

Peichl, Andreas; Bergs, Christian

Working Paper

Numerische Gleichgewichtsmodelle - Grundlagen und Anwendungsgebiete

Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge, No. 06-2

Provided in Cooperation with:

FiFo Institute for Public Economics, University of Cologne

Suggested Citation: Peichl, Andreas; Bergs, Christian (2006) : Numerische Gleichgewichtsmodelle - Grundlagen und Anwendungsgebiete, Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge, No. 06-2, Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo Köln), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/23252>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge
Nr. 06 - 2

Numerische Gleichgewichtsmodelle
Grundlagen und Anwendungsgebiete

von

Christian Bergs*, Andreas Peichl[‡]
2006

Seminar für Finanzwissenschaft
Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut
Universität zu Köln

Februar 2006

ISSN 0945-490X
ISBN 3-923342-56-X

*Center for Public Economics, University of Cologne, Zuelpicher Str. 182, 50937 Cologne, Germany. E-Mail: bergs@fiffo-koeln.de

[‡]Center for Public Economics, University of Cologne, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Cologne, Germany. E-Mail: a.peichl@uni-koeln.de

Abstract

In diesem Beitrag wird die empirische allgemeine Gleichgewichtsanalyse als Methode zur empirischen ex ante Evaluation komplexer ökonomischer Auswirkungen von Steuerreformen vorgestellt und ein Überblick über die empirische Literatur gegeben. Den vielfältigen Anwendungsgebieten dieser Methode sind kaum Grenzen gesetzt. Zunächst wird die theoretische Modellstruktur anhand eines einfachen Grundmodells erläutert, welches in den folgenden Abschnitten sukzessive bis zur Umsetzung des theoretischen Rahmens in ein angewandtes, rechenbares Gleichgewichtsmodell erweitert wird. Die Modellimplementierung durch die sog. Kalibrierung und die ökonometrische Schätzung werden ebenso thematisiert wie die Konstruktion eines mikroökonomisch konsistenten Datensatzes. Schließlich wird ein kurzer Überblick über relevante ökonomische Fragestellungen und Beispiele für deren empirische Untersuchung gegeben, sowie zukünftiger Forschungsbedarf aufgezeigt.

JEL Codes: D58, H2

Keywords: Simulation, AGE, CGE, Steuerreform

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
1 Einleitung	4
2 Grundstruktur und Vorgehensweise	6
3 Erweiterungen des Grundmodells	10
3.1 Der Staat	10
3.2 Außenhandel	11
3.3 Heterogene Haushalte	12
3.4 Dynamik	13
3.4.1 Sequentiell dynamische Modelle	13
3.4.2 Vollständig dynamische Modelle	14
4 Modellimplementierung	16
4.1 Die Darstellung als <i>Mixed Complementarity Problem</i> (MCP)	17
4.2 Spezifikation der Funktionen	18
4.3 Koeffizientenform vs. <i>calibrated share form</i>	20
4.4 Parameterbestimmung: Kalibrierung vs. ökonometrische Schätzung	22
5 Datenbasis	24
5.1 Die <i>Social Accounting Matrix</i> (SAM)	25
5.2 Input-Output-Tabellen	27
5.3 Einkommens- und Verbrauchsstichproben	29
5.4 Lohn- und Einkommensteuerstatistik	30
6 Anwendungsgebiete	31
6.1 Finanzpolitische Anwendungen	31
6.2 Umweltpolitische Anwendungen	33
7 Zusammenfassung und Beurteilung	34
Literatur	37

Tabellenverzeichnis

1	Mixed Complementary Problem	18
2	Spezialfälle der CES-Funktion	19
3	Aufbau einer Social Accounting Matrix	26
4	Input-Output-Tabelle 2000 zu Herstellungspreisen in Mrd. Euro	28

Abbildungsverzeichnis

1	Vorgehensweise CGE-Analyse	5
2	Grundstruktur des CGE-Modellansatzes	7
3	Produktionsstruktur in CGE-Modellen	20
4	Mehrstufige Nutzenfunktion	21

1 Einleitung

Numerische Gleichgewichtsmodelle¹ haben sich in den letzten beiden Jahrzehnten zum Standardwerkzeug der empirischen Wirtschaftsanalyse entwickelt². Sie werden verbreitet benutzt, um allokativen und distributiven Wirkungen verschiedenster Politikmaßnahmen zu quantifizieren. Im Vorfeld einer Reform herrscht oft Unklarheit über deren konkrete Auswirkungen und den damit verbundenen Erfolg der jeweiligen Maßnahme. Gerade die Verhaltensreaktionen der (begrenzt) rational entscheidenden Individuen lassen sich ex ante nur schwer abschätzen. Ziel dieses Beitrages ist es, die Simulationsanalyse als Methode zur empirischen ex ante Evaluation der komplexen ökonomischen Auswirkungen von Steuerreformen zu präsentieren. Die Komplexität realer Steuer- und Transfersysteme erfordert den Einsatz von Modellen zur Evaluation steuerpolitischer Reformkonzepte³. Die Methode der Simulation ist eine bestimmte Art der Modellanalyse, die in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften insbesondere zur ex ante Evaluation verschiedener Politikmaßnahmen eingesetzt wird⁴.

Die prinzipielle Vorgehensweise der empirischen allgemeinen Gleichgewichtsanalyse ist in Abbildung 1⁵ dargestellt. Zunächst erfolgt eine inhaltliche Konkretisierung der ökonomischen Problemstellung, bevor im zweiten Schritt die zentralen Wirkungszusammenhänge identifiziert werden, die in der Spezifikation des Modells zu berücksichtigen sind. Die Modellformulierung erfolgt in der Regel als dritter Schritt simultan mit der Konstruktion einer mikroökonomisch konsistenten Datenbasis. Die Modellparameter werden entweder ökonometrisch geschätzt oder

¹In der Literatur finden sich zahlreiche Synonyme für numerische Gleichgewichtsmodelle. Neben der Bezeichnung CGE-Modell werden in der deutschsprachigen Literatur auch die Begriffe „Allgemeines Gleichgewichtsmodell“, „Numerische Allgemeine Gleichgewichtsmodelle“ oder „Angewandte Allgemeine Gleichgewichtsmodelle“ verwendet, die sich an die angelsächsischen Varianten „CGE-Model“ und „Applied General Equilibrium Model“ (AGE-Modell) anlehnen.

²Diese Schlussfolgerung wird u.a. dadurch gestützt, dass das *Journal of Economic Literature* seit Beginn der 90er Jahre eine eigene Klassifizierung für die Disziplin der CGE-Modelle führt (D 58: Computable and other Applied General Equilibrium Models).

³Vgl. hierzu Creedy et al. (2002). Modelle sind Vereinfachungen der Realität, die in mathematischer Form die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Variablen darstellen (vgl. hierzu Felderer und Homburg (2003), S. 10 ff.). Bei der Modellierung werden (für die Problemstellung) irrelevante Details weglassen und man konzentriert sich nur auf die relevanten Zusammenhänge. „A model which took account of all the variation of reality would be of no more use than a map at the scale of one to one“ (Robinson (1962), S. 33).

⁴Peichl (2005) gibt eine Einführung in die Methode der Simulationsanalyse zur Evaluation von Steuerreformen. Einen allgemeinen Überblick über diese Methode und deren Einsatzmöglichkeiten insbesondere in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften bieten z.B. Gilbert und Troitzsch (1999). Simulationen können als eine Art ökonomisches Experiment verstanden werden. Anders als in den Naturwissenschaften ist es in der Ökonomie nur schwer möglich, die Auswirkungen einer Änderung des Steuer- und Transfersystems anhand eines natürlichen Experiments zu überprüfen. Mithilfe von Politiksimulationen im Bereich der Steuer- und Sozialpolitik kann man Informationen über mögliche Auswirkungen verschiedener Reformvorschläge bereitstellen, bevor diese Änderungen in der Realität implementiert werden. Durch Simulationsmodelle können den politischen Entscheidungsträgern Informationen über politisch relevante Größen geliefert werden, die es ermöglichen, eine Steuerreform im Hinblick auf fiskalische, allokativen und distributiven Effekte zu beurteilen.

⁵Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Böhringer (1996) S. 93.

aus der Literatur übernommen und kalibriert. Nach erfolgreichem Bestehen des Konsistenzchecks (Replikation des Ausgangsgleichgewichts) können dann Simulationen für verschiedene Reformvorschläge durchgeführt werden. In einem letzten Schritt erfolgt die Auswertung der Ergebnisse, die durch Sensitivitätsanalysen auf ihre Robustheit zu überprüfen sind, bevor konkrete Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen ausgesprochen werden.

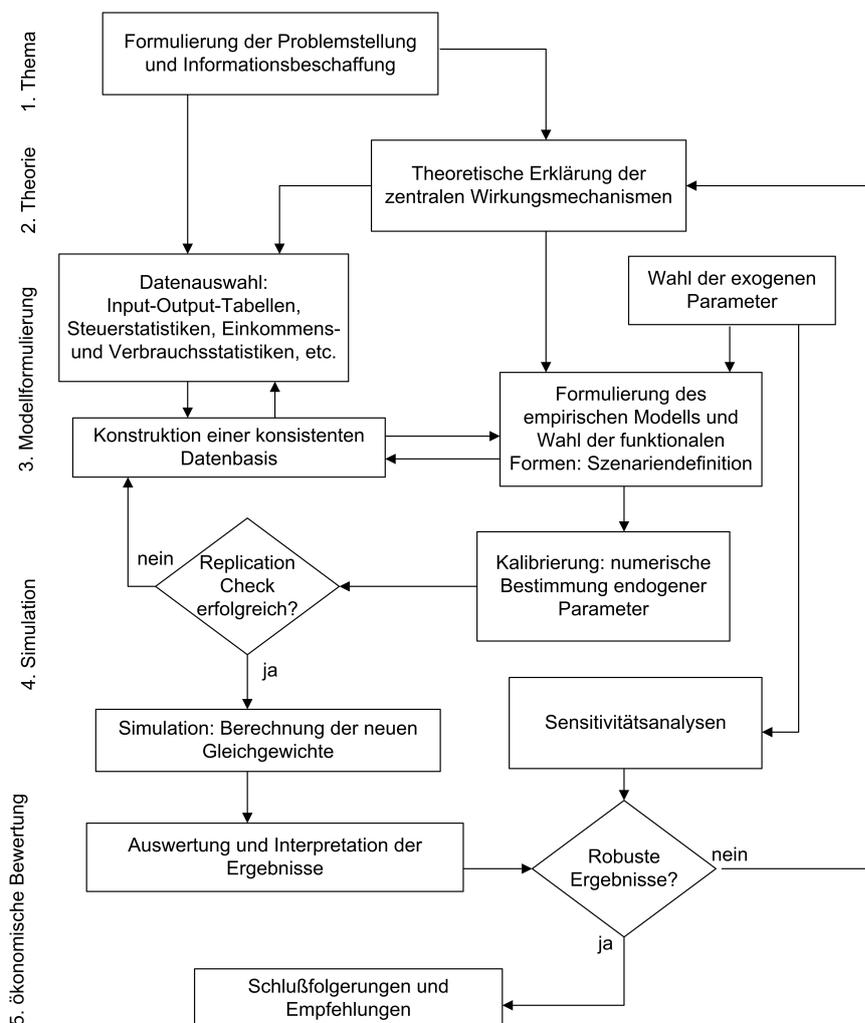


Abbildung 1: Vorgehensweise CGE-Analyse

Den vielfältigen Anwendungsgebieten sind kaum Grenzen gesetzt. So erstaunt es wenig, dass sich die Modelle je nach Untersuchungsgegenstand mehr oder weniger stark voneinander unterscheiden. Gleichwohl ist den meisten Modellen der Ursprung gemein; sie basieren auf der allgemeinen, mikroökonomischen Gleichgewichtstheorie⁶. Aus diesem Grund wird im ersten Ab-

⁶Modelle, die einen starken makroökonomischen Bezug haben und sich z.B. mit der Struktur und dem Niveau bestimmter aggregierter Variablen wie der Produktion oder der Beschäftigung auseinandersetzen, werden hier nicht diskutiert. Einen Überblick über derartige Ansätze findet sich bei Taylor (1990).

schnitt dieses Papiers zunächst die theoretische Modellstruktur der numerischen Gleichgewichtsanalyse anhand einer einfachen Modellökonomie erläutert⁷. Abschnitt 3 thematisiert einige populäre Erweiterungen des Grundmodells, die häufig in der numerischen Gleichgewichtsanalyse vorkommen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Darstellung dynamischer Gleichgewichtsmodelltypen in Abgrenzung zu den statischen Modellvarianten. Um quantitative Auswirkungen wirtschaftspolitischer Eingriffe simulieren zu können, müssen schließlich einige Konkretisierungen des theoretischen Modells vorgenommen werden. Der Schwerpunkt des Abschnitts 4 liegt deshalb in der Umsetzung des theoretischen Rahmens in ein angewandtes, rechenbares Gleichgewichtsmodell. Insbesondere die Spezifizierung der Funktionsformen sowie die Ermittlung der Funktionsparameter durch die sog. Kalibrierung und die ökonometrische Schätzung werden angesprochen. Die Voraussetzung zur Kalibrierung besteht in der Konstruktion eines mikroökonomisch konsistenten Datensatzes, welche im Mittelpunkt des Abschnitts 5 steht. Schließlich soll in Abschnitt 6 ein kurzer Überblick über relevante ökonomische Fragestellungen, die anhand der empirischen allgemeinen Gleichgewichtsanalyse untersucht werden, erstellt werden, bevor im letzten Abschnitt eine zusammenfassende Beurteilung erfolgt.

2 Grundstruktur und Vorgehensweise

Die allgemeine Gleichgewichtstheorie der Mikroökonomik bildet die wirtschaftstheoretische Grundlage der numerischen Gleichgewichtsanalyse. Sie geht auf Walras (1874) zurück, dem als erster die Darstellung eines mikroökonomischen Totalmodells gelang. CGE-Modelle basieren auf einer solchen Arrow-Debreu-Ökonomie⁸. Auf der Konsumentenseite wird das Faktorangebot durch die Anfangsausstattung determiniert. Die Güternachfrage hängt von den Preisen ab. Bei gegebenen Preisen und fixer Ausstattung wählen die Haushalte eine nutzenmaximale Einkommen-Konsum-Kombination. Die gewinnmaximierenden Unternehmen fragen die angebotenen Faktormengen bei gegebener Technologie zur Güterherstellung nach. Der flexible Preismechanismus bewirkt den Ausgleich der angebotenen und nachgefragten Mengen auf allen Märkten. Der gleichgewichtige Preisvektor wird also über die Anfangsausstattungen und Präferenzen der Haushalte sowie die Produktionstechnologie der Unternehmen eindeutig bestimmt. Der Staat kann über die Erhebung von Steuern an diversen Stellen in den Wirtschaftskreislauf eingreifen und so die relativen Preise in der Modellökonomie verändern. Abbildung 2⁹

⁷Für eine ausführliche Darstellung der mikroökonomischen Theorie bietet diese Arbeit nicht genügend Raum. Sie kann hier nur in den wesentlichen Ansätzen wiedergegeben werden. Für eine ausführliche Darstellung sei etwa auf Varian (1994) oder Pindyck und Rubinfeld (2005) verwiesen.

⁸Kenneth Arrow und Gerard Debreu konnten erstmals die Existenz eines Allgemeinen Gleichgewichts für eine wettbewerbliche Ökonomie Walrasianischer Prägung zeigen (Arrow und Debreu (1954)). Sie erhielten für ihre Arbeiten zur Allgemeinen Gleichgewichtstheorie den Nobelpreis.

⁹Quelle: Böhringer (1996), S. 13.

verdeutlicht den Ansatz eines solchen totalanalytischen, gleichgewichtigen Modells.

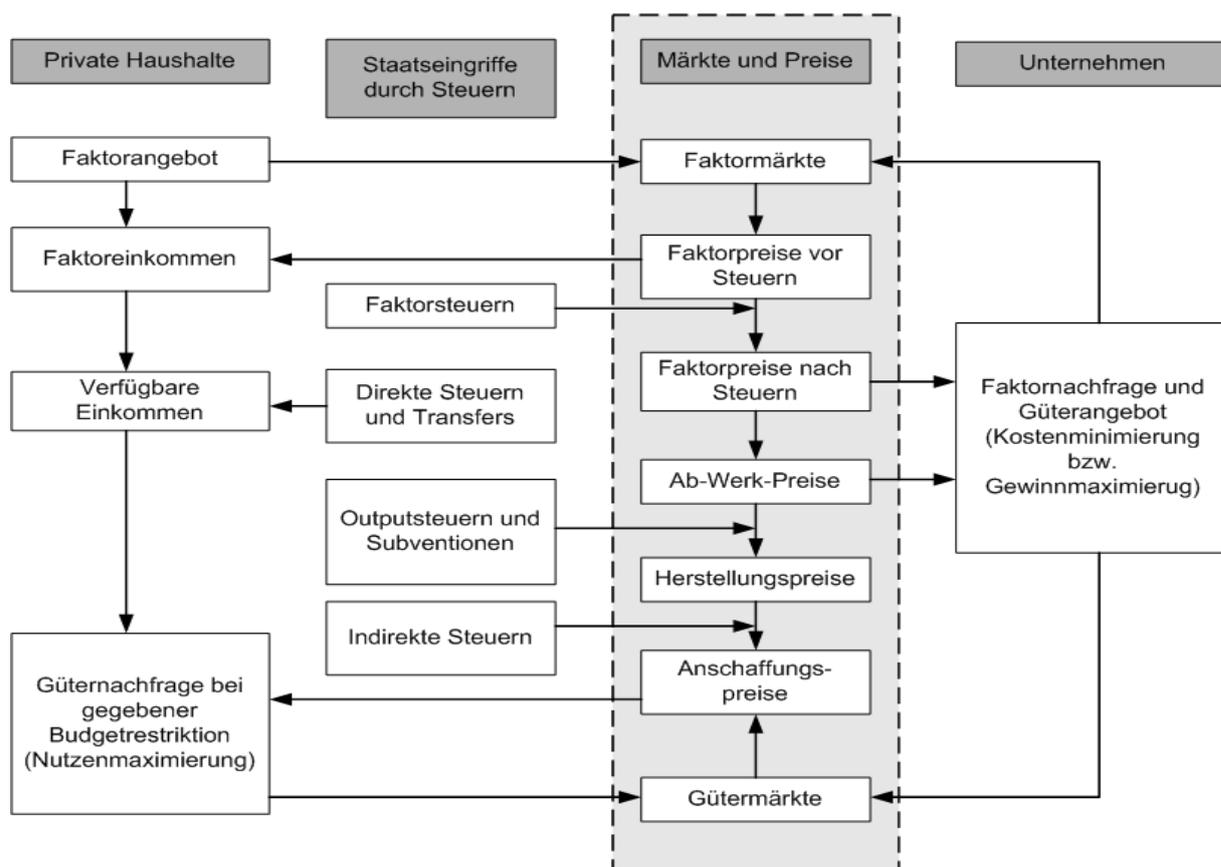


Abbildung 2: Grundstruktur des CGE-Modellansatzes

Die Grundstruktur numerischer Gleichgewichtsmodelle lässt sich in die folgenden hauptsächlichen Bestandteile zerlegen¹⁰:

- A) Gleichungen, die das Angebots- und Nachfrageverhalten beschreiben,
- B) Gleichungen, die die Einkommensverteilung der Akteure beschreiben,
- C) Gleichgewichtsbedingungen für Güter- und Faktormärkte, sowie für die makroökonomischen Aggregate.

