

Energiesteuer als Arbeitsentlastungssteuer

Jürgen Grahl und Wolf von Fabek

Zielsetzung

Energiesteuern werden heute primär ökologisch, mit der Internalisierung externer Kosten begründet. So gut und richtig dieser Ansatz auch ist, so findet er doch in Zeiten vermeintlich drängenderer ökonomisch-sozialer Krisen (Arbeitslosigkeit, Krise der Sozialsysteme, Staatsverschuldung etc.) zunehmend weniger Gehör oder wird als „Luxus“ empfunden, den man sich momentan nicht mehr leisten könne. Die folgenden Überlegungen versuchen aufzuzeigen, dass diese Krisen ihre tiefere Ursache wesentlich in einem fundamentalen Ungleichgewicht zwischen den Produktionsfaktoren Arbeit und Energie haben, und liefern damit einen rein ökonomisch-sozialen Begründungsansatz für Energiesteuern.

Produktionselastizitäten und Faktorkostenanteile

Wenn gelegentlich (und oft nur eher vage) davon die Rede ist, dass Arbeit „zu teuer“ und Energie „zu billig“ sei, so wird dies meist mit den stark differierenden Kosten von Arbeit und Energie begründet: Der Anteil der Arbeitskosten an den gesamten Produktionskosten liegt in den Volkswirtschaften der westlichen Industrienationen im Mittel bei etwa 65%, der der Energiekosten bei etwa 5%; die übrigen ca. 30% entfallen auf den Faktor Kapital. Hieraus schon abzuleiten, dass Energie zu billig, Arbeit zu teuer ist, wäre freilich voreilig; es wäre ja denkbar, dass die wirtschaftliche Bedeutung, die „Leistungsfähigkeit“ der Energie weit hinter der menschlichen Arbeit zurückhinkt, so dass die niedrigeren Kosten gerade angemessen wären. Die Frage nach der „Leistungsfähigkeit“ des Faktors Energie wird allerdings in der Diskussion um Energiesteuern bis heute kaum thematisiert.

Zur Quantifizierung der Leistungsfähigkeit eines Produktionsfaktors kann man dessen *Produktionselastizität* (etwas anschaulicher: Produktionsmächtigkeit) verwenden. Diese gibt das Gewicht an, mit dem kleine prozentuale Veränderungen im Einsatz des betreffenden Faktors auf die gesamte Wertschöpfung durchschlagen. Die Produktionselastizitäten sind dimensionslose Größen (d.h. reine Zahlenwerte) zwischen 0 und 100%; eine Produktionselastizität von 0% würde bedeuten, dass ein Mehr- oder Mindereinsatz des betreffenden Faktors die Wertschöpfung überhaupt nicht beeinflusst und der betreffende Faktor insofern völlig irrelevant ist; eine hohe Produktionselastizität hingegen zeigt an, dass das Wirtschaftssystem ausgesprochen sensibel auf Veränderungen des Faktoreinsatzes reagiert. Die Produktionselastizitäten aller im jeweiligen Modell berücksichtigten Produktionsfaktoren addieren sich zu 100% auf.¹

Der neoklassischen Wachstumstheorie zufolge stimmen Produktionselastizitäten und Faktorkostenanteile überein. Diese Gleichsetzung wird jedoch empirisch nicht bestätigt. So lassen sich damit etwa die konjunkturellen Einbrüche im Gefolge der ersten Ölkrise 1973 bis 1975 nicht verstehen: Damals kam es zu einem Rückgang des Energieeinsatzes von bis zu 7%. Hätte Energie tatsächlich nur einen ihrem Kostenanteil entsprechende Produktionselastizität von 5%, so hätte dies allenfalls einen Rückgang der Wertschöpfung um 0,05 mal 7%, also um 0,35% zur Folge haben dürfen. Die tatsächlich beobachteten konjunkturellen Einbrüche waren jedoch fast

