

**Input-Output-Simulation zur Sozialverträglichkeit
von Veränderungen der Lebens- und
Wirtschaftsweise in Richtung Nachhaltigkeit**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
Peter Ernest Minder
Dipl. Natw. ETH

geboren am 16. Dezember 1961
von Huttwil (Bern)

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. D. Steiner, Referent
Prof. Dr. B. Schips, Korreferent
Dr. J. Schütz, Korreferent

Vorwort

Bis in jüngster Zeit waren die modernen Naturwissenschaften durch eine Denkweise charakterisiert, bei der „harte Fakten“ den Vorrang vor allen anderen Gesichtspunkten genossen. Diese Denkweise gründete sich auf die implizite Überzeugung, der menschliche Verstand besitze nur begrenzte Fähigkeiten, Informationen zu speichern und zu verarbeiten. So kann man über einige wenige Dinge sehr gründlich Bescheid wissen, was aber mit ziemlicher Sicherheit ausschliesst, dass man mit vielen ganz anderen Dingen vertraut ist. Dies ist das Prinzip der *Spezialisierung*. Dieses atomistische Weltbetrachtung hat zwar einerseits zu den großen Fortschritten in Wissenschaft und Technik andererseits aber genauso zu den Problemen in der Umwelt und Gesellschaft geführt, die heute unser Leben bestimmen.

Dieses fragmentarische Weltbild hatte zur Folge, dass unser Wissen sich immer mehr isolierte, je weiter es in die Tiefe vordrang. Wir erhalten weniger ein kontinuierliches, zusammenhängendes Gesamtbild, als vielmehr Fragmente - herrlich detaillierte zwar, aber eben isolierte Wissens- und Lebensfragmente.

Die relationale Sicht der modernen *interdisziplinären Wissenschaften*, stellt quasi die *Vereinigungsmenge* der atomistischen, mechanistischen und der ganzheitlichen, holistischen Weltanschauungen der klassischen und neoklassischen Naturwissenschaften dar, von welcher man sich Lösungen der drängendsten Probleme erhofft.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Beziehung zwischen Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft ist überhaupt sinnvoll nur vor diesem Hintergrund denkbar. Die vorliegende „naturwissenschaftliche“ Forschungsarbeit zeigt die Analyse der Probleme einer Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsweise in Richtung Nachhaltigkeit aus der Sicht der Umweltwissenschaften, der neoklassischen Ökonomie und der allgemeinen Systemtheorie. Die Akzente liegen in den Differenzen, die den Unterschied ausmachen - um verklausuliert zu sagen, dass die Synthese mehr ist, als die blosse Addition von These und Antithese. Man kann sich allerdings fragen, ob dies auch auf die Synthese der Begriffe der

Nachhaltigkeit und des Wachstums zu „nachhaltigem Wachstum“ zutrifft. Die westlichen Demokratien mit ihrem eigentlichen Versprechen nach einem „Gleichwerden nach oben“ scheinen geradezu zum Wachstum verurteilt. Wenn diese weltweit diffundierenden Ansprüche aber nicht mehr aus der Verteilung eines Zuwachses befriedigt werden könnten, dann würde sich unabweisbar die Frage nach der Umverteilung stellen.

Aber der Weg in Richtung Nachhaltigkeit dürfte der zurzeit wohl einzige breit anerkannte und sinnvolle sein. Doch jetzt brauchen wir zunehmend konkrete Taten und weitere wirksame und sichtbare Fortschritte. Und ich denke, dass dabei *alle* Wissenschaften einen wesentlichen Beitrag leisten können und auch sollen.

Solothurn, im Dezember 1999

Peter E. Minder

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	VII
ABSTRACT	X
EINFÜHRUNG	1
0.1 RICHTPUNKTE FÜR DIE SCHWEIZ	4
0.2 FRAGESTELLUNG	6
0.3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE QUERBEZÜGE	8
DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN DER SIMULATIONS-SZENARIEN	13
1.1 GRUNDLAGEN EINES ÖKOLOGISCHEN STRUKTURWANDELS 13	
1.1.1 Terminologie und Definitionen	13
1.1.2 Umweltpolitische Lösungsansätze	22
1.1.3 Realpolitische Modellgrundlagen	24
1.1.4 Strukturierung nachhaltiger Entwicklung	30
1.2 DER BEZUGSRAHMEN DER NACHHALTIGKEITS-SZENARIEN 32	
1.2.1 Nicht erneuerbare Ressourcen	32
1.2.2 Umwelteinwirkungen	33
1.2.2 Zielvorgaben	35
1.3 DAS CO₂-REDUKTIONS-SZENARIO 37	
1.3.1 Die Rahmendaten	37
1.3.2 Energiepolitische Massnahmen und zentrale An- nahmen	38
1.4 DIE ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN RAHMENDATEN 44	
1.4.1 Der Energieverbrauch der privaten Haushalte	44
1.4.2 Der Energieverbrauch im Dienstleistungssektor	45
1.4.3 Perspektiven des Energieverbrauchs in der Indu- strie	47
1.4.4 Die Perspektiven des Energieverbrauchs im Ver- kehrssektor	49
1.4.5 Endenergieverbrauch und CO ₂ -Reduktion insge- samt	52

ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN	54
2.1 WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG, BESCHÄFTIGUNG UND ENERGIEVERBRAUCH IN DER SCHWEIZ SEIT 1960	55
Beschäftigung und Energieverbrauch im Industriesek- tor	57
2.2 ENERGIEEFFIZIENZ UND ENERGIEVERBRAUCH	61
2.2.1 Substitutions- und Wachstumsprozesse	61
2.2.2 Produktionsbedingungen und Preise	62
2.2.3 Energieeffizienz und nachhaltige Entwicklung	70
2.3 PREISEFFEKTE AUF BESCHÄFTIGUNG UND ENERGIEVER- BRAUCH	74
2.4 ENTWICKLUNG DER WIRTSCHAFTSORDNUNG	79
2.5 ÖKONOMISCHE ENTWICKLUNG	80
2.6 ÖKONOMISCHE WIRKUNGEN DER BEABSICHTIGTEN MASS- NAHMEN	81
Auswirkungen auf die Arbeitsplätze	85
2.7 GENERELLE UNSICHERHEITEN	87
KOMPARATIVE ANALYSE DER PROGNOSENMETHODIK	89
3.1 VERGLEICHENDE MODELLANALYSE	89
3.1.1 Typen ökonomischer Modelle	89
3.1.2 Studienvergleiche	94
3.2 ERSTE SCHLUSSFOLGERUNGEN	101
THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT- PROJEKTIONSMODELLS	107
4.1 HISTORISCHER ABRISS	107
4.2 GRUNDSHEMA DER INPUT-OUTPUT-RECHNUNG	110
4.3 DIE KOEFFIZIENTEN DES PROJEKTIONSMODELLS	115
4.3.1 Aufbau des Inputkoeffizienten-Projektions- modells	116