Für die relevanten Akteure (Haushalte, Unternehmen, Staat) werden deren Entscheidungen und Verhaltensweisen aus einem individuellen Optimierungskalkül abgeleitet. Der Preismechanismus auf Märkten koordiniert die individuell und unabhängig voneinander getroffenen Entscheidungen, bis sich ein Gleichgewicht ergibt¹¹. Die fundamentalen Wirkungszusammenhänge

¹⁰Vgl. hierzu Klepper et al. (1994), S. 515.

¹¹Dies bedeutet jedoch nicht automatisch, dass alle Märkte geräumt sind. So gibt es z.B. bei der Modellierung von Arbeitslosigkeit auch Gleichgewichte in Unterbeschäftigung.

der allgemeinen Gleichgewichtstheorie, die in CGE-Modellen umgesetzt werden, werden im Folgenden anhand einer einfachen Modellökonomie beschrieben. Trotz ihrer Simplizität ist diese Modelldarstellung die Basis für komplexere Modelle in der CGE-Modellierung, da sie auf höherdimensionale Problemstellungen übertragen werden kann. Zunächst sollen jedoch das Angebots- und Nachfrageverhalten der Akteure, die Verteilung des Einkommens sowie die Gleichgewichtsbedingungen für die Güter- und Faktormärkte hergeleitet werden¹².

Haushalte Der repräsentative Agent optimiert seinen Nutzen U , indem er die nutzenmaximalen Mengen der Güter (c_i) der Modellökonomie nachfragt. Er wird in seiner Nachfrage durch sein Einkommen I beschränkt:

$$\begin{aligned} \max U & (c_1, \dots, c_N) \\ \text{u.d.N. } I &= \sum_i p_i c_i \end{aligned} \quad (1)$$

Für den gängigen Fall von Cobb-Douglas-Präferenzen¹³ gilt:

$$U = A \cdot c_1^{\alpha_1} c_2^{\alpha_2} \dots c_N^{\alpha_N} = A \prod_{i=1}^N c_i^{\alpha_i} \quad (2)$$

mit $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_N = 1$. Die Lösung des Optimierungsproblems liefert schließlich die Nachfrage des repräsentativen Agenten nach dem i -ten Gut:

$$c_i = \frac{\alpha_i I}{p_i}. \quad (3)$$

Durch Umstellung erhält man den jeweiligen Exponenten der Nutzenfunktion α_i als Wertanteil am Gesamtkonsum.

$$\alpha_i = \frac{c_i p_i}{I}. \quad (4)$$

Unternehmen Das Unternehmen j maximiert seinen Gewinn π_j , indem es intermediäre Inputs x sowie Primärfaktoren ω kombiniert, um den Output y_j zu erstellen. Die Produktionstechnologie ϕ_j fungiert als Restriktion:

$$\begin{aligned} \max_{x_{ij}, v_{fj}} \pi_j &= p_j y_j - \sum_i p_i x_{ij} - \sum_f \omega_f v_{fj} \\ \text{u.d.N. } y_j &= \phi_j(x_{1j}, \dots, x_{Ij}; \omega_{1j}, \dots, \omega_{Fj}) \end{aligned} \quad (5)$$

¹²Die explizite Modellierung des Staates sowie des Auslandes bleiben dabei zunächst außen vor. Diese Erweiterungen werden neben einigen anderen in Abschnitt 3 eingeführt.

¹³Die Cobb-Douglas-Funktion stellt einen Spezialfall der CES-Funktion dar. Dieser Zusammenhang wird in Abschnitt 4.2 detailliert erläutert.

Für die Cobb-Douglas Produktionstechnologie gilt analog zum Haushalt:

$$y_j = A \cdot (x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \dots x_N^{\beta_N}) (\omega_1^{\gamma_1} \omega_2^{\gamma_2} \dots \omega_F^{\gamma_F}) = A \prod_{i=1}^N x_{ij}^{\beta_{ij}} \prod_{f=1}^F \omega_{fj}^{\gamma_{fj}} \quad (6)$$

mit $\beta_{1j} + \dots + \beta_{Nj} + \gamma_{1j} + \dots + \gamma_{Fj} = 1$. Ebenfalls analog zur Haushaltstheorie erhält man durch Optimierung die Nachfrage nach intermediären sowie primären Produktionsfaktoren sowie durch Umstellung die Wertanteile der Inputs der Produktion am Gesamtoutput, die wiederum den Exponenten der Cobb-Douglas Funktion entsprechen:

$$\beta_{ij} = \frac{p_i x_{ij}}{p_j y_j} \text{ sowie } \gamma_{fj} = \frac{\omega_f v_{fj}}{p_j y_j}. \quad (7)$$

Die Bedingungen für ein allgemeines Walrasianisches Gleichgewicht sind dann erfüllt, wenn folgendes gilt:

Markträumung Alle Faktor- und Gütermärkte werden geräumt, d.h. für jedes Gut i entsprechen die nachgefragten Mengen auf den Märkten dem Angebot. Es gilt also für jedes Gut i :

$$y_i = \sum_j x_{ij} + c_i. \quad (8)$$

Das aggregierte Angebot des Guts i wird entweder als intermediärer Input x von j Firmen verbraucht oder vom repräsentativen Haushalts als Konsumgut c_i nachgefragt.

Null-Gewinn-Bedingung Die Unternehmen unterliegen der Null-Gewinn-Bedingung. Der Wert des Outputs entspricht der Summe der Inputwerte, die im Produktionsprozess von Unternehmen j beschäftigt werden, d.h.

$$p_j y_j = \sum_i p_i x_{ij} + \sum_f \omega_f v_{fj}. \quad (9)$$

Der Input besteht dabei aus intermediären Inputs x und primären Produktionsfaktoren ω , jeweils bewertet mit ihren Preisen p respektive v .

Erfüllung der Einkommensgleichung Per Definition gilt die Identität des Einkommens I des repräsentativen Haushalts mit dem Wert der anfänglichen Faktorausstattungen, d.h.

$$I = \sum_f \sum_j \omega_f v_{fj} \quad (10)$$

Sind nun die Faktor- und Güterpreise gegeben, so kann die Güternachfrage der Haushalte bestimmt werden, da die Faktorpreise wiederum deren Einkommen determinieren. Die nachgefragten Faktormengen der Unternehmen in Abhängigkeit der Faktorpreise und dem Einkommen komplettieren das Gleichgewicht. M. a. W. wird ein Gleichgewichtszustand in dieser einfachen Modellökonomie durch den Preisvektor charakterisiert, welcher die o.a. Gleichgewichtsbedingungen erfüllt. Sind die Faktorausstattungen sowie die Parameter der Nutzen- und Produktionsfunktionen bekannt, so kann ein gleichgewichtiger Zustand errechnet werden.

3 Erweiterungen des Grundmodells

Die Grundstruktur des allgemeinen Gleichgewichts kann je nach Untersuchungsgegenstand innerhalb eines CGE-Modells erweitert werden. In diesem Abschnitt sollen exemplarisch einige Erweiterungen angesprochen werden, die besonders häufig in der angewandten Gleichgewichtsmodellierung anzutreffen sind. Zunächst werden im folgenden Abschnitt 3.1 die Aktivitäten des Staates kurz skizziert, bevor in Abschnitt 3.2 die Abbildung von außenwirtschaftlichen Verflechtungen besprochen wird. In Abschnitt 3.3 werden Verteilungsfragen in CGE-Modellen anhand einer heterogenen Haushaltsstruktur thematisiert. Schließlich befasst sich Abschnitt 3.4 ausführlich mit der Einführung dynamischer Elemente.

3.1 Der Staat

Die Aktivitäten des Staates und die dadurch ausgelösten Verhaltensänderungen der privaten Akteure gehören zu den Kernuntersuchungsgegenständen in der CGE-Modellierung. Die Beurteilung bestimmter Eingriffe des Fiskus in den ökonomischen Kreislauf ist dabei keineswegs trivial, denn die Wirkungen solcher Interventionen sind häufig komplexer und weitreichender Natur.

Der Staat erhebt Steuern zur Bereitstellung öffentlicher Güter, zur Finanzierung von Transferleistungen an die Haushalte oder aber um ein gewünschtes Verhalten der Akteure herbeizuführen¹⁴. Er finanziert seine Aufgaben durch verschiedene fiskalische Instrumente, die als direkte oder indirekte Steuern berücksichtigt werden. Das erzielte Steueraufkommen verwendet er zur Gewährung von Transferleistungen (T) an die Haushalte. Die Abbildung von Steuern in CGE-Modellen folgt in den meisten Fällen Harberger (1966), d.h. sie wird *ad valorem*¹⁵ auf

¹⁴Verfolgt der Staat die Absicht, eine Allokationsverschiebung herbeizuführen, so steht hier die Lenkungswirkung der Besteuerung im Vordergrund; dies ist etwa bei Umweltsteuern der Fall. Die beiden anderen genannten staatlichen Aufgaben haben in erster Linie die Erzielung von Steueraufkommen zum Zweck.

¹⁵Somit können die Preise der Güter, die sich auf das Haushaltskalkül auswirken, als Bruttopreise unter Einschluss der Steuer verstanden werden; für einen solchen Bruttopreis gilt: $p^{br} = (1 + t^c)p^n$. Analog dazu sind die Faktorsteuern zu berücksichtigen, sie treiben einen Keil zwischen Brutto- und Nettozins bzw. Brutto- und

die jeweilige Bemessungsgrundlage erhoben, der Steuerertrag wird *lump sum* an die Haushalte transferiert und das Budget des Staates ist stets ausgeglichen¹⁶. Erhebt der Staat z.B. einen einheitlichen Steuersatz t^c auf den Güterkonsum und auf den Einsatz der primären Produktionsfaktoren t^f , so ergibt sich das Steueraufkommen (ST) durch Multiplikation mit der jeweiligen Bemessungsgrundlage und die Budgetrestriktion des Staates¹⁷ lautet:

$$ST = T = t^c \sum_i p_i c_i + t^f \sum_f \omega_f v_{fj}. \quad (11)$$

Da in diesem einfachen Grundbeispiel keine öffentlichen Güter bereitgestellt werden, müssen die Transfers im Gleichgewicht lediglich dem Steueraufkommen entsprechen. Wird die Bereitstellung öffentlicher Güter ebenfalls berücksichtigt, so wird der Staat zuweilen als zusätzlicher ökonomischer Agent modelliert, der analog zu den Haushalten eine Nutzenfunktion maximiert, indem er öffentliche Güter nachfragt, die privat produziert werden. In einigen Fällen findet das öffentliche Gut auch als Argument Eingang in die Nutzenfunktionen der privaten Haushalte. Die Vorgabe eines konstanten Niveaus an öffentlichen Gütern wird häufig im Zusammenhang mit der Untersuchung von Steuerreformvorschlägen benutzt, um Aufkommensneutralität zu modellieren.

3.2 Außenhandel

Üblicherweise wird in der angewandten CGE-Modellierung die Annahme einer kleinen offenen Volkswirtschaft getroffen. Importangebot und Exportnachfrage werden als vollkommen elastisch modelliert und die Weltmarktpreise gehen als Datum ins Kalkül der Akteure ein. Während Standardmodelle des internationalen Handels wie das Heckscher-Ohlin-Modell¹⁸ von homogenen Produkten über die Ländergrenzen ausgehen, greift man in der angewandten CGE-Modellierung meist auf die *Armington-Hypothese*¹⁹ zurück. Diese soll dem Phänomen *Rechnungsnettolohn*.

¹⁶Die Arbeit von Harberger (1966) ist in diesem Zusammenhang nicht nur wichtiger Ausgangspunkt der Modellierung des Steuersystems und seiner Kerneigenschaften. Darüber hinaus begründet sie die Technik der Kalibrierung unter Berücksichtigung von Steuern. Harberger (1966) betrachtet die nachgefragten Mengeneinheiten in Anwesenheit der verzerrenden Steuer (hier ursprünglich einer Körperschaftssteuer) als *Benchmark-Gleichgewicht* und entwickelt das *Counterfactual-Experiment* mittels Ersatz der Steuer durch eine nichtverzerrende Alternative. Das Verfahren der Kalibrierung wird in Abschnitt 4.4 ausführlich diskutiert.

¹⁷Diese Gleichung gilt lediglich in einem statischen Modellrahmen. In einer dynamischen Umgebung muss die intertemporale Budgetrestriktion eingehalten werden, welche auf dem Gegenwartswert der jeweiligen Einnahmen und Ausgaben basiert und zusätzlich die aktuelle Staatsverschuldung berücksichtigt.

¹⁸Das Heckscher-Ohlin-Modell (Heckscher (1919) und Ohlin (1933)) ist das Standard-Modell des internationalen Handels. Es basiert auf komparativen Kostenvorteilen, die aus einer unterschiedlichen relativen Faktorausstattung resultieren. Jedes Lehrbuch zur Theorie des Außenhandels enthält das Heckscher-Ohlin-Modell, so z.B. Krugman und Obstfeld (1997), S. 67 ff..

¹⁹Vgl. Armington (1969).

nung tragen, dass Länder identische Güter sowohl exportieren als auch importieren²⁰. Folglich werden handelbare in- und ausländische Güter als imperfekte Substitute modelliert, deren wesentliche Eigenschaften nicht nur durch ihre physische Natur sondern auch durch den Ort ihrer Herstellung determiniert werden²¹. Im Rahmen des hier dargestellten Modells wird die *Armington*-Hypothese dadurch abgebildet, dass sowohl auf Unternehmens- als auch auf Haushaltsseite eine zusätzliche Ebene in die Nutzen- bzw. Produktionsstruktur eingefügt wird²². Die Unternehmen kombinieren in- und ausländische Vorprodukte zur Herstellung des Endproduktes. Für die inländischen Endnachfrager, die Haushalte, wird angenommen, dass sie ein aus Importen und heimisch produzierten Gütern zusammengesetztes Produkt nachfragen. Häufig werden weitere Abweichungen vom Standard-Modell des internationalen Handels zugelassen. Gerade in Mehrländermodellen wird die Annahme identischer Produktions- und Nachfrageparameter aufgeweicht. Unterschiedliche Präferenzen und Technologien führen dann dazu, dass internationaler Handel nicht mehr nur durch unterschiedliche Faktorausstattungen erklärt werden kann²³. Darüber hinaus wird im Rahmen der Modellierung großer, offener Volkswirtschaften von der Preisnehmerschaft abgewichen. Haben diese Länder aufgrund ihrer Größe die Möglichkeit, auf den Preis einzuwirken, so ist es ebenso möglich, eine mengeninduzierte Preisänderung zu modellieren.

3.3 Heterogene Haushalte

Eine homogene Haushaltsstruktur, wie sie in Kapitel 2 eingeführt wurde, ist nicht in der Lage, distributive Effekte verschiedener Politikmaßnahmen zu quantifizieren. Die meisten Reformmaßnahmen haben jedoch zur Konsequenz, dass einige Akteure verlieren, während andere von einer Maßnahme profitieren. Nicht immer ist es möglich und/oder erwünscht, eine Kompensation der Verlierer durch die Gewinner zu gewährleisten, wie sie das Kaldor-Hicks-Kriterium vorsieht²⁴. Gleichwohl besteht gerade dann Informationsbedarf hinsichtlich der verteilungspolitischen Auswirkungen, wenn ein Politikeingriff Gewinner und Verlierer produziert. In der angewandten CGE-Modellierung ist es deshalb zur Untersuchung distributiver Effekte üblich, eine Disaggregation des Haushaltssektors nach der Höhe des Haushaltseinkommens vorzunehmen.

²⁰In der Literatur wird diese Erscheinung häufig auch als *cross hauling* bezeichnet (vgl. Shoven und Whalley (1984), S. 1017).

²¹Fehr und Wiegard (1996), S. 6, formulieren diesen Sachverhalt anhand eines Beispiels: „Französische und deutsche Weine werden demnach als unterschiedliche, wenn auch eng substituierbare Güter behandelt.“

²²Vgl. Abschnitt 4.2.

²³Vgl. hierzu Klepper et al. (1994), S. 518.

