
INSTITUT FÜR VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE

der

UNIVERSITÄT AUGSBURG



**Faktorsubstitution in der Papierindustrie
bei Einführung von Maschinen- und Energiesteuern**

von

Günter Lang

Beitrag Nr. 58

Mai 1991

01

**QC
072
V922
-58**

volkswirtschaftliche Diskussionsreihe

~~01/QC 072 V922-58~~ ~~21691-5~~

01/QC 072 V922-58

Institut für Volkswirtschaftslehre

Universität Augsburg

Memminger Straße 14
8900 Augsburg
Tel.-Nr. (08 21) 5 98-(1)
Telex 5 3 830 uniaug
Telefax (08 21) 5 98-55 05

**Faktorsubstitution in der Papierindustrie
bei Einführung von Maschinen- und Energiesteuern**

von

Günter Lang

Beitrag Nr. 58

Mai 1991

UB Augsburg

<08026251880034

<08026251880034

Faktorsubstitution in der Papierindustrie bei Einführung von Maschinen- und Energiesteuern

1. Einleitung

Die Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- und Papperzeugende Industrie (Sypro - Zweisteller 55 nach der Abgrenzung des Stat. Bundesamtes) gilt als einer der kapitalintensivsten Wirtschaftsbereiche der Volkswirtschaft: auf jeden Erwerbstätigen kam im Jahr 1980 ein Kapitaleinsatz von 258.000 DM, während es im gesamten Verarbeitenden Gewerbe lediglich 108.000 DM waren.¹ Neben dem Inputfaktor Kapital wird der Produktionsfaktor Energie in hohem Maße in der Papierproduktion eingesetzt: das Verarbeitende Gewerbe setzte in jenem Jahr insgesamt durchschnittlich 153 kg SKE pro 1000,- DM Bruttowertschöpfung im Produktionsprozeß ein, die Papierindustrie jedoch 702 kg.²

Diese überdurchschnittliche Bedeutung von Energie und Kapital zeigt die hohe Betroffenheit dieser Branche von zwei wirtschaftspolitischen Überlegungen: die Forderung nach der Einführung von "Maschinensteuern" und "Ökosteuern".

Die Maschinensteuer wird dabei häufig in Verbindung gebracht mit einer Umstellung des Arbeitgeberanteils zur Rentenversicherung: Als Bemessungsgrundlage solle nicht mehr nur die Entlohnung des Faktors Arbeit, sondern auch der Einsatz des Faktors Kapital berücksichtigt werden³. *Schmähl/Henke/Schellhaaß* fassen die Diskussionsbeiträge in folgender Form zusammen: "Während in den 60er Jahren vor allem wettbewerbspolitische Argumente im Zentrum standen (Entlastung arbeitsintensiver, vor allem kleiner und mittlerer Unternehmen) - also Fragen der

1 Eigene Berechnung; der Kapitalstock ist hier gemessen als Bruttoanlagevermögen zu Preisen des Jahres 1980 im Jahresdurchschnitt. Quelle: STAT. BUNDESAMT, Fachserie 18, Stuttgart und Mainz 1981.

2 VEREINIGUNG INDUSTRIELLE KRAFTWIRTSCHAFT, Tätigkeitsbericht, Essen 1980.

3 Im Zusammenhang mit der Forderung nach Umstellung der Bemessungsgrundlage für die Rentenversicherung von einer "Maschinensteuer" zu sprechen ist nicht richtig, da im üblichen Sprachgebrauch eine "Steuer" nicht zweckgebunden ist. Da diese Unterscheidung jedoch ohne Bedeutung für den hier untersuchten Sachverhalt ist, wird stets von "Maschinensteuern" gesprochen.

Allokation -, sind es jetzt vornehmlich einerseits beschäftigungspolitische Überlegungen, die von den Befürwortern hervorgehoben werden, zum anderen Möglichkeiten einer Erleichterung der zukünftigen Finanzierung der gesetzlichen Rentenversicherung unter dem Gesichtspunkt der Durchsetzbarkeit und einer veränderten Belastungsverteilung.⁴ Insbesondere wegen der günstigen Beschäftigungsentwicklung der letzten Jahre könnte die Forderung nach Einführung einer Maschinenabgabe ihre Aktualität etwas verloren haben.

Demgegenüber haben "Ökosteuern" aufgrund der anhaltenden Bedeutung von Umweltpolitik eine hohe Aktualität.⁵ Müller-Witt versteht darunter eine Steuer (oder auch eine zweckgebundene Abgabe) auf "jegliche Form von Naturinanspruchnahme".⁶ Die Einführung einer Steuer als Instrument zur Beseitigung einer negativen Externalität ist bereits seit 70 Jahren bekannt⁷ und könnte am Beispiel der Papierindustrie in Form einer Steuer auf Schadstoffemissionen in die Luft oder in Gewässer eingesetzt werden. Die Einführung von Energiesteuern würde nicht direkt an den Schadstoffemissionen, sondern indirekt an einem Produktionsfaktor ansetzen, dessen Einsatz mit einer Umweltbelastung verbunden ist. Da Zahlenmaterial über die Schadstoffbelastung durch die Papierindustrie mir jedoch nicht vorliegt, bietet sich die Besteuerung von Energie als Alternative zur "reinen" Pigousteuer an.

Die vorliegende Ausarbeitung setzt sich zum Ziel, über die Analyse der Produktionsbeziehungen Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Inputfaktoren Arbeit, Kapital, Energie und Sonstige Vorleistungen abzuschätzen. Auf dieser Grundlage soll die Reaktion der Papiererzeugenden Industrie auf die Einführung einer Maschinensteuer bzw. (höheren) Energiesteuern aufgezeigt werden. Der Versuch der expliziten Erfassung von Energie als Inputfaktor ist eine Erweiterung

⁴ Siehe SCHMÄHL, W., HENKE, K.-D., SCHELLHAASS, H. M., Änderung der Beitragsfinanzierung in der Rentenversicherung? - Ökonomische Wirkungen des "Maschinenbeitrags" -, Baden-Baden 1984, S. 56.

⁵ Jüngstes Beispiel ist die Forderung nach Einführung einer Steuer auf diejenigen Energieträger, deren Einsatz mit der Freisetzung von Kohlendioxid verbunden ist; vgl. FAZ vom 08.06.1990, Eine Klimaschutzsteuer gegen das Kohlendioxid?

⁶ Vgl. MÜLLER-WITT, H., Öko-Steuern als neues Instrument in der Umweltpolitik, Ifo-Studien zur Umweltökonomie, München 1989, S. 333.

⁷ Vgl. PIGOU, A., The Economics of Welfare, London 1920.

der bisher wenigen Arbeiten auf disaggregierter Ebene für das westdeutsche Verarbeitende Gewerbe.⁸

2. Theoretischer Ansatz zur Problemlösung

2.1. Die Modellspezifikation

Um Aussagen über Substitutionsmöglichkeiten einer Technologie machen zu können, kann alternativ zur direkten Schätzung der Produktionsfunktion versucht werden, über die Beobachtung des tatsächlichen Verhaltens der Unternehmen in der Realität alle ökonomisch relevanten Aspekte der Produktionstechnologie zu beschreiben (Dualitätsansatz). So beschreibt eine Kostenfunktion unter der Voraussetzung kostenminimierenden Verhaltens eine bestimmte Produktionsfunktion; die erste partielle Ableitung dieser Kostenfunktion nach einem Inputpreis ergibt die (kostenminimale) Nachfrage nach diesem Inputfaktor: *Shephard's Lemma*. Indikatoren über Preise und nachgefragte Mengen sind vorhanden bzw. können ermittelt werden (vgl. Abschnitt 3, "Datenbeschreibung"), so daß die Grundlage für eine ökonometrische Schätzung vorhanden ist.

Es existiere eine aggregierte Produktionsfunktion $y = f(x, t)$, wobei y die Produktionsmenge, x der Vektor der Inputmengen (hier die eingesetzten Mengen der Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital, Energie und Sonstige Vorleistungen), sowie t einen Zeitindex zur Implementierung von technischem Fortschritt repräsentiere. Falls die Produktionsfunktion f , die den Zusammenhang von Produktionsmenge, Inputmengen und technologischem Wissen (approximiert durch die Zeit) herstellt, bestimmte allgemeine Bedingungen⁹ erfüllt, existiert auch eine duale Kostenfunktion $c(w, y, t)$, welche die Minimalkosten zur Produktion von y bei gegebenen Inputpreisen w zu jedem Zeitpunkt t angibt. Falls die Kostenfunktion differenzier-

⁸ Vgl. z. B. FLAIG, G., STEINER, V., Markup Differentials, Cost Flexibility and Capacity Utilization in West-German Manufacturing, Universität Augsburg 1990, Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 40;

STARK, E., JÄNSCH, G., Faktoreinsatzverhalten im Verarbeitenden Gewerbe, Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, Berlin 1988, S. 79-95.

⁹ Siehe CHAMBERS, R. G., Applied production analysis. A dual approach. Cambridge 1988, S. 51.

bar ist, ist Shephard's Lemma trotz Einführung von technischem Wissen anwendbar.¹⁰

Bei der Spezifikation der Kostenfunktion ist zu berücksichtigen, daß diese folgende Eigenschaften besitzt oder zumindest zuläßt¹¹:

- 1) Alle Inputfaktoren sollen variabel sein; es wird somit die langfristige Kostenfunktion geschätzt.
- 2) Die Kosten seien echt positiv für positive Inputpreise und einer Produktionsmenge größer als Null.
- 3) Die Kostenfunktion soll linear homogen in den Inputpreisen sein; nur eine Veränderung der relativen Preise bewirkt damit eine Umstrukturierung der Inputfaktoren.
- 4) Die Kosten seien nichtfallend in den Inputpreisen.
- 5) Die Kosten seien nichtfallend in der Produktionsmenge.
- 6) Die Kostenfunktion soll konkav in den Inputpreisen sein. Diese Forderung ergibt sich aus der Überlegung, daß beim Ansteigen eines Faktorpreises zwar auch das zuvor eingesetzte (und damit für die vorigen Preise kostenminimale) Inputmengenbündel zur Produktion in einer konstanten Höhe herangezogen werden kann, eine Veränderung in den Inputmengen als Reaktion auf die neue Preissituation jedoch für den Produzenten günstiger ist. Lediglich bei einem vollkommen limitationalen Produktionsprozeß ist keine Veränderung des Inputmengenverhältnisses möglich.