4.4 PRÄMISSEN DES INPUTKOEFFIZIENTEN-PROJEKTIONS- MODELLS	122
4.5 EMPIRISCHE BASIS DER INPUT-OUTPUT-SIMULATIONEN	124
4.5.1 Maschinelle Tabellenergänzung und Tabellener- stellung aus bekannten Randsummen	126
4.5.2 Das Quantor Fortschreibungsmodell	127
4.5.4 Die wichtigsten Daten der Input-Output-Tabelle 1990	129
4.6 DIE VERKNÜPFUNG MIT DEM ARBEITSMARKT-MODELL	132
DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN	138
5.1 DER ZEITHORIZONT	138
5.2 DIE VORGEHENSWEISE	140
5.3 BERECHNUNG DES GRUNDSZENARIOS	141
5.3.1 Annahmen zur Veränderung der Nachfrage im Grundszenario	141
5.3.2 Die Modellierung des Grundszenarios	144
5.3.3 Auswirkungen auf die Arbeitsplätze	150
5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN	154
5.4.1 OffensivszENARIO	156
Die Modellierung des Offensivszenarios	157
Auswirkungen auf die Arbeitsplätze	160
5.4.2 Konjunkturszenario	162
Auswirkungen auf die Arbeitsplätze	167
5.5 SCHLUSSFOLGERUNGEN	170
DIE ANWENDBARKEIT VON WIRTSCHAFTS-MODELLEN ALS PROGNOSEINSTRUMENT	175
6.1 SIMULATION ALS LEBENSBRINZIP	175
6.2 VOM SINN UND UNSINN DER VOR-URTEILE	178
6.3 DAS PROBLEM KOMPLEXITÄT	180
6.4 PROGNOSE UND KOMPLEXITÄT	182

6.5 PROGNOSEN AUF DER GRUNDLAGE DER SYSTEMTHEORIE 186**6.6 INPUT-OUTPUT-PROGNOSEN UND IHRE VERLÄSSLICHKEIT 189**

6.6.1 Die verschiedenen Fehlerdimensionen	190
6.6.2 Die Abschätzung von Fehlern in Input-Output- Tabellen	190
6.6.3 Empirische Ergebnisse zur Verlässlichkeit von In- put-Output-Prognosen	191

7. LITERATURVERZEICHNIS 195**ANHANG A**

INPUT-OUTPUT-TABELLEN FÜR DIE SCHWEIZ 1990	A 1
TABELLEN ZUM GRUNDSZENARIO	A 11
TABELLEN ZUM OFFENSIVSZENARIO	A 14
TABELLEN ZUM KONJUNKTURSZENARIO	A 17

ANHANG B

ERKLÄRUNG VON RIO ÜBER UMWELT UND ENTWICKLUNG	B 1
RAHMENKONVENTION DER UN ÜBER KLIMAVER- ÄNDERUNGEN	B 4
AGENDA 21: WISSENSCHAFT UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNG	B 8
SOLARINITIATIVE	B 11
ENERGIE-UMWELT-INITIATIVE	B 12

Zusammenfassung

1 Einleitung

In der vorliegenden Arbeit werden die Effekte umweltpolitischer Massnahmen auf die schweizerische Volkswirtschaft und auf die Beschäftigungszahlen analysiert. Ziel der umweltpolitischen Massnahmen ist die Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2010 um ca. 25 % und bis 2030 um 60 %, jeweils bezogen auf das Jahr 1990. Dieses Ziel soll mit einer ökologischen Steuerreform erreicht werden.

2 Das CO₂-Reduktionsszenario

Auf allen fossilen Energieträgern und auf der elektrischen Energie wird eine Abgabe erhoben. Diese wird stufenweise eingeführt und jährlich um einen festen Satz verteuert. Damit die Ziele des Reduktionsszenarios erreicht werden, ist eine jährliche Energiepreisverteuerung um 4 % (fossile Energieträger) bzw. 2 % (elektrische Energie) nötig.

Die Einnahmen aus der Energieabgabe werden der Wirtschaft und den Haushalten gemäss nachfolgendem Modus zurückerstattet:

- Einnahmen aus den Abgaben auf Benzin und Diesel werden je zur Hälfte an die Wirtschaft und Bevölkerung zurückverteilt und innerhalb der Wirtschaft wiederum jeweils zur Hälfte auf Industrie und Dienstleistungen.
- Die Rückerstattung an Industrie- und Dienstleistungsunternehmen erfolgt nach Massgabe der AHV-Lohnsumme. Die Rückerstattung an die Haushalte erfolgt pro Kopf.

Für energieintensive Branchen kommt eine Ausnahmeregelung zur Anwendung, so dass die Nettobelastung (Abgabe minus Rückerstattung) 1 % des Bruttoproduktionswertes nicht übersteigt.

3 Methodik, Modell und Simulation

Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Reduktionsszenarios werden mit einem linearen Input-Output-Modell berechnet. Es werden drei verschiedene Simulationen durchgeführt:

- *Grundszenario*: Entspricht der Energieabgabe ohne besondere Vorkehrungen.

-
- *Offensivscenario*: 10 % der Rückerstattungen werden zweckgebunden in die Bereiche Bildung, Forschung und Entwicklung investiert.
 - *Konjunkturszenario*: In diesem Szenario wird von einem geringen Wirtschaftswachstum (0,9 % anstelle von 2,1 %) ausgegangen.

Mit dem klassischen Input-Output-Modell werden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der veränderten Nachfrage berechnet. Der resultierende Gesamt-Produktions-Output-Vektor wird mit dem Arbeitsmarktmodell verknüpft um so die Arbeitsplatzeffekte zu bestimmen.

4 Die sozio-ökonomische Auswirkungen im Überblick

Die Auswirkungen der Reduktionsszenarien auf die Bruttoproduktion sind infolge der Rückerstattungen mit weniger als 0,1 % in allen drei Szenarien eher gering.

Das Arbeitsvolumen nimmt mit rund +3200 im Grundszenario und rund +6200 im Offensivscenario leicht zu. Im Konjunkturszenario gehen demgegenüber etwa 800 Arbeitsplätze verloren. Tabelle 1 fasst die Auswirkungen auf die Arbeitsplätze zusammen.

Die beiden ersten Reduktionsszenarien führen somit zu einer Verbesserung der Umweltqualität bei einer, wenn auch geringen, Zunahme der Beschäftigung. Die sogenannte „Double-Dividend-Hypothese“ wird somit durch diese beiden Resultate gestützt. Trotz der relativ geringen gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen wird sich jedoch ein beträchtlicher Strukturwandel einstellen. Es gibt klare „Verlierer“- und „Gewinnerbranchen“. Zu den Verliererbranchen gehören insbesondere die Textilien, Papier, Chemie und die Maschinenindustrie. Zu den Gewinnern kann man die Elektrotechnik und das Baugewerbe zählen.

5 Verlässlichkeit der Prognosen

Empirische Schätzungen in entsprechenden Untersuchungen zeigen, dass bereits nach 5 Jahren mit einem Projektionsfehler um 15 % zu rechnen ist. Die Ursachen liegen u. a. in der angenommenen Linearität des Produktionsmodells, der unterstellten Konstanz der Inputkoeffizienten und von Abschätzfehlern beim Erstellen der IO-Tabellen.

