Entwicklungen zeigt jedoch, daß jede Prognose über die Verfügbarkeit dieser Ressourcen fehlgeleitet ist, wenn sie nicht die Rolle des Marktmechanismus bei der Lösung von Knappheitsproblemen einbezieht.

Aus ähnlichen Gründen wie die kurz erwähnten „technokratischen“ Modellrechnungen geht auch der Indikator der „Reservenreichweite“ als Frühwarnsystem für die Verknappung bestimmter Ressourcen in die Irre. Dieser Indikator wird konstruiert, indem die zum Erhebungszeitpunkt bekannten und ökonomisch wie technisch abbaubaren Reserven eines bestimmten Rohstoffs quantifiziert und durch die (tatsächliche bzw. prognostizierte) Jahresverbrauchsmenge dividiert werden. Daraus ergibt sich die Anzahl der Jahre, in denen die Ressource nach Maßgabe dieses Indikators noch verfügbar sein wird. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diesem Indikator keine prognostische Kraft innewohnt. Ganz im Gegenteil: Empirische Studien haben ergeben, daß die Reservenreichweite für wichtige Rohstoffe im Laufe der Zeit trotz erheblicher Jahresverbrauchsmengen zugenommen hat.⁸ Die Ursache dürfte darin liegen, daß Explorationsaktivitäten erst dann gesteigert vorgenommen werden, wenn sich eine Verknappung der bestehenden Reserven am Horizont abzeichnet. Außerdem ist es so, daß im Verlauf des technischen Fortschrittes immer mehr Vorkommen eines bestimmten Rohstoffs aus der Menge der bekannten, aber technisch und/oder ökonomisch unzugänglichen Ressourcen in den Bereich der unmittelbar verwertbaren Ressourcen „aufgerückt“ sind.

Wegen der mangelnden prognostischen Eignung von rein „technokratischen“ (d.h. ohne Einbeziehung von Marktmechanismen konstruierten) Verfügbarkeitsindikatoren ist mit dem *Ressourcenpreis* ein völlig anders konstituierter Indikator untersucht worden. Da der Preis in der Wirtschaftswissenschaft als Knappheitsindikator par excellence angesehen wird, lag es nahe, die Entwicklung der realen Ressourcenpreise wichtiger Rohstoffe im Zeitablauf zu untersuchen und daraus Schlußfolgerungen hinsichtlich sich etwa abzeichnender Verknappungstendenzen zu ziehen.

⁸ Einzelheiten dazu finden sich bei Krautkraemer (1998) sowie bei Tahvonen/Kuuluvainen (2000).

Auch hier ist allerdings bisher „Fehlansage“ zu vermeiden. Für die wichtigsten Rohstoffe sind die Preise in den betrachteten Jahren keineswegs dramatisch gestiegen, häufig sogar gefallen.⁹

Natürlich wäre es fahrlässig, daraus, daß sich der Preis als Verknappungsindikator keineswegs im alarmierenden Bereich bewegt, zu schließen, es gäbe keine Verknappungsprobleme bei natürlichen Ressourcen. Insbesondere kann der Preis künftige Verknappungen nur anzeigen, wenn diese von den Wirtschaftssubjekten erwartet werden. Schließlich werden ja die Preise aus den Angebots- und Nachfrageentscheidungen der Wirtschaftssubjekte gebildet. Deren Erwartungen können jedoch trügen. Außerdem mag es sein, daß der Planungshorizont der einzelnen Agenten auf den Ressourcenmärkten enger gezogen ist, als dies der Gesellschaft hinsichtlich der prognostischen Reichweite eines Indikators für die Ressourcenverknappung lieb ist.

III. Optimum und Konkurrenzgleichgewicht beim Abbau erschöpflicher Ressourcen – Die Hotelling-Regel

Wie oben kurz dargetan, ist die Frage nach der Ressourcenerschöpfung in der öffentlichen Diskussion sehr stark auf ein „Sein oder Nichtsein“ zugespitzt worden. In der wirtschaftstheoretischen Diskussion wurde diese Frage dagegen differenzierter behandelt. Hier ging es stärker darum, die Bewegungsgesetze einer marktlichen Ausbeutung von natürlichen Ressourcen zu erkennen und sie mit den Bewegungsgesetzen eines gesamtgesellschaftlich erwünschten Abbaus zu vergleichen. Technischer ausgedrückt und auf den Bereich erschöpflicher Ressourcen zugespitzt, geht es dabei darum, den konkurrenzwirtschaftlichen Ressourcenabbaupfad im Zeitverlauf zu charakterisieren und mit dem wohlfahrtsoptimalen zeitlichen Abbaupfad zu vergleichen. Die entsprechenden Arbeiten wurzeln in dem bahnbrechenden Artikel von H. Hotelling (1931).

Hotelling hat das von ihm untersuchte Problem wie folgt stilisiert:

Gegeben sei ein fest begrenzter Vorrat einer erschöpflichen Ressource. Die Frage lautet nun, wie dieser Vorrat auf die Perioden der Ressourcennutzung aufgeteilt werden muß, damit der Barwert des Nettonutzens aus der Ressource für die Gesellschaft maximiert wird. Der Nettotonutzen ist dabei als Differenz zwischen Bruttonutzen und Abbaukosten zu verstehen.

Natürlich sind die realen Probleme des optimalen Abbaus erschöpflicher Ressourcen wesentlich komplizierter als in der Hotelling'schen Stilisierung. In der Literatur sind denn auch zahlreiche Varianten des Hotelling'schen Modells entwickelt worden, die den verschiedenen re-

⁹ Einzelheiten dazu finden sich bei Krautkraemer (1998) sowie bei Tahvonen/Kuuluvainen (2000).

alweltlichen Komplikationen Rechnung tragen. Dennoch ist es so, daß sich in dem Hotelling'schen Modell fundamentale Charakteristika des Allokationsproblems erschöpflicher Ressourcen widerspiegeln. Das Modell bildet daher auch heute noch die Grundlage aller ressourcenökonomischen wissenschaftlichen Bemühungen und die unten näher erklärte *Hotelling-Regel* kann mit Fug und Recht als „erster Hauptsatz der Ressourcenökonomie“ bezeichnet werden.

Aus den Ergebnissen der Hotelling'schen Überlegungen sollen hier zwei Hauptelemente ausgewählt werden:¹⁰

- Zunächst einmal wird aus der Hotelling'schen Analyse deutlich, daß die Begrenztheit des Ressourcenvorrates neben den Abbaukosten einen zusätzlichen Kostentyp begründet: Dadurch, daß eine zu einem bestimmten Zeitpunkt dem fixen Vorrat entzogene Ressourceneinheit die Ressourcennutzungsmöglichkeiten in der Zukunft um genau diese Einheit mindert, entstehen *zeitliche Opportunitätskosten*. Die Natur dieser Kosten wird anschaulich deutlich, wenn wir die Kosten der Nutzung eines fossilen Energieträgers mit der Nutzung von Sonnenenergie vergleichen. Bei beiden Energieformen entstehen Kosten dadurch, die von der Natur „angebotene“ Energie für den Menschen nutzbar zu machen. In einem sehr weiten Sinne des Begriffs könnten wir sie der Einfachheit halber mit dem Begriff „Abbaukosten“ beschreiben.

Bei der Sonnenenergie ist es allerdings anders als bei fossilen Energieträgern so, daß unsere Nutzung der heutigen Sonneneinstrahlung die in der Zukunft zur Verfügung stehende Menge der Energie dieser Art überhaupt nicht beeinträchtigt. Die oben angesprochenen und von Hotelling „entdeckten“ zeitlichen Opportunitätskosten bestehen also bei der Sonnenenergie nicht, während sie für den Abbau fossiler Energieressourcen geradezu konstitutiv sind. Die hier bezeichneten Kosten werden in der Literatur häufig als „Nutzungskosten“ (user-costs) oder als „Ressourcenrente“ (royalty) bezeichnet.