Als funktionale Form wird eine Translog-Kostenfunktion mit faktorvermehrendem technischen Fortschritt unterstellt, wobei die Vermehrungsraten für die Faktoren unterschiedlich sein können. Die Effektivität eines eingesetzten Produktionsfaktors hängt somit ab vom Zeitpunkt der Verwendung (ohne daß sich jedoch der Charakter des entsprechenden Inputfaktors im Zeitablauf verändert).¹² Damit ergibt sich folgende Form der Kostenfunktion c:

¹⁰ Vgl. CHAMBERS, R. G., Applied production analysis. A dual approach, a.a.O., S. 213 ff.

¹¹ Vgl. CHAMBERS, R. G., Applied production analysis. A dual approach, a.a.O., S. 51 ff.

¹² Vgl. zu diesem Vorgehen HANSEN, G., Faktorsubstitution in den Wirtschaftssektoren der Bundesrepublik, DIW-Vierteljahreshfte zur Wirtschaftsforschung, Berlin 1983, S. 169-183.

$$\ln c(w, y, t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \ln w_{it}^* + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} \ln w_{it}^* \ln w_{jt}^* + \ln y_t$$

wobei

$$w_{it}^* = w_{it} e^{-\phi_i t}$$

w_i : Preis des Inputfaktors i

x_i : Einsatzmenge des Inputfaktors i

ϕ_i : Fortschrittsrate des Inputfaktors i

y : realer Produktionswert

t : Zeitindex

$i = 1$: Arbeit

$i = 2$: Kapital

$i = 3$: Energie

$i = 4$: Sonstiger Vorleistungsinp (z. B. Faserholz, Altpapier, Füllstoffe)

Eine logarithmische Differentiation der Kostenfunktion nach den Inputpreisen ergibt die Faktorkostenanteile s_{it} :

$$\frac{d \ln c}{d \ln w_{it}^*} = \frac{d c}{d w_{it}^*} \frac{w_{it}^*}{c} = x_{it}^* \frac{w_{it}^*}{c} = s_{it}$$

Diese Beziehung gilt aufgrund der unterstellten Faktorvermehrung¹³

$$x_{it}^* = x_{it} e^{\phi_i t} ,$$

da die Gesamtkosten der Produktion dann in folgender Weise berechnet werden können:

¹³ Vgl. CHAMBERS, R. G., Applied production analysis, a.a.O., S. 211.

$$c = \sum_{j=1}^4 x_{it} w_{jt} = \sum_{j=1}^4 x_{it}^* w_{jt}^*$$

Die geschätzten Faktorkostenanteile s_{it} für einen Zeitpunkt t stellen die Elastizität der Gesamtkosten auf Veränderungen des Faktorpreises i zu diesem Zeitpunkt dar.

Die Kostenanteile hängen in linearer Weise von den Inputpreisen w_{jt} und einem Zeittrend ab und sind somit in ihrer absoluten Höhe variabel: sowohl der Zeitpunkt (aufgrund des technischen Fortschritts) als auch die Preise der anderen Inputfaktoren sind deren Bestimmungsfaktoren. Bei Hinzufügung eines additiven Störterms ergibt sich für jeden Kostenanteil s_{it} folgende Beziehung:

$$\begin{aligned} s_{it} &= \alpha_i + \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} \ln w_{jt}^* + u_{it} \\ &= \alpha_i + \sum_{j=1}^4 [\beta_{ij} (\ln w_{jt} - \phi_j t)] + u_{it} \end{aligned}$$

Der Translog-Kostenfunktion wird lineare Homogenität in den Inputpreisen unterstellt; damit gelten folgende Restriktionen:¹⁴

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}, \quad \sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1, \quad \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} = 0 \quad \text{für } i = 1, 2, 3, 4$$

Ferner müssen sich die Kostenanteile in jedem Jahr zu Eins addieren:

$$\sum_{i=1}^4 s_{it} = 1, \quad \sum_{i=1}^4 \beta_{ij} = 0, \quad \sum_{i=1}^4 u_{it} = 0$$

Bei Berücksichtigung dieser Restriktionen ergibt sich bei Elimination der Anteilsgleichung für "Sonstige Vorleistungen" folgendes zu schätzendes "Set" von Kostenanteilsleichungen:

¹⁴ Vgl. BERNDT, E. R., CHRISTENSEN, L. R., The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in U.S. manufacturing 1929-68, Journal of Econometrics, vol. 1 (1973), S. 81-114.

$$s_{1t} = \alpha_1 + \beta_{11} \ln(w_{1t}/w_{4t}) + \beta_{12} \ln(w_{2t}/w_{4t}) + \beta_{13} \ln(w_{3t}/w_{4t}) + \theta_1 t + u_{1t}$$

$$s_{2t} = \alpha_2 + \beta_{12} \ln(w_{1t}/w_{4t}) + \beta_{22} \ln(w_{2t}/w_{4t}) + \beta_{23} \ln(w_{3t}/w_{4t}) + \theta_2 t + u_{2t}$$

$$s_{3t} = \alpha_3 + \beta_{13} \ln(w_{1t}/w_{4t}) + \beta_{23} \ln(w_{2t}/w_{4t}) + \beta_{33} \ln(w_{3t}/w_{4t}) + \theta_3 t + u_{3t}$$

mit:

$$\begin{aligned}\theta_1 &= -(\beta_{11} (\phi_1 - \phi_4) + \beta_{12} (\phi_2 - \phi_4) + \beta_{13} (\phi_3 - \phi_4)) \\ \theta_2 &= -(\beta_{12} (\phi_1 - \phi_4) + \beta_{22} (\phi_2 - \phi_4) + \beta_{23} (\phi_3 - \phi_4)) \\ \theta_3 &= -(\beta_{13} (\phi_1 - \phi_4) + \beta_{23} (\phi_2 - \phi_4) + \beta_{33} (\phi_3 - \phi_4))\end{aligned}$$

Falls die Trendvariablen θ_i von Null verschiedene Werte annehmen, ist keine Hicks-Neutralität des technischen Fortschritts gegeben: bei konstanten Faktorpreisverhältnissen ändern sich die Kostenanteile im Zeitablauf. Die Richtung des Fortschritts kann direkt am Vorzeichen von θ_i abgelesen werden (θ_i entspricht der Ableitung des Kostenanteils s_{it} nach der Zeitvariable). Die Technologie ist dann nicht kostenneutral; für kostenminimierende Unternehmen ändert sich im Zeitablauf das optimale Inputmengenverhältnis. Hicks-Neutralität wäre gegeben für $\phi_i = \phi_j$, $i, j = 1, 2, 3, 4$; das System enthielte dann keine Trendvariablen.¹⁵

Bei Kenntnis der von Null verschiedenen Trendvariablen θ_i sowie der Parameter β_{ij} , $i, j = 1, 2, 3$, können auf Grundlage des obigen linearen Gleichungssystems zwar nicht die Fortschrittsraten ϕ_i , $i = 1, 2, 3, 4$, jedoch die Differenzen des faktorvermehrenden Fortschritts ($\phi_i - \phi_4$) für $i = 1, 2, 3$ berechnet werden.¹⁶

Die sonstigen fehlenden Parameter können aufgrund der Restriktionen wie folgt ermittelt werden:

$$\beta_{i4} = -(\beta_{i1} + \beta_{i2} + \beta_{i3}); \quad i = 1, 2, 3$$

$$\beta_{4j} = -(\beta_{1j} + \beta_{2j} + \beta_{3j}); \quad j = 1, 2, 3$$

$$\theta_4 = -(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)$$

Die letzte Beziehung gilt wegen der Summierungsrestriktion der Kostenanteile zu Eins: bei konstanten Faktorpreisen muß die Summe der Aufwendungen für die vier Inputfaktoren auch bei laufendem Zeitindex den Gesamtkosten entsprechen.

¹⁵ Vgl. CHAMBERS, R. G., Applied production analysis, a.a.O., S. 213 ff.

¹⁶ Vgl. HANSEN, G., Faktorsubstitution in den Wirtschaftssektoren der Bundesrepublik, a.a.O.

Während die Annahme der linearen Homogenität in den Faktorpreisen sowie die Summierungsrestriktion durch die funktionale Form der Schätzgleichungen und die Verwendung eines restringierten Schätzers berücksichtigt sind, können zwei wichtige Regularitätsbedingungen einer sich wohlverhaltenden Kostenfunktion für die Translog-Kostenfunktion nicht ex ante garantiert werden: die Kostenfunktion soll nichtfallend und konkav in den Inputpreisen sein. Die Erfüllung dieser Restriktionen kann lediglich ex post getestet werden. Konkavität der Kostenfunktion in den Preisen erfordert eine negativ definite Hesse-Matrix.¹⁷

Zentrale Fragestellung ist die Reaktion der Papiererzeuger: Wie wird sich die Branche verhalten, wenn (*ceteris paribus*) die Preise der Faktoren Kapital bzw. Energie steigen? Welche Inputfaktoren sind komplementär, welche substitutiv? In welchem Ausmaß kann die potentielle Kostensteigerung durch das Umstrukturieren des Produktionsprozesses gedämpft werden?