Branchen	Änderung Grund- Szenario	Änderung Offensiv- Szenario	Änderung Konjunktur- Szenario	Gesamtzahl 1990
Primärer Sektor (Landwirtschaft)	29	-38	-76	131459
Elektrizitätsversorgung	280	178	-210	20592
Gasversorgung	28	68	-19	1915
Wasserversorgung	0	0	0	1281
Mineralölverarbeitung	-19	-25	-36	429
Nahrungsmittelherstellung	1	-4	-11	51297
Getränkeherstellung	0	0	-2	7121
Tabakherstellung	0	0	-1	2955
Textilherstellung	-203	-219	-389	26800
Herstellung Bekleidung, Wäsche	4	4	-8	19196
Holzbearbeitung	15	17	15	6274
Holzwaren-, Möbelfabrikation	46	47	39	56993
Herstellung Papier	-50	-29	-78	14655
Graphisches Gewerbe, Verlagswesen	9	249	14	59274
Herstellung von Lederwaren und Schuhen	2	5	0	7096
Chemische Industrie	-282	-602	-694	65517
Kunststoff, Kautschukherstellung	14	29	-33	20628
Steine, Erden, Bergbau	124	64	95	29561
Metallindustrie	68	-292	-570	103199
Maschinen-, Fahrzeugbau	-1180	-489	-1394	148468
Elektronik, Uhren, Optik	1880	2078	1076	238803
Bauhauptgewerbe	839	780	1528	175440
Ausbaugewerbe	487	539	506	134934
Grosshandel	-17	-384	-609	172636
Detailhandel	-73	-217	-300	301682
Gastgewerbe	2	-24	-82	151585
Bahnen, Schiffe	446	313	27	53768
OeV Strasse und Agglomerationen	262	210	103	11267
Strassenverkehr	-307	-211	-360	81943
Luftfahrt, Rohrleitungen	-57	-248	-161	23678
PTT, Nachrichten	23	14	-58	68497
Banken	64	4	-28	134131
Versicherungen	39	6	-32	56930
Immobilien	82	0	-1	23397
Leasing, Beratung, Verkehrsvermittlung	203	86	-309	341679
Unterricht, Wissenschaft	52	3872	1057	195747
Gesundheitswesen	25	23	-16	177832
Nichtmarktorientierte Dienstleistungen	0	0	0	31456
Staat	22	97	14	136462
Sozialversicherungen	0	0	0	5624
Unbekannt	325	355	186	115727
Gesamt	3184	6255	-816	3407929

Tab. 1

Auswirkungen der Reduktionsszenarien auf die Arbeitsplätze nach 5 Jahren. Basisjahr 1990.

Abstract

1 Introduction

The main issue in this thesis is to analyse the effects of the environmental measures to the Swiss Economy and to the employment. The targeted effect of the environmental measure is the reduction of the CO₂-emissions by 25 % before 2010 and by 60 % before 2030 (referring to 1990). The goal should be attained with an ecological tax reform (ETR).

2 The CO₂-Reduction-Scenario

The tax is levied on all fossil energies and electric energy. The tax will be introduced gradually. To attain the aims of the reduction scenario every year the prices will be raised by 4 % (fossil energies) and 2 % (electricity, on average).

The tax revenues will be redistributed to the households and to the economy as followed:

- half of the tax revenue from taxing transport will be redistributed to the population on a per capita basis and the second half of the tax revenue will be distributed to the business community.
- The redistributed share for each employer will be calculated on the basis of his total wage sum and will be discounted from his social security payments.

For energy intensive industries the total burden of the energy tax is restricted to 1 % of gross production (tax minus redistributed share).

3 Method, model and simulation

The model used for the calculations of the economic impacts of the reduction scenario is a linear input-output-model for Switzerland for the year 1990. Three different scenarios are implemented:

Basic Scenario: The tax is levied on all fossil energies with no further restrictions;

Offensive scenario: 10 % of the revenues are used for investments in the sectors of education, research and development;

Grow down scenario: In this scenario a slower growth of the GDP is expected (0,9 % instead of 2.1 %)

The IO-model allows for analysing the effects of the changes in the final demand on the productive sector and the relations between the different branches. Analysing the impacts of an environmental energy tax, the starting point is the related change in the final demand vector. This demand vector is linked with an related employment market model, that allows to estimate the change in employment due to the environmental tax.

4 Overview of the socio-economic impacts

The overall tendency of the three scenarios analysed indicates at least slightly positive effects on GDP. The so called double dividend hypothesis holds as there is a positive impact of the CO₂-tax on employment. A positive employment effect with +3200 in the basic scenario and +6200 in the offensive scenario is mainly the result of a more favourable relative price structure for labour. In the grow down scenario 800 employments are lost. The results of the three compared scenarios are listed in Table 1.

Despite the relative modest economic impact a considerable structural change will take place.

5 The reliability of prognostication

Empirical estimations in different analysis shows a minimum projection mistake of about 15 % after 5 years. In general the dynamic effects of technical progress are not considered realistically in the Input-Output-modells applied so far. The hypothesis is that the major challenge for modelling these effects is to deal with regulatory driven innovations, technological progress and the market penetration of new technologies.

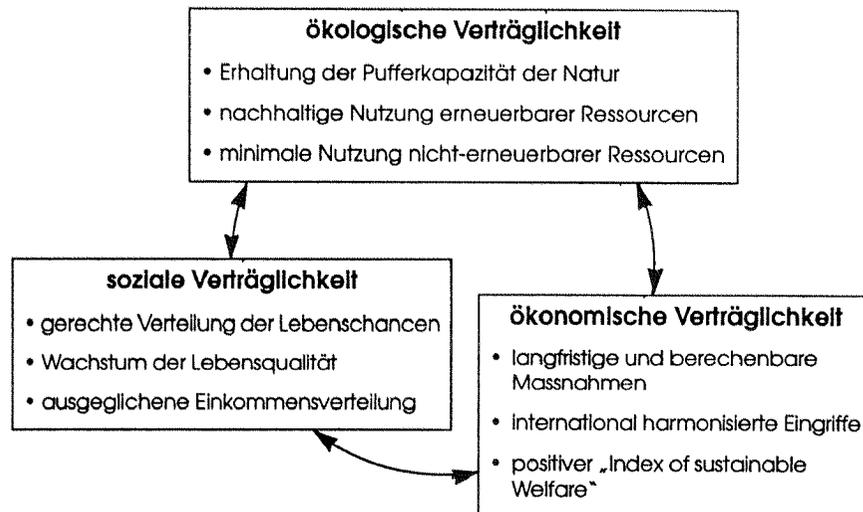
Untersuchung der Effekte von weitreichenden umweltpolitischen Massnahmen auf die Beschäftigungszahlen in der Schweiz anhand eines Input-Output-Simulationssystems und Analyse der Anwendbarkeit von Wirtschaftsmodellen als Prognoseinstrumente.

Einführung

Seit rund 30 Jahren spricht man nun schon im Tone steigender Besorgnis und mit Aussicht auf katastrophale Entwicklungen von ökologischen Problemen. Neu ist natürlich auch nicht das Interesse an der Natur und das Wissen, um beschränkte Möglichkeiten, mit ihr umzugehen; die Einsicht, dass ein durch die Gesellschaft verursachter Stoffwechsel (Verbrauch an Ressourcen, Produktion von Abfall und Schadstoffen), dessen Umfang zu hoch ist, letztlich auf die Gesellschaft selbst zurückwirkt und dass dies dramatische Formen annehmen kann, führt immer lauter zur Forderung nach einer nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise.