Wenden wir wohlfahrtsökonomische Überlegungen auf diese speziellen Umstände an, so ergibt sich, daß es für eine wohlfahrtsmaximale Allokation der erschöpflichen Ressource notwendig ist, sie derart abzubauen, daß in jedem beliebig herausgegriffenen Zeitpunkt die marginale Wohlfahrt der Summe aus Abbaugrenzkosten und Nutzungsgrenzkosten entspricht.¹¹

Diese Eigenschaft der optimalen Ressourcenallokation wird in der folgenden Abbildung illustriert. Dabei gibt R^{**} die sozial optimale Abbaurrate (Abbaumenge pro Zeiteinheit) an.

10 Eine umfassendere Darstellung findet sich z.B. bei Endres/Querner (2000).

11 Dabei ist vorausgesetzt, daß sich die zugrundeliegenden Funktionen „wohl verhalten“.

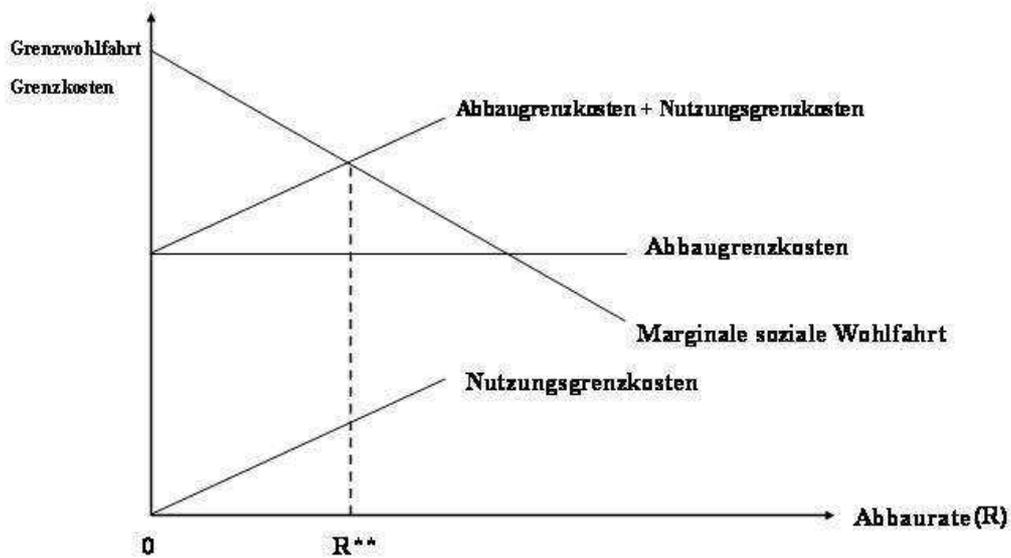


Abbildung 1

- Das nächste Element der Hotelling'schen Theorie erbringt Aufschluß über die Entwicklung der Ressourcenrente im Zeitverlauf. Hotelling hat nachgewiesen, daß die Ressourcenrente auf einem wohlfahrtsoptimalen Zeitpfad der Ressourcenausbeutung mit einer Rate ansteigt, die der in der betrachteten Gesellschaft geltenden sozialen Diskontrate entspricht. Dieser Zusammenhang wird seither in der Literatur als *Hotelling-Regel* bezeichnet.¹² Die Hotelling-Regel formuliert nichts anderes als die Bedingungen für die intertemporale Allokationseffizienz bei der Ressourcennutzung. Steigt die Ressourcenrente mit der angegebenen Rate, so gilt dies auch für die Differenz zwischen Bruttonutzen und Abbaukosten, also für den Nettonutzen der Gesellschaft.¹³ Steigt aber der Nettonutzen im Zeitablauf nach Maßgabe der sozialen Diskontrate an, so erbringt die letzte in jeder Periode abgebaute Einheit denselben Beitrag zum Gesamtbarwert der Ressourcennutzung. Es ist also unmöglich, den Gesamtbarwert dadurch zu erhöhen, daß die Nutzung einer bestimmten Einheit von einer Periode in eine andere verlagert wird. Damit ist das Ziel, einen Pfad der Ressourcenausbeutung im Zeitablauf

¹² Die hier rein verbal geschilderten Zusammenhänge werden in allen in Fußnote 1 angegebenen Lehrbüchern auch graphisch und mathematisch dargestellt.

Das Konzept der sozialen Diskontrate gehört zu den umstrittensten Themen der intertemporalen Ökonomie. Vgl. die in Fußnote 1 angegebene Literatur sowie Hampicke (2003).

¹³ Bei „normal“ verlaufender Grenzwohlfahrtsfunktion geht mit der im Zeitablauf ansteigenden Grenzwohlfahrt eine abnehmende Abbaumenge einher.

zu finden, der den Barwert der Ressourcennutzung über den gesamten Nutzungszeitraum maximiert, entschlossen ins Auge gefaßt.

Natürlich gibt es in der Marktwirtschaft (und anderswo) keinen allwissenden und wohlwollenden Diktator, der den oben beschriebenen optimalen Pfad des Ressourcenabbaus nicht nur kennt, sondern auch durchsetzen kann und will. In der Marktwirtschaft ist der Zeitpfad des Ressourcenabbaus vielmehr eine Konsequenz der Entscheidungen der Ressourceneigner und ihrer marktgesteuerten Interaktion mit den Nachfragern. Die treibende Kraft bei den Entscheidungen der Ressourceneigner ist die Gewinnmaximierung und nicht das bei den obigen alloktionstheoretischen Überlegungen zugrundegelegte Ziel der sozialen Wohlfahrtsmaximierung.

Vor dem Hintergrund der Hotelling'schen Überlegungen ist es allerdings klar, welche *Bedingungen* erfüllt sein müssen, damit eine marktgleichgewichtige Entwicklung des Ressourcenabbaus im Zeitverlauf mit der sozial optimalen Entwicklung identisch ist:

- Die marginale Zahlungsbereitschaft der Ressourcenabnehmer wird als Näherungsgröße für den gesellschaftlichen Grenznutzen aus der Ressource akzeptiert. Außerdem entstehen beim Konsum der Ressource keine externen Effekte. Da die aggregierte marginale Zahlungsbereitschaft bekanntlich der Nachfragefunktion entspricht, ist die in der obigen Abbildung enthaltene Kurve der marginalen sozialen Wohlfahrt mit der Nachfragekurve identisch, wenn diese beiden Voraussetzungen erfüllt sind.
- Die beim Abbau der Ressource eingesetzten Produktionsfaktoren werden unter konkurrenzwirtschaftlichen Bedingungen angeboten und nachgefragt. Außerdem entstehen beim Abbau der Ressource keine externen Effekte. Ist beides gegeben, so entspricht die Kurve der Abbaugrenzkosten, die bei der sozialen Wohlfahrtsmaximierung verwendet wurde, den Abbaugrenzkosten, die bei der Allokation über den Markt entscheidungsrelevant werden.
- Die soziale Diskontrate entspricht dem Marktzinssatz. Damit wäre die Rate, mit der die Ressourcenrente im Zeitverlauf steigt (und die indirekt die Abbaugeschwindigkeit steuert) beim wohlfahrtsmaximalen Zeitpfad und beim konkurrenzgleichgewichtigen Zeitpfad identisch.