¹Hierin spiegelt sich die Annahme konstanter Skalenerträge wider, welche besagt, dass sich bei einer Verdoppelung des Einsatzes aller Produktionsfaktoren die Wertschöpfung ebenfalls verdoppeln sollte.

zehnmal höher; in den USA und Westeuropa verliefen der Rückgang von Energieeinsatz und Industrieproduktion fast parallel.²

Auch das längerfristige reale Wirtschaftswachstum in den Industrieländern ist nicht einmal annähernd durch die Entwicklung der Faktorinputs von Kapital und Arbeit erklärbar, sofern diese gemäß ihren Kostenanteilen gewichtet werden. Es bleibt stets ein großer, unverstandener Rest (das sog. *Solow-Residuum*), der einem nicht näher erklärten „technischen Fortschritt“ zugeschrieben wird, welcher „praktisch wie Manna vom Himmel“ ([2], S. 113) falle. Für die Wirtschaftsentwicklung der USA im Zeitraum von 1909 bis 1949 beispielsweise liegt der Beitrag des Solow-Residuums bei 87,5% [14]: Gerade einmal 12,5% des in diesem Zeitraum beobachteten Wirtschaftswachstums lassen sich mithilfe der Veränderung der Faktorinputs fassen; der unerklärte „Rest“beitrag ist wichtiger als die erklärenden Faktoren, was nach Auffassung Gahlens [3] die neoklassische Wachstumstheorie tautologisch macht: Ein Unverstandenes wird durch ein anderes Unverstandenes „erklärt“. Solow räumte später selbst ein, dass in dieser Wachstumstheorie der Hauptfaktor des Wirtschaftswachstums unerklärt bleibt [15].³

Tatsächlich ist zu beobachten, dass der sich hinter dem Solow-Residuum verbergende technische Fortschritt keinesfalls „wie Manna vom Himmel“ fällt, sondern seit jeher von einer Ausweitung des Energieeinsatzes getragen wurde: zur Verrichtung mechanischer Arbeit in Maschinen und Robotern, zur Informationsverarbeitung in Computern und zur Herstellung von Grundstoffen und Halbzeugen in der chemischen Industrie, den Aluminiumschmelzen, Zementfabriken etc. Jeder Bundesbürger nutzt heute Energiedienstleistungen, die der körperlichen Schwerarbeit von ca. 40 Menschen entsprechen, beschäftigt also gewissermaßen 40 Energiesklaven.

In ökonometrischen Untersuchungen von von Naturwissenschaftlern und Ökonomen der Universitäten Karlsruhe, Köln und Würzburg [6, 7, 8, 9, 10, 11, 13] wurde auf die - wie erläutert problematische - neoklassische Gleichsetzung von Faktorkostenanteilen und Produktionselastizitäten verzichtet. Stattdessen wurden die Produktionselastizitäten von Arbeit, Energie und Kapital mithilfe mathematischer Optimierungsverfahren unter Verwendung der sog. LINEX-Produktionsfunktion empirisch bestimmt. Vereinfacht ausgedrückt geht es dabei darum, aus den real beobachteten Zeitreihen der Wertschöpfung verschiedener Industrieländer die unterschiedlichen Einflüsse herauszudestillieren, die die Veränderungen im Einsatz der einzelnen Faktoren - Kapital, Arbeit und Energie - auf die Wertschöpfung hatten. In diesem Modell wurde zudem auch der menschlichen Kreativität eine Produktionselastizität (im weiteren Sinne) zugeordnet; diese lässt sich interpretieren als der Beitrag eines faktorungebundenen, d.h. durch die Veränderung des Faktoreinsatzes allein nicht fassbaren technischen Fortschritts. Es zeigt sich, dass dieser Wert vergleichsweise klein ist, so dass sich die reale Wirtschaftsentwicklung recht genau allein durch die quantitativen Veränderungen der drei messbaren Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit und Energie fassen lässt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

² In der US-amerikanischen Industrie etwa stieg der Kapitaleinsatz von 1973 bis 1975 inflationsbereinigt um 6,9%, der Einsatz an menschlicher Arbeit sank um 0,8% und der Energieeinsatz sank um 7,3%. Bei einer Gewichtung dieser Werte gemäß den jeweiligen Faktorkostenanteilen ergibt sich daraus ein zu erwartender *Anstieg* der Wertschöpfung um 1,1%. Tatsächlich beobachtet wurde ein *Absinken* um 5,3%.