Abb. 1-1

Die drei Dimensionen nachhaltiger Entwicklung. Die zirkulären Verbindungen einer nachhaltigen Entwicklung mit den drei Ebenen der ökologischen, sozialen und ökonomischen Verträglichkeit



Die Überwindung der ökologischen Krise, welche also als Ausdruck eines zu hohen gesellschaftlich induzierten Stoffwechsels verstanden wird, eine Entwicklung somit in Richtung Nachhaltigkeit, bzw. Sustainability, wie es im Englischen heisst, erfordert Massnahmen zu einer absoluten Reduzierung der Stoffflüsse. Allerdings ist die Nachhaltigkeitsfrage nicht nur ein Umweltverträglichkeits-, sondern letztlich auch ein

0. EINFÜHRUNG

Wirtschafts- und *Sozialverträglichkeitsproblem*. Werden doch die Massnahmen zur Stoffflussreduktion Rückwirkungen auf das Wirtschaftssystem und somit auf den Arbeitsmarkt und die Einkommensverteilung haben. Die wünschbaren Entwicklungen zu einer umweltverträglicheren Gesellschaftsform sind mit Aspekten von Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit verknüpft und können nicht unabhängig davon betrachtet werden.

Der fortschreitende Verbrauch der begrenzten nicht erneuerbaren Energieträger hat inzwischen – nicht nur vor dem Gedanken der Nachhaltigkeit – Ausmasse erreicht, der auch in der Schweiz zum Umdenken Anlass geben hat. Hinzu kommt, dass mit der Nutzung fossiler Energieträger (zwangsläufig) Kohlendioxidemissionen verbunden sind.

Diese CO₂-Emissionen sind Mitverursacher des Treibhauseffektes.

Auf nationaler wie auf internationaler Ebene werden in diesem Zusammenhang seit einiger Zeit Strategien diskutiert, die zu einer Absenkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen führen sollen. (siehe Tab. 0-1).

Autor	Bezugs-		Zieljahr							method. Ansatz		
	raum	Jahr	2000	2005	2010	2020	2030	2040	2050		ohne Zieljahr	
Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre"	Industrie- staaten global	1987		-30 %		-45 %				-70 bis 80 %		pol.-ökol.
		1987		Niveau 1987						-50 %		
IPCC - Modellergebnisse	global	gegenw.								-50 bis 70 % ²⁾		pol.-ökol.
Oberösterreichische Um- weltakademie	regional	1988		-20 %	-50 %							pol.-ökol.
World Resources Institute	Niedert.	1991/1988	-18 % ¹⁾			-50 % ²⁾						pol.-ökol.
Sachverständigenrat für Umweltfragen	national	-		-30 %								systemar
Wuppertal Institut	national	1990			-35 %					-80 bis 90 %		Umwelt- raum
	global									-50 bis 80 %		
Friends of the Earth Europe	EU 12	1990			-26 %		-68 %			-77 %		Umwelt- raum
Friends of the Earth Netherlands	national	1990			-60 %		-75 %					Umwelt- raum
INFRAS	national	1990			-26 %					-68 %		Umwelt- raum
Friends of the Earth Öster- reich	national	1993			-25 %		-70 %	-80 %				Umwelt- raum
National Environment Plan	national	1989	-4 %									Umwelt- raum
Niederländischer Rat für Umweltforschung	national	-								-80 %		Umwelt- raum
Wissensch. Beirat globale Umweltveränderungen	global	-										Invers- Szenario

1) incl. CH₄, N₂O, FCKWs, Halone

2) incl. CH₄, N₂O, FCKWs, Halone

3) Wenn sofortige Stabilisierung der CO₂-Konzentration auf heutigem Niveau erreicht werden soll.

Tab. 0-1

Nachhaltigkeitsziele der CO₂-Emissionen in Prozent. PROGNOS, 1999.

Alle in der Tabelle gezeigten Ansätze sind der ökologischen Ökonomik zuzuordnen, die eine Konstanz des Umweltkapitals fordert. Betrachtet man die dargestellten Ziele für eine

0.1 RICHTPUNKTE FÜR DIE SCHWEIZ

nachhaltige Entwicklung, wird deutlich, dass gravierende Veränderungen für eine solche Entwicklung erforderlich sind.

Die Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages leitet quantitative CO₂-Reduktionsziele sowie qualitative allgemeine Ziele für eine nachhaltige Entwicklung in Entwicklungs- und Industrieländern ab. Hierzu werden politische Beschlüsse sowie naturwissenschaftliche Erkenntnisse bezüglich ökologischer Belastungsgrenzen herangezogen. Als politische Beschlüsse werden die Resolution der Toronto-Klimakonferenz 1988 sowie die in Rio de Janeiro im Jahre 1992 verabschiedete Klimarahmenkonvention zugrundegelegt. Hinzu kommen Erkenntnisse der Klimaforschung hinsichtlich der maximal tolerierbaren Erwärmung der Erdatmosphäre.

Ausgangspunkt zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele sind die Beschlüsse der Klimarahmenkonvention: „Das Endziel dieses Übereinkommens (...) ist es, (...) die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann¹.“

Nach Erkenntnissen der Klimaforschung soll die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme nicht überfordert werden, wenn die Erhöhung der mittleren globalen Temperatur der Erdatmosphäre höchstens 0,1 °C innerhalb eines Jahrzehnts beträgt. Insgesamt darf die Temperaturerhöhung nicht mehr als 1 bis 2 °C betragen. Dies hat zur Folge, dass die globalen CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 50 Prozent (bezogen auf das Jahr 1990) gesenkt werden müssen.

¹Deutscher Bundestag, 1995: Mehr Zukunft für die Erde, Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Enquete-Kommission. Bonn. Klimakonvention im Wortlaut siehe Anhang A.

Dieses globale CO₂-Ziel wird danach mit Hilfe der Pro Kopf-CO₂-Emissionen (1990) auf einzelne Ländergruppen (Industrieländer, ölproduzierende Länder, Schwellenländer, Entwicklungsländer) heruntergebrochen. Unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung und eines normativ gesetzten Gleichheitsprinzips leitet beispielsweise die Enquete-Kommission oder die IPCC (siehe Tab. 0-1) hieraus das

Erfordernis einer CO₂-Reduktion um insgesamt 50 bis 80 Prozent bei den Industrieländern sowie um 60 Prozent bei den ölproduzierenden Arabischen Staaten und den Schwellenländern ab, wenn den Entwicklungsländern ein Nachholbedarf von etwa 30 Prozent eingeräumt werden soll.

0.1 Richtpunkte für die Schweiz

Die schweizerische Energiepolitik ist schon seit den 70er Jahren von der Erkenntnis geprägt, dass neben der Versorgungssicherheit der haushälterische Umgang mit allen Formen der Energie ein ökologisch und längerfristig auch ökonomisch wichtiges Ziel darstellt. Das doppelte Ziel einer „ausreichenden, breitgefächerten und sicheren, wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Energieversorgung“ und eines „sparsamen und rationellen Energieverbrauchs“ ist in der eidgenössischen Volksabstimmung vom 23. September 1990 mit 71 Prozent Ja in einem neuen Artikel 24^{octies} der Bundesverfassung verankert worden. Der Verfassungsartikel schuf Bundeskompetenzen im Bereich der rationellen Energieverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energien. Mit 55 Prozent Ja-Stimmen wurde die Volksinitiative für ein zehnjähriges Moratorium im Kernkraftwerkbau angenommen. Im weiteren hat sich die Schweiz mit der Ratifizierung des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimakonvention, siehe Anhang B) verpflichtet, die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen zu begrenzen.