Natürlich sind die obigen Bedingungen für die Identität des wohlfahrtsmaximalen mit dem marktgleichgewichtigen Pfad des Ressourcenabbaus durchaus restriktiv. Dies ist kein überraschendes Ergebnis. Auch in der allgemeinen Mikroökonomie hat sich ja gezeigt, daß Marktgleichgewichte nur unter recht einschneidenden Voraussetzungen pareto-optimal sind. Der Vorteil dieser Analyse besteht darin, daß ihre Kenntnis den Weg zu einer rationalen Diskussion über die Möglichkeiten eröffnet, die Wohlfahrtseigenschaften von Marktergebnissen zu

verbessern. Hier sei nur an die theoriegestützten Diskussionen über die Instrumente einer Internalisierung externer Effekte oder über die Instrumente der Wettbewerbspolitik erinnert. In der Literatur ist die empirische Gültigkeit der Hotelling-Regel vielfach untersucht worden.¹⁴ Die Ergebnisse sind bei weitem überwiegend negativ. Dies ist angesichts der sehr restriktiven Konstruktion des Hotelling'schen Modells nicht weiter verwunderlich. Insbesondere ging Hotelling ja – wie oben ausgeführt – von einem fest vorgegebenen Ressourcenbestand aus. In der Realität führen Explorationserfolge jedoch regelmäßig dazu, daß sich der Kenntnisstand über vorhandene Reserven von Zeit zu Zeit verbessert. Bei neuem Kenntnisstand ist dann ein größerer Reservenbestand relevant. Bei einer Vergrößerung der Reserven entspannt sich jedoch das Knappheitsproblem, damit sinken die zeitlichen Opportunitätsgrenzkosten der Ressourcennutzung und der Hotelling-Pfad verschiebt sich nach unten. Ähnliche den Anstieg der Nutzungskosten dämpfende oder sogar überkompensierende Effekte gehen von technischem Fortschritt bei den Abbaumethoden aus. Hierdurch sinken die Abbaugrenzkosten und/oder der Reservenvorrat steigt und Rohstoffe in bisher unzugänglichen Lagen oder in bisher zu geringer Konzentration werden wirtschaftlich abbaubar.

Man könnte sich für jede vorgegebene Konstellation derartiger informationeller, technischer und ökonomischer Bedingungen des Abbaus erschöpflicher Ressourcen einen Hotelling-Pfad vorstellen. Die tatsächliche Entwicklung folgt jedoch nicht *einem* solchen Pfad, sondern wäre - bei kontinuierlicher Änderung der informationellen, ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen - als Bewegung *zwischen verschiedenen* Hotelling-Pfaden vorstellbar.¹⁵ Scherzhaft könnte man sagen, daß es sich bei der Hotelling-Regel um eine *self-destroying prophecy* handelt:

Sobald sich die auf dem Hotelling-Pfad eintretende Preissteigerung für die betreffende Ressource abzeichnet (oder von den Akteuren auch nur antizipiert wird), reagieren die Akteure auf dieses Verknappungssignal mit vielfältigen Aktivitäten der Ressourcenexploration und –substitution sowie der Induktion von technischem Fortschritt. Damit wird der Verknappungsprozeß ausgebremst und eine Preissteigerung im der Hotelling-Regel entsprechenden Ausmaß findet nicht statt.

IV. Regenerierbare Ressourcen

1. Bio-ökonomische Grundlagen

Wie oben schon ausgeführt, unterscheiden sich regenerierbare von erschöpflichen dadurch, daß sich erstere in einem für die menschliche Planung relevanten Zeitraum vermehren. Die

¹⁴ Einen kurzen Überblick über die entsprechende Literatur gibt Kolstad (2000).

¹⁵ Eine ausführliche Erläuterung dieser Zusammenhänge findet sich z.B. bei Endres/Querner (2000), S. 46 – 64.

Wachstumsrate des Ressourcenbestandes hängt von vielen Determinanten ab, z.B. von den Umweltbedingungen. In der biologischen Literatur wird die Größe des Bestandes selbst als zentrale Determinante des Wachstums behandelt.

Für die Beziehung zwischen diesen beiden Größen ist es (ideal)typisch, daß für eine positive Regenerationsrate eine bestimmte von Null verschiedene Mindestpopulation vorhanden sein muß. Ausgehend von dieser Mindestgröße des Bestandes (B_0) nimmt die Wachstumsrate mit zunehmendem Bestand zunächst zu, dann ab und erreicht schließlich beim Sättigungsniveauniveau (\bar{B}) wieder den Wert Null. Die folgende Graphik illustriert den Zusammenhang.

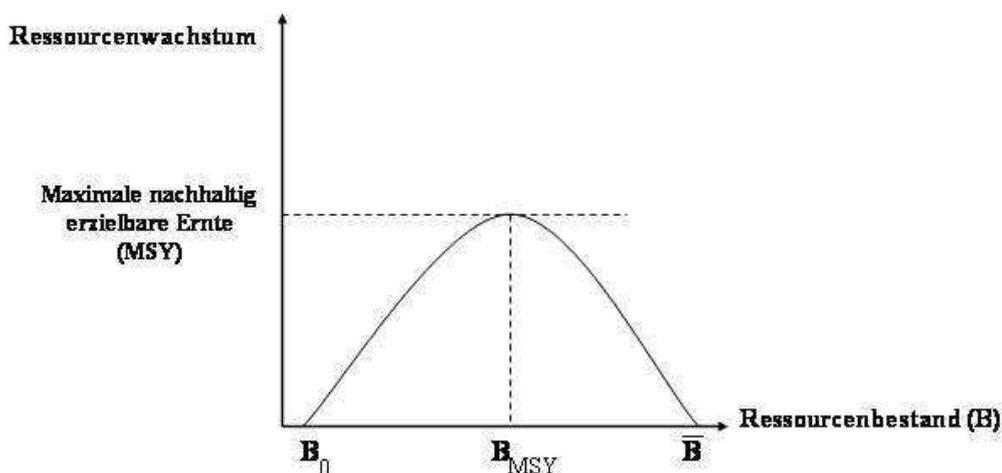


Abbildung 2

Wir sehen, daß es im Gegensatz zu den bei erschöpflichen Ressourcen geltenden Verhältnissen bei den regenerierbaren Ressourcen durchaus möglich ist, in jeder Periode eine bestimmte Menge zu ernten, ohne den Bestand zu reduzieren. Dafür muß „lediglich“ die Restriktion beachtet werden, daß die Erntemenge nicht über dem natürlichen Nettozuwachs des Bestandes liegt. Aufgrund des oben dargestellten Zusammenhangs zwischen Wachstum des Bestandes und Bestand, ist die nachhaltig erzielbare Ernte vom Bestand selbst abhängig. In der obigen Abbildung wird bei einem Bestand von B_{MSY} der maximale Zuwachs erreicht. Die

betreffende Menge entspricht der *maximal erzielbaren nachhaltigen Ernte* (Maximum Sustainable Yield).