³In den letzten zwanzig Jahren gab es zwar im Rahmen der sog. „neuen“ oder „endogenen“ Wachstumstheorie einige Ansätze zur näheren Spezifizierung und „Endogenisierung“ des externen technischen Fortschritts, welche vor allem die Rolle von quantitativ schwer fassbaren Konzepten wie Innovationen und „Humankapital“ in den Vordergrund gerückt haben. Doch dass man dadurch das beobachtete Wirtschaftswachstum besser als im neoklassischen Modell erklären könne, wird auch von Ökonomen wie Howard Pack (1994) bezweifelt [12].

Land, Wirtschaftssektor	Zeitraum	Kapital	Arbeit	Energie	Kreativität
USA, Industrie [9]	1960-1993	36%	7%	51%	6%
Japan, Industrie [13]	1965-1992	17%	9%	65%	9%
Bundesrepublik Deutschland, Warenproduzierendes Gewerbe [13]	1960-1999	42%	14%	59%	-14%
Bundesrepublik Deutschland, Marktbestimmte Dienstleistungen [11]	1960-1989	54%	29%	17%	-
USA, Gesamtwirtschaft [13]	1960-1996	47%	14%	31%	8%
Bundesrepublik Deutschland, Gesamtwirtschaft [13]	1960-2000	33%	12%	41%	14%

Demzufolge liegt in den industriellen Sektoren die Produktionselastizität der Energie im zeitlichen Mittel in der Größenordnung von 50%, also etwa um den Faktor 10 über dem Kostenanteil der Energie an den Gesamtkosten. Umgekehrt liegt die Produktionselastizität der menschlichen Arbeit stets weit unter ihrem Kostenanteil von 65 bis 70%. Lediglich für den Faktor Kapital sind Produktionselastizitäten und Kostenanteile ungefähr im Gleichgewicht. Die Produktionselastizität der Kreativität liegt meist unter 10%, weit unter dem Solow-Residuum der Neoklassik. Menschliche Ideen, Erfindungen und Wertentscheidungen tragen also zum Wirtschaftswachstum kurz- und mittelfristig deutlich weniger bei als die Energiedienstleistungen. Der aus dem Rahmen fallende negative Wert (-14%) für den Beitrag der Kreativität im industriellen Sektor der Bundesrepublik erklärt sich durch die Integration des DDR-Kapitalstocks mit seiner wesentlich niedrigeren (Energie)-Effizienz in den gesamtdeutschen Kapitalstock im Zuge der Wiedervereinigung 1990.

Interpretieren lassen sich diese Ergebnisse wie folgt: Eine Ausweitung des Einsatzes an Arbeit um z.B. 10% (bei konstantem Einsatz von Kapital und Energie) ließ in der Bundesrepublik im Mittel über den gesamten Beobachtungszeitraum (1960-2000) die Wertschöpfung nur um 1,2% steigen (nämlich um 12% von 10%), die Kosten jedoch um 7,0% (10% von 70%); hingegen bewirkte eine Erhöhung des Energieeinsatzes um ebenfalls 10% (bei gleichbleibendem Einsatz von Arbeit und Kapital) eine Steigerung der Wertschöpfung um durchschnittlich 4,1%, erhöhte die Kosten aber lediglich um 0,5%. Der Faktor Energie ist also mehr als dreimal „produktiver“ als menschliche Arbeit, obwohl er nicht einmal ein Zehntel der Kosten verursacht.