²⁴Das Kaldor-Hicks-Kriterium erweitert die Anwendbarkeit des Pareto-Optimums. Eine Politikmaßnahme ist demnach dann sinnvoll, wenn sie für mindestens ein Individuum eine Verbesserung bringt und die Verlierer durch die Gewinner kompensiert werden können. Dabei muss die Kompensation zwar in der Theorie möglich sein, aber nicht tatsächlich erfolgen (vgl. Kaldor (1939) und Hicks (1939)).

Eine weitere mögliche Gliederung ist an der Herkunft der Einkünfte orientiert. In einer Welt mit zwei Produktionsfaktoren kann es z.B. sinnvoll sein, einen Haushalt, der den Faktor Arbeit anbietet, von einem „Kapitalistenhaushalt“ zu unterscheiden²⁵.

Eine Möglichkeit zur Modellierung heterogener Haushalte ist die Berechnung der relevanten Variablen in einem Mikrosimulationsmodell und dessen Kombination mit dem CGE-Modell²⁶. Durch die Integration von Mikrodaten in ein Makro- bzw. CGE-Modell erhöht sich die Anzahl der zu berücksichtigenden ökonomischen Agenten erheblich. Hierfür gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten: Entweder erfolgt eine vollständige Integration beider Modelle²⁷ oder aber es werden zwei separate Modelle kombiniert bzw. mit Schnittstellen für die jeweils andere Ebene versehen²⁸.

3.4 Dynamik

Statische Modelle sind die älteste Modellvariante rechenbarer Gleichgewichtsmodelle²⁹. Die Beschränkung auf eine Periode (ohne Berücksichtigung einer zeitlichen Dimension) ermöglicht eine stärkere Differenzierung zwischen unterschiedlichen Haushaltstypen, Branchen und Regionen. Für die Analyse der Auswirkungen von Steuerreformen sind statische Modelle bei Betrachtung von Effizienz- oder Verteilungsfragen geeignet. Die Auswirkungen auf Investitionen, Beschäftigung oder Wachstum lassen sich jedoch nur in dynamischen Modellen sinnvoll analysieren. Diese lassen sich in sequentiell sowie vollständig dynamische Modelle gliedern.

3.4.1 Sequentiell dynamische Modelle

Fullerton et al. (1983) und Ballard et al. (1985) erweitern das statische Modell um eine dynamische Komponente auf der Haushaltsseite, zum einen indem sie annehmen, dass die Ausstattungen der Haushalte im Zeitablauf mit einer konstanten (exogenen) Rate wachsen, und zum anderen durch die Erweiterung der Nutzenfunktion um zukünftigen Konsum, wodurch über ein Optimierungskalkül die Höhe der Ersparnis einer Periode festgelegt wird. Die Unternehmensseite bleibt statisch modelliert. Ein weiterer Kritikpunkt sind die unterstellten myopischen Erwartungen der Haushalte bei der intertemporalen Konsumplanung. Hierbei wird

²⁵Nicht nur Verteilungsthemen können durch eine heterogene Haushaltsstruktur adäquat abgebildet werden. Sollen etwa Arbeitsangebotseffekte von Reformmaßnahmen modelliert werden, so kann nach Alter, Qualifikationslevel, Existenz und Anzahl der Kinder oder unterschiedlichen Freizeitpräferenzen differenziert werden.

²⁶Vgl. hierzu Peichl (2005) oder Davies (2004) für einen Überblick über solche kombinierten Mikro-Makro-Ansätze, die in den letzten Jahren äußerst populär geworden sind. Die meisten dieser Modelle beschäftigen sich zurzeit mit Verteilungsfragen insbesondere in Entwicklungsländern.

²⁷Wie z.B. in Bourguignon et al. (2003).

²⁸Wie z.B. in Cogneau und Robilliard (2000).

²⁹Eine kurze Einführung bzw. einen Überblick über diese Modellklasse erhält man z.B. in Shoven und Whalley (1984), Shoven und Whalley (1992) oder Kehoe und Kehoe (1994). Dieser Abschnitt basiert auf Peichl (2005).

angenommen, dass die Haushalte glauben, die aktuellen Preise würden auch in allen nachfolgenden Perioden gelten. Dies ist allerdings nur im langfristigen Wachstumsgleichgewicht der Fall. Die Folge dieser Erwartungsbildung ist, dass die Haushalte während des Anpassungsprozesses zum Gleichgewicht in jeder Periode den gleichen Fehler begehen, ohne dazuzulernen. Der Vorteil dieser Erwartungsannahme liegt im rechentechnischen Bereich, da aufgrund dieser Annahme die Gleichgewichte sequentiell berechnet werden können. Die Fortschritte im Bereich der Computertechnologie haben mittlerweile jedoch dafür gesorgt, dass diesen Vorteilen kein großes Gewicht mehr zugemessen wird und die ökonomischen Nachteile umso stärker gewichtet werden. Die Hypothese myopischer Erwartungen lässt sich rational nicht rechtfertigen, da hierbei angenommen wird, dass die Haushalte nicht optimal auf Veränderungen reagieren. Aus diesem Grund ist die Aussagekraft dieser Modelle begrenzt und die Modellklasse der sequentiell dynamischen Modelle muss „als mittlerweile überholt bezeichnet werden“³⁰.

3.4.2 Vollständig dynamische Modelle

Bei vollständiger Dynamisierung eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells erhöht sich entweder dessen Komplexität erheblich oder es müssen deutlich restriktivere Verhaltensannahmen eingeführt werden. Vollständig dynamische Modelle unterscheiden sich von sequentiell dynamischen Modellen dadurch, dass sie eine rationale Erwartungsbildung³¹ für alle Akteure unterstellen und auch die Investitionsentscheidungen der Unternehmen aus einem intertemporalen Optimierungskalkül ableiten. Fehr und Wiegard (1996) liefern eine mikroökonomische Fundierung der Investitionsnachfrage auf der Grundlage der Q-Theorie von Tobin (1969). Diese besagt, dass „Investitionen so lange getätigt werden, wie der damit verbundene Anstieg des Marktwertes des Unternehmens die Wiederbeschaffungskosten des physischen Kapitalstocks übersteigt. Q bezeichnet das Verhältnis des Marktwertes zu den Wiederbeschaffungskosten des Kapitalstocks“³².

Die verschiedenen Varianten vollständig dynamischer Modelle unterscheiden sich insbesondere in der Modellierung der Haushaltsseite. Den Ramsey-Modellen³³ mit einem unendlich lebenden repräsentativen Agenten stehen Modelle überlappender Generationen (overlapping generations, OLG) gegenüber, in denen sich periodenweise überlappende Generationen mit

³⁰Fehr und Wiegard (1996), S. 305. Nichtsdestotrotz werden Modelle dieser Klasse noch heute eingesetzt (vgl. hierzu auch die Beispiele in Unterabschnitt 6.1).

³¹Bei rationalen Erwartungen berücksichtigen die Wirtschaftssubjekte in ihrem Optimierungsproblem auch alle Variablen aller zukünftigen Perioden (zum Teil als Erwartungswerte), so dass das Entscheidungsproblem in der Zeit nicht mehr separabel ist.

³²Fehr und Wiegard (1996), S. 308. Hayashi (1982) hat diese Investitionstheorie aus dem Optimierungskalkül der Unternehmen abgeleitet und Summers (1981b) hat ein modifiziertes Q zur detaillierten Berücksichtigung steuerlicher Regelungen entwickelt.

³³Diese gehen auf das Wachstumsmodell von Ramsey (1928) zurück.

jeweils endlicher Lebenserwartung betrachtet werden. Diese Modellvarianten werden im Folgenden kurz erläutert³⁴.

Ramsey-Modelle Der repräsentative Konsument eines Ramsey-Modells maximiert seine Nutzenfunktion über einen unendlichen Planungshorizont. Ausgehend von einem langfristigen Gleichgewicht (Zustand des steady-state) muss das Optimierungsproblem des Haushalts nur einmal gelöst werden. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht somit darin, dass auf der Nachfrageseite aufgrund der Betrachtung eines repräsentativen Haushalts nicht über unterschiedliche Haushaltstypen aggregiert werden muss, wodurch der rechentechnische Aufwand deutlich reduziert wird. Aufgrund dieser Vereinfachung auf der Haushaltsebene wird eine stärkere (sektorale) Disaggregation auf der Unternehmensebene ermöglicht. Diese Modellvariante wird insbesondere bei der Bestimmung der intertemporalen und intersektoralen Allokations- und Effizienzwirkungen von Steuerreformen eingesetzt.

OLG-Modelle Mit OLG-Modellen können neben den Effizienzwirkungen auch interpersonelle und intergenerative Verteilungswirkungen untersucht werden. Diese Modelle bilden die Nachfrageseite deutlich detaillierter ab als Ramsey-Modelle. Man unterscheidet hierbei die Varianten mit identischer Lebenszeit für alle Generationen in der Tradition von Samuelson (1958) und Diamond (1965) oder Modelle mit unbekanntem Sterbezeitpunkt, die auf dem Ansatz von Blanchard (1985) beruhen.

A-K-Modelle: Die ersten Modelle werden auch als Auerbach-Kotlikoff-Modelle (A-K-Modelle)³⁵ bezeichnet, da Auerbach et al. (1983) und Auerbach und Kotlikoff (1987) als erste den kompletten Anpassungspfad für diesen Modelltyp berechnet haben³⁶. In jeder Periode leben mindestens zwei unterschiedlich alte Generationen, für die jeweils der Todeszeitpunkt bekannt ist. Die Haushalte maximieren in jeder Periode ihren Lebenszeitnutzen unter der Nebenbedingung ihrer Lebenszeitbudgetbeschränkung. Aufgrund der beschränkten und unterschiedlichen Restlebenszeit der einzelnen Generationen haben diese in jeder Periode jeweils eine andere marginale Konsumneigung, so dass das perioden- und generationenspezifische Angebots- und Nachfrageverhalten nach einer Reform für alle (aktuellen und zukünftigen) Generationen neu bestimmt werden muss. Zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Variablen einer Periode müssen alle individuellen Variablen der verschiedenen Generationen aggregiert werden. Dies bedeutet

³⁴Modelle mit stochastischen Einflüssen oder endogenem Wachstum werden in diesem Rahmen nicht betrachtet. Einen Überblick hierzu bieten z.B. Altig et al. (1995) bzw. Lucas (1990) oder Jones et al. (1993).

³⁵Kotlikoff (1998) bietet einen ausführlichen Überblick über die Entwicklungsgeschichte, sowie die Struktur und auch einige Kritikpunkte des Auerbach-Kotlikoff-Modells.

³⁶Summers (1981a) hat diesen Modelltyp zwar als erster numerisch spezifiziert, aber nicht den Anpassungspfad berechnet, sondern lediglich einen Vergleich zweier steady-state-Zustände durchgeführt.

einen erheblichen Rechenaufwand, für den man jedoch durch eine genaue Abbildung des Lebenszyklusverhaltens entschädigt wird. Diese Modelltypen werden insbesondere bei Fragen der intergenerativen Umverteilung eingesetzt. Aufgrund der detaillierten Modellierung der Nachfrageseite wird die Unternehmensseite oft nur mit einem oder wenigen Sektoren modelliert.

Blanchard-Modelle: Die OLG-Modelle des Blanchard-Typs können dagegen als Mittelweg zwischen den Extremfällen Ramsey und Auerbach-Kotlikoff interpretiert werden. In jeder Periode stirbt ein Anteil θ einer jeden Generation, wobei gleichzeitig eine neue Generation mit θ Personen geboren wird. Diese altersunabhängige Sterbewahrscheinlichkeit erleichtert die Modellierung bzw. die Aggregation auf zwei Arten: Zum einen ist die Gesamtbevölkerung in jedem Zeitpunkt auf eins normiert, obwohl jeweils unendlich viele Generationen leben. Zum anderen haben alle noch lebenden Generationen dieselbe Lebenserwartung von θ^{-1} Perioden, so dass die marginalen Konsum- und Arbeitsangebotsentscheidungen in einer Periode altersunabhängig sind. Diese Modellierung der Haushaltsseite ermöglicht die Analyse der intergenerativen Umverteilungseffekte aufgrund der unendlich vielen in einer Periode lebenden Generationen. Zur Simulation können die aggregierten Gleichungen verwendet werden, was aufgrund dieser rechen-technischen Vereinfachung eine detailliertere Modellierung der Unternehmensseite ermöglicht. Nachteilig wirkt sich dies jedoch aus, sobald einzelne Generationen unterschiedlich modelliert werden müssen, wie beispielsweise in einem progressiven Steuersystem mit individuellen Grenzsteuersätzen. Dies ist in einem OLG-Modell des Blanchard-Typs ebenso wenig möglich wie die Abbildung demographischer Entwicklungen.

4 Modellimplementierung

Um das in Abschnitt 2 dargestellte theoretische Grundmodell „rechenbar“ zu machen, bedarf es einiger Modifikationen und Konkretisierungen. Aus diesem Grund wird die oben besprochene Modellökonomie in Abschnitt 4.1 zunächst in ein System von Gleichungen und Ungleichungen (*Mixed Complementary Problem*) dargestellt, um ein Maximum an Flexibilität im Hinblick auf die sachgerechte Abbildung ökonomischer Sachverhalte zu gewährleisten. Daraufhin führt Abschnitt 4.2 in die Modellierung der Präferenzen und Technologien ein und stellt die am häufigsten verwandten Funktionen vor, durch die die Rahmenbedingungen individuellen Handelns beschrieben werden können. Schließlich wird in Abschnitt 4.3 eine alternative Vorgehensweise bei der Funktionendarstellung kurz angesprochen, bevor in Teil 4.4 die beiden üblichen Verfahren zur Bestimmung der Parameter des Modells, die ökonometrische Schätzung sowie die

Kalibrierung, gegenübergestellt werden³⁷.

4.1 Die Darstellung als *Mixed Complementarity Problem* (MCP)

Ein *Mixed Complementarity Problem* (MCP) ist ein System simultaner Bedingungen, welches sowohl Gleichungen als auch Ungleichungen beinhalten kann. In diesem System wird jeder (Un-) Gleichung eine komplementäre Variable zugeordnet. Das Problem wird als gemischt bezeichnet, da es Kombinationen aus Gleichungen und Ungleichungen enthalten kann. Die bekannteste komplementäre Problemstellung in der Ökonomie ist das Theorem von Kuhn und Tucker (1951). Deren Hauptsatz stellt eine Verallgemeinerung der klassischen Multiplikatorenmethode von Lagrange zur Bestimmung von Extrema unter Nebenbedingungen für den Fall dar, dass unter den Restriktionen nicht nur Gleichungen sondern auch Ungleichungen enthalten sind³⁸.

Die Formulierung des ökonomischen Gleichgewichts durch ein System nichtlinearer Gleichungen bringt in der angewandten CGE-Modellierung erhebliche Nachteile mit sich. So sind etwa Regimewechsel zwischen alternativen Produktionsaktivitäten nicht darstellbar. Darüber hinaus lassen sich Preis- und Mengenrestriktionen durch Gleichungssysteme nicht abbilden³⁹. Diese sind in vielen realitätsnahen Beschreibungen des Marktgeschehens aber durchaus von Vorteil⁴⁰. Die Darstellung der Modellökonomie als *Mixed Complementarity Problem* umgeht diese Probleme und eignet sich deshalb gut zur Verwendung in CGE-Modellen⁴¹. Deshalb soll nun die oben angeführte Modellökonomie in eine solche alternative Darstellungsform transferiert werden.

Zu diesem Zweck werden die o.a. Gleichungen in schwache bzw. starke Ungleichungen überführt. So wird die Bedingung der Markträumung für die beiden Gütermärkte aus Gleichung 8

³⁷Die Darstellung und Bewertung der Lösungsalgorithmen, die der numerischen Gleichgewichtsermittlung zugrunde liegen, sind nicht Bestandteil dieser Arbeit. Diese Algorithmen gehen auf die Arbeiten von Scarf (1967) und Merrill (1972) zurück. Eine Einführung in die Lösungstechniken gibt Wiegand (1985a). Eine komplexere Darstellung findet man auch bei Shoven und Whalley (1992), S. 42 ff. Neben Fixpunktalgorithmen werden häufig auch lineare Näherungsverfahren auf nicht-lineare Gleichungssysteme sowie Newtonsche Lösungsverfahren verwendet (vgl. hierzu Harris (1988)). Die Entwicklung leistungsstarker Computer in Verbindung mit dem Einsatz höherer mathematischer Programmiersprachen wie z.B. GAMS und MATLAB haben die Einstiegshürden zur numerischen Gleichgewichtsmodellierung deutlich gesenkt. Die Modellierung der Angewandten Allgemeinen Gleichgewichtsmodelle erfolgt häufig mittels GAMS/MPSGE. MPSGE (Rutherford (1999)) ist ein Subsystem von GAMS (Brooke et al. (1998)) zur mathematischen Programmierung von Allgemeinen Gleichgewichtsmodellen.

³⁸Eine ausführliche Darstellung findet sich etwa bei Chiang (1984), S. 722 ff..

³⁹Böhringer et al. (2003), S. 5.

⁴⁰Man denke zur Verdeutlichung an Mindestpreise auf dem Arbeitsmarkt oder Importquoten für bestimmte Produkte.

⁴¹Mathiesen (1985) hat gezeigt, dass die Arrow-Debreu-Ökonomie als komplementäres Problem dargestellt und gelöst werden kann.

zu:

$$y_i \geq \sum_j x_{ij} + c_i. \quad (12)$$

Wenn nun eine Markträumungsbedingung nicht bindet, d.h. nicht mit Gleichheit erfüllt ist, so übersteigt das Angebot im Gleichgewicht die Nachfrage auf diesem Markt. Die logische Konsequenz bestünde in einem Preis von Null. Somit ist die Komplementärvariable zu einer Markträumungsbedingung deren (positiver) Preis. Natürlich gilt dies analog für die Faktormärkte der Modellökonomie. Ähnliche Überlegungen gelten für die Nullgewinnbedingungen der beiden Unternehmen. Gleichung 9 lautet dann:

$$p_j y_j \leq \sum_i p_i x_{ij} + \sum_f \omega_f v_{fj}. \quad (13)$$

Bindet die Nullgewinnbedingung nicht, so entstehen negative Gewinne, das Gut wird nicht hergestellt, die Aktivität unterbleibt. Die Komplementärvariable einer Nullgewinnbedingung ist also die Menge eines Gutes. Schließlich ist die Komplementärvariable zur Einkommensidentität schlicht das Einkommen des ökonomischen Akteurs. Tabelle 1 fasst das (Un-) Gleichungssystem und die dazugehörigen Komplementärvariablen zusammen.