Bei der Ernte einer regenerierbaren Ressource entstehen zwei verschiedene Arten von Kosten, nämlich Erntekosten und Nutzungskosten. Betrachten wir als Beispiel die Fischereiwirtschaft. Jeder gefangene Fisch verursacht zunächst einmal Kosten, wie sie anteilig für den Aufbau einer Flotte mit entsprechender Ausrüstung, Personal usw. anfallen. Diese Fangkosten bezeichnen wir mit dem das Beispiel der Fischerei übergreifenden allgemeinen Begriff der „Erntekosten“. Zusätzlich werden Kosten dadurch verursacht, daß der heute gefangene Fisch erstens morgen nicht mehr gefangen werden kann und zweitens nichts mehr zur Regeneration des betreffenden Bestandes wird beitragen können. Diese zeitlichen Opportunitätskosten bezeichnen wir mit dem Begriff der „Nutzungskosten“. Wir weisen besonders darauf hin, daß der Begriff der Nutzungskosten, wie er im Bereich der regenerierbaren Ressourcen verwendet wird, insofern mit dem Begriff der Nutzungskosten aus der Theorie der erschöpflichen Ressourcen übereinstimmt, als er zukünftige Knappheitseffekte heutiger Ausbeutungsentscheidungen bezeichnet. Diese Konsequenzen treten jedoch bei regenerierbaren Ressourcen in anderem Gewande auf als bei erschöpflichen:

Bei letzteren geht es ausschließlich darum, daß eine heute konsumierte Einheit angesichts des fixen Gesamtbestandes die zukünftigen Konsummöglichkeiten gerade um diese Einheit vermindert. Dieser Aspekt gilt auch bei regenerierbaren Ressourcen.¹⁶ Bei den regenerierbaren Ressourcen ist es jedoch *zusätzlich* so, daß der heutige Konsum einer Einheit den Konsum in der Zukunft um die Biomasse reduziert, die der gegenwärtige Fang zukünftig zur Regeneration der Ressource beigetragen hätte.

2. Das Open Access Problem

Für viele regenerierbare Ressourcen gilt, daß sie in einem Rahmen ohne genau spezifizierte Eigentumsrechte geerntet werden.¹⁷ Im Extremfall fehlt jeder institutionelle Rahmen und die Ressource gehört demjenigen, der sich ihrer als Erster bemächtigt. So gehören die Fische auf hoher See niemand (allen?) und derjenige, der einen Fisch fängt, kann ihn wirtschaftlich nutzen.¹⁸ Die damit beschriebenen Verhältnisse werden in der Literatur als Open Access Regime („Selbstbedienungsregime“) bezeichnet.

¹⁶ Da die regenerierbaren Ressourcen im Gegensatz zu den erschöpflichen Ressourcen auch ohne menschliche Beutezüge eine begrenzte Lebenserwartung haben, besitzt dieser intertemporale Effekt bei ersteren eine geringere zeitliche Reichweite als bei letzteren.

¹⁷ In geringerem Umfang gilt dies auch für erschöpfliche Ressourcen.

¹⁸ Internationale Fischfangabkommen, die dem entgegenstehen, sind äußerst lückenhaft. Außerdem sind sie eine Reaktion auf das oben geschilderte Problem und werden daher bei dieser Darstellung nicht beachtet.

Es ist unmittelbar einleuchtend, daß Selbstbedienungsregime zu schwerwiegenden Fehlallokationen führen. Bei einer an der allgemeinen Mikroökonomie geschulten Betrachtung ist klar, daß die betreffende Ressource so bewirtschaftet werden sollte, daß der mit ihr zu erzielende Marktpreis sowohl die Erntekosten als auch die Nutzungskosten deckt. Der einzelne Fischer hat jedoch in einem Open Access Regime keinerlei Anreiz, die Nutzungskosten bei der Entscheidung über das Ausmaß seiner Aktivität mit zu berücksichtigen. Er wird vielmehr seine Aktivität soweit ausdehnen, bis der Preis die marginalen Erntekosten deckt.¹⁹ Es ist für den einzelnen Entscheidungsträger nicht attraktiv, sich beim Fischfang mit dem Ziel zurückzuhalten, einen Teil des Bestandes um der zukünftigen Nutzungsmöglichkeit und um seines künftigen Beitrages zum Wachstum des Bestandes willen in dem Gewässer zu belassen. Im Selbstbedienungsregime wird er nämlich außer Stande sein, sich den Ertrag seiner Zurückhaltung später anzueignen. Vielmehr muß er damit rechnen, daß andere Fischer heute oder morgen von seiner Selbstbeschränkung profitieren. Er hätte dann lediglich einen positiven externen Effekt zugunsten seiner Kollegen unter Aufwendung von privaten Opportunitätskosten produziert.

Anders ausgedrückt befinden sich die Fischer im Open Access Regime in einem *Gefangenendilemma*²⁰: Es wäre im allseitigen Interesse am besten, wenn sich alle beim Fang etwas zurückhalten würden, um den Bestand der Ressource, von der sie alle leben, zu sichern. Unabhängig davon, ob sich die anderen beschränken oder nicht, ist es jedoch für den einzelnen Entscheidungsträger privatwirtschaftlich am besten, sich selbst keine Beschränkung aufzuerlegen. Da dieser Anreiz für alle gilt, werden die Bestände (manchmal bis zur Ausrottung) überfischt. Im Gleichgewicht geht es allen schlecht: den Fischern, den Fischkonsumenten, - von den Fischen ganz zu schweigen.²¹

Nachdem in der ökonomischen Literatur die hier nur kurz skizzierte Fehlallokation herausgearbeitet worden war, stellte sich natürlich die Frage nach den Korrekturmöglichkeiten. Sie kann in zwei Teilfragen aufgespalten werden:

- Zunächst ist zu fragen, worin das *Ziel* der korrektiven Aktivität bestehen soll. Hier erscheint es zunächst einmal einleuchtend, den Bestand auf einem Niveau zu stabilisieren, mit dem die maximale nachhaltige Ernte erzielbar wird. Dieses Ziel der Ressourcenpolitik spielt in der naturwissenschaftlichen (insbesondere biologischen) Literatur und in den von ihr beeinflussten staatlichen Regulierungsversuchen eine dominierende Rolle.

19 Dabei sind konkurrenzwirtschaftliche Bedingungen unterstellt.

20 Allgemein zum Gefangenendilemma, vgl. Weimann (2003).

21 Ausführlichere Darstellungen des hier nur kurz angesprochenen Open Access Problems einschließlich vielfältiger empirischer Verweise finden sich bei Endres/Querner (2000), Tahvonen/Kuuluvainen (2000) sowie Wilen (2000).

Ökonomen haben dagegen darauf hingewiesen, daß es wohl weniger darum gehe, den physischen Strom der im Zeitverlauf geernteten Biomasse zu maximieren. Vielmehr solle der im Zeitverlauf erwirtschaftete Netto-Wohlfahrtsbeitrag der Ernte maximiert werden. Diese etwas andere Zielsetzung führt insbesondere zu zwei vom Maximum Sustainable Yield abweichenden Tendenzen. Zunächst einmal werden bei ökonomischen Analysen in der Zukunft liegende Effekte auf den Entscheidungszeitpunkt diskontiert. Hiervon geht eine Tendenz zu einem optimalen Fischbestand aus, der geringer ist, als der mit der maximal nachhaltig erzielbaren Ernte verbundene Bestand. Es lohnt sich bei dieser Betrachtung sozusagen, in der Gegenwart in einem gewissen Maße vom Bestand zu zehren und damit auf Kosten der Zukunft zu leben, weil die gegenwärtigen Nutzen, die damit einhergehen, bei der Barwertberechnung stärker ins Gewicht fallen, als die zukünftig damit eingebüßten Nutzungsmöglichkeiten. Die in den Modellen regelmäßig unterstellten abnehmenden Grenznutzen verhindern, daß diese Gegenwartspräferenz sich maßlos stark auswirkt.

Andererseits werden jedoch bei der ökonomischen Optimierung von Erntezahlen natürlich auch die Erntekosten berücksichtigt. Insbesondere ist es sinnvoll anzunehmen, daß die Erntekosten nicht nur von der geernteten Menge abhängen, sondern auch von der Größe des Bestandes, aus dem gefischt wird. Mit Blick auf diesen Zusammenhang ist es plausibel, daß die Kosten für eine betrachtete Fangeinheit um so geringer sind, je größer der Fischbestand ist. Für das ökonomische Optimum geht von diesen Zusammenhängen eine Tendenz aus, den Bestand auf einem höheren Niveau zu belassen, als es für die maximal nachhaltig erzielbare Ernte erforderlich wäre. Der Verzicht darauf, den Bestand auf das biologisch produktivste Niveau herabzuführen, wird ja durch Einsparungen bei den Fangkosten belohnt.