Wichtige Reaktionkoeffizienten stellen dabei Schätzungen über die Eigen- und Kreuzpreiselastizitäten (PE) der Faktornachfrage, sowie über Substitutionselastizitäten dar.¹⁸ Ich verwende die weitverbreiteten Allen'schen Elastizitäten der Substitution (AES) als Indikator. Die Elastizitäten berechnen sich für eine Translog-Kostenfunktion in folgender Weise:

$$PE(i, i) = \frac{s_i^2 - s_i + \beta_{ii}}{s_i} \quad PE(i, j) = \frac{s_i s_j + \beta_{ij}}{s_i}$$

$$AES(i, i) = \frac{1}{s_i} PE(i, i) \quad AES(i, j) = \frac{1}{s_j} PE(i, j)$$

Die Allen'schen Substitutionselastizitäten können somit als normierte Preiselastizitäten aufgefaßt werden: Die Ordnungsweise der Faktoren ist irrelevant ($AES(i, j) = AES(j, i)$), während $PE(i, j)$ nur für $s_i = s_j$ gleich dem Wert $PE(j, i)$ ist). Für den Fall negativer $AES(i, j)$ (und somit auch negativer $PE(i, j)$ und $PE(j, i)$) sind die Inputfaktoren i und j Komplementärfaktoren, bei positiven Werten sind sie substitutiv.

Eine $AES(i, j)$ größer als Eins kann auch am Verhalten der nominellen Budgetanteile interpretiert werden: in diesem Fall steigt der Anteil der Kosten für Faktor

¹⁷ Vgl. BERNDT, E. R., CHRISTENSEN, L. R., *The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in U.S. manufacturing 1929-68*, a.a.O.

¹⁸ Vgl. CHAMBERS, R. G., *Applied production analysis*, a.a.O., S. 27 ff. sowie S. 93 ff.

i an, falls der Inputpreis von j zunimmt (β_{ij} als Elastizität des Kostenanteils i auf Preisänderungen des Faktors j ist dann positiv). Ein positiver Wert der AES von weniger als Eins zeigt zwar technische Substitutionsmöglichkeiten auf; diese sind jedoch nicht stark genug, um den Budgetanteil des Inputfaktors i anzuheben (der Preiseffekt aufgrund der gestiegenen Gesamtkosten überwiegt den Mengeneffekt).

Aufgrund der Konkavitätsbedingung dürfen die $AES(i, i)$ und somit auch die zugehörigen Eigenpreiselastizitäten $PE(i, i)$, $i = 1, 2, 3, 4$, nicht positiv sein. Falls der Preis eines Inputfaktors steigt, sollte die Nachfrage nach dem entsprechenden Faktor nicht zunehmen, da eine konstante Produktionsmenge im ungünstigsten Fall - bei vollkommener Limitationalität - mit dem ursprünglichen Faktormix geschaffen werden kann.

Da die Kostenanteile im Zeitablauf schwanken, sind die ermittelten Elastizitäten nicht konstant. Aus diesem Grund werden neben dem "aktuellen" Wert für das Jahr 1987 auch Durchschnittswerte über den gesamten beobachteten Zeitraum ausgewiesen. Zur Berechnung wird mit den geschätzten statt mit den tatsächlichen Faktoranteilen gearbeitet.

2.2. Das Schätzverfahren

Die Kostenanteile summieren sich zu Eins, so daß von Null abweichende kontemporäre Kovarianzen zu erwarten sind (nicht alle Faktoranteile können z. B. unter ihrem Optimalniveau liegen; die Störterme summieren sich zu jedem Zeitpunkt auf Null). Ein zweiter Grund für diese Erwartung liegt in den implementierten Restriktionen, welche die geschätzten Gleichungen miteinander in Verbindung stellen. Damit ist eine Schätzung von "seemingly unrelated regressions" mittels eines restringierten Kleinst-Quadrate-Schätzers ineffizient.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß die gewählte Funktionalform alle Inputfaktoren variabel hält, in der Realität jedoch mit einem gewissen Anpassungslag zu rechnen ist und somit ein autoregressiver Prozeß der Störterme vorliegt. Insbesondere wird dem Inputfaktor Kapital häufig eine gewisse Trägheit im Anpassungsverhalten unterstellt: Es bedeutet für die Unternehmen einen Kostenaufwand, die Produktionstechnologie auszutauschen. So kann speziell in der Papierindustrie davon ausgegangen werden, daß zusätzlich zu Planungs- und Transaktionskosten hohe Verluste durch den "sunk-cost-Charakter" von Papiermaschinen (dem wertmäßig bedeutendsten Investitionsgut) auftreten. Der Kostenanteil für den Inputfaktor Kapital könnte dann z. B. mehrere Perioden hinweg über seinem Optimalniveau

liegen, falls sich der Faktorpreis für Kapital bei konstanten Preisen der anderen Inputfaktoren erhöht (die Störterme sind positiv autokorreliert).

Zur Lösung dieser Probleme wurde folgendes iteratives Schätzverfahren implementiert^{19 20}:

- a) Schätzung des Systems mittels restringiertem Kleinst-Quadrate-Schätzer.
- b) Ermitteln der kontemporären Varianz-Kovarianz Matrix aus den Störtermen.
- c) Schätzen des autoregressiven Prozesses erster Ordnung für jede der Gleichungen.
- d) Transformation der Ursprungsdaten zur Bereinigung um diesen autoregressiven Prozeß (für jede Gleichung geht dabei eine Beobachtung verloren; die Effizienz des Schätzverfahrens wird damit herabgesetzt).
- e) Ermittlung der Parameter unter Berücksichtigung der linearen Restriktionen sowie der Ergebnisse von b): Schätzung "scheinbar unverbundener Regressionsgleichungen".
- f) Iteration der Schleife ab b), bis Konvergenz der Schätzparameter erreicht wird.

Damit wird ein iteratives Zellner-Schätzverfahren um die Möglichkeit eines autoregressiven Prozesses erweitert. Das System konvergiert aufgrund dieser Vorgehensweise jedoch sehr langsam, da die Transformation der Ursprungsdaten eine neue Situation erzeugt, welche die Bedeutung der (nach einer alten Transformation ermittelten) kontemporären Kovarianzen herabsetzen. Im untersuchten Modell wird etwa die dreifache Anzahl an Iterationen benötigt wie im Fall ohne Bereinigung um einen autoregressiven Prozeß.

Der iterative Zellner-Schätzer konvergiert gegen den Schätzer des Maximum-Likelihood-Verfahrens, bei dem die Auswahl der eliminierten Gleichung ohne Bedeutung ist.²¹

¹⁹ Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe des Programm-Paketes "GAUSS".

²⁰ Zu dieser Vorgehensweise vgl. JUDGE, G. G. [et al.], *The theory and practice of econometrics*, New York 1985, S. 465 ff;

vgl. auch JOHNSTON, J., *Econometric Methods*, New York 1984, S. 330 ff.

²¹ JOHNSTON, J., *Econometric Methods*, a.a.O., S. 340.

3. Datenbeschreibung

Erstmals wurde im Jahre 1979 vom Statistischen Bundesamt die jährliche volkswirtschaftliche Gesamtrechnung auf Wirtschaftsbereiche disaggregiert (53 Sektoren); diese Disaggregation wurde rückwirkend bis zum Jahr 1960 durchgeführt. Während die Produktionswerte, die Einkommen aus unselbständiger Tätigkeit sowie die Vorleistungen nur zu laufenden Preisen ausgewiesen werden, ist die Bruttowertschöpfung zusätzlich in konstanten Preisen angegeben.²² Die Vorleistungen sind nicht weiter aufgespalten. Das Ziel für diese Ausarbeitung ist die Bestimmung der nominalen Kosten sowie eines Preisindizes für jeden der 4 Inputfaktoren Arbeit, Energie, Kapital sowie Sonstige Vorleistungen in dem Wirtschaftsbereich "Zellstoff-, Papier-, Holzschliff- und Pappeerzeugung" (Sypro-Nr. 55); der beobachtete Zeitraum sind dabei die Jahre von 1960 bis 1987. Alle Preisindizes wurden auf das Jahr 1980 = 100 normiert.

Die Kosten des Produktionsfaktors Arbeit sind sehr gut erfaßt durch die entstandenen Bruttoeinkommen aus unselbständiger Tätigkeit (diese wiederum ergeben sich aus Bruttolohn- und Gehaltssumme zuzüglich gesetzlicher und freiwilliger Sozialleistungen). Nicht berücksichtigt ist somit die in manchen Branchen (Landwirtschaft) erhebliche Bedeutung des Arbeitsinputs der Selbständigen; dieser ist in der betrachteten Branche mit im Jahre 1985 insgesamt lediglich 127 Unternehmen²³ ohne Gewicht. Mit Hilfe des nominalen Bruttoeinkommens und des effektiv geleisteten Arbeitsvolumens der Erwerbstätigen in Stunden²⁴ kann ein Preisindex ermittelt werden.

Der Einsatz des Inputfaktors Energie soll möglichst kompatibel zu den Größen der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ermittelt werden: Energie als Teil fremdbezogener Vorprodukte. Damit verbietet sich eine Bewertung des Endenergieeinsatzes - unter rein technischen Gesichtspunkten eventuell der beste Ansatz -, da die Unternehmen der Papierbranche auch selbst als Energieveredler auftreten (Erzeugung von Strom aus gekauftem Heizöl bzw. aus Kohle). Die Ausgaben für den Einsatz von Energie sind zum überwiegenden Teil in den Vorleistungen der

²² Die Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sind veröffentlicht in STAT. BUNDESAMT, Fachserie 18, a.a.O., verschiedene Jahrgänge.

²³ Vgl. MONOPOLKOMMISSION, Die Wettbewerbsordnung erweitern, Hauptgutachten 1986/87, Anlagenband, Baden-Baden 1988.

²⁴ Für die Bereitstellung entsprechenden Zahlenmaterials auf disaggregierter Ebene danke ich Herrn Kohler vom INSTITUT FÜR ARBEITSMARKT- UND BERUFSFORSCHUNG.