Ungleichung	Komplementärvariable
Markträumung x_i	$p_i \geq 0$
Nullgewinn Firma j	x_j bzw. $y_j \geq 0$
Einkommensidentität	I

Tabelle 1: Mixed Complementary Problem

Es gilt also: Das hergeleitete Gleichgewicht hat einen komplementären Charakter. Einerseits ist ein Preis, der sich am Markt bildet, nur dann positiv, falls es zur Markträumung kommt. Ansonsten besteht ein Angebotsüberhang und der Preis fällt auf Null. Andererseits werden ökonomische Aktivitäten auf Unternehmensseite nur entfaltet, wenn eine Nullgewinnsituation entsteht; negative Gewinne haben die Einstellung der entsprechenden Aktivität zur Folge⁴².

4.2 Spezifikation der Funktionen

Um ökonomisch gleichgewichtige Lösungen zu ermitteln, ist eine konkrete Formzuweisung der Nutzen- und Produktionsfunktionen unerlässlich. Mit ihrer Hilfe werden Präferenzen auf der Haushaltsseite sowie Technologien auf der Unternehmensseite charakterisiert. Die zugrundelie-

⁴²Vgl. Rutherford (1999), S. 5.

genden Funktionen müssen sowohl mit dem theoretischen Ansatz übereinstimmen⁴³, als auch in der praktischen Umsetzung handhabbar sein. Diese „Verwendbarkeit“ in der angewandten Modellierung erklärt zu großen Teilen, warum meist „einfache“ linear-limitationale (Leontief-) bzw. Cobb-Douglas-Funktionen zur Anwendung kommen. Die CES-Funktion umschließt je nach Wahl der Parameter alle Fälle zwischen vollkommen substitutiven bis zu vollkommen komplementären Faktor- bzw. Gütereinsatzmöglichkeiten. Für bestimmte Konstellationen der Parameter geht sie in die Leontief- oder Cobb-Douglas-Technologie bzw. -Präferenz über⁴⁴ (vgl. Tabelle 2). Zum einen werden CES-Funktionen aufgrund ihrer mathematischen Eigenschaften⁴⁵ gerne verwendet. Darüber hinaus genügen sie aufgrund ihrer Flexibilität den Anforderungen an die Modellierbarkeit ökonomischen Verhaltens⁴⁶. Der Vorteil dieser Funktionenklasse liegt insbesondere darin, dass die Substitutionselastizität nicht, wie bei der Cobb-Douglas-Funktion, fix bei Eins liegt, sondern lediglich konstant ist.

ρ	σ	Inputbeziehung
∞	0	<i>Leontief</i>
0	1	<i>Cobb – Douglas</i>
-1	∞	<i>vollständige Substitute</i>

Tabelle 2: Spezialfälle der CES-Funktion

Sowohl auf der Haushalts- als auch der Unternehmensseite werden häufig Nestungen⁴⁷ verwendet, mit deren Hilfe mehrstufige Prozesse abgebildet werden können. Im Produktionsbereich wird meist ein Endprodukt Y aus einem Vorprodukt M (*Material Composite*) und einer Kombination aus primären Produktionsfaktoren (VA *Value Added*) mittels fixer Input-Koeffizienten⁴⁸ hergestellt. Abbildung 3 verdeutlicht eine solche mehrstufige Struktur auf der Unternehmensseite, die die Berücksichtigung mehrerer Elastizitäten erlaubt⁴⁹.

⁴³D.h. etwa für den hier gewählten Ansatz, dass die gewählten Funktionen den Walrasianischen Anforderungen genügen müssen.

⁴⁴Man vergegenwärtige sich zu diesem Zweck die folgende CES-Produktionsfunktion, die homogen vom Grade 1 ist: $Y = [\alpha L^{-\rho} + (1 - \alpha) K^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}}$ (Y bezeichnet den Output, α den Distributionsparameter, L und K die eingesetzten Faktormengen und ρ den Substitutionsparameter). Die Funktion lässt sich graphisch durch Isoquanten darstellen, wobei der Substitutionsparameter die Krümmung und der Distributionsparameter die Schiefe der Isoquanten bestimmt. Man erhält unter Beachtung der Substitutionselastizität $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$ für $\rho \rightarrow 0$ und damit $\sigma \rightarrow 1$ die Cobb-Douglas-Funktion (vollkommen substitutive Produktionsfaktoren). Analog erhält man für $\rho \rightarrow \infty$ und damit $\sigma \rightarrow 0$ die Leontief-Produktionsfunktion (limitationale Produktionsfaktoren). Die beiden geläufigen Produktionsfunktionen sind also Extremfälle der CES-Funktion.

⁴⁵Darunter fallen insbesondere die lineare Homogenität sowie positiv abnehmende Grenzerträge.

⁴⁶Böhringer et al. (2003), S. 7.

⁴⁷Als Nestung („nesting structure“) bezeichnet man die hierarchische Bildung von Subaggregaten in einer Produktions- oder Nutzenfunktion. Diese erlaubt sowohl die Abbildung unterschiedlicher als auch identischer Substitutionselastizitäten auf den einzelnen Ebenen.

⁴⁸Die Substitutionselastizität $\sigma_{VA,M}$ im oberen Teil der Nestung beträgt stets Null, es handelt sich also um

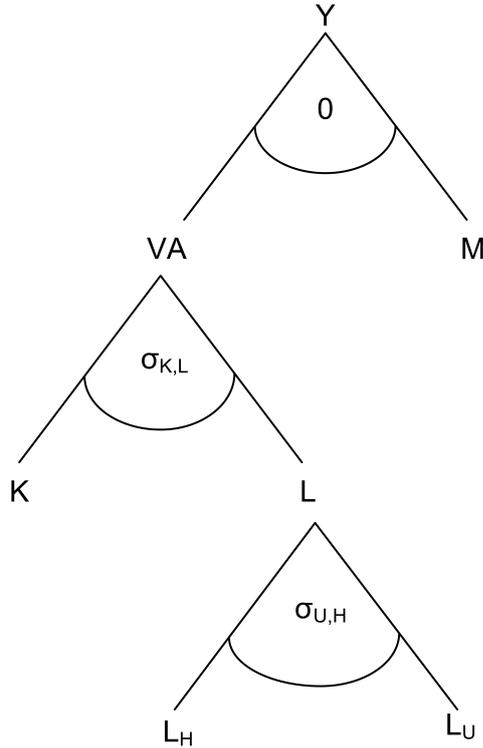


Abbildung 3: Produktionsstruktur in CGE-Modellen

Auch auf der Haushaltsseite haben sich CES-Funktionen⁵⁰ in mehrstufiger Form zum Standard in der CGE-Modellierung entwickelt (vgl. Abbildung 4⁵¹).

Der repräsentative Haushalt trifft seine Entscheidungen sequentiell. Entscheidungen auf dem oberen Level haben daher stets Einfluss auf die Alternativen der darunter liegenden Stufe. Er entscheidet auf dem obersten Level zunächst zwischen Konsum (C) und Freizeit (F). Auf der zweiten Ebene wird eine Entscheidung über den inländischen Konsum verschiedener Konsumgüter (C_1^Y bis C_i^Y) getroffen. Die dritte Ebene reflektiert die Zusammensetzung des Güterbündels aus inländischen (Y) oder importierten (M) Gütern, während auf der vierten Ebene eine Unterscheidung nach Herkunftsländern (Länder 1 bis k) erfolgt.

eine Leontief-Struktur.

⁴⁹So gibt $\sigma_{K,L}$ die Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Kapital an. Die Elastizität auf der untersten Stufe, $\sigma_{H,U}$ gibt Aufschluss über die Austauschbarkeit von gering- und hochqualifizierter Arbeit.

⁵⁰Neben Cobb-Douglas-Präferenzen werden häufig sog. Stone-Geary-Nutzenfunktionen (Geary (1950) und Stone (1954)) verwendet. Diese Modifikation der CES-Funktion eignen sich insbesondere zur Modellierung von Budgetfragen. Stone-Geary-Präferenzen sind die Grundlage eines LES-Systems (Linear Expenditure), in dem hinsichtlich bestimmter Güter ein Mindestkonsum modelliert wird. Erst wenn dieser Minimalkonsum realisiert wird, entsteht dem Haushalt ein positiver Nutzen. Die Stone-Geary-Nutzenfunktion ist eine im Ursprung verschobene Cobb-Douglas-Funktion.

⁵¹Quelle: In Anlehnung an Fehr et al. (1995), S. 127.

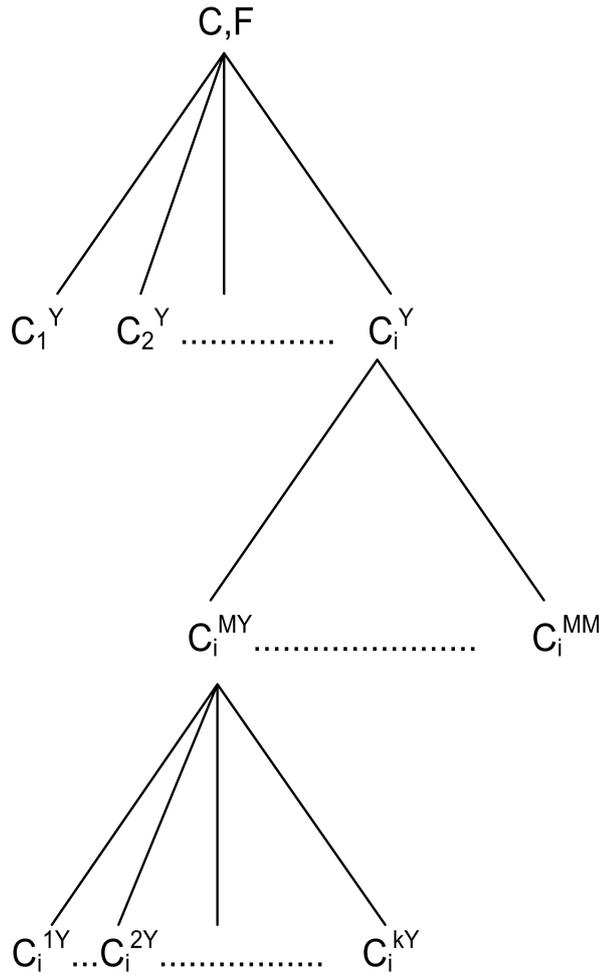


Abbildung 4: Mehrstufige Nutzenfunktion

4.3 Koeffizientenform vs. *calibrated share form*

Üblicherweise werden CES-Funktionen in der Koeffizientenform⁵² dargestellt. Um die freien Parameter aus einer gegebenen Anzahl an Preisen und Mengen zu berechnen, bedarf es der Invertierung der Funktionen. Die *calibrated share form* ist äquivalent zur Schreibweise in Koeffizientenform. Sie reduziert allerdings den Aufwand zur Kalibrierung freier Parameter erheblich, da sie auf Wertanteilen beruht, die direkt aus den *Benchmark*-Daten der zugrundeliegenden Input-Output-Tabelle⁵³ abgelesen werden können. So wird etwa die Standard-CES-

⁵²Ein Koeffizient ist ein multiplikativer Faktor, der mit einer Variablen oder einem Basisvektor kombiniert wird. Für eine Produktionsfunktion vom Cobb-Douglas-Typ mit i Produktionsfaktoren ergibt sich etwa in Koeffizientenschreibweise: $y = \varphi \prod_i x_i^{\alpha_i}$, wobei φ ein Skalenparameter und α ein Verteilungsparameter für den Input i ist.

⁵³Vgl. zu Input-Output-Tabellen Kapitel 5.2.

Produktionsfunktion mit den Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital der Form

$$y(K, L) = [\alpha K^{-\rho} + (1 - \alpha) L^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (14)$$

in der *calibrated share form* zu⁵⁴:

$$y = \bar{y} \left[\theta \left(\frac{K}{\bar{K}} \right)^{-\rho} + (1 - \theta) \left(\frac{L}{\bar{L}} \right)^{-\rho} \right]^{\frac{1}{-\rho}}. \quad (15)$$

Dadurch entfällt die oftmals aufwändige Invertierung. Die Funktionen werden so aufbereitet, dass sie Terme für Preise, Mengen, Nachfragen, Kosten und Wertanteile im Benchmark enthalten. Diese müssen dann nur noch den Datenquellen entnommen und zwecks Kalibrierung der verbleibenden Parameter eingesetzt werden.

4.4 Parameterbestimmung: Kalibrierung vs. ökonometrische Schätzung

Im Hinblick auf die Bestimmung der Parameterwerte der funktionalen Form des Modells besteht die Wahl zwischen zwei verschiedenen Vorgehensweisen. Entweder werden die Parameter auf der Basis von Zeitreihendaten ökonometrisch geschätzt oder aber die Werte werden kalibriert⁵⁵.

Die ökonometrische Schätzung hat sich dabei aus mehreren Gründen als sehr aufwändig und kompliziert erwiesen⁵⁶. Zum einen ist es aufgrund der Komplexität der meisten Modelle, die aus einer Vielzahl nichtlinearer, simultan zu bestimmender Gleichungen bestehen, erforderlich, mehrere hundert wenn nicht gar tausende Parameter zu schätzen. Dies würde eine sehr hohe Anzahl an Observationen erfordern, die häufig schlicht nicht verfügbar sind⁵⁷. Shoven und Whalley (1984) stellen zwar fest, dass eine Tendenz zur Spezialisierung besteht, die mit einer Reduktion der zu schätzenden Parameter einhergeht, halten es dennoch häufig für nicht praktikabel, alle Gleichgewichtsrestriktionen über die Märkte und damit die einzelnen Teilmodelle innerhalb eines ökonometrischen Schätzverfahrens simultan einzuhalten und sinnvoll zu integrieren. Böhringer und Wiegard (2003) weisen darauf hin, dass der wesentliche Vorteil ökonometrischer

⁵⁴ θ bezeichnet dabei den Wertanteil des Kapitals im Benchmark: $\theta = \frac{\bar{r}\bar{K}}{\bar{r}\bar{K} + \bar{w}\bar{L}}$. Rutherford (1998) leitet die Umwandlung auch für andere Funktionen wie die Kostenfunktion sowie die Faktornachfragen ausführlich her. Eine ähnliche Darstellung ist bei Böhringer und Wiegard (2003) zu finden.

⁵⁵Eine ausführliche Darstellung der unterschiedlichen Vorgehensweisen liefern Mansur und Whalley (1984).

⁵⁶Vgl. für einen Überblick über diese Vorgehensweise Shoven und Whalley (1984). Als Beispiel für die auftretenden Schwierigkeiten sei noch Mansur (1980) angeführt, der die Probleme bei der Anwendung der Maximum-Likelihood-Methode unter Einhaltung der Gleichgewichtsrestriktionen darstellt, sowie Jorgenson (1984), der die ökonometrische Schätzung von Kostenfunktionen vorgenommen hat.

⁵⁷So werden etwa Input-Output-Tabellen nur in Abständen von mehreren Jahren erstellt. Ähnliches gilt für Einkommens- und Verbrauchsstichproben (vgl. Kapitel 5.2 und 5.3).

Schätzungen dann entfällt, wenn die Abschätzung von Konfidenzintervallen nicht mehr möglich ist und halten dies angesichts der Vielzahl an Gleichungen für sehr wahrscheinlich. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Observationen bestimmter Variablen meist nur in Wertgrößen vorliegen, die sowohl eine Information über den Preis als auch die Menge enthalten. Für eine Zeitreihenschätzung ist es aber unerlässlich, diese beiden Angaben, die der Gleichgewichtsbeobachtung zugrundeliegen, zu trennen, um so eine konsistente Datengrundlage über die Zeit zu erhalten.

Gegenüber dem stochastischen Schätzverfahren hat sich im Laufe der Zeit ein anderes, deterministisches Verfahren, die sog. Kalibrierung⁵⁸, durchgesetzt. Häufig wird die Kalibrierung als „Einpunktschätzung“ bezeichnet⁵⁹. Dabei wird unterstellt, dass sich die betrachtete Wirtschaft zu einem bestimmten Referenzzeitpunkt im Gleichgewicht befindet⁶⁰. Durch Auflösen der Gleichgewichtsbedingungen nach den zu bestimmenden Parametern und Implementierung der erklärenden Preise sowie Mengenangaben aus den verfügbaren Datenquellen lassen sich die übrigen Parameter ermitteln. Für den verallgemeinerten n -Faktoren-Fall lautet die CES-Produktionsfunktion⁶¹:

$$Y = f(x) = \left[\sum_n \theta_n (\alpha_n x_n)^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}}. \quad (16)$$

Für das jeweilige Grenzprodukt gilt unter Anwendung der Kettenregel:

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_n} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\theta_n (\alpha_n x_n)^\rho}{f(x)^\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}-1} \cdot \rho \alpha_n \theta_n (\alpha_n x_n)^{\rho-1}. \quad (17)$$

Und somit:

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_n} = f(x)^{1-\rho} \cdot \alpha_n^\rho \theta_n x_n^{\rho-1}. \quad (18)$$

Sowie zusammengefasst:

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_n} = \alpha_n^\rho \theta_n \left[\frac{x_n}{f(x)} \right]^{\rho-1}. \quad (19)$$

Im Gewinnmaximum der Firma entspricht das Grenzprodukt gerade dem Faktorpreis, der

⁵⁸Vgl. hierzu Dawkins et al. (2001).