Es zeigt sich also, daß die ökonomische Betrachtung sich (u.a.) in zwei wesentlichen Punkten von der „biologischen“ unterscheidet. Diese beiden Unterschiede kompensieren einander jedoch qualitativ hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Unterschiede zwischen dem ökonomisch optimalen Bestand der natürlichen Ressource und dem Bestand mit der höchsten biologischen Produktivität. Inwieweit sich die beiden gegenläufigen Tendenzen tatsächlich *quantitativ* so kompensieren, daß das ökonomische Optimum in der Nähe des biologisch produktivsten Bestandes liegt, kann natürlich auf der hier gewählten Stufe der Abstraktheit der Erörterung nicht gesagt werden.

- Die zweite Frage bezieht sich auf die Wahl der *Instrumente*, mit denen die im Open Access Regime gleichgewichtige Fehlallokation korrigiert werden soll.

In der fischereiwirtschaftlichen Literatur und vielen auf diese Literatur gegründeten staatlichen Regulierungen spielen ordnungsrechtliche Eingriffe eine hervorragende Rolle. Hiermit sind z.B. Beschränkungen der Zeiträume, in denen die Ernte der betreffenden natürlichen Ressource erlaubt ist, angesprochen (fishery seasons). Außerdem gibt es vielfältige Beschränkungen, mit denen die Fangkapazität und/oder die Fangtechnik oder die Erntemasse reguliert wird. Aus ökonomischer Sicht sind derartige „command and control“-Strategien ineffizient und in ihrer Wirkung zweifelhaft.²²

In der ökonomischen Literatur werden Abgaben auf den Fang oder transferierbare Fangrechte favorisiert. Die ökonomische Diskussion um die Instrumente des Schutzes regenerierbarer Ressourcen und ihre effiziente Bewirtschaftung ist weitestgehend analog zur Diskussion um die Instrumente des Umweltschutzes. Auch hier favorisieren Ökonomen, insbesondere aus Effizienzgründen, Abgaben und transferierbare Rechte gegenüber ordnungsrechtlichen Maßnahmen.²³

V. Ressourcenverbrauch und Klimaschutz

Bisher haben wir die Ökonomie natürlicher Ressourcen als intertemporales Allokationsproblem behandelt. Dabei spielten Abweichungen zwischen Marktgleichgewicht und Optimum, wie sie durch mangelhaft spezifizierte Eigentumsrechte verursacht werden, eine besondere Rolle. Negative Umwelteinwirkungen wurden dagegen allenfalls am Rande behandelt.

In jüngerer Zeit ist in der Ressourcenökonomie jedoch gerade das Problem der mit dem Ressourcenverbrauch einhergehenden negativen Externalitäten ins Zentrum der Analyse gerückt. Eine hervorragende Rolle hat dabei das mit dem Verbrauch fossiler Energieträger assoziierte Problem der globalen Erwärmung gespielt. Die betreffende Diskussion kann in folgende drei Teilfragen aufgespalten wiedergegeben werden:

- Zunächst einmal ist zu fragen, wie die Existenz von negativen externen Effekten die Aussagen der traditionellen Ökonomie erschöpflicher Ressourcen über den optimalen Abbaupfad modifiziert.

Es ist auch ohne Modellierung intuitiv einleuchtend, daß eine Einbeziehung negativer externer Effekte den optimalen Abbaupfad für eine erschöpfliche Ressource in eine stärker „konservative“ Richtung verschiebt. Insbesondere bei im Zeitverlauf kumulierenden Schäden, wie sie für das von Emissionen von CO₂ und ähnlich wirkenden Treibhausga-

²² Näheres bei Tahvonen/Kuuluvainen (2000) und Wilen (2000).

²³ Vgl. Endres (2000), Feess (1998), Weimann (1995) und viele (alle !) anderen Lehrbücher der Umweltökonomie.

sen verursachte Klimaproblem typisch sind, liegen die optimalen Preise für die Ressource höher, die Abbaumengen sind entsprechend geringer.²⁴

— Natürlich ist es (hier und in jedem anderen Bereich der Wirtschaftstheorie) mit der Charakterisierung von Optima nicht getan. Es muß vielmehr gesagt werden, wie die Optima als Gleichgewichte realisiert (oder wie wenigstens die Weichen in die richtige Richtung gestellt) werden können. Die entsprechende Diskussion in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur ist hier nicht ressourcenspezifisch, sondern folgt den allgemeinen Trends der Diskussion zur Internalisierung externer Effekte und pragmatischer umweltpolitischer Instrumente. Hier werden von Ökonomen überwiegend marktanalogue Instrumente wie Emissionsabgaben und Emissionszertifikate präferiert. Im Kyoto-Abkommen zur Begrenzung von Treibhausgasemissionen sind eine Reihe von Mechanismen vorgesehen, die dem Gedanken transferierbarer Emissionszertifikate entlehnt sind.²⁵

— Für den Klimawandel ist es charakteristisch, daß er ein globales Umweltproblem konstituiert. Obwohl alle Staaten betroffen sind (wenn auch bei weitem nicht alle in gleicher Weise), so kann das Problem doch von einem einzelnen Staat nicht gelöst werden. Neben der im vorstehenden Spiegelstrich angesprochenen Frage der besten umweltpolitischen Instrumentierung stellt sich hier also zusätzlich die Frage, wie über diese Instrumentierung im internationalen Kontext befunden und wie sie schließlich durchgesetzt werden soll. Anders als bei nationalen Umweltproblemen ist es hier so, daß keine zentrale Instanz besteht, die diese Fragen mit ihrer gesetzgeberischen und administrativen Autorität lösen könnte. Globale Umweltpolitik muß von souveränen Staaten vereinbart und durchgesetzt werden.

Das Problem bei der dezentralen internationalen Einigung besteht darin, daß sich jeder einzelne Staat in der Situation des *Gefangenendilemmas* befindet. Wenn es auch im Interesse aller ist, eine wirkungsvolle und effiziente Klimapolitik zu vereinbaren und durchzusetzen, so besteht doch für jeden einzelnen Staat der Anreiz, sich bei den entsprechenden Bemühungen zurückzuhalten und als Trittbrettfahrer vom Einsatz der anderen zu profitieren. In der in den letzten Jahren stark angewachsenen spieltheoretischen Literatur ist die Natur des hier kurz angesprochenen Anreizproblems ausführlich erforscht worden. Außerdem werden die Möglichkeiten und Grenzen von Vertragsdesi-

24 Eine elegante Modellierung der hier angedeuteten Zusammenhänge findet sich bei Goulder/Mathai (2000). Hier werden auch die in der vorliegenden Arbeit nur kurz angesprochenen Aspekte des technischen Fortschritts ausführlich modelliert.