Branche enthalten, hier jedoch nicht explizit ausgewiesen. Verbrauchssteuern, z. B. die Mineralölsteuer, und die Ausgleichsabgabe ("Kohlepfennig") auf gekaufte Energie sind als Anschaffungsnebenkosten ebenfalls in den Vorleistungen enthalten. Jedoch ist zu beachten, daß der Kauf von Steinkohle zu Verstromungszwecken verbunden ist mit dem Erhalt von Subventionen und der Abführung einer Ausgleichsabgabe auf eigenerzeugten Strom (3. Verstromungsgesetz)²⁵; diese Zahlungen sind in der VGR unter der Teilbilanz "indirekte Steuern minus Subventionen" und ohne detailliertere Aufschlüsselung verbucht. Diese indirekten Steuern (abzüglich der Subventionen) sind zudem erst ab dem Jahr 1970 ausgewiesen.

Der Energieverbrauch - dieser unterscheidet sich vom Kauf in einer Periode durch die Lagerveränderungen in dieser Periode und entspricht somit dem Konzept des Vorleistungseinsatzes der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung - in der Papierindustrie wird vom Verband Deutscher Papierfabriken für folgende Energieträger veröffentlicht:

- Strom (Eigenerzeugung sowie Fremdbezug)
- Steinkohle und Braunkohle
- Heizöl
- Gas²⁶

Die Bewertung dieser Inputmengen (bei Strom lediglich fremdbezogener Strom) erfolgte mit Hilfe von nominellen Erzeugerpreisen des Jahres 1987, wobei die zeitliche Entwicklung der Energiepreise mit Hilfe der jeweiligen Grundstoffpreisindizes²⁷ zurückberechnet wurde. Die Grundstoffpreisindizes berücksichtigen die Umstellung eines Allphasenumsatzsteuersystems auf ein Mehrwertsteuersystem im Jahr 1968. Der Preis pro SKE für Steinkohle, Braunkohle und Heizöl wurde auf der Datenbasis des Stat. Bundesamtes geschätzt²⁸, derjenige für Strom und Gas auf Grundlage des Zahlenmaterials der VIK²⁹.

²⁵ Vgl. EISER, RIEDERER, OBERNOLTE, DANNER, *Energiewirtschaftsrecht*, München 1988.

²⁶ VERBAND DEUTSCHER PAPIERFABRIKEN, *Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie*, Bonn, verschiedene Jahrgänge.

²⁷ Grundstoffpreisindizes sind veröffentlicht in STAT. BUNDESAMT, *Fachserie M, Reihe 2* bzw. *Fachserie 17, Reihe 3*, Stuttgart und Mainz, verschiedene Jahrgänge. In den Indizes sind Verbrauchssteuern und die Ausgleichsabgabe auf Strom berücksichtigt.

²⁸ STAT. BUNDESAMT, *Fachserie 17, Reihe 2*, Stuttgart und Mainz 1987.

Die zu Verstromungszwecken eingesetzte Steinkohle³⁰ wird aufgrund des 3. Verstromungsgesetzes ab dem Jahre 1975 subventioniert; deren Höhe wird mit der Wärmepreisdifferenz zu schwerem Heizöl angenommen. Für bestimmte Jahre werden negative Werte berechnet; für diese Jahre werden die unterstellten Subventionen mit Null angenommen. Gleichzeitig wird die Eigenerzeugung von Strom mit einer Ausgleichsabgabe belastet; deren Höhe ergibt sich für die Jahre ab 1975 aus dem Prozentsatz der Ausgleichsabgabe und dem unterstellten Wert für eigen-erzeugten Strom. Der dabei verwendete fiktive Strompreis ist der durchschnittliche Strompreis für Sonderabnehmer, abzüglich eines gewissen Abschlags.³¹

Die Gesamtenergiekosten bestehen somit aus dem in den Vorleistungen verbuchten Verbrauch und den Zahlungen aufgrund des 3. Verstromungsgesetzes. Der Energiepreisindex kann als Quotient von Kosten und verbrauchten Inputmengen errechnet werden.

Die nominellen **Sonstigen Vorleistungen** wurden berechnet aus dem Vorleistungseinsatz minus den unterstellten Kosten für den Einsatz von Energie (ohne Zahlungen aufgrund des Verstromungsgesetzes). Ein Preisindex wird durch folgende Vorgehensweise ermittelt: Bei Subtraktion der realen Bruttowertschöpfung und des realen Energieeinsatzes vom realen Produktionswert ergibt sich die Restgröße "Vorleistungseinsatz zu konstanten Preisen". Da der nominale Vorleistungsinput bekannt ist, kann dann der Preisindex für die Sonstigen Vorleistungen gebildet werden.

Der reale Produktionswert wird vom Statistischen Bundesamt nicht ausgewiesen; dieser wurde unter Zuhilfenahme des Erzeugerpreisindex der Gütergruppe "Zellstoff, Holzschliff, Papier und Pappe" im Inlands- und Auslandsabsatz approximiert. Damit werden alle von dieser Branche erzeugten Güter mit dem genannten Preisindex deflationiert; die Umstellung der Allphasenumsatzsteuer auf

Für Steinkohle und Braunkohle wurden Transportkosten in Höhe von 10 Prozent des Erzeugerpreises unterstellt.

29 VEREINIGUNG INDUSTRIELLE KRAFTWIRTSCHAFT, a.a.O.

Es wurde der Strom- und Gaspreis für letztverbrauchende Sonderabnehmer herangezogen (bei Berücksichtigung der Ausgleichsabgabe).

30 Diese Mengen sind veröffentlicht in STAT. BUNDESAMT, Fachserie D, Reihe 5, bzw. Fachserie 4, Reihe 6.4, a.a.O.

31 Vgl. EISER, RIEDERER, OBERNOLTE, DANNER, Energiewirtschaftsrecht, a.a.O.

die Mehrwertsteuer ist im Preisindex berücksichtigt. Ein potentieller Fehler entsteht durch die Produktion anderer Güter in der betrachteten Branche, so daß auch deren Erzeugerpreisindizes entsprechend ihrem Gewicht im Produktsortiment berücksichtigt werden müßte³². Dieser Fehler dürfte jedoch bei einem Anteil von 15 Prozent im Jahre 1980, den alle anderen Gütergruppen ausmachen (mit einem Hauptgewicht auf die ähnlich verlaufende Preisreihe "Papier- und Pappwaren"), nicht allzusehr ins Gewicht fallen.

Beim Datenmaterial über das Anlagevermögen wurde von mir auf die Veröffentlichungen des Ifo-Institutes für Wirtschaftsforschung³³ zurückgegriffen: Es werden zu den Berechnungen des Stat. Bundesamtes kompatible Reihen über das Bruttoanlagevermögen³⁴ für die Sypro-Zweisteller ausgewiesen; diese Datenreihen werden bis in das Jahr 1960 zurückberechnet.

Die Berechnung der nominellen Kapitalkosten bringt erhebliche Schwierigkeiten mit sich. Aus diesem Grund wurden zwei alternative Kapitalkosten definiert. K_1 errechnet sich dabei aus der Differenz von Produktionswert und der Summe aller sonstigen Kostenbestandteile (Arbeit, Energie, Sonstige Vorleistungen). K_1 enthält somit auch einen über die "normale" Faktorentlohnung hinausgehenden Gewinn, der in einzelnen Jahren erzielt wurde.

Alternativ dazu wird K_2 errechnet als Summe von Abschreibungen und entgangenem Zinseinkommen, wobei letzteres definiert wird als Produkt von Nettoanlagevermögen zu Anschaffungskosten und durchschnittlicher Umlaufrendite festverzinslicher Wertpapiere³⁵. K_2 enthält keine Gewinnkomponente; die ange-

32 Vgl. JANKE, A., Auswirkungen der Konzentration auf Preise und sektorale Austauschrelationen, Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Jg. 33 (1982), S. 149-166.

33 GERSTENBERGER, W., HEINZE, J., HUMMEL, M. VOGLER-LUDWIG, K., Sektorale Kapitalbildung in der deutschen Wirtschaft nach dem Eigentümer- und Benutzerkonzept, Ifo-Studien zur Strukturforchung, München 1989;

GERSTENBERGER, W., HEINZE, J., VOGLER-LUDWIG, K., Investitionen und Anlagevermögen der Wirtschaftszweige nach dem Eigentümer- und Benutzerkonzept, Ifo-Studien zur Strukturforchung, München 1984.

34 Das Bruttoanlagevermögen wird nach dem Eigentümer- und dem Benutzerkonzept veröffentlicht. Für diese Arbeit ist die Eigentümerabgrenzung, also auch die vom Stat. Bundesamt verwendete Definition, relevant, da beim eventuellen Leasing von Anlagen die Leasinggebühren in den Vorleistungen enthalten sind.

35 DEUTSCHE BUNDESBANK, Monatsberichte, Frankfurt a. Main, verschiedene Jahrgänge.

setzte Faktorentlohnung ist jedoch gleichfalls willkürlich gewählt. Ein Risikoaufschlag wird nicht berücksichtigt.

Das Nettoanlagevermögen zu Anschaffungskosten zum Zeitpunkt t ist dasjenige von $t-1$ zuzüglich der nominellen Investitionen und abzüglich der nominellen Abschreibungen in t . Da für die Jahre 1960 bis 1969 keine branchenspezifischen Abschreibungen ausgewiesen werden, wird eine Abschreibungsquote³⁶ für diesen Zeitraum geschätzt auf Grundlage einer Regression zur Abschreibungsquote des gesamten Verarbeitenden Gewerbes (hier ist der gesamte Untersuchungszeitraum abgedeckt). Damit sind anschließend die nominalen Abschreibungen für den fehlenden Untersuchungszeitraum zu errechnen.