⁵⁹Vgl. etwa Böhringer und Wiegard (2003) oder auch Shoven und Whalley (1984).

⁶⁰Diese Annahme bietet häufig Anlass zur Kritik an der empirischen allgemeinen Gleichgewichtsanalyse. Die getroffenen Annahmen (Mengenanpasser, atomistische Marktstrukturen, vollständige Transparenz der verfügbaren Informationen, Abwesenheit von Transaktionskosten) bedeuten zumindest annähernde Marktvollkommenheit. Tait (1989) fordert eine kritische Haltung gegenüber den Resultaten, falls die Annahmen empirisch nicht bestätigt werden können. Auch Bork (2000) gibt zu Bedenken, ob die Daten des Basisjahres tatsächlich als ein gesamtwirtschaftliches Gleichgewicht interpretiert werden können.

⁶¹ x bezeichnet den Faktor, θ ist der Wertanteilsparameter und α der Distributionsparameter. Der Substitutionsparameter ist ρ .

zwecks Kalibrierung üblicherweise auf Eins normiert wird:

$$\alpha_n^\rho \theta_n \left[\frac{x_n}{f(x)} \right]^{\rho-1} = 1. \quad (20)$$

Der Datensatz des Benchmarks⁶² enthält Informationen über die x_n sowie $f(x)$. Die Substitutionselastizität wird entweder angenommen oder aus der einschlägigen ökonomischen Fachliteratur übernommen. Unter Verwendung des Entlohnungsanteils des Faktors n , $\frac{x_n}{f(x)} = \theta_n$, kann somit nach

$$\alpha_n = \frac{1}{\theta_n}. \quad (21)$$

aufgelöst werden.

Das so kalibrierte Modell dient als Referenzgleichgewicht, anhand dessen ein exogener Schock oder eine Politikmaßnahme durch die Änderung eines oder mehrerer exogener Parameter untersucht werden kann. Die Änderungen bewirken über das Gleichungssystem eine Anpassung der endogenen Systemvariablen, sodass sich ein neues Gleichgewicht, das sog. *Counterfactual*, einstellt. Durch einen Vergleich der beiden gleichgewichtigen Zustände werden die quantitativen Auswirkungen der Änderung untersucht und evaluiert.

Obwohl das Kalibrierungsverfahren sich im Laufe der Zeit als Standardvorgehensweise etabliert hat, weisen Shoven und Whalley (1984) auf zwei gravierende Nachteile hin:

- Zunächst greift die Kalibrierung nur auf die Daten eines Jahres oder eines Durchschnitts an Beobachtungen zurück. Damit können zwar die Wertanteilsparameter der oben beschriebenen Funktionen identifiziert werden; gleichwohl fehlt es an Informationen, die im Hinblick auf die Identifikation von Elastizitäten nützlich sein können. Elastizitäten können nur bei einer Preis- oder Mengenänderung bestimmt werden, d.h. für die praktische Umsetzung, dass mehrere Beobachtungen vorliegen müssen. Deshalb ist man neben der Kalibrierung auf die Übernahme empirisch relevanter Schätzungen für die Elastizitäten angewiesen. Shoven und Whalley (1984) merken in diesem Zusammenhang an, dass die Literatur in diesem Forschungsbereich je nach gesuchter Elastizität nur spärlich vorhanden und häufig widersprüchlich sei⁶³.
- Darüber hinaus erscheint es problematisch, dass ein deterministisches Verfahren wie die Kalibrierung keinen statistischen Test im Hinblick auf die Spezifikation des Modells erlaubt. Damit entzieht sich das Verfahren weitestgehend einer intersubjektiven Gütebeurteilung. Böhringer und Wiegard (2003) stellen fest, dass zwar die empirische Aussagekraft der Parameter bzw. die Güte der Parameterschätzung nicht überprüft werden könne, dass

⁶²Vgl. hierzu Kapitel 5.

⁶³Vgl. hierzu Shoven und Whalley (1984), S. 1020.

aber immerhin durch Sensitivitätsanalysen untersucht werden könne, wie sich alternative Annahmen oder Änderungen der Parameter auf Intensität und Vorzeichen der Effekte auswirkten. Dies erlaube eine Aussage über die Robustheit der getroffenen Handlungsempfehlungen⁶⁴.

5 Datenbasis

Voraussetzung für die Kalibrierung eines Gleichgewichtsmodells sind Basisdaten, die mit den Anforderungen an die Existenz eines allgemeinen ökonomischen Gleichgewichts übereinstimmen. Deshalb gehört die Erstellung eines mikroökonomisch konsistenten Datensatzes zu den wichtigsten und arbeitsintensivsten Aspekten bei der Umsetzung des Modells. Fehr und Wiegard (1996) merken an, dass bei Wahl möglichst realistischer Werte Grund zur Hoffnung besteht, dass die erhaltenen Ergebnisse ebenfalls realistisch bzw. empirisch relevant sind. Man könne bei etwas großzügiger Interpretation numerische Gleichgewichtsmodelle dann auch als ökonomische Experimente verstehen⁶⁵.

Im folgenden Abschnitt 5.1 werden die wichtigsten Eigenschaften der *Social Accounting Matrix* (SAM) erklärt. Die Erstellung einer solchen Matrix ist die übliche Vorgehensweise zur Aufbereitung der Daten in der CGE-Modellierung. In den Abschnitten 5.2 bis 5.4 werden dann die Quellen, anhand derer die Konstruktion einer SAM erfolgt, kurz vorgestellt.

5.1 Die *Social Accounting Matrix* (SAM)

Die *Social Accounting Matrix* (SAM) ist ein Basisdatensatz, der per Definition ein Gleichgewicht als Referenzzustand reproduziert. Die SAM wird häufig als Momentaufnahme einer Ökonomie interpretiert, die die wesentlichen ökonomischen Zusammenhänge einer Volkswirtschaft (sei es im Inneren hinsichtlich ihrer Produktions- oder Einkommenstruktur oder in ihren Außenbeziehungen durch ihre Import- und Exportbeziehungen) widerspiegelt⁶⁶.

King (1985) unterscheidet zwei Ziele, die mit der Erstellung einer SAM verfolgt werden. Zunächst steht die sinnvolle Organisation der benötigten Informationen im Vordergrund. Die Struktur der Volkswirtschaft soll hinreichend genau und aussagekräftig durch eine verlässliche Datenbasis abgebildet werden. Darüber hinaus dient die SAM als Ausgangspunkt der Implementierung eines plausiblen Modells. Tabelle 3⁶⁷ verdeutlicht die Interaktionen der handelnden

⁶⁴Vgl. hierzu Böhringer und Wiegard (2003), S. 8.

⁶⁵Vgl. Fehr und Wiegard (1996), S. 2.

⁶⁶Eine detaillierte Einführung sowie die ausführliche Behandlung diverser Einzelaspekte zum Thema *Social Accounting Matrix* findet sich bei Pyatt und Round (1985).

⁶⁷Quelle: in Anlehnung an Defourny und Thorbecke (1984).

Akteure untereinander sowie die Transformation der Güterströme der Modellökonomie, die in Abschnitt 2 aus theoretischer Sicht vorgestellt wurden.

		Input Produktion				Letzte Verwendung			
		1	2	..	n	Priv. Konsum	Staatskonsum	Invest.	Export
Inländische Produktion nach Sektoren	1	MA_1				MA_2			
	2								
	..								
	n								
Außenhandel		MA_3				MA_4			
Faktoreinsatz: -Arbeit -Kapital		MA_5				MA_6			
Transfers -Steuern -Subventionen		MA_7				MA_8			

Tabelle 3: Aufbau einer Social Accounting Matrix

Die Submatrix MA_1 bildet die Produktionsstruktur durch eine Zusammenstellung der Produktionsaktivitäten ab. Sie ist das Kernstück der Matrix und wird in den meisten Fällen anhand von Input-Output-Tabellen erstellt. Die Sektoren dieser Ökonomie kombinieren Produktionsfaktoren⁶⁸ (MA_5) mit Vorprodukten und produzieren so Wertschöpfung, die sie als Faktoreinkommen (MA_6) wiederum an die Institutionen, d.h. insbesondere an die Haushalte als Anbieter dieser Faktoren, ausschütten. Freilich bleibt es nicht bei dieser primären Einkommensverteilung, die sich aus Angebot und Nachfrage an den Faktormärkten ergibt. Je nach Präferenz der Mehrheitsmeinung wird diese primäre Verteilung der Einkommen auf die Haushalte durch Eingriffe des Staates mittels Transfers (MA_8) verändert, hieraus resultiert das Sekundäreinkommen der Haushalte. Natürlich kann der Staat auch direkt in den Produktionsbereich eingreifen, diese Angaben enthält Submatrix (MA_7). Schließlich verwenden die Institutionen ihr Einkommen, um die im Unternehmenssektor produzierten Güter nachzufragen. Diese Verwendung ist in Subsektor MA_2 dargestellt. Der Export ist hier Teil der letzten Verwendung. Die Submatrizen MA_3 und MA_4 beinhalten den Konsum von Importen sowie den Verkauf von Exportwaren. Die Importwaren können sowohl als Vorprodukte im Produktionsprozess als auch als Endprodukte verbraucht werden.

Obwohl die einzelnen Elemente einer SAM mit dem Erklärungsgegenstand variieren, können einige verallgemeinerte Aussagen über die Inhalte einer solchen Matrix getroffen werden. Den

⁶⁸Die hier dargestellte SAM beschränkt sich auf die beiden Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit. In realitätsnahen Modellen werden häufig auch mehrere Produktionsfaktoren berücksichtigt. So ist es z.B. üblich, den Faktor Arbeit in mehrere Qualifikationsstufen (etwa von hochqualifizierten bis zu ungelerten Arbeitskräften) aufzuteilen.

Kern einer *Social Accounting Matrix* bildet die Input-Output-Rechnung, welche wichtige Informationen hinsichtlich der industriellen Produktion und der sektoralen Verflechtungen enthält, in Tabelle 3 sind dies die Werte der Submatrix MA_1 . Sie beinhaltet zwar ebenfalls Informationen über die Entlohnung der Produktionsfaktoren (vgl. Submatrix MA_5). Gleichwohl enthält sie keine Angaben über die Eigentümer dieser Faktoren. Eine SAM schliesst diese Lücke und komplettiert die Input-Output-Rechnung im Hinblick auf die Verteilung dieser Einkommen. Sie ergänzt die Input-Output-Tabellen um Angaben zur Verteilung des Haushaltseinkommens und dessen Verwendung, zu den Staatseinnahmen und -ausgaben sowie zur außenwirtschaftlichen Verflechtung⁶⁹.

Die Struktur einer SAM erfordert, dass die benötigten Informationen in einheitlicher Form vorliegen, was üblicherweise nicht der Fall ist. Vielmehr müssen die benötigten Angaben aus verschiedenen nationalen Quellen entnommen und teilweise modifiziert sowie aufeinander abgestimmt werden. Im Folgenden werden einige der Quellen⁷⁰, die die Grundlage für die Erstellung einer SAM bilden, kurz erläutert.

5.2 Input-Output-Tabellen

Als Elemente der VGR geben Input-Output-Tabellen einen detaillierten Einblick in die Güterströme und Produktionsverflechtungen einer Volkswirtschaft. Sie dienen u.a. als Grundlage für Strukturuntersuchungen der Wirtschaft sowie für Analysen der direkten und indirekten Auswirkungen von Nachfrage-, Preis- und Lohnänderungen auf die Gesamtwirtschaft und die einzelnen Bereiche. Die Konzepte und Definitionen der Input-Output-Rechnung basieren auf dem Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen von 1995⁷¹. Die Ergebnisse sind mit den Angaben in den jährlichen Konten und Standardtabellen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen abgestimmt.

Die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes werden nach 71 Gütergruppen bzw. Produktionsbereichen gegliedert. Abbildung 4 zeigt den Aufbau einer Input-Output-

⁶⁹Keuning und Ruijter (1988) merken an, dass sämtliche Angaben der SAM in Abhängigkeit von der sozioökonomischen Struktur eines Landes, der jeweiligen Datenlage sowie des zu untersuchenden Erklärungsgegenstandes erstellt werden müssen und somit stark variieren. Gleichwohl halten auch sie Daten zur Produktionsstruktur sowie zur Einkommensentstehung und -verwendung der Haushaltsgruppen, der Firmen, des Staates sowie zur außenwirtschaftlichen Verflechtung unabhängig vom Untersuchungsgegenstand für unverzichtbar.

⁷⁰Dabei werden lediglich die wichtigsten inländischen Quellen, die für die Erstellung einer SAM für Deutschland in Frage kommen, erläutert. Einen Überblick über die Datengewinnung im Allgemeinen bieten Keuning und Ruijter (1988). Mit dem Problem der Erstellung einer Input-Output-Tabelle im Besonderen befasst sich Skolka (1983).

⁷¹1998 wurde das nationale System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung durch das europäische System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 1995) ersetzt. Damit strebte man die verbindliche Vereinheitlichung der verschiedenen nationalen Methoden, Konzepte, Klassifikationen, Definitionen und Buchungsregeln zur besseren Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU an.

Tabelle in -nach drei Gütergruppen (Zeilen) und drei Produktionsbereichen (Spalten)- stark aggregierter Form⁷².

Aufkommen		Verwendung					
		Input Produktion				Letzte Verw. von Gütern	Gesamte Verw. von Gütern
		I ¹	II ²	III ³	Σ		
I. Quadrant				II. Quadrant			
Inländische Produktion nach Sektoren	I	4.8	35.4	3.3	43.4	25.7	69.1
	II	11.5	749.7	148.3	909.5	1249.3	2158.9
	III	10.0	310.9	609.6	930.5	1259.7	2190.2
Vorleistungen		26.2	1096.0	761.2	1883.5	2534.7	4418.2
Gütersteuern abzgl. Subventionen		1.1	8.8	36.7	46.6	159.7	206.3
Σ		27.3	1104.8	798.0	1930.1	2694.4	4624.5
III. Quadrant							
Arbeitnehmerentgelt		..	..	..	..
Produktionsabgaben abzgl. Subventionen		..	..	..	..
Abschreibungen		..	..	..	..
Nettoüberschuss							
Bruttowertschöpfung		22.8	521.2	1312.2	1856.2		
Produktionswert		50.1	1626.0	2110.1	3786.3		
Importe		19.0	532.8	80.1	631.9		
Gesamtes Aufkommen an Gütern		69.1	2158.9	2190.2	4418.2		
¹ Primärer Sektor, ² Sekundärer Sektor, ³ Tertiärer Sektor							
Quelle: http://www.destatis.de/basis/d/vgr/inputtab1.php							

Tabelle 4: Input-Output-Tabelle 2000 zu Herstellungspreisen in Mrd. Euro

Eine Input-Output-Tabelle setzt sich aus drei Quadranten zusammen und zeigt, wie sich das gesamte Aufkommen an Gütern aus inländischer Produktion (Produktionswert) und aus Importen zusammensetzt (III. Quadrant). Die Zeilen des I. und II. Quadranten enthalten Informationen darüber, wie diese Güter verwendet werden, wobei zwischen der intermediären Verwendung der einzelnen Produktionsbereiche (Verbrauch von Vorleistungsgütern im primären-, sekundären- und tertiären Bereich) und der letzten Verwendung (Private Konsumausgaben im Inland, Konsumausgaben des Staates, Bruttoinvestitionen, Exporte von Waren und Dienstleistungen) unterschieden wird. Die Spalten des I. und III. Quadranten geben an, welche Inputs bei der Produktion der Güter eingesetzt werden. Hierbei wird zwischen intermediären Inputs (Vorleistungen) und Primärinputs (Wertschöpfungskomponenten) unterschieden. Die

⁷²Das Statistische Bundesamt veröffentlicht die detaillierten Ergebnisse der Input-Output-Rechnung in seiner Fachserie 18, Reihe 2 (vgl. hierzu Statistisches Bundesamt (2005)).

Wertschöpfungskomponenten sind sonstige Produktionsabgaben abzüglich sonstiger Subventionen, Arbeitnehmerentgelte im Inland sowie Abschreibungen und Nettobetriebsüberschüsse⁷³.

Im Zusammenhang mit der Modellierung von CGE-Modellen sollte eine wichtige Eigenschaft der Input-Output-Tabellen nicht unerwähnt bleiben. In Kapitel 2 wurden die Nullgewinnbedingungen für die Sektoren sowie die Marktträumungen auf allen Faktor- und Gütermärkten als zentrale Elemente der walrasianischen Ökonomie dargestellt. Die Input-Output-Tabelle entspricht per Konstruktionsvorschrift gerade diesen Bedingungen. Die Zeilen einer solchen Tabelle können als Marktträumung interpretiert werden. Darüber hinaus repräsentieren die Spalten einer solchen Tabelle die Nullgewinnbedingungen der Firmen bzw. der Einkommensgleichung der Haushalte. Die Spalte eines Sektors addiert sich genau dann zu Null, wenn der Wert des Outputs dem des Inputs entspricht.