Bestätigt wurden die dargestellten Resultate durch Analysen von R. Ayres und B. Warr [1], die mit diesem Modell die Wirtschaftsentwicklung der USA im gesamten 20. Jahrhundert allein durch das Zusammenspiel von Kapital, Arbeit und Energie bis auf geringe Abweichungen von maximal 12% erklären konnten. Für den Faktor Energie ergibt sich hiernach für den größten Teil des 20. Jahrhunderts eine Produktionselastizität von 60 bis 70% - Werte also, die noch über die oben genannten hinausgehen.

Wo liegt nun der Irrtum der neoklassischen Wachstumstheorie, derzufolge Produktionselastizitäten und Faktorkostenanteile ja übereinstimmen müssten? Vereinfacht argumentiert die Neoklassik wie folgt: Würden beide Größen voneinander abweichen, so wäre die gegebene Faktorkombination nicht optimal, und es würden Substitutionsprozesse eintreten, die zu einer Nivelierung des Ungleichgewichts führen würden. Dabei wird jedoch außer acht gelassen, dass die Möglichkeiten zur Substitution durch die Grenzen des jeweils technisch Machbaren beschränkt sind. So war es vor 30 Jahren schlichtweg technisch noch nicht möglich, die Kreditabteilung einer Bank durch einen einzigen Computer zu ersetzen. Zudem „behindern“ gesetzliche und tarifvertragliche Regelungen wie etwa der Kündigungsschutz (noch) die Substitution teurer Arbeit durch billigere Energie. Daher kann ein Ungleichgewicht zwischen Produktionselastizitäten und Faktorkostenanteilen durchaus für längere Zeit Bestand haben - weil die Anpassungsprozesse, die eigentlich zu seiner Beseitigung führen müssten, sich über lange Zeiträume, über viele Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte hinziehen. Tatsächlich befinden wir uns seit Beginn der

industriellen Revolution mitten in einem Substitutionsprozess, in dem Arbeit laufend durch Energie ersetzt wird. Häufig geschieht dies indirekt, indem ganze Betriebe im Dienstleistungsgewerbe, z.B. Instandsetzungsabteilungen geschlossen und an anderer Stelle automatisierte, materialintensive Betriebe der Konsumgüterproduktion eröffnet werden. Die verhängnisvolle Voraussetzung dafür sind billige Grundstoffe, die ihrerseits auf der Verfügbarkeit billiger Energie basieren. Die Substitution von menschlicher Arbeitskraft durch Energie erfolgt also zu einem erheblichen Teil auf dem Umweg über die Grundstoffindustrie.

Konsequenzen aus der Schieflage zwischen Arbeit und Energie

Für die derzeitigen Krisenerscheinungen (Arbeitsmarkt, Sozialsysteme, Staatsverschuldung) wird zumeist die „Stagnation“, das angeblich zu geringe Wachstum der deutschen Wirtschaft verantwortlich gemacht. Dabei wird außer acht gelassen, dass selbst bei „Nullwachstum“ noch ebenso viel erwirtschaftet wird wie im Vorjahr, dass nach über 50 Jahren fast permanenten Wachstums unser Bruttoinlandsprodukt auch inflationsbereinigt höher denn je ist. Nur selten wird das Paradoxon thematisiert, dass es uns ohne Wachstum offenbar von Jahr zu Jahr schlechter geht (und nicht noch genauso gut wie im Vorjahr), dass die Arbeitslosigkeit weiter ansteigt und die Staatsverschuldung vollends aus dem Ruder läuft; wir haben uns völlig daran gewöhnt, dass unser Wirtschaftsmotor nur reibungslos funktioniert, solange er auf einem Wachstumspfad von ca. 3% Wachstum pro Jahr gehalten wird - so als ob ein Automotor nur so lange rundlaufen würde, wie man die Benzinzufuhr ständig erhöht.