Der Startwert für das Jahr 1960 des Nettoanlagevermögens zu Anschaffungspreisen ist gleichfalls nicht ausgewiesen. Er wurde geschätzt in Höhe von 55% des Bruttoanlagevermögens zu Anschaffungspreisen. Dies entspricht dem durchschnittlicher Wert des Nettoanlagevermögens dividiert durch den Wert des Bruttoanlagevermögens, jeweils zu Wiederbeschaffungspreisen. Dieser Anteil wurde über die vom Stat. Bundesamt ausgewiesenen Jahre 1970 bis 1987 gebildet, er verzeichnete im Zeitraum eine Schwankungsbreite von 50% - 60%.

Der Preisindex für den Kapitalinput 2 ergibt sich durch Division der nominalen Kosten K_2 durch das Bruttoanlagevermögen zu konstanten Preisen.

Das Ergebnis der Berechnungen ist in den folgenden Grafiken dargestellt. Die erste Abbildung zeigt die zeitliche Entwicklung der logarithmierten Faktorpreisindizes, wobei die die Original-Preisreihen auf 1980 = 100 normiert wurden.

³⁶ Abschreibungen zu jeweiligen Preisen im Verhältnis zum Bruttoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen.

Faktorpreise

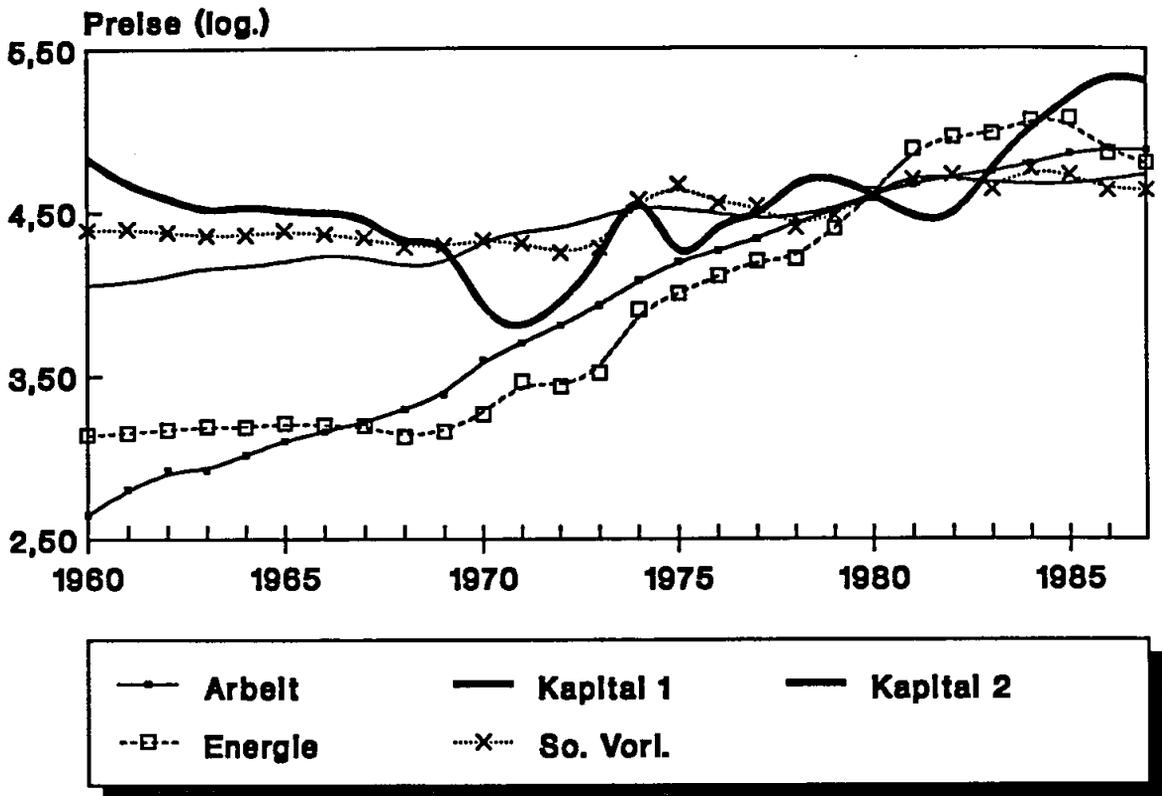


Abb. 1

Die Kapitalkosten K_2 entwickeln sich im Zeitablauf wesentlich stetiger, da die Gewinnentwicklung eliminiert wurde. Der Verlauf von K_1 und K_2 ist zum Teil sogar gegenläufig, da in Perioden mit hohen Zinssätzen sich nach K_2 hohe Kapitalkosten berechnen, die Gewinne jedoch (aufgrund konjunktureller Probleme) sehr niedrig sind (und somit K_1 nach unten drücken). In absoluter Betrachtungsweise ermitteln sich in 21 Jahren des untersuchten Zeitraumes die Kapitalkosten nach K_1 höher als diejenigen nach der Berechnungsweise K_2 .

Die zweite und die dritte Abbildung zeigt die Kostenanteile für die vier Inputfaktoren; Abb. 2 bezieht sich auf K_1 , Abb. 3 auf die Kapitalkostenberechnung nach K_2 .

Kostenanteile 1

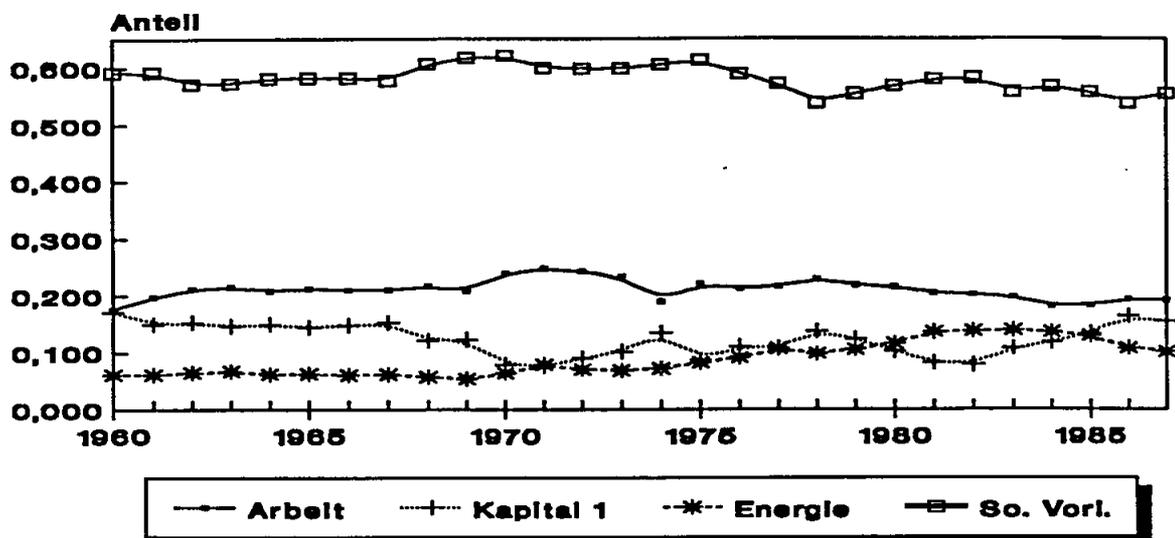


Abb. 2

Kostenanteile 2

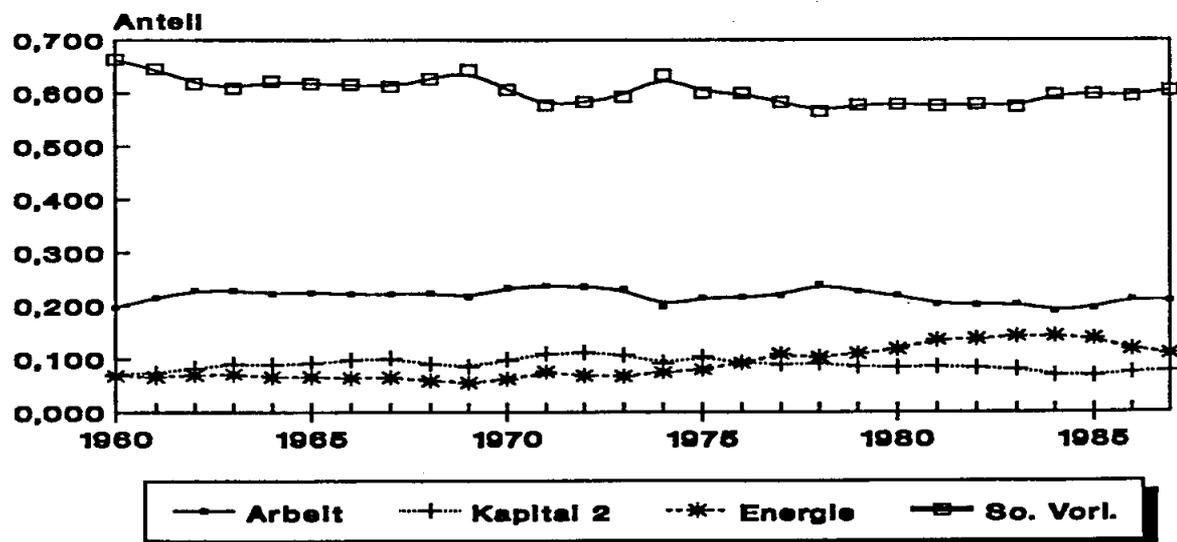


Abb. 3

4. Empirische Ergebnisse

Die ermittelten Schätzergebnisse der Parameter sind in der Tabelle 1 dargestellt; die absoluten Werte der t-Teststatistik sind in Klammern angegeben. Modell 1 bezieht sich auf die Berechnung der Kapitalkosten nach K_1 , Modell 2 auf diejenige nach K_2 .