Mit dem Energieartikel und der Klimakonvention ist das energiepolitische Handlungsfeld abgesteckt worden, In seinen Grenzen sind konkrete Massnahmen teils getroffen, teils eingeleitet worden; weitere sind geplant,

- Das 1991 lancierte Aktionsprogramm „Energie 2000“ will den Verbrauch fossiler Energieträger, der in erster Linie zur CO₂-Belastung der Atmosphäre beiträgt, bis zum Jahr 2000 auf dem Niveau von 1990 stabilisieren und anschliessend senken; weitere Ziele sind eine verlangsamte Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs bis 2000 und eine anschliessende Stabilisierung, ferner höhere Beiträge der neuen erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) zur Er-

0.1 RICHTPUNKTE FÜR DIE SCHWEIZ

zeugung von Wärme und Elektrizität sowie schliesslich die Erhöhung der Produktion aus bestehenden Kern- und Wasserkraftwerken um 10 bzw. 5 Prozent. Im Rahmen von „Energie 2000“ wurden zahlreiche Aktionen ausgelöst, welche von staatlichen und privaten Institutionen getragen werden. Die drei wesentlichen Säulen (gesetzliche Rahmenbedingungen, freiwillige Aktionen und Konfliktlösungsgespräche) konnten in der ersten Halbzeit wesentlich verstärkt werden (S. 6, Jahresbericht Aktionsprogramm Energie 2000, September 1996).

- Der Energienutzungsbeschluss vom Dezember 1990 und die im März 1992 in Kraft gesetzte Energienutzungsverordnung haben zum Erlass von verschiedenen Massnahmen, u. a. zu Verbrauchszielwerten für Geräte und zu Anforderungen an die Warmwasseraufbereitung, geführt. Am 1. Januar 1996 ist eine Verordnung mit einem Zielwert zur Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs der neuen Personenwagenflotte um 15 Prozent von 1996 bis 2001 in Kraft gesetzt worden.
- 1996 hat der Bundesrat die Botschaft zu einem Energiegesetz, das den Energienutzungsbeschluss ablösen soll, verabschiedet. Dieses wurde 1998 vom Parlament genehmigt und ist seit dem 1. Januar 1999 in Kraft. Parallel dazu ist ein Gesetz zur Reduktion der CO₂-Emissionen in Vorbereitung, in welchem CO₂-Ziele und Fristen sowie die Rechtsgrundlage für eine subsidiäre CO₂-Abgabe festgelegt werden. Überdies liegen dem Parlament zwei Volksinitiativen vor, die eine Lenkungsabgabe auf Energie (mit quantitativen Reduktionszielen für den Verbrauch nicht erneuerbarer Energien) und ein breites, mit einer Abgabe auf Energie finanziertes Förderungsprogramm für erneuerbare Energien vorschlagen (Energie-Umwelt- und Solar-Initiativen)².
- Ebenfalls 1996 hat der Vorsteher des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes (EVED) einen energiepolitischen Dialogprozess eingeleitet, der im Verlaufe eines Jahres unter Einbezug aller interessierten Kreise mittelfristige energiepolitische Zielsetzungen und die Weiterentwicklung des Programms „Energie 2000“ nach dem Jahr 2000 zur Diskussion stellt.

²Initiativen im Vortlaut
finden sich im Anhang B

- Auf internationaler Ebene haben die Industriestaaten aufgrund der Klimakonvention ihre Wirtschafts- und Verwaltungsinstrumente aufeinander abzustimmen, Die Schweiz wird deshalb ihre Massnahmen und deren Umsetzung mit ihren wichtigsten Partnern zu koordinieren suchen. Erste Schritte wurden im Rahmen der Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) mit einer Absichtserklärung der Automobilindustrie und der Verkehrsminister sowie mit Ländern der Internationalen Energieagentur (IEA) im Bereich der elektrischen Geräte unternommen³.

0.2 Fragestellung

Bereits im Jahre 1928 sprach Oskar Morgenstern von dem „heute so aktuellen Problem der Wirtschaftsprognose“⁴ und widmete ihr eine erste systematische Untersuchung. Seitdem hat das Streben nach Voraussage der wirtschaftlichen Entwicklung nichts an Aktualität eingebüsst, sondern im Gegenteil eine ständig wachsende Bedeutung gewonnen. Es sind eine Vielzahl von Techniken und Modellen zur Erfassung des wirtschaftlichen Ablaufs konstruiert und angewendet worden. Eine besonders aufwändige und detaillierte Prognosemethode, die von W. Leontief in den 30-er Jahren dieses Jahrhunderts begründete Input-Output-Analyse, steht im Mittelpunkt dieser Arbeit. Dabei sollen die aus dieser Methode abgeleiteten Computersimulationen dazu dienen, die sozio-ökonomischen Folgen eines ökologischen Strukturwandels im Zusammenhang mit einer Realisierung des am IPCC⁵ orientierten CO₂-Absenkungspfades mit einem Rückgang der CO₂-Emissionen bis 2010 um ca. 25 % und bis 2030 um 60 % (jeweils bezogen auf 1990) abzuschätzen.

Das Forschungsproblem stellt sich in folgendem Kontext dar:

- **Trotz verschiedenster Bemühungen zum Schutze der Umwelt und auch einigen diesbezüglichen Erfolgen herrscht nach wie vor ein ökologischer Handlungsbedarf.**
Weitergehende umweltpolitische Massnahmen lassen sich aber nur dann realisieren, wenn daraus für die Betroffenen keine unerträglichen sozio-ökonomischen Folgen resultieren.

³BUWAL, 1994: Bericht der Schweiz 1994.

Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaveränderung. Bern.

⁴MORGENSTERN, O., 1928: Wirtschaftsprognose. Wien.

⁵IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997. Proposed CO₂ Emissions Limitations for Annex I Countries.

Es konzentriert sich auf die Fragestellungen:

1. Mit welchen beschäftigungsrelevanten Auswirkungen ist bei einer Umsetzung der deutlich verschärften und auf Nachhaltigkeit im Energiebereich ausgerichteten CO₂-Reduktionszielen gemäss IPCC in der Schweizer Wirtschaft zu rechnen?

Mit Hilfe eines Input-Output-Simulationsmodells für Produktion und Arbeitsmarkt der Schweiz sollen die zu erwartende Auswirkungen der IPCC-konformen energiepolitischen Eingriffe, die zum Ziel der ökologischen Nachhaltigkeit beitragen sollen, hinsichtlich ihrer sozio-ökonomischen Verträglichkeit untersucht werden.

Das Simulationssystem ist von Matthias Schnewlin von der Konjunkturforschungsstelle der ETH erstellt und im Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel implementiert worden⁶. Es besteht aus einem Produktions- und einem Arbeitsmarktmodell. Das erstere stellt den Zusammenhang zwischen der möglichen Produktion von Waren und Dienstleistungen nach Branchen und der Nachfrage her.