5.3 Einkommens- und Verbrauchsstichproben

Im Rahmen der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) werden in Deutschland private Haushalte im fünfjährigen Turnus zu ihren Einnahmen und Ausgaben, zur Vermögensbildung, zur Ausstattung mit langlebigen Gebrauchsgütern und zur Wohnsituation befragt. 2003 fand die EVS insgesamt zum neunten Mal statt⁷⁴. Bei der EVS handelt es sich um eine Stichprobe, bei der nicht alle, sondern nur etwa 0,2% aller privaten Haushalte, d.h. jeder fünfhundertste Haushalt, befragt wird. In der Erhebung sind nur solche Haushalte vertreten, die sich auf Grund von Werbemaßnahmen der Statistischen Landesämter und des Statistischen Bundesamtes bereiterklären, die in den Erhebungsunterlagen gestellten Fragen auf freiwilliger Basis zu beantworten. Da die Bereitschaft zur Teilnahme an der Befragung nicht bei allen Bevölkerungsgruppen gleich stark ausgeprägt ist, entstehen erhebliche statistische Probleme. So geht nicht jeder Haushalt a priori mit der gleichen Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe ein, wie es bei einer reinen Zufallsauswahl der Fall wäre⁷⁵. Haushalte von Selbstständigen, Landwirten und Arbeitern sind in geringerem Maße zur Teilnahme bereit als die Haushalte von Beamten oder Angestellten. Auch sind vergleichsweise wenige Haushalte mit nur einer Person und wenige Haushalte mit

⁷³Die Input-Output-Tabellen werden um Auswertungstabellen ergänzt, die hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht detailliert dargestellt werden. Dazu gehören insbesondere Input-Koeffizienten und inverse Koeffizienten sowie Tabellen mit Angaben über Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Produktionsbereichen, um Tabellen mit physischen Angaben über Aufkommen und Verwendung von Energie nach Energieträgern und um Konsumverflechtungstabellen mit Angaben über Konsumausgaben privater Haushalte im Inland nach Gütergruppen und Verwendungszwecken.

⁷⁴Einen kurzen Überblick über die Ergebnisse veröffentlicht das Statistische Bundesamt in seiner Fachserie 15, Heft 2 : Einkommens- und Verbrauchsstichprobe - Geldvermögensbestände und Konsumentenkreditschulden privater Haushalte.

⁷⁵Vgl. zu Problemen der Stichprobenziehung im Allgemeinen Hartung (2002), Kapitel V, und zu Stichproben in der amtlichen Statistik Statistisches Bundesamt (1960).

sehr niedrigen oder sehr hohen Einkommen vertreten⁷⁶. Um den vermuteten Mittelschichtbias auszugleichen, werden Quotenpläne verwendet, um alle sozialen Schichten abzubilden. Mittels Faktoren, die auf der Basis der aktuellen Mikrozensushebung berechnet werden, erfolgt dann eine Hochrechnung⁷⁷. Weitere Erfassungsprobleme, die hier aus Platzgründen nicht eingehender diskutiert werden können, bestehen in der Bewertung von Immobilienvermögen sowie in der Berücksichtigung von Betriebsvermögen⁷⁸.

5.4 Lohn- und Einkommensteuerstatistik

Die Lohn- und Einkommensteuerstatistik erfasst neben dem gesamten steuerlich relevanten Einkommen die Abzugsbeträge wie Werbungskosten und Sonderausgaben aller Steuerpflichtigen, geschichtet nach Bruttolohnklassen⁷⁹. Bei den erhobenen Merkmalen handelt es sich grundsätzlich um die im Einkommensteuergesetz definierten Tatbestände. Ergänzend werden Merkmale wie das Geschlecht, das Geburtsjahr, Religion, Kinderfreibeträge und Kindergeld ermittelt.

Die Komplexität der Lohn- und Einkommensteuer macht eine jährliche Aufbereitung der Statistik nahezu unmöglich. Deshalb wird sie nur für jedes dritte Veranlagungsjahr durchgeführt. Es besteht für nicht veranlagungspflichtige Steuerzahler keine rechtliche Verpflichtung, die Steuererklärung im Folgejahr abzugeben. Ergo kann die Statistik eines Veranlagungsjahres erst mehrere Jahre später aufbereitet zur Verfügung gestellt werden. Dieser *time-lag* ist auch dafür verantwortlich, dass die zurzeit aktuellste Statistik für das Veranlagungsjahr 2001 vorliegt.

FAST Mit FAST 98 wurden erstmals Mikrodaten aus dem Bereich der Steuerstatistiken in Form von „Faktisch anonymisierten Daten aus der Lohn- und Einkommensteuerstatistik 1998 (FAST 98)“ veröffentlicht. FAST 98 ist eine 10%-ige Stichprobe aller Einkommensteuerveranlagungen für das Kalenderjahr 1998. Es umfasst Daten von rund 2,9 Millionen Steuerpflichtigen mit bis zu 350 Merkmalen. Neben den sozioökonomischen Merkmalen enthalten diese Mikrodaten nahezu alle Angaben aus den Einkommensteuererklärungs-Formularen. FAST 98 weist eine Reihe von Merkmalen auf, die eine gezielte Analyse über Einkommensverteilungen für gesellschaftliche Gruppen ermöglicht. Die Erhebungen gehen dabei in Umfang und Detail deutlich

⁷⁶Die Fallzahlen in der letzten Gruppe sind sogar so niedrig, dass das Statistische Bundesamt eine Abschneidegrenze eingeführt hat. Diese liegt nach mehreren Anhebungen in den letzten Jahren zur Zeit bei 18.000 € (vgl. Statistisches Bundesamt (2003)).

⁷⁷Vgl. auch zur Methode der Hochrechnung Statistisches Bundesamt (2003).

⁷⁸Vgl. insbesondere zum Problem der Immobilienbewertung in diesem Zusammenhang Schüssler et al. (2000). Die Probleme im Zusammenhang mit Ermittlung und der Berücksichtigung von Betriebsvermögen wird bei Hauser und Stein (2001) sowie bei Ammermüller et al. (2005) behandelt.

⁷⁹Für das Jahr 1995 handelte es sich dabei um 29,2 Million steuerpflichtige Haushalte. Institutionelle steuerliche Regelungen wie die Zusammenveranlagung haben zur Folge, dass die Lohn- und Einkommensteuerstatistik keine reinen Individualeinkommen abbildet.

über die Lohn- und Einkommenssteuerstatistik hinaus. Erhoben werden z.B. Geschlecht, Religion, Veranlagungsart, Grund-/Splittingtabelle, Steuerklasse, Wirtschaftszweig, Zugehörigkeit zu den Freien Berufen, regionale Zuordnung und Altersangaben der Steuerpflichtigen. Diese Detailangaben bringen die Anforderung einer gewissenhaften Anonymisierung der Daten mit sich, um bestehende Datenschutzvorschriften nicht zu verletzen.⁸⁰

6 Anwendungsgebiete

Die Anwendungsgebiete, die unter Zuhilfenahme von CGE-Modellen analysiert worden sind, sind außerordentlich vielfältiger Natur⁸¹. Neben Themen der Besteuerung liegen wichtige Anwendungsbereiche in der Analyse internationaler Handelsbeziehungen sowie der Entwicklungsökonomie. Im Bereich der Außenhandelspolitik haben sich etwa Deardorff und Stern (1981) sowie Whalley (1982a) mit den quantitativen Auswirkungen des GATT auseinandergesetzt. Darüber hinaus benutzt Whalley (1982b) ein nach Regionen differenziertes Modell und erstellt so einen Beitrag zur Nord-Süd-Debatte. Krueger (1974) diskutiert schließlich das *rent-seeking*-Verhalten in Entwicklungsländern im Hinblick auf die daraus resultierenden sozialen Kosten.

Neben diesen vielfältigen Einsatzgebieten stehen natürlich seit jeher Fragen der Effizienz- und Verteilungswirkungen von Besteuerungssystemen im Mittelpunkt finanzwissenschaftlichen Interesses. In Abschnitt 6.1 soll daher eine Auswahl an Arbeiten zusammengestellt werden, die sich mit der Analyse von Allokations- und Wohlfahrtswirkungen verschiedener Steuerregime befassen⁸². Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren Fragen aus der Umweltpolitik und -ökonomik als Kernuntersuchungsgegenstände der CGE-Methodik herauskristallisiert. Einen Überblick über dieses Forschungsfeld enthält Abschnitt 6.2.

6.1 Finanzpolitische Anwendungen

Wie schon weiter oben erwähnt, sind dem Anwendungsbereich allgemeiner Gleichgewichtsmodelle kaum Grenzen gesetzt. Der Überblick in diesem Unterabschnitt beschränkt sich auf aktuelle Studien zur Analyse von Steuerreformen und deren Beschäftigungswirkungen⁸³.

⁸⁰Einen Überblick über die Maßnahmen und Techniken der Anonymisierung findet man im Internet unter <http://www.forschungsdatenzentrum.de/anonymisierung.asp>.

⁸¹Einen knappen Überblick bieten etwa die Arbeiten von Kehoe und Prescott (1995) sowie Klepper et al. (1994).

⁸²Der Versuch, die Beiträge vollständig zu erfassen, kann aufgrund ihrer Vielfalt und Anzahl nur zum Scheitern verurteilt sein. Aus diesem Grund werden hier lediglich einige Beiträge exemplarisch aufgeführt.

⁸³Fehr und Wiegard (1996) bieten einen Überblick über ältere Studien, die sich insbesondere mit der Steuerreform von 1986 in den USA beschäftigen. Hierzu zählt auch die Studie von Ballard et al. (1982), die sich mit der durch das US-Steuersystem verursachten marginalen Mehrbelastung beschäftigen.

Altig et al. (1997) analysieren anhand eines A-K-Modells die Wohlfahrtseffekte sowie die intergenerativ-distributiven Auswirkungen verschiedener Einkommensteuerreformvorschläge für die USA. Knudsen et al. (1998) entwickeln DREAM, ein OLG-Modell für Dänemark, auf dessen Grundlage sie die Beschäftigungswirkungen der dänischen Steuerreform von 1993 untersuchen. Hutton und Ruocco (1999) untersuchen ex post die Auswirkungen verschiedener Einkommen- und Mehrwertsteuerreformen auf den Arbeitsmarkt in Deutschland, Frankreich, Italien und Großbritannien. Sie verwenden ein statisches CGE-Modell, das von Ruocco (1996) detailliert beschrieben wird, und kommen zu dem Ergebnis, dass die deutsche Steuerpolitik von 1985 bis 1992 ceteris paribus zu einer leichten Reduktion der Arbeitslosenquote in diesem Zeitraum geführt hat. Keuschnigg und Dietz (2003) untersuchen mit einem OLG-Modell des Blanchard-Typs von Keuschnigg (2002) die Unternehmenssteuerreform in der Schweiz. Bei IFOMOD von Keuschnigg et al. (2004) handelt es sich um eine modifizierte und auf deutsche Verhältnisse angepasste Version des Modells von Keuschnigg (2002). Radulescu und Stimmelmayer (2004) untersuchen mit diesem Modell die Auswirkungen der Einführung einer dualen Einkommensteuer gemäß dem Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2003) und kommen zu dem Ergebnis, dass diese Reform in Deutschland zu einer Erhöhung der Investitionstätigkeit und zu Wohlfahrtssteigerungen führen würde.

Graafland et al. (2001) entwickeln MIMIC, ein sequentiell dynamisches Gleichgewichtsmodell der Niederlande, auf dessen Basis Bovenberg et al. (2000) und Bovenberg (2003) die Auswirkungen von Steuerreformen auf den niederländischen Arbeitsmarkt untersuchen. Dieses Modell diente auch dem ZEW als Grundlage zur Entwicklung eines CGE-Modells für Deutschland. Böhringer et al. (2005) beschreiben dieses Modell PACE-L⁸⁴ und analysieren damit die Beschäftigungswirkungen verschiedener hypothetischer aufkommensneutraler Steuerreformmöglichkeiten für Deutschland. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Beschäftigungseffekte einer Reduktion der Steuerlast des Faktors Arbeit relativ klein sind und das Vorzeichen des Effekts nicht eindeutig ist. Boeters, Gürtzgen und Schnabel (forthcoming) untersuchen mithilfe von PACE-L die Auswirkungen verschiedener Sozialreform-Vorschläge für Deutschland.

Fehr (1999) konstruiert ein OLG-Modell des Auerbach-Kotlikoff-Typs, mit dessen Hilfe er die Auswirkungen verschiedener Rentenbesteuerungsvorschläge⁸⁵ oder der demographischen Entwicklung auf die öffentlichen Finanzen⁸⁶ untersucht. Fehr und Wiegard (1998) analysieren anhand dieses Modells ex ante einige Reformvorschläge für die deutsche Einkommensbesteuerung aus dem Jahre 1996 und kommen zu dem Ergebnis, dass die (inter- und intragenerativen) Verteilungswirkungen dieser Vorschläge quantitativ viel stärker ins Gewicht fallen als die Ef-

⁸⁴Eine Besonderheit dieses Modells ist die Modellierung sektoraler Lohnverhandlungen, um den institutionellen Gegebenheiten des deutschen Arbeitsmarktes Rechnung zu tragen.

⁸⁵Vgl. hierzu Fehr und Jess (2001), Fehr (2003) und Fehr und Habermann (forthcoming).

⁸⁶Vgl. hierzu Fehr et al. (2003) und Fehr et al. (2004).

fizienzwirkungen. Bach et al. (2001a) analysieren mit dem empirischen allgemeinen Gleichgewichtsmodell LEAN⁸⁷ des DIW die Auswirkungen der ökologischen Steuerreform und berechnen diesbezüglich positive Wachstums- und Beschäftigungswirkungen.

Sørensen (2002) untersucht anhand eines statischen CGE-Modells⁸⁸ die Auswirkungen der deutschen Steuerreform 2000. Er kommt zu dem Ergebnis, dass die Reform zu nicht vernachlässigbaren Effizienzgewinnen, die den Aufkommensverlust in Höhe von ca. 0,25% des BIP mehr als kompensieren, führt. Des Weiteren berechnet Sørensen (2002) positive Wachstumseffekte aufgrund steigender in- und ausländischer Investitionstätigkeit und erwartet infolge dessen einen Anstieg der Beschäftigung.

Die Anwendung kombinierter Mikro-Makro-Simulationsmodelle zur Analyse der Auswirkungen von Steuerreformen hält sich bisher noch in Grenzen, obwohl Slemrod (1985) schon vor 20 Jahren ein kombiniertes Mikro-Makro-Modell zur Analyse von Steuerpolitiken entwickelt hat. Plumb (2001) entwickelt und beschreibt IMAGE, ein statisches numerisches allgemeines Gleichgewichtsmodell mit integriertem Mikrosimulationsmodell von Großbritannien, mit dessen Hilfe er die Auswirkungen von Körperschaftssteuerreformen analysiert. Boeters, Feil und Gürtzgen (forthcoming) integrieren das Mikrosimulationsmodell STSM in das allgemeine Gleichgewichtsmodell PACE-L, indem sie auf Basis des STSM Haushaltstypen aggregieren. Für diese werden im Mikrosimulationsmodell Einkommen, Steuern und Transfers berechnet, bevor diese Haushaltstypen in das CGE-Modell integriert werden, um stilisierte Reformen (verschiedene Kürzungsvarianten der Sozialhilfe) zur Stimulierung des Arbeitsangebots zu untersuchen. Eine ähnliche Vorgehensweise liegt dem MIMIC-Modell von Graafland et al. (2001) zugrunde.

Schließlich entwickeln Fuest et al. (2005b) ein integriertes Steuer-Transfer-Mikrosimulations- und CGE-Modell, anhand dessen die Auswirkungen auf Steueraufkommen, Beschäftigung und Wachstum des Steuerreformvorschlags von Joachim Mitschke (2004) analysiert werden⁸⁹.

6.2 Umweltpolitische Anwendungen

Die steigende Bedeutung umweltpolitischer Themen seit Ende der 70er Jahre, ausgelöst unter anderem durch den Ölpreisschock, hat sich auch in der wirtschaftstheoretischen Modellierung niedergeschlagen. Erste Vorläufer aktueller Modelle finden sich bereits bei Hudson und Jorgenson (1974) und Manne und Richels (1977), die bereits im Rahmen eines Optimierungsansatzes eine detailgenaue Abbildung des Energiesektors vornehmen. Mit steigendem Umweltbewußtsein in den 80er Jahren rücken Fragen nach den gesamtwirtschaftlichen Kosten einer Klimaschutzpolitik, im Wesentlichen konkretisiert durch die Reduktion von CO₂-Gasen, in den Mittelpunkt

⁸⁷Eine Beschreibung von LEAN findet man in Welsch (1996).

⁸⁸Das Modell wird in Sørensen (2001a) und Sørensen (2001b) dokumentiert.

⁸⁹Vgl. Fuest et al. (2005a).

der Aufmerksamkeit⁹⁰. Auch in der Folgezeit blieben derartige Untersuchungen aktuell. So beschäftigt sich etwa die OECD anhand des Modells GREEN länderübergreifend mit den Auswirkungen verschiedener CO₂-Politiken im Hinblick auf Emissionsentwicklung sowie anderer ökonomischer Konsequenzen⁹¹.

In den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts stand dann die Analyse der Einführung von Ökosteuern und der damit verbundenen Hoffnung auf eine doppelte oder gar dreifache Dividende im Mittelpunkt der umweltökonomischen Debatte. Die Kontroverse kreist im Kern um die Vorstellung, dass Ökosteuern nicht nur die Umweltbelastung reduzieren (erste Dividende). Vielmehr erhofft man sich von ihrer Einführung auch einen Beitrag zur Reduktion des *excess burden* des bereits existierenden Steuersystems (zweite Dividende) sowie eine Reduzierung der Arbeitslosigkeit (dritte Dividende). Verschiedene Arbeiten beschäftigen sich aus theoretischer Sicht mit der Diskussion um ökologische Steuerreformen. Das theoretische Grundmodell geht auf Bovenberg und de Mooij (1994) zurück⁹². Die Kombination aus Umweltsteuern und unfreiwilliger Arbeitslosigkeit wird z.B. von Koskela et al. (1998) untersucht. Kirchgässner et al. (1998) beschäftigen sich aus empirischer Sicht mit der Thematik und entwickeln ein CGE-Modell für die Schweiz. Für Deutschland behandeln etwa Bach et al. (2001b) das Thema Ökologische Steuerreform. Welsch (1996) untersucht eine ähnliche Fragestellung auf europäischer Ebene. Böhringer und Rutherford (1997) widmen sich darüber hinaus den Ausnahmeregelungen für bestimmte, besonders energieintensive Unternehmen. Es ist wiederum Böhringer (1996), der die Kohlesubventionen in Deutschland im Zusammenhang mit Emissionsrestriktionen im CGE-Modellrahmen behandelt.