Parameter	Modell 1	Modell 2
α_1	0,31313 (13,09)	0,30631 (13,02)
β_{11}	0,07750 (5,59)	0,05027 (3,49)
β_{12}	-0,01921 (3,80)	0,02576 (1,93)
β_{13}	-0,02119 (4,39)	-0,00814 (1,27)
θ_1	-0,00479 (4,37)	-0,00430 (4,04)
α_2	0,08081 (8,69)	0,11585 (5,50)
β_{22}	0,07890 (17,99)	0,04022 (2,01)
β_{23}	-0,01752 (8,53)	-0,01989 (2,44)
θ_2	0,00106 (2,39)	-0,00146 (1,54)
α_3	0,15022 (13,86)	0,16242 (12,49)
β_{33}	0,08864 (20,73)	0,08388 (14,24)
θ_3	-0,00160 (3,26)	-0,00206 (3,50)

Tab. 1

(1: Arbeit; 2: Kapital; 3: Energie; 4: Sonst. Vorleistungen)

Für die einzelnen Gleichungen errechneten sich dabei folgende Teststatistiken (der Durbin-Watson Koeffizient für die geschätzten Gleichungen wurde ermittelt auf Grundlage der Residuen der transformierten Matrizen, also nach Bereinigung um Autokorrelation ersten Grades):

Abhängige Variable	Modell 1		Modell 2	
	DW	R ²	DW	R ²
s ₁	1,56	0,83	1,60	0,73
s ₂	1,46	0,95	1,52	0,74
s ₃	1,51	0,99	1,56	0,99
s ₄		0,77		0,75

Tab. 2

Beim Einsetzen der historischen Preise in die Kostenfunktion ergeben sich in allen Perioden und bezüglich aller Inputfaktoren ausschließlich positive Werte für die geschätzten Faktoranteile; damit ist die Translog-Kostenfunktion nichtfallend in den Inputpreisen (Monotonie der Kostenfunktion). Dies gilt aufgrund folgender Herleitung:³⁷

$$s_i = \frac{d \ln c}{d \ln w_i} = \frac{d c}{d w_i} \cdot \frac{w_i}{c}$$

Falls die geschätzten Kostenanteile s_i positiv sind, muß aufgrund der Nichtnegativität der beobachteten Inputpreise w_i und der Gesamtkosten c die Monotonie der Kostenfunktion gegeben sein.

In beiden Modellversionen ist der technische Fortschritt Arbeit- und Energie-sparend sowie (sonstige) Vorleistungen nutzend. Bezüglich des Inputfaktors Kapital sind die Aussagen widersprüchlich: Lediglich Modell 2 geht von einem kapitalsparenden Fortschrittseffekt aus. Der Grund dafür liegt in den hohen Gewinnen der Jahre seit 1980, die im ersten Modell (K₁) den Kapitalkosten zuge-

³⁷ Vgl. BERNDT, E. R., CHRISTENSEN, L. R., The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in U.S. manufacturing 1929-68, a.a.O.

schlagen werden und so den Kostenanteil anheben. Für beide Modellversionen kann jedoch festgestellt werden, daß bei konstanten Faktorpreisverhältnissen der Wertschöpfungsanteil der Branche³⁸ (die "Fertigungstiefe") abnimmt.

In Tabelle 3 sind die geschätzten Werte für die Eigenpreiselastizitäten (PE) sowie für ausgewählte Allen'sche Substitutionselastizitäten (AES) aufgeführt.

Parameter	Durchschnitt		Jahr 1987	
	Modell 1	Modell2	Modell1	Modell2
PE(1,1)	- 0,42	- 0,55	- 0,39	- 0,55
PE(2,2)	- 0,23	- 0,46	- 0,34	- 0,43
PE(3,3)	0,10	0,01	- 0,04	- 0,15
PE(4,4)	- 0,20	- 0,12	- 0,21	- 0,11
AES(1,2)	0,26	2,33	0,32	2,58
AES(3,2)	- 0,63	- 1,46	- 0,09	- 1,12
AES(4,2)	- 0,23	- 0,50	- 0,16	- 0,60
AES(1,3)	- 0,15	0,59	- 0,13	0,64
AES(4,3)	0,01	- 0,02	0,13	0,19

Tab. 3

$$[AES(i,j) = AES(j,i)]$$

Hier fällt zunächst die im Durchschnitt - wenn auch nur leicht - im Positiven liegende Eigenpreiselastizität der Energienachfrage im Modell 1 auf; damit ist das Wohlverhalten der Modellvorstellung nicht mehr gegeben. Insbesondere liegt damit - im Durchschnitt - keine Konkavität der Kostenfunktion in den Inputpreisen mehr vor. In Modell 2 wird eine Eigenpreiselastizität von Null bezüglich des Energiepreises geschätzt, was ebenfalls auf andere Bestimmungsgrößen als den Preis (technischer Fortschritt!) für die Energienachfrage hindeutet. Die Konkavi-

³⁸ Der Anteil der Wertschöpfung am gesamten Produktionswert.

tätsbedingung ist damit etwas besser erfüllt als in Modell 1, doch sind durch dieses Ergebnis starke Zweifel an der Angemessenheit der Translog-Spezifikation für diese Branche und diese Faktor-Spezifikation angebracht.

Im Jahr 1987 weisen alle Eigenpreiselastizitäten das richtige Vorzeichen auf. Die Werte der PE und AES deuten auf eine allgemein relativ geringe Substitutionsfähigkeit der Inputfaktoren hin; im Modell 2 werden die Reaktionsmöglichkeiten tendenziell höher eingeschätzt.

Bezüglich des Inputfaktors Kapital ist Arbeit substitutiv; Energie und Sonstige Vorleistungen sind komplementär; bezüglich Energie kann, abgesehen von der Komplementarität zum Inputfaktor Kapital, keine eindeutige Aussage gemacht werden.

Aufgrund des relativ besseren Wohlverhaltens und auch wegen der meiner Meinung nach besseren Definition der Kapitalkosten wird im folgenden Modell 2 zugrundegelegt.

5. Die Reaktion der Unternehmen auf Öko- und Maschinensteuern

Welche Folgen hätten nun die Einführung von Öko- bzw. Maschinensteuern? Insbesondere soll davon ausgegangen werden, daß sich die übrigen nominellen Faktorpreise nicht ändern, während auf den Einsatz von Energie bzw. Kapital eine Steuer in der Weise erhoben wird, daß sich die betroffenen Preisindizes um jeweils 20% erhöhen (prozentuale Wachstumsrate). Dies würde bedeuten, daß die Unternehmen im Jahr 1987 auf ihr Nettoanlagevermögen zu Anschaffungspreisen³⁹ eine zusätzliche Steuerbelastung in Höhe von 6,1 Pfennig je bilanzierter DM abzuführen hätten. Eine Ökosteuer mit dieser Wirkung ist schwieriger umzusetzen; eine Möglichkeit wäre eine 20-prozentige Besteuerung desjenigen Teils des Materialaufwandes, welcher für den Kauf von Brenn- und Treibstoffen aufgewandt wird. Es würde dann eine Besteuerung am Endverbraucher vorliegen

Für das Jahr 1987 stellen sich die optimalen Kostenanteile vor der Einführung einer Ökosteuer und danach in der folgenden Weise dar:

³⁹ Das Nettoanlagevermögen zu Anschaffungspreisen entspricht wegen unterschiedlicher Abschreibungssätze in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung im Vergleich zu den steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten nicht dem Anlagebestand in den Unternehmensbilanzen, kommt diesem jedoch grundsätzlich am nächsten.

Kostenanteile der Inputfaktoren (Angaben in Prozent)

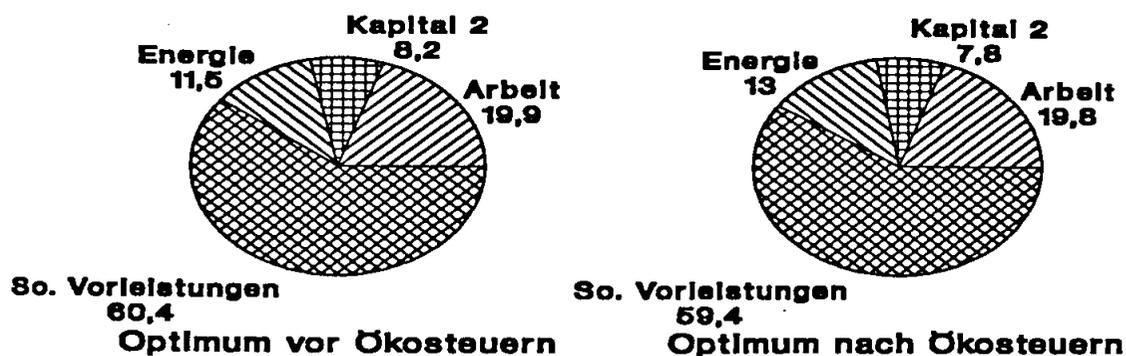


Abb. 4

Die Elastizität der Gesamtkosten auf die Preisänderung eines Inputfaktors entspricht dessen Kostenanteil; die Gesamtkosten erhöhen sich somit bei konstanter Produktion um etwa 2,5 Prozent (geschätzt auf Grundlage des Mittelwertes des Kostenanteils für Energie vor und nach Einführung der Steuer: der Kostenanteil entspricht der Elastizität der Gesamtkosten auf die Variation des zugehörigen Inputpreises). Zur besseren Einschätzung dieser Kostensteigerung: Bei Definition des Gewinns als Differenz von Produktionswert und Gesamtkosten verringert sich der Gewinn bei unveränderten Absatzpreisen um die als bedeutend erscheinende Größenordnung von ca. 30 Prozent.