Diese Wachstumsabhängigkeit wird im Lichte der obigen Ausführungen erklärbar (vgl. [4]): Die Verteilung des gesellschaftlichen Wohlstandes und die Finanzierung der Gemeinschaftsaufgaben ist nach wie vor auf Engste an den Faktor Arbeit gekoppelt - in direkter Form über Löhne und Gehälter, in indirekter Form über Steuern und Sozialabgaben auf den Faktor Arbeit. Die Schieflage zwischen Arbeit und Energie, wie sie sich in der enormen Diskrepanz zwischen Produktionselastizitäten und Faktorkostenanteilen manifestiert, führt jedoch zur permanenten Ersetzung von teurer - zudem hoch besteuert - und relativ ineffektiver, vorwiegend körperlicher menschlicher Arbeitskraft durch billige und effektive „Energiesklaven“ im Zuge von Rationalisierung und Automatisierung. Hierbei werden fortlaufend Arbeitskräfte „freigesetzt“, die nur dann an anderweitig unterkommen können, wenn die Volkswirtschaft insgesamt schnell genug expandiert. Und da ganz überwiegend der Faktor Arbeit für die Finanzierung der staatlichen Aufgaben herangezogen wird, führen niedrigere Wachstumsraten zu einer permanenten Zuspitzung der Krise der Sozialversicherungen und der Staatsfinanzen.

Es wird nun auch einsichtig, weshalb weder der angebotsorientierte Neoliberalismus noch der nachfrageorientierte (Neo-)Keynesianismus eine adäquate Antwort auf die heutigen Krisenerscheinungen haben (vgl. [5]): Bei beiden scheinbar so konträren Ansätzen handelt es sich letztlich um „Trickling down“-Theorien, denen es in erster Linie um die Förderung des Wachstums geht - in der selbstverständlichen Erwartung, dieses werde allen zugute kommen. Sie unterscheiden sich lediglich in den *Methoden* der Wachstumsstimulierung:

1. Der Neoliberalismus will das Investitionsklima verbessern, übersieht dabei jedoch, dass Investitionen heute nur noch bedingt in menschliche Arbeit fließen. In Deutschland wird seit 30 Jahren etwa ebenso viel in arbeitsplatzvernichtende Rationalisierungsmaßnahmen investiert wie in Arbeitsplätze schaffende Kapazitätserweiterungen; auch eine Entlastung der Unternehmen ändert nichts an der relativen Unrentabilität der menschlichen Arbeit gegenüber den „Energiesklaven“.
2. Der Ansatz der Neokeynesianer hingegen, durch staatliches „Deficit spending“ die Konjunktur anzukurbeln, läuft deshalb ins Leere, weil unsere Arbeitslosigkeit (anders als etwa während der Weltwirtschaftskrise 1929 ff.) nicht *konjunkturell*, sondern weitgehend

strukturell bedingt ist, nämlich durch die oben erörterte Schiefelage zwischen Arbeit und Energie. Dass dennoch allenthalben von „Konjunkturschwäche“ und „lahmender Wirtschaft“ gesprochen wird, ist eine Folge der unhaltbaren Vorstellung vom auch langfristig einzuschlagenden „Wachstumspfad“ von 3% pro Jahr. Die Orientierung an diesem „Wachstumspfad“ führt dazu, dass wir seit über 30 Jahren fast nur noch „schlechte“ Zeiten haben, weil wir (u.a. aufgrund von Basis- und Sättigungseffekten) jene 3% schlichtweg nicht mehr erreichen; daher müssen wir die Wirtschaft permanent „ankurbeln“ - und dazu immer gigantischere Schulden aufnehmen. Leider hat die unreflektierte gedankliche Identifikation von „Wachstum“ mit positiv besetzten Begriffen wie „Fortschritt“ oder „Aufschwung“ den Blick darauf verstellt, wie sehr uns das Ungleichgewicht zwischen Arbeit und Energie geradezu zu Sklaven des Wachstums gemacht hat.