25 Die „flexiblen Kyoto-Mechanismen“ sind der Clean Development Mechanismus, Joint Implementation und Emissions Trading. Näheres z.B. bei Schwarze (2001).

gns ausgelotet, mit denen einzelstaatliche und globale Interessen womöglich besser harmonisiert werden könnten. Die entsprechenden Analysen sind jedoch wenig ressourcenspezifisch. Wir wollen daher nicht weiter auf sie eingehen, sondern verweisen lediglich auf die einschlägige Literatur.²⁶

VI. Nachhaltige Entwicklung

Es ist oben deutlich geworden, daß ein wesentliches Merkmal der Ökonomie natürlicher Ressourcen ihre Zukunftsorientierung ist. Bei den erschöpflichen Ressourcen liegt der Schwerpunkt der Analyse bei der optimalen intertemporalen Allokation des Abbaus. Bei den erneuerbaren Ressourcen geht es insbesondere um den im Zeitablauf wohlfahrtsmaximalen Entwicklungspfad der Ernte. Dieser ist in der Regel dadurch charakterisiert, daß der Bestand durch die Ernte nicht gefährdet wird.²⁷

Damit bereitet die Ressourcenökonomie den Boden für das Konzept der *Nachhaltigen Entwicklung*, das seit dem Bericht der Brundtland-Kommission (1987) Eingang in die öffentliche Diskussion gefunden hat.²⁸ Das Konzept ist dabei, sich zu einem allgemein akzeptierten (wenn auch von verschiedenen Parteien durchaus unterschiedlich interpretierten) Leitbild der Politik des 21. Jahrhunderts zu entwickeln.

Ursprünglich entstammt dieses Konzept auch einem ressourcenökonomischen (genauer: forstökonomischen) Kontext. Um das Jahr 1700 hat der Freiburger Oberberghauptmann Carl von Carlowitz die Maxime verkündet, es sei im Wald keinesfalls mehr Holz zu schlagen als nachwächst.

Die Wirtschaftswissenschaft bemüht sich seit einiger Zeit, das Konzept der nachhaltigen Entwicklung zu einem operationalen Leitbild für eine weltweite Wirtschafts-, Gesellschafts- und Umweltpolitik zu formulieren. Insbesondere wird gefordert, die soziale Wohlfahrt (bzw. der den Menschen insgesamt zur Verfügung stehende Kapitalbestand) dürfte im Zeitverlauf nicht abnehmen. Es ist allerdings sehr schwierig, die soziale Wohlfahrt oder den Wert des Kapitalstocks zu messen. Ohne eine solche Messung können jedoch tatsächliche Entwicklungspfade nicht nach dem Kriterium der Nachhaltigkeit evaluiert werden.

²⁶ Vgl. z.B. Barrett (2002), Boehringer/Finus/Vogt (2002), Buchholz (2003), Endres/Finus (2000), Endres/Ohl (2003), Finus (2001), (2003).

„Moderne Klassiker“ der Ökonomie des Klimaschutzes sind Nordhaus (1991) und Schelling (1992). Nach der Auswertung von Kolstad (2000) sind sie die zum Erhebungszeitpunkt meist zitierten Arbeiten auf diesem Gebiet.

²⁷ Im Einzelfall kann es jedoch zum Phänomen der „rationalen Ausrottung“ kommen. Hier führt die optimale intertemporale Ernte letztlich zur Vernichtung des Bestandes. In der Literatur herrscht jedoch weitgehend Konsens darüber, daß diesem Umstand geringe praktische Bedeutung zukommt. Vgl. z.B. Endres/Querner (2000) sowie Hartwick/Olewiler (1998) und Tahvonen/Kuuluvainen (2000).

²⁸ Dazu im Überblick mit zahlreichen Bezügen und Verweisen Schulz/Burschel (2001).

Die Diskussion um Konzepte der Wohlfahrts- und Kapitalmessung nimmt in der Literatur mittlerweile einen beträchtlichen Umfang ein.²⁹ Wir wollen sie hier nicht weiter vertiefen, sondern auf ein anderes wichtiges Problem der nachhaltigen Entwicklung hinweisen.

Nehmen wir einmal an, die Probleme der Wohlfahrts- und Kapitalmessung seien gelöst. Die Menschheit könne also genau sagen, worin eine nachhaltige Entwicklung bestehe. Dann fragt sich allerdings immer noch, ob sie sie ohne weiteres anstreben würde. Mit Blick auf die Beziehungen zwischen verschiedenen Generationen zeigen sich hier aus ökonomischer Sicht zwei wichtige Hemmnisse:³⁰

- Es scheint der menschlichen Natur zu entsprechen, daß künftige Bedürfnisbefriedigung geringer geschätzt wird als gegenwärtige. So erwartet der Sparer, den gesparten Betrag am Fälligkeitstag zuzüglich Zinsen zurückzuerhalten. Der Grund für diese „Diskontierung“ zukünftiger Ereignisse aus der Sicht der Gegenwart liegt in den mangelnden „teleskopischen“ Fähigkeiten des Menschen, - so meinte jedenfalls der berühmte Nationalökonom A.C. Pigou (1920). E.V. Böhm-Bawerk befand schon 1881, es sei bedauerlich, aber doch verständlich, wenn der Entscheidungsträger zukünftige Effekte diskontiere. Schließlich könne er ja nicht sicher sein, daß er den Konsum morgen noch ebenso genießen könne wie heute. Er könnte ja tot sein.³¹

Worin auch immer die Ursachen des Habitus der Minderschätzung künftiger Wirkungen gegenwärtiger Entscheidungen liegen mögen, er ist Gift für eine nachhaltige Entwicklung. Entscheidungen, die den Genuß der Gegenwart erhöhen, für die Zukunft aber schwerwiegende negative Konsequenzen zeitigen, werden zum Entscheidungszeitpunkt um so günstiger bewertet, je höher die Rate ist, mit der zukünftige Effekte diskontiert werden.

Nun könnte man anmerken, daß die Gründe, die die Diskontierung für den einzelnen Entscheidungsträger verständlich, ja sogar rational erscheinen lassen, für die Gesellschaft als Ganzes nicht gelten. So ist zwar das Leben des Einzelnen begrenzt, die Gesellschaft selber kann jedoch bei entsprechenden Lebensbedingungen bis in ferne Zukunft fortbestehen, - wenn auch mit stets wechselndem Personal. Dieser Einwand ist zwar normativ überzeugend, jedoch stellt sich die Frage, wer die Entscheidungen im langfristig gesellschaftlichen Interesse treffen soll, wenn die Gesellschaft naturgemäß nur aus einzelnen Entscheidungsträgern der jeweiligen Gegenwartsgeneration besteht.

29 Näheres z.B. bei Burschel/Losen/Wiendl (2003), Endres/Querner (2000), Hampicke (2001) und Radke (1999).

30 Näheres bei Endres (2004).

31 Die Diskussion um die Diskontierung ist bis heute nicht verstummt. Vgl. z.B. Frederick/Lowenstein/O'Donoghue (2002), Hampicke/Ott (2003).

— Malt die Wirtschaftswissenschaft – so wird bisweilen eingewandt – nicht ein allzu dunkles Bild der Realität, wenn sie von einem Entscheidungsträger ausgeht, der nur sein eigenes Wohl im Auge hat? Eine nähere Betrachtung zeigt allerdings, daß ein wenig mehr Glaube an das Gute im Menschen die Prognose für eine nachhaltige Wirtschaftsweise nicht unbedingt entscheidend aufhellt:

Wenn sich ein um seine eigenen Kinder und Kindeskinde besorgter Entscheidungsträger z.B. dazu entschließt, weniger Energie zu verbrauchen, dann schont er die Energieressourcen der Menschheit (wenn natürlich auch nur marginal, aber das sei hier ignoriert). Er kann jedoch keineswegs sicher sein, daß diese von ihm unter Einbußen erwirtschaftete Ersparnis seiner „Zielgruppe“, den eigenen Kindern und Kindeskindern, zu Gute kommt. Er muß vielmehr damit rechnen, daß die von ihm verschonten Ressourcen schon von seinen eigenen Zeitgenossen aufgezehrt werden. Der Bruchteil der Ersparnis des Entscheidungsträgers, der tatsächlich seinen eigenen Nachkommen zu Gute kommt, ist auf jeden Fall vernachlässigbar gering. Daher ist der Anreiz, sich aus dem genannten Grund energiesparend zu verhalten, selbst für den hier angenommenen *selektiv altruistischen* Entscheidungsträger gering. Das Anreizproblem ist genau dasselbe wie das (oben bereits behandelte Problem) der individuellen Zurückhaltung bei der Ausbeutung von frei zugänglichen natürlichen Ressourcen („Selbstbedienungsressourcen“). So verhält der Appell an den einzelnen Fischer, er möge bei seiner Arbeit bedenken, daß er auch morgen noch fischen will, ungehört, - vor allem aber unbefolgt: Der Entscheidungsträger weiß, daß seine Zurückhaltung eher dem Gegenwartskonsum anderer zugute kommen würde, als der eigenen Zukunftsvorsorge. So ergibt sich das bekannte Resultat des individuell rationalen, kollektiv aber völlig unvernünftigen Raubbaus an frei zugänglichen Fischbeständen.