Neben der Double-Dividend-Debatte steht in neuerer Zeit das Kyoto-Protokoll im Zentrum der Aufmerksamkeit. So behandelt etwa Balistreri (2002) die Konsequenzen des Kyoto-Protokolls unter Berücksichtigung imperfekter Arbeitsmärkte in einem CGE-Modell, das vor allem durch Suchprozesse gekennzeichnet ist. Böhringer und Löschel (2005) untersuchen anhand eines überregionalen CGE-Modells die ökonomischen Auswirkungen verschiedener Politikszenerarien, ausgelöst durch das Kyoto-Protokoll.

7 Zusammenfassung und Beurteilung

Dieser Beitrag hatte zum Ziel, die Vorgehensweise der CGE-Modellierung darzustellen. Es ist deutlich geworden, dass CGE-Modelle auf einer konsistenten theoretischen Basis, der allgemeinen mikroökonomischen Gleichgewichtstheorie, fußen. Gleichwohl ist es gerade diese theoretischen

⁹⁰Vgl. hierzu etwa Borges und Goulder (1984) oder auch Walley und Wigle (1991a) sowie Walley und Wigle (1991b).

⁹¹Vgl. hierzu die Dokumentation der OECD (1994) sowie OECD (1999).

⁹²Vgl. für eine Übersicht über die verschiedenen Beiträge etwa Goulder (1995).

sche Basis, welche häufig Anlass zu heftiger Kritik bietet. Ihr hoher Grad der Abstraktion sowie die datenmäßige Umsetzung des Gleichgewichtskonzepts im Referenzzeitraum⁹³ sind dabei die Hauptangriffspunkte. Es ist sicherlich wenig zielführend, innerhalb dieses kurzen Abschnitts die Debatte um den Sinn und Unsinn von Modellen im Allgemeinen diskutieren zu wollen. Dennoch sei darauf hingewiesen, dass die angewandte CGE-Modellierung ausdrücklich nicht zum Ziel hat, eine exakte, gleichgewichtige Zustandsbeschreibung des Marktgeschehens zum Referenzzeitpunkt zu liefern. Vielmehr ist sie ein Werkzeug, unter dessen Zuhilfenahme die komplexen Auswirkungen von Politikeingriffen simuliert werden sollen⁹⁴. Dabei sind die wesentlichen Vorteile darin zu sehen, dass CGE-Modelle die Wirkungen dieser Eingriffe nicht nur partialanalytisch, sondern eben auch hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen auf und mit anderen Märkten erfassen können. Gerade im Bereich der Untersuchung von Beschäftigungswirkungen von Steuerreformen ist diese Eigenschaft der Interdependenz deshalb von Wert, weil alternative Simulationsanalysen, wie reine Mikrosimulationsstudien, oftmals lediglich die Arbeitsangebots-effekte einer bestimmten Maßnahme untersuchen.

Als problematisch muss die Verwendung teilweise hoch aggregierter Daten angesehen werden⁹⁵. Gerade in diesem Zusammenhang erscheint es dringend geboten, zur Konstruktion eines den Ansprüchen gerecht werdenden Datensatzes auf ergänzende Quellen zurückzugreifen. Beispielfähig wurden einige dieser Statistiken in Abschnitt 5 vorgestellt. Ebenso ist die fehlende ökonomische Fundierung im Zuge des Kalibrierungsansatzes mit Schwierigkeiten behaftet⁹⁶.

Darüber hinaus wird häufig kritisiert, dass CGE-Modelle einen *black box*-Charakter hätten, da in wissenschaftlichen Veröffentlichungen die algebraische Modellformulierung sowie die Datenbasis oft nur unzureichend dokumentiert seien⁹⁷. Diesem Problem der asymmetrischen Informationsverteilung zwischen Autor und Leser bzw. Öffentlichkeit sollte allerdings durch

⁹³So diskutieren etwa Gottfried et al. (1990), inwieweit die Datenlage des jeweiligen Basisjahres den Anforderungen an ein gesamtwirtschaftliches Gleichgewicht genügt.

⁹⁴Vgl. hierzu Scarf und Shoven (1984) im Vorwort ihrer Konferenzdokumentation: „The imperfections of the general equilibrium model as a description of economic reality are well known to economists and in a less informed way to the general public. The model is inadequate in its treatment of money and financial institutions, it has great difficulty in allowing for unemployed resources, and it is unable to cope with large-scale industrial enterprises that are capable of exerting a significant influence on prices. [...] In spite of its imperfections, this method of analysis will retain its usefulness until economic theory is capable of providing compelling alternative formulations.“

⁹⁵So sind die Daten der Input-Output-Analyse als Bestandteil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung eher makroökonomischer Natur und als solche zur Beantwortung keynesianischer Fragestellungen prädestiniert (vgl. hierzu Wiegand (1985b), S. 162).

⁹⁶Diese wurde in Abschnitt 4.4 diskutiert. Während der Ökonometriker mit gesicherten Methoden klären kann, ob eine exogene Variable Erklärungskraft besitzt oder nicht, so besteht diese Möglichkeit in der angewandten Gleichgewichtsanalyse nur sehr eingeschränkt. Die Durchführung von Sensitivitätsanalysen können diesen Malus, wenn nicht beseitigen, so doch entschärfen.

⁹⁷Dieser Kritik sehen sich nicht nur CGE-Modelle ausgesetzt. Vielen quantitativen Methoden der empirischen Wirtschaftsforschung werden ähnliche Vorhaltungen gemacht (vgl. hierzu Dewald et al. (1986)).

eine umfassende Offenlegung der verwendeten Ansätze und Techniken zu begegnen sein⁹⁸.

Trotz dieser Mängel werden angewandte Gleichgewichtsmodelle in der Politikberatung häufig verwendet, da sie in der Lage sind, die Vorstellungen über die Relevanz bestimmter Einflußgrößen zu konkretisieren. Im theoretischen Modellrahmen ist es oftmals zwar möglich, eine Aussage über die Richtung eines bestimmten Effektes zu treffen. Weite Teile der Literatur analysieren die Wirkung von Steuern unter Zuhilfenahme der Differentialrechnung, was bei der Betrachtung marginaler Änderungen auch nahe liegt. Gleichwohl bestehen Probleme bei der Analyse „größerer“ Änderungen, wie sie häufiger im Rahmen von Steuerreformen vorgenommen werden. CGE-Modelle sind dagegen in der Lage, auch größere, strukturell komplexe Veränderungen abzubilden.

Da die numerische Gleichgewichtsanalyse über die qualitativen Wirkungen einer Reformmaßnahme hinaus in der Lage ist, quantitative Größen zu produzieren, stellt sie für viele Ökonomen ein willkommenes Instrument dar. Politik und Öffentlichkeit sind für griffige Zahlenangaben häufig empfänglich, während die sorgfältige Abwägung theoretischer Argumente im Allgemeinen auf eher begrenztes Interesse stößt⁹⁹. Dennoch sollten die Ergebnisse einer solchen numerischen Analyse vorsichtig und unter Vergegenwärtigung der hier angesprochenen Mängel interpretiert werden. Gerade auf der Grundlage einer sorgfältig ausgearbeiteten theoretischen Vorstellung von den stabilen ökonomischen Wirkungszusammenhängen erlaubt die CGE-Modellierung die Analyse von Effizienz- und Verteilungswirkungen bestimmter Politikmaßnahmen. Das Anliegen numerischer Simulationsrechnungen liegt dabei nicht primär in der Prognose, vielmehr erlauben sie eine vergleichende Analyse von Politikscenarien in Bezug auf eine plausible Referenzentwicklung. Gemessen an bestimmten Zielkriterien ist somit ein Vorteilsvergleich verschiedener, alternativer Reformvorschläge möglich. Die so gewonnenen Einsichten können Basis wertvoller Beiträge zur steuerpolitischen Diskussion sein.

⁹⁸Teilweise bemühen sich Autoren, dieser Forderung durch die Offenlegung der Codes der verwendeten Programme zu entkräften (vgl. z.B. Ruocco (1996)). Dennoch bleibt eine solche Vorgehensweise die Ausnahme, was in der Hauptsache mit Urheberschaftsproblemen erklärt werden kann. Natürlich ist hier ebenfalls zu berücksichtigen, dass in den einschlägigen wissenschaftlichen Fachzeitschriften oftmals nur wenig Raum für eine detaillierte Dokumentation besteht.

⁹⁹Vgl. hierzu Fehr und Wiegard (1996), S. 17 ff..

Literatur

- Altig, D., Auerbach, A., Kotlikoff, L., Smetters, K. und Walliser, J. (1997). Simulating U.S. Tax Reform, NBER Working Paper No. 6248.
- Altig, D., Carlstrom, C. und Lansing, K. (1995). Computable General Equilibrium Models and Monetary Policy Advice, *Journal of Money, Credit and Banking* **27(4)**: 1472–1493.
- Ammermüller, A., Weber, A. und Westerheide, P. (2005). Die Entwicklung und Verteilung des Vermögens privater Haushalte unter besonderer Berücksichtigung des Produktivvermögens - Abschlussbericht zum Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung.
- Armington, P. (1969). A Theory of Demand for Products distinguished by Place of Production, *IMF Staff Papers* **16**: 159–176.
- Arrow, K. und Debreu, G. (1954). The existence of an equilibrium for a competitive economy, *Econometrica* **22**: 265–290.
- Auerbach, A. und Kotlikoff, L. (1987). *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Auerbach, A., Kotlikoff, L. und Skinner, J. (1983). The Efficiency Gains from Dynamic Tax Reform, *International Economic Review* **24**: 97 – 130.
- Bach, S., Bork, C., Kohlhaas, M., Meyer, B., Praetorius, B. und Welsch, H. (2001a). *Die Ökologische Steuerreform in Deutschland*, Springer, Heidelberg.
- Bach, S., Bork, C., Kohlhaas, M., Meyer, B., Praetorius, B. und Welsch, H. (2001b). *Die Ökologische Steuerreform in Deutschland*, Springer, Berlin.
- Balistreri, E. J. (2002). Operationalizing Equilibrium Unemployment: A General Equilibrium External Economies Approach, *Journal of Economic Dynamics and Control* **26**: 347–374.
- Ballard, C., Fullerton, D., Shoven, J. und Whalley, J. (1985). *A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation*, University of Chicago Press, Chicago.
- Ballard, C. L., Shoven, J. B. und Whalley, J. (1982). The Welfare Cost of Distortions in the US Tax System: A General Equilibrium Approach, NBER Working Paper No. 1043.
- Blanchard, O. (1985). Debt, Deficits, and Finite Horizons, *Journal of Political Economy* **93(2)**: 223–247.

- Boeters, S., Feil, M. und Gürtzgen, N. (forthcoming). Discrete Working Time Choice in an Applied General Equilibrium Model, *Computational Economics* .
- Boeters, S., Gürtzgen, N. und Schnabel, R. (forthcoming). Reforming Social Welfare in Germany - An Applied General Equilibrium Analysis, *German Economic Review* .
- Böhringer, C. (1996). *Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen Analyse. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendung*, Peter Lang, Frankfurt.
- Böhringer, C., Boeters, S. und Feil, M. (2005). Taxation and Unemployment: An Applied General Equilibrium Approach, *Economic Modelling* **22**: 81–108.
- Böhringer, C. und Löschel, A. (2005). Climate Policy Beyond Kyoto: Quo Vadis? A Computable General Equilibrium Analysis Based on Expert Judgements, *KYKLOS* **58**(4): 467–493.
- Böhringer, C. und Rutherford, T. F. (1997). Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: A General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative., *Journal of Environmental Economics and Management* **32**(2): 189–203.
- Böhringer, C., Rutherford, T. F. und Wiegard, W. (2003). Computable General Equilibrium Analysis: Opening a Black Box, ZEW Discussion Paper No. 03-56.
- Böhringer, C. und Wiegard, W. (2003). Methoden der angewandten Wirtschaftsforschung: Eine Einführung in die numerische Gleichgewichtsanalyse, ZEW Discussion Paper No. 03-02.
- Borges, A. M. und Goulder, L. H. (1984). Decomposing the Impact of Higher Energy Prices on Long-Term Growth, in H. E. Scarf und J. B. Shoven (eds), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, chapter 8.
- Bork, C. (2000). *Steuern, Transfers und private Haushalte. Eine mikroanalytische Simulationsstudie der Aufkommens- und Verteilungswirkungen*, Peter Lang, Frankfurt am Main.
- Bourguignon, F., Robilliard, A.-S. und Robinson, S. (2003). Representative versus Real Households in the Macro-Economic Modelling of Inequality, DIAL Document de Travail DT/2003-10.
- Bovenberg, A. L. und de Mooij, R. A. (1994). Environmental Levies and Distortionary Taxation, *American Economic Review* **84**: 1085–1089.
- Bovenberg, L. (2003). Tax Policy and Labor Market Performance, CESifo Working Paper No. 1035.

- Bovenberg, L., Graafland, J. und de Mooij, R. (2000). Tax Reform and the Dutch Labour Market: An Applied General Equilibrium Approach, *Journal of Public Economics* **78**: 193–214.
- Brooke, A., Kendrick, D., Meeraus, A. und Raman, R. (1998). GAMS - A Users Guide.
- Chiang, A. (1984). *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, McGraw-Hill, New York.
- Cogneau, D. und Robilliard, A.-S. (2000). Growth, Distribution and Poverty in Madagascar: Learning from a Microsimulation Model in a General Equilibrium Framework, International Food Policy Research Institute TMD Discussion Paper 61.
- Creedy, J., Duncan, A., Harris, M. und Scutella, R. (2002). *Microsimulation Modelling of Taxation and the Labour Market: the Melbourne Institute Tax and Transfer Simulator*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Davies, J. (2004). Microsimulation, CGE and Macro Modelling for Transition and Developing Economies, Mimeo, University of Western Ontario.
- Dawkins, C., Srinivasan, T. N. und Whalley, J. (2001). Calibration, in J. Heckman und E. Learner (eds), *Handbook of Econometrics, Volume 5*, Elsevier Science, pp. 3653–3703.
- Deardorff, A. V. und Stern, R. M. (1981). A Disaggregated Model of World Production and Trade: An Estimate of the Impact of the Tokyo Round, *Journal of Economic Modelling* **3**: 127–152.
- Defourny, J. und Thorbecke, E. (1984). Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix Framework, *Economic Journal* **94**: 111–136.
- Dewald, W. G., Thursby, J. G. und Anderson, R. G. (1986). Replication in Empirical Economics: The Journal of Money, Credit, and Banking Project, *American Economic Review* **76**(4): 587–603.
- Diamond, P. (1965). National Debt in a Neoclassical Growth Model, *American Economic Review* **55**: 1126 – 1150.
- Fehr, H. (1999). *Welfare Effects of Dynamic Tax Reforms*, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen.
- Fehr, H. (2003). Die Vorschläge zur Rentenbesteuerung: Eine Bewertung der Verteilungswirkungen, *Wirtschaftsdienst* **83**: 238–244.

- Fehr, H. und Habermann, C. (forthcoming). Pension Reform and Demographic Uncertainty: The Case of Germany, *Journal of Pension Economics and Finance* .
- Fehr, H., Halder, G. und Jokisch, S. (2004). A Simulation Model for the Demographic Transition in Germany - Data Requirements, Model Structure and Calibration, Würzburg Economic Papers No. 48.
- Fehr, H. und Jess, H. (2001). Effizienz- und Verteilungswirkungen einer nachgelagerten Besteuerung von Renten, *Schmollers Jahrbuch* **121**: 561–580.
- Fehr, H., Jokisch, S. und Kotlikoff, L. (2003). The Developed Worlds Demographic Transition - The Roles of Capital Flows, Immigration, and Policy, NBER Working Paper No. 10096.
- Fehr, H., Rosenberg, C. und Wiegard, W. (1995). *Welfare Effects of Value-Added Tax Harmonization in Europe*, Springer, Berlin.
- Fehr, H. und Wiegard, W. (1996). Numerische Gleichgewichtsmodelle: Grundstruktur, Anwendungen und Erkenntnisgehalt, *Jahrbuch 13: Experimente in der Ökonomie*, Ökonomie und Gesellschaft, Frankfurt, pp. 296–339.
- Fehr, H. und Wiegard, W. (1998). German Income Tax Reforms: Separating Efficiency from Redistribution, in A. Fossati und J. Hutton (eds), *Policy Simulations in the European Union*, Routledge, London, pp. 235–263.
- Felderer, B. und Homburg, S. (2003). *Makroökonomik und neue Makroökonomik*, Springer, Berlin.
- Fuest, C., Peichl, A. und Schaefer, T. (2005a). Aufkommens-, Beschäftigungs- und Wachstumswirkungen einer Steuerreform nach dem Vorschlag von Mitschke, FiFo-Bericht 05-2005.
- Fuest, C., Peichl, A. und Schaefer, T. (2005b). Dokumentation FiFoSiM: Integriertes Steuer-Transfer-Mikrosimulations- und CGE-Modell, Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge Nr. 05 - 03.
- Fullerton, D., Shoven, J. und Whalley, J. (1983). Replacing the U.S. Income Tax with a Progressive Consumption Tax: A sequenced General Equilibrium Approach, *Journal of Public Economics* **20**: 3–23.
- Geary, R. (1950). A Note on a Constant-Utility Index of the Cost of Living, *Review of Economic Studies* **18**: 65–66.