Anschliessend können die daraus folgenden Ergebnisse für die Abschätzung der Arbeitskräftenachfrage eingesetzt und im Arbeitsmarktmodell dem Arbeitskräfteangebot gegenübergestellt werden.

2. Welches sind die Möglichkeiten und Grenzen des Input-Output-Modells als Prognoseinstrument in der Wirtschaftspraxis?

Im Zeichen sich beschleunigenden Wandels und zunehmender Komplexität steigen auch die Anforderungen an die Instrumente zur Erarbeitung zukunftsgerichteter Entscheidungsgrundlagen. Heute existieren bereits eine Vielzahl hoch entwickelter und komplexer Simulationsmodelle zur Analyse der ökonomischen Auswirkungen von Massnahmen zur nachhaltigen Entwicklung. Die Untersuchung der Zuverlässigkeit dieser Modelle und insbesondere die Eignung der Input-Output-Analyse als Prognoseinstrument ist Hauptgegenstand der Fragestellung.

⁶ SCHNEWLIN, M., 1993: Ein Input-Output-Simulationssystem der schweizerischen Volkswirtschaft. Rüegger.

In Kapitel 1 dieser Studie werden zunächst die beabsichtigten Massnahmen und die energiepolitischen Rahmensetzungen beschrieben, welche im darauf folgenden Kapitel 2 einer qualitativen Analyse ökonomischen Wirkungsmechanismen unterzogen werden. In einer vergleichenden Modelanalyse werden in Kapitel 3 mögliche Schlüsselparameter für die Simulationen identifiziert. In Kapitel 4 widmen wir uns den theoretischen und empirischen Grundlagen des Input-Output-Modells, mit welchem in Kapitel 5 die sozio-ökonomischen Effekte des vorgegebenen CO₂-Absenkungspfades simuliert und analysiert werden. Die Ergebnisse der Studie werden schliesslich in Kapitel 6 die Anwendbarkeit des verwendeten Simulationsmodells eingehend und kritisch diskutiert.

0.3 Energiewirtschaftliche Querbezüge

Bei den folgenden Definitionen der energiewirtschaftlichen Grundlagen für diese Studie wurde z. T. auf bereits veröffentlichte Zwischenergebnisse von grossangelegten energierelevanten Forschungsprogrammen verschiedener Institute zurückgegriffen, so dass es nützlich erscheint, einen kurzen Überblick über die wichtigsten Forschungsprogramme zu geben.

Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) wurden in einer breiten energieökonomischen Untersuchungsreihe vor dem Hintergrund einheitlicher Rahmenbedingungen (Entwicklung der Wirtschaft, Bevölkerung, Privathaushalten, Wohnungen u.s.w.) von verschiedenen Forschungsgruppen Szenarien des Energieverbrauchs bis ins Jahr 2030 erstellt, die sich hinsichtlich der energiepolitischen Rahmenbedingungen wie Vorschriften, Regelwerke, Energiegesetzgebung oder Energiepreise unterscheiden.

Diese Perspektivrechnungen für den Energieverbrauch umfassen insgesamt 7 Szenarien: Das Szenario I enthält die energiepolitisch bereits beschlossenen Massnahmen, Szenario II a das neue Energiegesetz, Szenario II b zusätzlich die CO₂-Abgabe. Die Szenarien III a bis III d enthalten die schon angesprochenen Volksinitiativen (Energie-Umwelt- und Solarinitiativen) und Variationen von ihnen.

0. 3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE QUERBEZÜGE

Allen Szenarien liegen dieselben Rahmendaten zur Entwicklung der Bevölkerung und Wirtschaft zugrunde. Die Wirtschaftsentwicklung wird relativ optimistisch eingeschätzt: Für den Zeitraum 1990 bis 2010 wird ein durchschnittlicher Anstieg des BIP von 1,7 % p.a. angenommen, für den Zeitraum 2010 bis 2030 eine Zunahme um 1,3 % p.a., insgesamt entspricht dies einer Zunahme um 84 %. Die Bevölkerung steigt bis 2010 um 840'000 Personen, danach wird bis 2030 ein Rückgang um ca. 110'000 erwartet. Die realen Energiepreise nehmen langfristig nur moderat zu.

Tabelle 0-2 und Abbildung 0-2 fassen die wichtigsten Annahmen und Ergebnisse der Szenarien I bis III zusammen.

Allgemeine Rahmendaten		durchschnittliches Wachstum p.a.		
		1990 - 2010		2010 - 2020
Bevölkerungsentwicklung		0.59%		-0.08%
Wirtschaftswachstum (BIP)		1.74%		1.59%
- Konsumnachfrage		1.90%		1.63%
- Staatsnachfrage		1.98%		1.21%
- Investitionsnachfrage		1.39%		2.04%
- Export		2.58%		2.04%
- inländische Produktion		1.74%		1.59%
- Import		2.55%		2.17%
Energiepreise	Einheit	1990	2010	2020
- Strom	Rp / kWh	10.6 - 17.6	10.8 - 17.9	12.1 - 20.1
- Gas	Rp / kWh	3.0 - 5.1	3.3 - 5.4	3.8 - 6.0
- Heizöl EL	Fr / 100 kg	37.2 - 45.8	33.4 - 41.8	39.8 - 49.1
- Heizöl M+S	Fr / 100 kg	20.2 - 27.3	20.4 - 27.4	24.3 - 32.6
- Benzin	Rp / l	102.3	127.8	131.9
- Diesel	Rp / l	97.0	122.4	126.6
- Kerosin	Rp / l	33.1	34.1	36.0
- Kohle	Fr / 100 kg	6.7	76.4	88.3

Tab. 0-2

Wichtige Grundannahmen und Rahmendaten für die Energieperspektiven der Szenarien I bis III, welche unseren Untersuchungen ebenfalls zugrunde gelegt werden (PROGNOS, 1996).

Vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen wächst der Endenergieverbrauch im Szenario I „Beschlossene Massnahmen“ bis 2010 (gegenüber 1990) um knapp 8 %. Bis 2030 ist der Anstieg mit rund 10 % nur wenig höher. Der Bedarf an fossilen Energieträgern verändert sich bis 2010 nur marginal

0. EINFÜHRUNG

(+ 2 %), zwischen 2010 und 2030 stagniert er. Deutliche Zugewinne vermag Erdgas im wesentlichen auf Kosten von Heizöl zu machen. Der Elektrizitätsverbrauch nimmt kontinuierlich zu: 1990 bis 2010: +19 %, 2010 bis 2030 nochmals 6,5 %.