Leider sind die Anreize für ein zukunftsaltuistisches Verhalten der gesamten Gesellschaft nicht günstiger als für das einzelne Individuum: Nehmen wir an, die Gegenwartsgeneration überlege, ob sie erhebliche Härten um einer nachhaltigen über Generationen reichenden Entwicklung willen auf sich nehmen wolle. Das Dumme dabei ist, daß sie nie sicher sein kann, ob ihre durch Selbstbeschränkung beim Verbrauch natürlicher Ressourcen gebildeten Ersparnisse tatsächlich für die Aufrechterhaltung einer dauerhaften Entwicklung genutzt werden. Schon für die nächste Generation besteht nämlich die fatale Versuchung, den Verzicht der Gegenwartsgeneration auszubeuten und die Ressourcen für sich zu verprassen. Da die Generationen naturgemäß nicht frei in der Zeit beweglich sind, gibt es nichts, womit Generation 1 ihre zukunftsaltuistische Opfergabe gegen Schändung der Generation 2 schützen könnte. Diese konstitutionelle

Ungeschütztheit der generationenübergreifenden Investition in die Zukunft ist ein wesentliches Hindernis dafür, die Investition überhaupt vorzunehmen. Die Anreizstruktur ist ähnlich deprimierend wie die, der ein Investor bei der Überlegung ausgesetzt ist, sich in einem Land mit unsicheren politischen Verhältnissen zu engagieren. Da er nicht sicher sein kann, wie lange es ihm unter den instabilen Rahmenbedingungen möglich sein wird, sich die Erträge der Investition anzueignen, investiert er gar nicht oder allenfalls in Projekte, die sich schon sehr kurzfristig rechnen.

Ist es angesichts des offenbar Münchhausen'schen Ausmaßes des für die nachhaltige Entwicklung erforderlichen Kraftaktes überhaupt sinnvoll, wenn sich die Gegenwartsgeneration mit Sorgen über die Zukunft beschwert?

Aus der ökonomischen Theorie lassen sich folgende Argumente gegen diesen resignativen Weg ableiten:

- In der Nachhaltigkeitsdiskussion erscheinen Marktprozesse überwiegend als *Verursacher* von nichthaltigen Entwicklungen. Wie oben bereits dargelegt, ist diese Sicht nur zum Teil gerechtfertigt: Dort, wo Märkte funktionsfähig sind, geht von ihrem Wirken durchaus eine Tendenz zur *Ressourcenschonung* aus. Wird eine Ressource, die auf einem funktionierenden Markt gehandelt wird, knapp, so schlägt sich dies im steigenden Preis nieder. Dieser induziert Prozesse der Nachfrageeinschränkung, Angebotsausweitung und vielfältige Formen des technischen Fortschritts, die eine Entknappung der verteuerten Ressource herbeiführen und damit dem Ziel der Nachhaltigkeit im allgemeinen dienlich sind.
- Natürlich sind längst nicht alle Märkte im oben erwähnten Sinne funktionsfähig. Vielmehr kommt es infolge von Trittbrettfahrerproblemen bei der Bereitstellung öffentlicher Güter, der mangelnden Internalisierung negativer externer Effekte und der Ausbeutungsoffenheit von Ressourcen in „Selbstbedienungs“-Regimen zu zahlreichen und schwerwiegenden Fehlallokationen, die in der Literatur häufig als „Marktversagen“ bezeichnet werden. Die Gegenwartsgeneration hat allen Anlaß, die suboptimale Verwendung knapper Ressourcen *in ihrem eigenen Interesse* zu verbessern. Ressourcenschonende Korrekturen der Wirtschaftsweise, die die Gegenwart „ganz egoistisch“ durchführt, haben für die Zukunft nebenbei positive Auswirkungen. Es muß ja nicht gut gemeint sein, um gut zu wirken.
- In der experimentellen Wirtschaftsforschung hat sich herausgestellt, daß Individuen in ihrem Verhalten durchaus von den Vorhersagen der ökonomischen Theorie, wie sie den obigen Ausführungen zugrunde liegt, abweichen. Manche meinen, die Wirtschaftswissenschaft sollte sich

künftig stärker mit dem Verhalten eines *Homo Sustinens*³² beschäftigen und den guten (?) alten *Homo Oeconomicus* langsam ausmustern. Natürlich ist immer darauf zu achten, daß die Begeisterung über die Konstruktion alternativer Verhaltenstypen nicht in bloßem Wunschdenken mündet. Davon, daß wir uns einen Entscheidungsträger malen, bei dem das Streben nach Nachhaltigkeit Präferenzbestandteil ist, wird die nachhaltige Entwicklung noch nicht zur Realität.

Wie stehen denn nun die Chancen zukünftiger Generationen aus ökonomischer Sicht?³³

Wenn die Gemeinschaft der Ungeborenen dem Treiben der Gegenwartsgeneration stirnrunzelnd zuschaut, so richten sich vermutlich ihre Hoffnungen weniger auf deren Fähigkeit zum Zukunftsaltruismus. Optimismus können die Zukünftigen wohl eher darauf gründen, daß die Gegenwartsgeneration ihre eigenen Probleme in ihrem eigenen Interesse in den Griff bekommen möge. Gelingt es der Gegenwartsgeneration, negative externe Effekte zu internalisieren und natürliche Ressourcen vor dem in Selbstbedienungsregimen „rationalen“ Raubbau zu schützen, so produziert sie damit positive externe Effekte für die Zukunft. Ob dies ausreicht um das Überleben künftiger Generationen zu sichern, ist eher eine Frage für Hellseher als für Wirtschaftswissenschaftler.

32 Zum Begriff: Siebenhüner (2001). Bei den Alternativen zum *Homo Oeconomicus* läßt sich mittlerweile eine erfreuliche (und zunehmende) Artenvielfalt beobachten. Vgl. z.B. Bolton/Ockenfels (2000), Fehr/Schmidt (1999).