Real ergeben sich folgende Veränderungen in der Faktornachfrage:

Veränderung realer Inputmengen bei Ökosteuern (In Prozent)

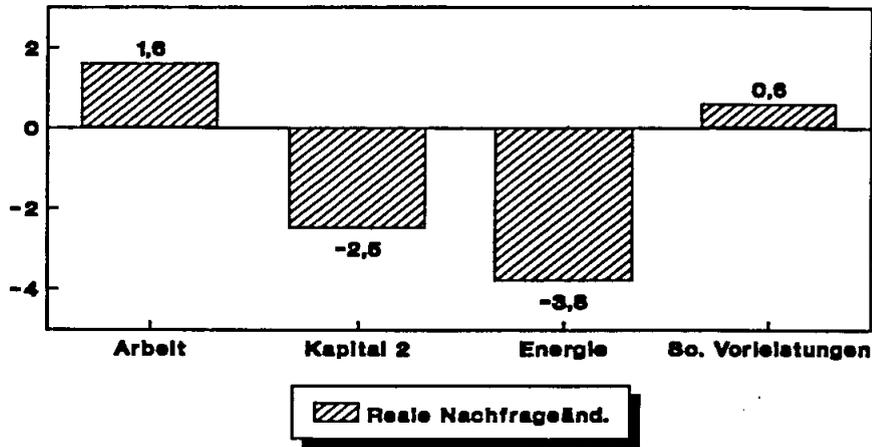


Abb. 5

Zum Vergleich werden die optimalen Kostenanteile vor und nach Maschinensteuern im Jahre 1987 in Abb. 6 dargestellt:

Kostenanteile der Inputfaktoren (Angaben in Prozent)

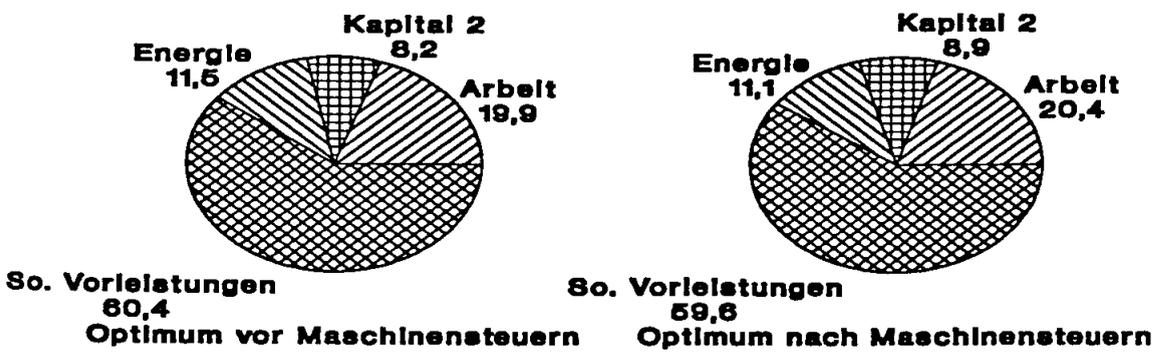


Abb. 6

Die Gesamtkosten erhöhen sich bei dieser Simulationsstudie und unveränderter Produktion um ca. 1,7 Prozent; der hypothetische Gewinn bei konstanten Absatzpreisen würde um 20 Prozent sinken. Die realen Inputmengen bewegen sich in der folgenden Weise:

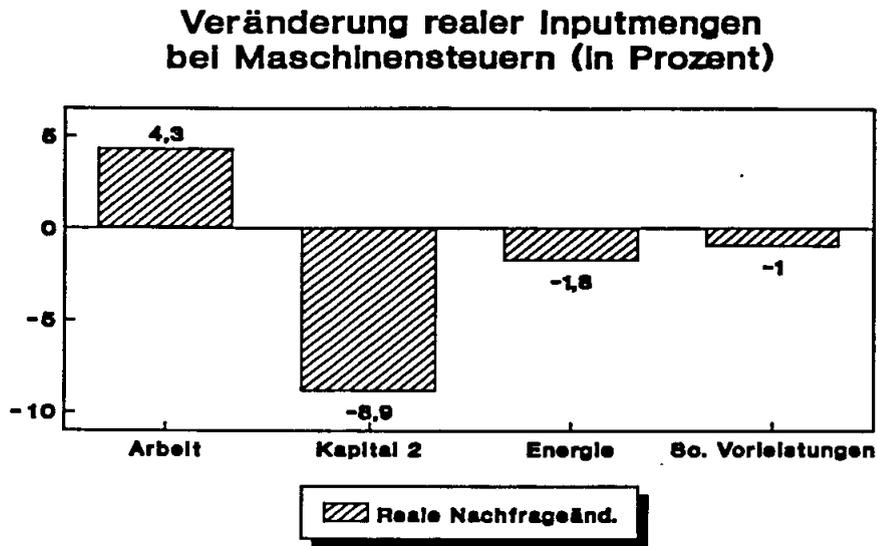


Abb. 7

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Ausarbeitung machte den Versuch, die Möglichkeit zur Faktorsubstitution in der westdeutschen Papiererzeugenden Industrie herauszuarbeiten. Dies geschah vor dem Hintergrund einer wirtschaftspolitisch motivierten Veränderung der relativen Faktorpreise: Kapital bzw. Energie sollen in geringerem Maße eingesetzt werden.

Es wurde eine Translog-Funktionalform mit vier Inputfaktoren gewählt, welche die Einsatzmengen aller Faktoren variabel zuläßt. Diese Spezifikation erwies sich beim empirischen Test als nur beschränkt zulässig.

Die empirischen Ergebnisse deuten auf geringe Substitutionsmöglichkeiten im Produktionsprozeß hin. Insbesondere der Inputfaktor Energie scheint beinahe limitational zu sein; der technische Fortschritt spielt hier eine wesentlich bedeutendere Rolle als der Energiepreis. Hierzu paßt die geschätzte Komplementarität von

Kapital zu Energie: beim Neuerwerb von Papiermaschinen wird "automatisch" die bezüglich des Energieverbrauchs neueste Technologie erworben - und nicht etwa zwischen unterschiedlich energieintensiven Aggregaten ausgewählt. Der Faktor Kapital ist dagegen zumindest in gewissem Umfang substituierbar durch erhöhten Arbeitseinsatz.

Energiesteuern haben damit relativ geringe Umstellungen im Produktionsprozeß zur Folge und erreichen das angestrebte Ziel der Verringerung des Energieinputs nur sehr beschränkt. Aus Unternehmenssicht stellen sie in erster Linie eine zusätzliche Kostenbelastung dar, welche sie kaum umgehen können. Die bisherigen Erfolge im Energiesparen wurden in erster Linie durch den technischen Fortschritt erreicht. Aus Umweltgesichtspunkten scheint somit eine Besteuerung direkt der Emissionen, welche durch Reinigungstechnologien unter Umständen verringert werden können, effektiver zu sein.

Auf Maschinensteuern könnten die Produzenten eine etwas größere Reaktionsfähigkeit besitzen und durch eine Veränderung der Produktionsbedingungen die Kostenbelastung zumindest etwas dämpfen. Eine Maschinensteuer erfüllt das erhoffte Ziel der zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage somit in gewisser Weise. Dieser "Erfolg" ist jedoch nur temporär, da der technische Fortschritt den Arbeitskräftebedarf relativ stark reduziert.

Um ein vollständiges Bild vom Reaktionszusammenhang zu erhalten, müßte das Modell zum einen um die Nachfrageseite erweitert werden (wie gut können Papiererzeuger die gemeinsame Kostenbelastung an die Verbraucher überwälzen?). Zum anderen wäre die Vorstellung der Konstanz der übrigen Faktorpreise aufzugeben, da sämtliche Branchen der inländischen Volkswirtschaft von Energie- und Ökosteuern betroffen wären. Der zweite Effekt wird abgedämpft durch die Möglichkeit erhöhter Importe ausländischer Vorleistungen.

Literaturverzeichnis

- BERNDT, E. R., CHRISTENSEN, L. R., The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in U.S. manufacturing 1929-68, *Journal of Econometrics*, vol. 1 (1973), S. 81-114.
- CHAMBERS, R. G., *Applied production analysis. A dual approach.* Cambridge 1988
- DEUTSCHE BUNDESBANK, *Monatsberichte*, Frankfurt a. Main, verschiedene Jahrgänge
- EISER, RIEDERER, OBERNOLTE, DANNER, *Energiewirtschaftsrecht*, München 1988
- FAZ vom 08.06.1990, Eine Klimaschutzsteuer gegen das Kohlendioxid?
- FLAIG, G., STEINER, V., *Markup Differentials, Cost Flexibility and Capacity Utilization in West-German Manufacturing*, Universität Augsburg 1990, *Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe*, Beitrag Nr. 40
- GERSTENBERGER, W., HEINZE, J., HUMMEL, M. VOGLER-LUDWIG, K., *Sektorale Kapitalbildung in der deutschen Wirtschaft nach dem Eigentümer- und Benutzerkonzept*, Ifo-Studien zur Strukturforchung, München 1989
- GERSTENBERGER, W., HEINZE, J., VOGLER-LUDWIG, K., *Investitionen und Anlagevermögen der Wirtschaftszweige nach dem Eigentümer- und Benutzerkonzept*, Ifo-Studien zur Strukturforchung, München 1984
- HANSEN, G., *Faktorsubstitution in den Wirtschaftssektoren der Bundesrepublik*, DIW-Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, Berlin 1983, S. 169-183.
- JANKE, A., *Auswirkungen der Konzentration auf Preise und sektorale Austauschrelationen*, *Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung*, Jg. 33 (1982), S. 149-166.
- JOHNSTON, J., *Econometric Methods*, New York 1984
- JUDGE, G. G. [et al.], *The theory and practice of econometrics*, New York 1985
- MONOPOLKOMMISSION, *Die Wettbewerbsordnung erweitern*, Hauptgutachten 1986/87, Anlagenband, Baden-Baden 1988
- MÜLLER-WITT, H., *Öko-Steuern als neues Instrument in der Umweltpolitik*, Ifo-Studien zur Umweltökonomie, München 1989

PIGOU, A., The Economics of Welfare, London 1920

SCHMÄHL, W., HENKE, K.-D., SCHELLHAASS, H. M., Änderung der Beitragsfinanzierung in der Rentenversicherung? Ökonomische Wirkungen des "Maschinenbeitrags". Baden-Baden 1984

STARK, E., JÄNSCH, G., Faktoreinsatzverhalten im Verarbeitenden Gewerbe, Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, Berlin 1988, S. 79-95.