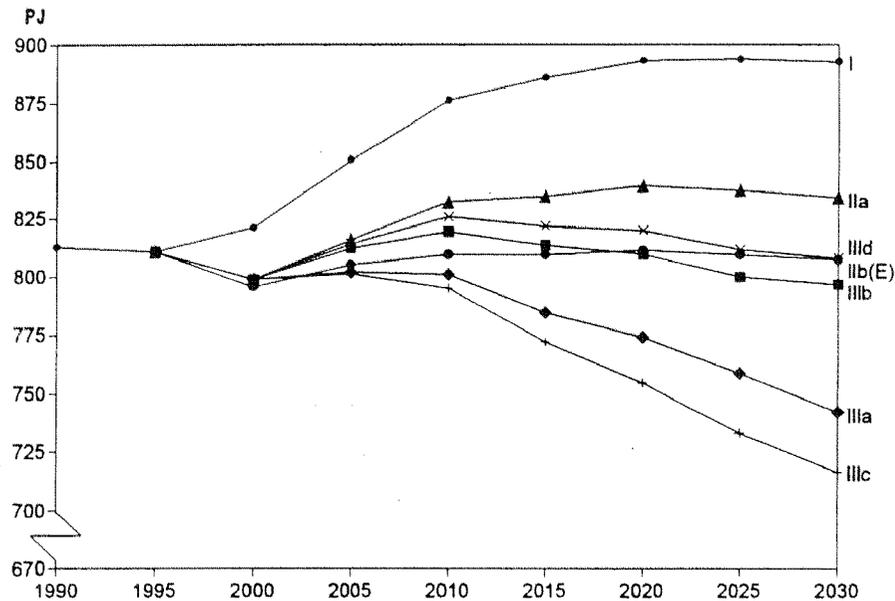


Abb. 0-2

Endenergieverbrauch nach den Szenarien I bis III. PROGNOSE, 1996.

Das Szenario II umfasst zusätzlich zu den beschlossenen Massnahmen von Szenario I die beabsichtigten Massnahmen in zwei Teilszenarien: Teilszenario II a enthält als Schwerpunkt ein Energiegesetz und in Teilszenario II b wird zusätzlich eine CO₂-Abgabe berücksichtigt. Durch die verschiedenen Einzelmassnahmen in II a soll der Endenergieverbrauch gegenüber Szenario I bis 2010 um 5 % und bis 2030 um 6,5 % gesenkt und durch die Einführung der CO₂-Abgabe (Einheitsatz) der Energieverbrauch um weitere 2,5 % (in 2010) bzw. 3,2 % (in 2030) zu reduziert werden können.

In Szenario II a verringern sich entsprechend die CO₂-Emissionen bis 2030 gegenüber Szenario I um 3,4 Mio t, in Szenario II b (Einheitsatz) gegenüber II a um weitere 2,2 Mio. t, in Szenario II b (Treibstoffe) um etwa die selbe Grössenordnung. Damit wird das CO₂-Reduktionsziel von -10 % bis 2010 im Vergleich zu 1990 erreicht.

Szenario III a behandelt die „Energie-Umwelt-Initiative“. Zielsetzung ist, zunächst den Verbrauch nicht-erneuerbarer Energieträger nach 8 Jahren zu stabilisieren und anschliessend während 25 Jahren um durchschnittlich 1 % pro Jahr zu

0. 3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE QUERBEZÜGE

reduzieren. Zusätzlich zu II a wird hierfür eine Abgabe auf die nicht-erneuerbaren Energieträger eingeführt, die die Preise der fossilen Energien bis 2030 in etwa verdoppelt und die Preise von Strom um 50-70 % erhöht. Die Einnahmen werden wieder an Wirtschaft und Bevölkerung zurückverteilt.

Die Abgabe erhöht die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmassnahmen, beeinflusst aber auch die Wirtschaftsstruktur: Ausgehend vom Szenario II a kann durch die Abgabe der Endverbrauch der fossilen Energieträger bis 2010 um knapp 5 % gesenkt werden. Im Jahr 2030, wenn die Abgabe wesentlich höher ist, beträgt die Einsparrate über 14 %. Die Einsparwirkung bei der Elektrizität liegt mit 2 % (2010) und knapp 8 % (2030) niedriger als bei den Brennstoffen. Durch den niedrigeren Stromverbrauch und den höheren Beitrag der regenerativen Energien zur Stromversorgung (3 TWh) wird die Bedeutung des Kernenergiestroms bzw. der fossil-thermischen Erzeugung als Substituenten signifikant verringert.

Szenario III b befasst sich mit der Solarinitiative. Ihr Ziel ist die Nutzung der Sonnenenergie sowie die Effizienz und Nachhaltigkeit der Energienutzung direkt zu fördern. Hierzu wird zusätzlich zu II a eine Abgabe (Solarrappen) bis maximal 0,5 Rp./kWh erhoben, deren Einnahmen mindestens zur Hälfte für die Nutzung der Sonnenenergie, der Rest zur Förderung der rationellen Energieverwendung eingesetzt werden sollen.

Durch den Einsatz der Fördermittel vermag der Verbrauch der fossilen Energieträger bis 2010 gegenüber II a um 3 %, bis 2030 um mehr als 9 % gesenkt werden. Demgegenüber sind die Minderungsraten bei der Elektrizität mit -0,9 % bzw. -1,7 % bescheiden (zusätzlicher Stromverbrauch durch Wärmepumpen).

Szenario III c ist als Kombination der beiden Initiativen III a und III b konzipiert und integriert die beiden Zielsetzungen zu einem Gesamtpaket, das aber nicht einfach der Addition der beiden Ergebnisse entspricht. Die energetischen Gesamtwirkungen sind in diesem Teilszenario am stärksten. Der Verbrauch der fossilen Energieträger kann gegenüber II a bis 2010 um fast 7 %, bis 2030 um 21 % reduziert werden. Auch beim Strom sind die Einsparpotentiale mit 2,3 und 9,1 % bemerkenswert.

Der Beitrag der regenerativen Stromerzeugung steigt gegenüber II a um 4 TWh. Die CO₂-Emissionen betragen in 2030 nur noch 33,5 Mio t (25 % weniger als 1990).

Szenario III d modifiziert die Solarinitiative III b: halber Solarapparat und gelockerte Zweckbindung bei der Verteilung der Mittel. Die energetischen Wirkungen sind dennoch beachtlich. Bis 2010 kann der Verbrauch der nicht-erneuerbaren Energieträger gegenüber II a um 1,6 % vermindert werden, bis 2030 beträgt die Minderung rund 6 %.

In Ergänzung zu diesen Energieperspektiven der Szenarien I bis III wurde ebenfalls im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft in einem sogenannten Szenario IV die Realisierbarkeit einer deutlich verschärften und auf Nachhaltigkeit im Energiebereich ausgerichtete CO₂-Reduktion untersucht⁷.

Zentrale umweltpolitische Vorgabe ist darin die Absenkung der Kohlendioxid-Emissionen bis 2030 um 60% im Vergleich zu 1990. Diese Reduktionsziele in Szenario IV stehen in Übereinstimmung mit den Vorgaben des IPCC, auf welche wir uns in dieser Untersuchung, wie erwähnt, ebenfalls abstützen wollen. Szenario IV kann uns deshalb als Grundlage zur Festlegung der energiewirtschaftlichen Rahmendaten dienen. Um die darin vorgegebenen Reduktionsziele zu erreichen sind gegenüber den Szenarien I-III allerdings wesentlich weitergehende energiepolitische Eingriffe erforderlich, für deren sozio-ökonomischen Auswirkungen es bisher keine empirischen Studien gab. Mit der vorliegenden Arbeit soll diese Lücke geschlossen werden.

⁷ Bundesamt für Energiewirtschaft, 1997: Ergänzungen zu den Energieperspektiven.