33 Vorsichtiger formuliert: „... aus der Sicht des ökonomischen Main Stream?“

Literaturverzeichnis

- Barrett, S. (2002): *Environment and Statecraft*, Oxford.
- Böhm-Bawerk, E.v. (1881): *Rechte und Verhältnisse vom Standpunkt der volkswirtschaftlichen Güterlehre*, Innsbruck.
- Boehringer, C., Finus, M., Vogt, C. (2002): *Controlling Global Warming*, Cheltenham.
- Bolton, G.E., Ockenfels, A. (2000): ERC: A Theory of Equity, Reciprocity, and Competition, *American Economic Review*, Vol. 90, pp. 166 – 193.
- Buchholz, W. (2000): Internationaler Umweltschutz als Globales Öffentliches Gut, in: Ahlheim, M., Buchholz, W., Pethig, R. (Hg.), *Finanzpolitik und Umwelt*, Berlin, S. 73 – 149.
- Burschel, C., Losen, D., Wiendl, A. (2003): Nachhaltige Entwicklung und ökonomische Theorie, *UmweltWirtschaftsForum*, Bd. 11, S. 84 – 91.
- Endres, A. (2000): *Umweltökonomie*, Stuttgart.
- Endres, A. (2004): Nachhaltige Entwicklung – Zur Ökonomik des Banges und des Hoffens, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, Bd. 5, im Druck.
- Endres, A., Finus, M. (2000): *Kooperative Lösungen in der Umweltpolitik*, Berlin.
- Endres, A., Ohl, C. (2003): International Environmental Cooperation with Risk Aversion, *International Journal for Sustainable Development*, forthcoming.
- Endres, A., Querner, I. (2000): *Die Ökonomie natürlicher Ressourcen*, Stuttgart.
- Faucheux, S., Noël, J.-F. (1995): *Économie des Ressources Naturelles et de L'Environnement*, Paris. (Ökonomie natürlicher Ressourcen und der Umwelt, Marburg. Übersetzung aus dem Französischen von S. Geisendorf und U. Hampicke.)
- Feess, E. (1998): *Umweltökonomie und Umweltpolitik*, München.
- Fehr, E., Schmidt, K. (1999): A Theory of Fairness, Competition and Cooperation, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, pp. 817 – 868.
- Finus, M. (2001): *Game Theory and International Environmental Cooperation*, Cheltenham.
- Finus, M. (2003): Stability and Design of International Environmental Agreements: The Case of Transboundary Pollution, in: Folmer, H. and T. Tietenberg (eds.), *International Yearbook of Environmental and Resource Economics, 2003/4*, Cheltenham, pp. 82 – 158.
- Fisher, H., Ward, M. (2000): Trends in Natural Resource Economics in JEEM 1974 – 1997, Breakpoint and Non-Parametric Analysis, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 39, pp. 264 – 281.
- Frederick, S., Loewenstein, G., O'Donoghue, T. (2002): Time Discounting and Time Preference, *Journal of Economic Literature*, Vol. 40, pp. 351 – 401.
- Goulder, L.H., Mathai, K. (2000): Optimal CO₂ Abatement in the Presence of Induced Technological Change, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 39, pp. 1 – 38.
- Hampicke, U. (1998): Umweltökonomie, in: Korff, W., Beck, L., Mikat, P. (Hg.), *Lexikon der Bioethik*, Gütersloh, Bd. 3, S. 635 – 641.

- Hampicke, U. (2001): Plädoyer gegen die voreilige Preisgabe der starken Nachhaltigkeit, in: Held, M., Nuttinger, H.G. (Hg.), *Nachhaltiges Naturkapital*, Frankfurt a.M./New York, S. 113 – 132.
- Hampicke, U. (2003): The Capacity to Solve Problems as a Rationale for Intertemporal Discounting, *International Journal of Sustainable Development*, Special Issue, Vol. 6, No. 1.
- Hampicke, U., Ott, K. (eds.) (2003): Reflections on Discounting, *International Journal of Sustainable Development*, Special Issue, Vol. 6, No. 1.
- Hartwick, J., N. Olewiler (1998): *The Economics of Natural Resources*, 2nd Edition, Reading/Mass.
- Hotelling, H. (1931): The Economics of Exhaustible Resources, *Journal of Political Economy*, Vol. 39, pp. 137 – 175.
- Hussen, A.M. (2000): *Principles of Environmental Economics*, London.
- Kolstad, Ch.D. (2000): Energy and Depletable Resources: Economics and Policy, 1973 – 1998, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 39, pp. 282 – 305.
- Krautkraemer, J.A. (1998): Non-Renewable Resource Scarcity, *Journal of Economic Literature*, Vol. 36, pp. 2065 – 2107.
- Leontief, W. (1997): *The Future of the World Economy*, New York.
- Malthus, T. (1798): *An Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society*, London.
- Meadows, D.H. et al. (1972): *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome*, New York.
- Nordhaus, W.D. (1991): To Slow or not to Slow – The Economics of the Greenhouse Effect, *Economic Journal*, Vol. 101, pp. 920 – 937.
- Pearce, D.; Turner, R.K. (1990): *Economics of Natural Resources and the Environment*, New York.
- Pezzey, J.C.V., Toman, M.A. (2002): Progress and Problems in the Economics of Sustainability, in: T. Tietenberg, H. Folmer (eds.), *International Yearbook of Environmental Economics*, 2002/2003, Cheltenham, pp. 165 – 232.
- Pigou, A.C. (1920): *The Economics of Welfare*, London.
- Radke, V. (1999): *Nachhaltige Entwicklung*, Heidelberg.
- Schelling, T.C. (1992): The Economics of Global Warming, *American Economic Review*, Vol. 82, pp. 1 – 14.
- Schulz, W., Burschel, C. et al (2001): *Lexikon Nachhaltiges Wirtschaften*, München, Wien.
- Schwarze, R. (2001): *Law and Economics of International Climate Change Policy*, Dordrecht.
- Siebenhüner, B. (2001): *Homo Sustinens – Auf dem Weg zu einem Menschenbild der Nachhaltigkeit*, Marburg.
- Tahvonen, O., Kuuluvainen, J. (2000): The Economics of Natural Resource Utilisation, in: H. Folmer, H.L. Gabel, *Principles of Environmental and Resource Economics*, Cheltenham, pp. 665 – 699.
- Weimann, J. (1995): *Umweltökonomik*, Berlin.
- Weimann, J. (2003): *Wirtschaftspolitik. Allokation und kollektive Entscheidung*, Berlin.

Wilen, J.E. (2000): Renewable Resource Economists and Policy: What Differences Have We Made?, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 39, pp. 306 – 327.

ANDRÁSSY WORKING PAPER SERIES
ISSN 1589-603X

- XI Alfred, Endres. 2004 „Natürliche Ressourcen und nachhaltige Entwicklung”
- X Bartscher, Thomas, Ralph Baur and Klaus Beckmann. 2004 „Strategische Probleme des Mittelstands in Niederbayern”
- IX Arnold, Volker – Hübner, Marion. 2004. „Repression oder Umverteilung - Welches ist der beste Weg zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit marktwirtschaftlicher Systeme? - Ein Beitrag zur Theorie der Einkommensumverteilung.”
- VIII Okruch, Stefan. 2003. „Verfassungswahl und Verfassungswandel aus ökonomischer Perspektive - oder: Grenzen der konstitutionenökonomischen Suche nach der guten Verfassung.”
- VII Meyer, Dietmar: „Humankapital und EU-Beitritt – Überlegungen anhand eines Duopolmodells.”
- VI Okruch, Stefan. 2003. „Evolutorische Ökonomik und Ordnungspolitik – ein neuer Anlauf”.
- V Arnold, Volker. 2003. „Kompetitiver vs. kooperativer Föderalismus: Ist ein horizontaler Finanzausgleich aus allokativer Sicht erforderlich?”
- IV Balogh, László – Meyer, Dietmar. 2003. „Gerechtes und/ oder effizientes Steuersystem in einer Transformationsökonomie mit wachsendem Einkommen’.
- III Beckmann, Klaus B. 2003. „Tax Progression and Evasion: a Simple Graphical Approach”.
- II Beckmann, Klaus B. 2003. „Evaluation von Lehre und Forschung an Hochschulen: eine institutenökonomische Perspektive”.
- I Beckmann, Klaus B. and Martin Werding. 2002. „Two Cheers for the Earned Income Tax Credit”.

Paper copies can be ordered from:

The Librarian
Andrássy Gyula Egyetem
Pf. 1422
1464 Budapest
Hungary

Visit us on the web at <http://www.andrassyuni.hu>. Please note that we cease to circulate papers if a revised version has been accepted for publication elsewhere.