Bei den heutigen Krisenerscheinungen handelt es sich also nicht um eine Wirtschaftskrise im eigentlichen Sinne; vielmehr sind sie Ausdruck einer tiefen strukturellen Schwäche des Faktors Arbeit, die aus dem Ungleichgewicht zwischen Arbeit und Energie resultiert. Angesichts der hauptsächlichlichen Finanzierung der Gemeinschaftsaufgaben über Steuern und Abgaben auf den Faktor Arbeit hat diese strukturelle Schwäche dazu geführt, dass die gleichermaßen wichtigen Ziele „Schaffung von Arbeitsplätzen“ einerseits und „Finanzierung von Sozialstaat, Bildung usw.“ in einen vermeintlich unauflösbaren Grundkonflikt geraten sind: Um die Schaffung neuer Arbeitsplätze zu erleichtern, müsste Arbeit „attraktiver“, sprich billiger werden, was den Abwurf des „sozialen Ballastes“ gebieten würde, also die Preisgabe des zweiten Ziels! Hier liegt der eigentliche Grund für die Krise des Sozialstaats; die These von den „demographischen Lasten“, welche angeblich für die Probleme verantwortlich seien, greift zu kurz: Denn in einer Gesellschaft mit einer „günstigeren“ Altersstruktur gäbe es zwar weniger Rentner, aber auch mehr Arbeitsuchende im erwerbstätigen Alter und somit (unter heutigen Rahmenbedingungen) noch mehr Arbeitslose. Die demographische Entwicklung belastet zwar die Rentenkassen, entlastet aber in etwa gleichem Maße die Arbeitslosenversicherung. Die „Überalterung“ der Gesellschaft für die Krise der Sozialsysteme in Haftung zu nehmen, geht an der tieferen Ursache vorbei - an der Tatsache, dass unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht genügend Arbeit für alle angeboten wird, auf die sich die Finanzierung des Sozialstaats stützen ließe.

Um die Staatsaufgaben einschließlich der Sozialsysteme dauerhaft finanzierbar zu halten, ist es daher dringend geboten, dafür den Faktor mit der höchsten Produktionselastizität, die Energie, weitaus stärker als bisher heranzuziehen, also die Steuer- und Abgabenlast schrittweise, aber konsequent von der Arbeit zur Energie zu verlagern. Dies entspricht dem Prinzip der Besteuerung nach Leistungsfähigkeit, das nunmehr von den Individuen auf die Produktionsfaktoren übertragen werden muss. Dass die dabei entstehenden Belastungen durchaus tragbar sind, zeigt folgende - rein hypothetische - Überlegung: Würde man die heutigen Staatseinnahmen *vollständig* durch Energiesteuern ersetzen, so müsste dabei jede Kilowattstunde Primärenergie mit 21 Cent belastet werden.

Aus dieser Perspektive erscheint die „Ökosteuer“ dann primär als „Arbeitsentlastungssteuer“ - und wäre mit dieser rein ökonomisch-sozialen Begründung möglicherweise auch leichter vermittelbar.

Nationale Vorreiterrollen sind möglich

Angesichts der bekannten Schwierigkeiten konsensualer Ansätze muss der Weg zu der notwendigen internationalen Umsetzung des skizzierten Energiesteuer-Konzeptes durch erfolgreiche nationale Vorreiterrollen geebnet werden. Diese sind prinzipiell möglich, da es dabei zu keinen Mehrbelastungen, sondern nur zu einer Umschichtung der Belastung kommt, welche für die Volkswirtschaft *insgesamt* keine Wettbewerbsnachteile mit sich bringt. Vielmehr wird ein Strukturwandel ausgelöst, hin zu sinkender Energieintensität und steigender Arbeitsintensität;