STAT. BUNDESAMT, verschiedene Fachserien, Stuttgart und Mainz

VERBAND DEUTSCHER PAPIERFABRIKEN, Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie, Bonn, verschiedene Jahrgänge

VEREINIGUNG INDUSTRIELLE KRAFTWIRTSCHAFT, Tätigkeitsbericht, Essen, verschiedene Jahrgänge

Bisher erschienen unter der Fachgruppe Makroökonomie

Beitrag Nr.	1:	Bernhard Gahlen	Neuere Entwicklungstendenzen und Schätzmethode in der Produktionstheorie
Beitrag Nr.	2:	Ulrich Schittko	Euler- und Pontrjagin-Wachstums-pfade
Beitrag Nr.	3:	Rainer Feuerstack	Umfang und Struktur geburtenregelnder Maßnahmen
Beitrag Nr.	4:	Reinhard Blum	Der Preiswettbewerb im § 16 GWB und seine Konsequenzen für ein "Neues Wettbewerbskonzept"
Beitrag Nr.	5:	Martin Pfaff	Measurement Of Subjective Welfare And Satisfaction
Beitrag Nr.	6:	Arthur Strassl	Die Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums

Bisher erschienen unter dem Institut für Volkswirtschaftslehre

Beitrag Nr.	7:	Reinhard Blum	Thesen zum neuen wettbewerbspolitischen Leitbild der Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	8:	Horst Hanusch	Tendencies In Fiscal Federalism
Beitrag Nr.	9:	Reinhard Blum	Die Gefahren der Privatisierung öffentlicher Dienstleistungen
Beitrag Nr.	10:	Reinhard Blum	Ansätze zu einer rationalen Strukturpolitik im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung
Beitrag Nr.	11:	Heinz Lampert	Wachstum und Konjunktur in der Wirtschaftsregion Augsburg
Beitrag Nr.	12:	Fritz Rahmeyer	Reallohn und Beschäftigungsgrad in der Gleichgewichts- und Ungleichgewichtstheorie
Beitrag Nr.	13:	Alfred E. Ott	Möglichkeiten und Grenzen einer Regionalisierung der Konjunkturpolitik

Beitrag Nr.	14:	Reinhard Blum	Wettbewerb als Freiheitsnorm und Organisationsprinzip
Beitrag Nr.	15:	Hans K. Schneider	Die Interdependenz zwischen Energieversorgung und Gesamtwirtschaft als wirtschaftspolitisches Problem
Beitrag Nr.	16:	Eberhard Marwede Roland Götz	Durchschnittliche Dauer und zeitliche Verteilung von Großinvestitionen in deutschen Unternehmen
Beitrag Nr.	17:	Reinhard Blum	Soziale Marktwirtschaft als weltwirtschaftliche Strategie
Beitrag Nr.	18:	Klaus Hüttinger Ekkehard von Knorring Peter Welzel	Unternehmensgröße und Beschäftigungsverhalten - Ein Beitrag zur empirischen Überprüfung der sog. Mittelstands- bzw. Konzentrationshypothese -
Beitrag Nr.	19:	Reinhard Blum	Was denken wir, wenn wir wirtschaftlich denken?
Beitrag Nr.	20:	Eberhard Marwede	Die Abgrenzungsproblematik mittelständischer Unternehmen - Eine Literaturanalyse -
Beitrag Nr.	21:	Fritz Rahmeyer Rolf Grönberg	Preis- und Mengenanpassung in den Konjunkturzyklen der Bundesrepublik Deutschland 1963 - 1981
Beitrag Nr.	22:	Peter Hurler Anita B. Pfaff Theo Riss Anna Maria Theis	Die Ausweitung des Systems der sozialen Sicherung und ihre Auswirkungen auf die Ersparnisbildung
Beitrag Nr.	23:	Bernhard Gahlen	Strukturpolitik für die 80er Jahre
Beitrag Nr.	24:	Fritz Rahmeyer	Marktstruktur und industrielle Preisentwicklung
Beitrag Nr.	25:	Bernhard Gahlen Andrew J. Buck Stefan Arz	Ökonomische Indikatoren in Verbindung mit der Konzentration. Eine empirische Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	26A:	Christian Herrmann	Die Auslandsproduktion der deutschen Industrie. Versuch einer Quantifizierung

Beitrag Nr.	26B:	Gebhard Flaig	Ein Modell der Elektrizitätsnachfrage privater Haushalte mit indirekt beobachteten Variablen
Beitrag Nr.	27A:	Reinhard Blum	Akzeptanz des technischen Fortschritts - Wissenschafts- und Politikversagen -
Beitrag Nr.	27B:	Anita B. Pfaff Martin Pfaff	Distributive Effects of Alternative Health-Care Financing Mechanisms: Cost-Sharing and Risk-Equivalent Contributions
Beitrag Nr.	28A:	László Kassai	Wirtschaftliche Stellung deutscher Unternehmen in Chile. Ergebnisse einer empirischen Analyse (erschieden zusammen mit Mesa Redonda Nr. 9)
Beitrag Nr.	28B:	Gebhard Flaig Manfred Stadler	Beschäftigungseffekte privater F&E-Aufwendungen - Eine Paneldaten-Analyse
Beitrag Nr.	29:	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Stability and Dynamic Properties of Labour Demand in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	30:	Viktor Steiner	Determinanten der Betroffenheit von erneuter Arbeitslosigkeit - Eine empirische Analyse mittels Individualdaten
Beitrag Nr.	31:	Viktor Steiner	Berufswechsel und Erwerbsstatus von Lehrabsolventen - Ein bivariates Probit-Modell
Beitrag Nr.	32:	Georg Licht Viktor Steiner	Workers and Hours in a Dynamic Model of Labour Demand - West German Manufacturing Industries 1962 - 1985
Beitrag Nr.	33:	Heinz Lampert	Notwendigkeit, Aufgaben und Grundzüge einer Theorie der Sozialpolitik
Beitrag Nr.	34:	Fritz Rahmeyer	Strukturkrise in der eisenschaffenden Industrie - Markttheoretische Analyse und wirtschaftspolitische Strategien

Beitrag Nr.	35	Manfred Stadler	Die Bedeutung der Marktstruktur im Innovationsprozeß - Eine spieltheoretische Analyse des Schumpeterschen Wettbewerbs
Beitrag Nr.	36	Peter Welzel	Die Harmonisierung nationaler Produktionssubventionen in einem Zwei-Länder-Modell
Beitrag Nr.	37	Richard Spies	Kostenvorteile als Determinanten des Marktanteils kleiner und mittlerer Unternehmen
Beitrag Nr.	38A	Viktor Steiner	Langzeitarbeitslosigkeit, Heterogenität und "State Dependence": Eine mikroökonomische Analyse
Beitrag Nr.	38B	Peter Welzel	A Note on the Time Consistency of Strategic Trade Policy
Beitrag Nr.	39	Günter Lang	Ein dynamisches Marktmodell am Beispiel der Papiererzeugenden Industrie
Beitrag Nr.	40	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Markup Differentials, Cost Flexibility, and Capacity Utilization in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	41	Georg Licht Viktor Steiner	Abgang aus der Arbeitslosigkeit, Individualeffekte und Hysteresis. Eine Panelanalyse für die Bundesrepublik
Beitrag Nr.	42	Thomas Kuhn	Zur Theorie der Zuweisungen im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	43	Uwe Cantner	Produkt- und Prozeßinnovation in einem Ricardo-Außenhandelsmodell
Beitrag Nr.	44	Thomas Kuhn	Zuweisungen und Allokation im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	45	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Searching for the Productivity Slowdown: Some Surprising Findings from West German Manufacturing
Beitrag Nr.	46	Manfred Stadler	F&E-Verhalten und Gewinnentwicklung im dynamischen Wettbewerb. Ein Beitrag zur Chaos-Theorie
Beitrag Nr.	47	Alfred Greiner	A Dynamic Theory of the Firm with Engogenous Technical Change

Beitrag Nr.	48	Horst Hanusch Markus Hierl	Productivity, Profitability and Innovative Behavior in West-German Industries
Beitrag Nr.	49	Karl Morasch	F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit und Kooperationsanreize
Beitrag Nr.	50	Manfred Stadler	Determinanten der Innovationsaktivitäten in oligopolistischen Märkten
Beitrag Nr.	51	Uwe Cantner Horst Hanusch	On the Renaissance of Schumpeterian Economics
Beitrag Nr.	52	Fritz Rahmeyer	Evolutorische Ökonomik, technischer Wandel und sektorales Produktivitätswachstum
Beitrag Nr.	53	Uwe Cantner Horst Hanusch	The Transition of Planning Economies to Market Economies: Some Schumpeterian Ideas to Unveil a Great Puzzle
Beitrag Nr.	54	Reinhard Blum	Theorie und Praxis des Übergangs zur marktwirtschaftlichen Ordnung in den ehemals sozialistischen Ländern
Beitrag Nr.	55	Georg Licht Viktor Steiner	Individuelle Einkommensdynamik und Humankapitaleffekte nach Erwerbsunterbrechungen
Beitrag Nr.	56	Thomas Kuhn	Zur theoretischen Fundierung des kommunalen Finanzbedarfs in Zuweisungssystemen
Beitrag Nr.	57	Thomas Kuhn	Der kommunale Finanzausgleich - Vorbild für die neuen Bundesländer?