- Gilbert, N. und Troitzsch, K. (1999). *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, Buckingham.
- Gottfried, P., Stöss, E. und Wiegard, W. (1990). Applied General Equilibrium Tax Models, in J. Brunner und H.-G. Peterson (eds), *Simulation Models in Tax and Transfer Policy - Proceedings of an International Symposium*, Campus Verlag, Frankfurt a.M., New York, pp. 205–244.
- Goulder, L. H. (1995). Environmental Taxation and the Double Dividend: A Readers Guide, *International Tax and Public Finance* **2**: 157–183.
- Graafland, J., de Mooij, R. und Nibbelink, A. (2001). *MIMICing Tax Policies and the Labour Market*, Elsevier, Amsterdam.
- Harberger, A. (1966). in M. Krzyzaniak (ed.), *Effects of Corporate Income Tax*, Wane State University Press, Detroit, pp. 107–117.
- Harris, R. (1988). Alternative Solution Methods in Applied General Equilibrium Analysis, *OECD Working Papers No. 53*.
- Hartung, J. (2002). *Statistik - Lehr und Handbuch der angewandten Statistik*, Oldenbourg, München.
- Hauser, R. und Stein, H. (2001). *Die Vermögensverteilung im vereinigten Deutschland*, Campus Verlag, Frankfurt a.M.
- Hayashi, F. (1982). Tobin's Marginal Q and Average Q: A Neoclassical Interpretation, *Econometrica* **50**: 213 – 224.
- Heckscher, E. (1919). The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income, *Ekonomisk Tidskrift* pp. 497–512.
- Hicks, J. (1939). The Foundations of Welfare Economics, *Economic Journal* **69**: 696–712.
- Hudson, E. A. und Jorgenson, D. W. (1974). US Energy Policy and Economic Growth: 1975–2000, *Bell Journal of Economics and Management Science* **5**: 461–514.
- Hutton, J. und Ruocco, A. (1999). Tax Reform and Employment in Europe, *International Tax and Public Finance* **6**: 263–287.
- Jones, L., Manuelli, R. und Rossi, P. (1993). Optimal Taxation in Models of Endogenous Growth, *Journal of Political Economy* **101 (3)**: 485 – 517.

- Jorgenson, D. (1984). Econometric Methods for Applied General Equilibrium Analysis, in H. Scarf und J. B. Shoven (eds), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, New York.
- Kaldor, N. (1939). Welfare Propositions in Economics and Interpersonal Comparisons of Utility, *Economic Journal* **69**: 549–552.
- Kehoe, P. und Kehoe, T. (1994). A Primer on Static Applied General Equilibrium Models, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* **18(1)**.
- Kehoe, T. und Prescott, E. (1995). Introduction to the Symposium: The Discipline of Applied General Equilibrium, *Economic Theory* **6**: 1–11.
- Keuning, S. und Ruijter, W. (1988). Guidelines to the Construction of a Social Accounting Matrix, *Review of Income and Wealth* **34(1)**: 71–100.
- Keuschnigg, C. (2002). Analyzing Capital Income Tax Reform with a CGE Growth Model for Switzerland, *Technical report*, Universität St. Gallen.
- Keuschnigg, C. und Dietz, M. (2003). *Unternehmenssteuerreform II - quantitative Auswirkungen auf Wachstum und Verteilung*, Paul Haupt, Bern.
- Keuschnigg, C., Radulescu, D. und Stimmelmayer, M. (2004). Model Documentation IFOmod - Technical Appendix, Mimeo, Universität München.
- King, B. (1985). What is a SAM?, in G. Pyatt und R. J. I. (eds), *Social Accounting Matrices - A Basis for Planning*, World Bank, pp. 17–51.
- Kirchgässner, G., Müller, U. und Savioz, M. (1998). Ecological Tax Reform and Involuntary Unemployment: Simulation Results for Switzerland, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik* **134**: 329–353.
- Klepper, G., Lorz, J.-O., Stähler, F., Thiele, R. und Wiebelt, M. (1994). Empirische allgemeine Gleichgewichtsmodelle - Struktur und Anwendungsmöglichkeiten, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* **213(5)**: 513–544.
- Knudsen, M., Pedersen, L., Petersen, T., Stephensen, P. und Trier, P. (1998). A CGE Analysis of the Danish 1993 Tax Reform, Danmark Statistics Working Paper Series 1998:6.
- Koskela, E., Schöb, R. und Sinn, H.-W. (1998). Pollution, Factor Taxation and Unemployment, *International Tax and Public Finance* **5**: 379–396.

- Kotlikoff, L. (1998). The A-K-Model - Its Past, Present, and Future, NBER Working Paper No. 6684.
- Krueger, A. O. (1974). The Political Economy of the Rent-Seeking Society, *American Economic Review* **64**: 291–303.
- Krugman, P. und Obstfeld, M. (1997). *International Economics - Theory and Policy*, Addison-Wesley, New York.
- Kuhn, H. W. und Tucker, A. W. (1951). Non-Linear Programming, in J. Neymann (ed.), *Proceedings of the Second Berkley Symposium in Mathematical Statistics and Probability*, Berkeley, pp. 481–492.
- Lucas, R. (1990). Supply-Side Economics: An Analytical Review, *Oxford Economic Papers* **42**: 293–316.
- Manne, A. S. und Richels, R. G. (1977). *ETA-MACRO: A Model of Energy-Economy Interaction*, Vol. Resources for Future of *Research Paper No. 5.*, Washington DC.
- Mansur, A. (1980). On the Estimation of General Equilibrium Models, *Technical report*, University of Western Ontario.
- Mansur, A. und Whalley, J. (1984). Numerical Specification of Applied General Equilibrium Models: Estimation, Calibration and Data, in H. Scarf und J. B. Shoven (eds), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, New York, pp. 69–127.
- Mathiesen, L. (1985). Computational Experience in Solving Equilibrium Models by a Sequence of Linear Complementarity Problems, *Operations Research* **33**(6): 1225–1250.
- Merrill, O. H. (1972). *Applications and Extension of an Algorithm that Computes Fixed Points of Certain Upper Semi-Continuous Point to Set Mappings*, PhD thesis, Department of Industrial Engineering, University of Michigan, Ann Arbor.
- Mitschke, J. (2004). *Erneuerung des deutschen Einkommensteuerrechts: Gesetzestextentwurf und Begründung*, Verlag Otto Schmidt, Köln.
- OECD (1994). *GREEN: GeneRal Equilibrium ENvironmental Model - Reference and User Manual*, OECD, Paris.
- OECD (1999). *Action against Climate Change*, Paris.
- Ohlin, B. (1933). *Interregional and International Trade*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

- Peichl, A. (2005). Die Evaluation von Steuerreformen durch Simulationsmodelle, Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge Nr. 05-01, Universität Köln.
- Pindyck, R. S. und Rubinfeld, D. L. (2005). *Microeconomics*, Pearson, Boston.
- Plumb, M. (2001). An Integrated Microsimulation and Applied General Equilibrium Approach to Modelling Fiscal Reform, Mimeo, Reserve Bank of Australia.
- Pyatt, G. und Round, J. (1985). *Social Accounting Matrices. A Basis for Planning*, The World Bank, Washington D.C.
- Radulescu, D. und Stimmelmayer, M. (2004). Implementing a Dual Income Tax in Germany: Effects on Investment and Welfare, Mimeo, Universität München.
- Ramsey, F. (1928). A Mathematical Theory of Saving, *Economic Journal* **543-559**: 28.
- Robinson, J. (1962). *Essays in the Theory of Economic Growth*, Macmillan, London.
- Ruocco, A. (1996). A Multi-Country General Equilibrium Model for the European Union: The Basic Features and the Coding Structure, Discussion Paper 83, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Tübingen.
- Rutherford, T. (1999). Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax, *Computational Economics* **14**: 1–46.
- Rutherford, T. F. (1998). Economic Equilibrium Modeling with GAMS - An Introduction to GAMS/MCP and GAMS/MPSGE, URL:<http://www.gams.com/solvers/mpsge.pdf> [05.10.2005].
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2003). *Jahresgutachten 2003/04: Staatsfinanzen konsolidieren - Steuersystem reformieren*, Metzler-Poeschel, Stuttgart.
- Samuelson, P. (1958). An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Contrivance of Money, *Journal of Political Economy* **66**: 467 – 482.
- Scarf, H. E. (1967). On the Computation of Equilibrium Prices, in W. Fellner (ed.), *Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fisher*, Wiley, New York.
- Scarf, H. E. und Shoven, J. B. (eds) (1984). *Applied General Equilibrium Analysis*.

- Schüssler, R., Lang, O. und Buslei, H. (2000). *Wohlstandsverteilung in Deutschland 1978-1993*, Edition der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf.
- Shoven, J. und Whalley, J. (1984). Applied General Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey, *Journal of Economic Literature* **22**: 1007–1051.
- Shoven, J. und Whalley, J. (1992). *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Skolka, J. (ed.) (1983). *Compilation of Input-Output Tables*, Springer, Berlin.
- Slemrod, J. (1985). A General Equilibrium Model of Taxation that Uses Micro-Unit Data: With an Application to the Impact of Instituting a Flat-Rate Income Tax, in J. Piggott und J. Whalley (eds), *New Developments in Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 221–252.
- Sørensen, P. (2001a). EUTAX - A Model of Tax Policy, Unemployment and Capital Flows, Technical Working Paper, Economic Policy Research Unit, University of Copenhagen.
- Sørensen, P. (2001b). OECDTAX - A Model of Tax Policy in the OECD Economy, Technical Working Paper, Economic Policy Research Unit, University of Copenhagen.
- Sørensen, P. (2002). The German Business Tax Reform of 2000 - A General Equilibrium Analysis, *German Economic Review* **3**: 347–378.
- Statistisches Bundesamt (1960). *Stichproben in der amtlichen Statistik*, Kohlhammer, Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2003). Einkommens- und Verbrauchsstichprobe - Geldvermögensbestände und Konsumentenkreditschulden privater Haushalte. Fachserie 15, Heft 2.
- Statistisches Bundesamt (2005). Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Input-Output-Rechnung, Fachserie 18, Reihe 2.
- Stone, R. (1954). Linear Expenditure Systems and Demand Analysis: An Application to the Pattern of British Demand, *Economic Journal* **64**: 511–527.
- Summers, L. (1981a). Capital Taxation and Accumulation in a Life Cycle Growth Model, *American Economic Review* **71**: 533–544.
- Summers, L. (1981b). Taxation and Corporate Investment: A Q-Theory Approach, *Brookings Papers on Economic Activity* **1**: 67–127.

- Tait, A. A. (1989). Not So General Equilibrium and Not So Optimal Taxation, *Public Finance* **44**: 169–82.
- Taylor, L. (1990). Structuralist CGE Models, *Socially Relevant Policy Analysis*, MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Tobin, J. (1969). A General Equilibrium Approach to Monetary Theory, *Journal of Money, Credit and Banking* **1** (1): 15–29.
- Varian, H. (1994). *Mikroökonomie*, Oldenbourg, München.
- Walley, J. und Wigle, R. (1991a). Cutting CO2-Emissions: The Effects of Alternative Policy Approaches, *The Energy Journal* **12**: 109–124.
- Walley, J. und Wigle, R. (1991b). The International Incidence of Carbon Taxes, in R. Dornbusch und J. Poterba (eds), *Economic Policy Responses to Global Warming*, MIT Press, Cambridge.
- Walras, L. (1874). *Eléments d'économie pure ou théorie de la richesse sociale*, Corbaz, Lausanne.
- Welsch, H. (1996). *Klimaschutz, Energiepolitik und Gesamtwirtschaft. Eine Allgemeine Gleichgewichtsanalyse für die Europäische Union*, Oldenbourg, München.
- Whalley, J. (1982a). An Evaluation of the Tokyo Round Trade Agreement Using General Equilibrium Computational Methods, *Journal of Policy Modelling* **4**: 341–361.
- Whalley, J. (1982b). The North-South Debate and the Terms of Trade: An Applied General Equilibrium Approach, Centre for the Study of International Economic Relations, University of Western Ontario, Working Paper No. 8205c.
- Wiegard, W. (1985a). Die Algorithmen von Scarf und Merrill zur numerischen Berechnung allgemeiner Gleichgewichte - Eine Einführung mit Beispielen aus der Steuerpolitik, *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* **6**: 709–741.
- Wiegard, W. (1985b). Empirische Allgemeine Gleichgewichtsanalyse - Von der Theorie zur Empirie, *List Forum* **13**: 159–175.

FINANZWISSENSCHAFTLICHE
DISKUSSIONSBEITRÄGE

Eine Schriftenreihe des Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstituts an der Universität zu Köln

ISSN 0945-490X

Die Beiträge ab 1998 (z.T. auch ältere) stehen auch als kostenloser Download (pdf) zur Verfügung unter: <http://www.fifo-koeln.de>

1993

- | | | | | |
|------|--|--|------|--|
| | | | | |
| | | | 94-1 | <i>Gawel, E.:</i> Staatliche Steuerung durch Umweltverwaltungsrecht — eine ökonomische Analyse. <i>Vergriffen</i> |
| 93-1 | \| | <i>Ewringmann, D.:</i> Ökologische Steuerreform? <i>Vergriffen</i> | 94-2 | <i>Gawel, E.:</i> Zur Neuen Politischen Ökonomie der Umweltabgabe. <i>Vergriffen</i> |
| 93-2 | \| | <i>Gawel, E.:</i> Bundesergänzungszuweisungen als Instrument eines rationalen Finanzausgleichs. <i>Vergriffen</i> | 94-3 | <i>Bizer, K. / Scholl, R.:</i> Der Beitrag der Indirekteinleiterabgabe zur Reinhaltung von Klärschlamm. <i>Vergriffen</i> |
| 93-3 | \| | <i>Ewringmann, D. / Gawel, E. / Hansmeyer, K.-H.:</i> Die Abwasserabgabe vor der vierten Novelle: Abschied vom gewässergütepoltischen Lenkungs- und Anreizinstrument, 2. Aufl. <i>Vergriffen</i> | 94-4 | <i>Bizer, K.:</i> Flächenbesteuerung mit ökologischen Lenkungswirkungen. <i>Vergriffen</i> |
| | | | | 1995 |
| 93-4 | \| | <i>Gawel, E.:</i> Neuere Entwicklungen der Umweltökonomik. <i>Vergriffen</i> | 95-1 | <i>Scholl, R.:</i> Verhaltensanreize der Abwasserabgabe: eine Untersuchung der Tarifstruktur der Abwasserabgabe. ISBN 3-923342-39-X. 6,50 EUR |
| 93-5 | \| | <i>Gawel, E.:</i> Marktliche und außermärkliche Allokation in staatlich regulierten Umweltmedien: Das Problem der Primärallokation durch Recht. <i>Vergriffen</i> | 95-2 | <i>Kitterer, W.:</i> Intergenerative Belastungsrechnungen („Generational Accounting“) - Ein Maßstab für die Belastung zukünftiger Generationen? ISBN 3-923342-40-3. 7,50 EUR |

1994

1996

- 96-1 | *Ewringmann, D. / Linscheidt, B. / Truger, A.:* Nationale Energiebesteuerung : Ausgestaltung und Aufkommensverwendung. ISBN 3-923342-41-1. 10,00 EUR
- 96-2 | *Ewringmann, D. / Scholl, R.:* Zur fünften Novellierung der Abwasserabgabe; Meßlösung und sonst nichts? ISBN 3-923342-42-1. 7,50 EUR

1997

- 97-1 | *Braun, St. / Kambeck, R.:* Reform der Einkommensteuer. Neugestaltung des Steuertarifs. ISBN 3-923342-43-8. 7,50 EUR
- 97-2 | *Linscheidt, B. / Linnemann, L.:* Wirkungen einer ökologischen Steuerreform – eine vergleichende Analyse der Modellsimulationen von DIW und RWI. ISBN 3-923342-44-6. 5,00 EUR
- 97-3 | *Bizer, K. / Joeris, D.:* Bodenrichtwerte als Bemessungsgrundlage für eine reformierte Grundsteuer. ISBN 3-923342-45-4, 7,50 EUR

1998

- 98-1 | *Kitterer, W.:* Langfristige Wirkungen öffentlicher Investitionen - theoretische und empirische Aspekte. ISBN 3-923342-46-2. 6,00 EUR
- 98-2 | *Rhee, P.-W.:* Fiskale Illusion und Glory Seeking am Beispiel Koreas (1960 - 1987). ISBN 3-923342-47-0. 5,00 EUR

- 98-3 | *Bizer, K.:* A land use tax: greening the property tax system. ISBN 3-923342-48-9. 5,00 EUR

2000

- 00-1 | *Thöne, M.:* Ein Selbstbehalt im Länderfinanzausgleich?. ISBN 3-923342-49-7. 6,00 EUR
- 00-2 | *Braun, S., Kitterer, W.:* Umwelt-, Beschäftigungs- und Wohlfahrtswirkungen einer ökologischen Steuerreform : eine dynamische Simulationsanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Anpassungsprozesse im Übergang. ISBN 3-923342-50-0. 7,50 EUR

2002

- 02-1 | *Kitterer, W.:* Die Ausgestaltung der Mittelzuweisungen im Solidarpakt II. ISBN 3-923342-51-9. 5,00 EUR

2005

- 05-1 | *Peichl, A.:* Die Evaluation von Steuerreformen durch Simulationsmodelle ISBN 3-923342-52-7. 8,00 EUR
- 05-2 | *Heilmann, S.:* Abgaben- und Mengelösungen im Klimaschutz : die Interaktion von europäischem Emissionshandel und deutscher Ökosteuer. ISBN 3-923342-53-5. 8,00 EUR
- 05-3 | *Fuest, C., Peichl, A., Schaefer, T.:* Dokumentation FiFoSiM: Integriertes Steuer-Transfer-Mikrosimulations- und CGE-Modell. ISBN 3-923342-54-3. 8,00 EUR

2006

- 06-1 | *Fuest, C., Peichl, A., Schaefer, T.:*
Führt Steuervereinfachung zu einer
„gerechteren“ Einkommensverteilung? Eine empirische Analyse für
Deutschland. ISBN 3-923342-55-1.
6,00 EUR