insgesamt wird die Arbeitsmarktbilanz der Reform ausgesprochen positiv sein. Arbeitsintensive Reparaturabteilungen lohnen sich wieder. Anstelle in Massenproduktion gefertigter billiger, aber kurzlebiger Wegwerfprodukte werden verstärkt wieder qualitativ hochwertige, langlebige und reparaturfreundliche Produkte angeboten werden. Dadurch entstehen nicht nur neue Arbeitsplätze, insbesondere bei kleinen und mittelständischen Betrieben, z.B. im Handwerk; es eröffnen sich für die deutsche Wirtschaft sogar zusätzliche Exportchancen; das Gütezeichen „Made in Germany“ kann dadurch zu seinem früheren Glanz zurückfinden. Auch in Nachbarländern, in denen die Reform noch nicht eingeführt wurde und deshalb geeignete Reparaturwerkstätten noch nicht wieder entstanden sind, kann Reparaturfreundlichkeit dennoch ein Verkaufsargument werden. Das Angebot einer Grundüberholung defekter Geräte im deutschen Herstellerwerk und das Angebot vollständig überholter, neuwertiger Austauschgeräte mit erneuerter Garantie kann den Export beleben.

Literatur

- [1] Ayres, Robert; Warr, Benjamin: Accounting for growth: the role of physical work, in: *Advances in Energy Studies - Reconsidering the Importance of Energy* (S. Ulgiati et al. eds.), SGE, Padova 2003, S. 15-33
- [2] Frenkel, Michael; Hemmert, Rimbert: *Grundlagen der Wachstumstheorie*, Vahlen, München 1999
- [3] Gahlen, Bernhard: *Der Informationsgehalt der neoklassischen Wachstumstheorie für die Wirtschaftspolitik*, Mohr, Tübingen 1972
- [4] Grahl, Jürgen: Wachstumsfetischismus, *Solarbrief* 1/03 (2003), S. 15-26
- [5] Grahl, Jürgen: Vom Elend der konventionellen Wirtschaftstheorien Oder Die Vernachlässigung des Produktionsfaktors Energie, *Solarbrief* 4/03, S. 22-30
- [6] Kümmel, Reiner: The impact of energy on industrial growth, *Energy - The International Journal* 7 (1982), S. 189-203
- [7] Kümmel, Reiner; Strassl, Wolfgang; Gossner, Alfred; Eichhorn, Wolfgang: Technical progress and energy dependent production functions, *Zeitschrift für Nationalökonomie - Journal of Economics* 45 (1985), S. 285-311
- [8] Kümmel, Reiner: *Energie und Kreativität*, Teubner, Leipzig 1998
- [9] Kümmel, Reiner; Henn, Julian; Lindenberger, Dietmar: Capital, labor, energy and creativity: modeling innovation diffusion, *Structural Change and Economic Dynamics* 13 (4) 2002, S. 415-433
- [10] Lindenberger, Dietmar: *Wachstumsdynamik industrieller Volkswirtschaften - Energieabhängige Produktionsfunktionen und ein faktorpreisgesteuertes Optimierungsmodell*, Metropolis-Verlag, Marburg 2000
- [11] Lindenberger, Dietmar; Eichhorn, Wolfgang; Kümmel, Reiner: Energie, Innovation und Wirtschaftswachstum, *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 25 (2001), S. 273-282
- [12] Pack, Howard: Endogeneous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings, *Journal of Economic Perspectives* 8 (1994), S. 55 ff.
- [13] Schmid, Jörg; Lindenberger, Dietmar; Kümmel, Reiner: Energy, Economic Growth and German Reunification, in: *Advances in Energy Studies - Reconsidering the Importance of Energy* (S. Ulgiati et al. eds.), SGE, Padova 2003, S. 119-124
- [14] Solow, Robert M.: Technical change and the aggregate production function, *The Review of Economics and Statistics* 39, (1957) S. 312-320
- [15] Solow, Robert M.: Perspectives on Growth Theory, *Journal of Economic Perspectives* 8 (1994) S. 45-54