Die umweltpolitischen Massnahmen und Rahmendaten der Simulations-Szenarien

1 Es ist unbestritten, dass die hochindustrialisierten Länder weit davon entfernt sind, einen "dauerhaften" Lebensstil im Sinne von Nachhaltigkeitsregeln zu pflegen. Ebenso unbestritten ist die Einsicht in die Notwendigkeit eines entsprechenden ökologischen Strukturwandels, so dass es zu einem Rückgang der Belastung der Ökosysteme kommt. Entsprechend vielfältig sind denn auch der Inhalt der umweltpolitischen Massnahmenkataloge und die Strategien, wie ein solcher Wandel realisiert werden könnte und es existieren zahlreiche Studien, die die möglichen ökologischen und ökonomischen Auswirkungen verschiedener Szenarien untersuchten – wir haben sie in der Einführung kurz beschrieben. Nicht untersucht wurden die sozio-ökonomischen Auswirkungen der weiterführenderen umweltpolitischen Massnahmenpakete des sich am IPCC orientierenden CO₂-Absenkungspfad – denen wollen wir in dieser Studie nachgehen. Zuerst soll uns die Beschreibung der Grundlagen eines ökologischen Strukturwandels in die allgemeine Problematik der schweizerischen Umweltpolitik einführen. Die nachfolgende Erläuterung des in diesem Kontext positionierten verschärften CO₂-Reduktionsszenarios wird dann mit dem Studienobjekt vertraut machen und die Beschreibung der dem Szenario zugrunde liegenden Rahmendaten und energiewirtschaftlichen Perspektiven zu den Input-Output-Simulationen der anschliessenden Kapitel führen.

1.1 Grundlagen eines ökologischen Strukturwandels

1.1.1 Terminologie und Definitionen

Nachhaltige Entwicklung

Die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung vom Juni 1992 in Rio war ein Meilenstein. In Rio wurde nichts Neues erfunden. Entscheidend war aber die Tatsa-

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

che, dass die Staats- und Regierungschefs der ganzen Welt, Wirtschaftsführer sowie Vertreterinnen und Vertreter aller gesellschaftlichen Gruppen anerkannt haben, dass ein neues Denken und Handeln notwendig ist. In Rio haben alle verstanden, dass es nur im Zusammenwirken von sozialer Solidarität, wirtschaftlicher Effizienz und ökologischer Verantwortung gelingen kann, eine nachhaltige Zukunft für den gesamten Planeten zu sichern.

Schon 1987 hat die von den Vereinten Nationen eingesetzte Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (die sog. Brundtland-Kommission) die nachhaltige Entwicklung wie folgt definiert:¹

"Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, welche die heutigen Bedürfnisse zu decken vermag, ohne für künftige Generationen die Möglichkeit zu schmälern, ihre eigenen Bedürfnisse zu decken."

„Sustainable Development“ – nachhaltige Entwicklung – ist zu einem neuen Ziel für die Menschheit geworden, sie soll eine langfristige Entwicklung ermöglichen, ohne die natürlichen Lebensgrundlagen zu gefährden, dies bedingt gerechte Zugangsmöglichkeiten aller zu den begrenzten Ressourcen, Solidarität unter den Menschen, die heute unter ungleichen Bedingungen in den verschiedenen Teilen der Welt leben, und Solidarität gegenüber den künftigen Generationen, sowie Respekt für die Natur in ihrer Schönheit und Vielfalt.

Der Schutz der Umwelt, die wirtschaftliche Effizienz und die gesellschaftliche Solidarität sind die drei Schlüsselfaktoren einer nachhaltigen Entwicklung. Sie bilden ein „*magisches Dreieck*“, das die Bewahrung der Ressourcen, die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft und die soziale Ausgestaltung der Gesellschaft in einem dynamischen Gleichgewicht miteinander verbindet. Keines der drei Ziele kann erreicht werden, wenn jeweils die anderen zwei vernachlässigt werden.

Auf der anderen Seite kann die Suche nach einem Erfolg in allen drei Dimensionen zu Zielkonflikten führen. Diese Konflikte sind so weit als möglich transparent zu machen;

¹HAUFF, V., 1987: Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkamp Verlag, Greven.

die Lösungen müssen primär auf der politischen Ebene gesucht werden. In manchen Fällen wird es möglich sein, Verbesserungen in der einen Dimension der Nachhaltigkeit wie auch gleichzeitig in einer anderen Dimension zu erzielen (sog. "win-win"-Situationen). Derartige Lösungen sind zu fördern.

Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung

Nachstehend soll auf die Anforderungen an die nachhaltige Entwicklung innerhalb der drei Dimensionen näher eingegangen werden.²

Umwelt

Ziel ist die Erhaltung des beschränkten natürlichen Kapitals (Arten, Ökosysteme, Boden, Mineralien, Wälder, Wasser, Atmosphäre). Daraus ergeben sich folgende ökologische Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung:

- Die Natur muss in ihrer dynamischen Vielfalt erhalten bleiben, Jede Beeinträchtigung ist deshalb durch Massnahmen zu kompensieren, welche die Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die Qualität und Kontinuität der Ökosysteme gewährleisten.
- Erneuerbare Ressourcen, wie z.B. Tier- und Pflanzenpopulationen, Äcker, Weiden und Wald oder Grundwassersysteme, sind so zu nutzen, dass ihre Regenerationsfähigkeit auf die Dauer erhalten bleibt.
- Nicht erneuerbare Ressourcen – beispielsweise fossile Energieträger – dürfen nicht erschöpft werden und sind noch Möglichkeit durch erneuerbare Ressourcen zu ersetzen.
- Bei der Belastung der Umwelt durch abbaubare Abfälle, und Emissionen ist sicherzustellen, dass die Verschmutzung unter der Absorptionsfähigkeit der Ökosysteme liegt.
- Nicht abbaubare Schadstoffe dürfen nur so weit in die Umwelt emittiert werden, als deren Akkumulation nicht zu einer Schadstoffkonzentration führt, welche Menschen, Flora und Fauna gefährdet.
- Unfallrisiken mit grossräumigen Auswirkungen auf Mensch und Biosphäre sind nur so weit zulässig, als sie auch beim

²IDARio, 1997: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

grössten möglichen Schadenereignis keine dauerhaften Schäden über eine Generation hinaus verursachen.

Wirtschaft (aus neoklassischer ökonomischer Sicht)

Eine leistungsfähige Wirtschaft ist die Voraussetzung für die umfassende Befriedigung der ökologischen und sozialen Bedürfnisse. *Dabei sollten sich Wirtschaft und Umwelt idealerweise in einem dynamischen Gleichgewichtszustand befinden.*

Für ein „nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum“ müssen die Ressourcen aus ökonomischer und ökologischer Sicht effizient genutzt werden. Eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität ist nicht nur sinnvoll in bezug auf eine Verringerung des „Naturverbrauchs“ und der Reduktion schädlicher Emissionen, sondern wirkt sich auch positiv auf die volkswirtschaftliche Leistungsfähigkeit aus.

Damit die Ressourcen in einer mit dem Ökosystem verträglichen Art und Weise genutzt werden, müssen die Preise für Rohstoffe, Güter und Dienstleistungen die ökologische Wahrheit ausdrücken. Es ist die Aufgabe des Staates, die dazu notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, so dass Anreize für eine erhöhte Ressourceneffizienz entstehen. Optimal kann dies nur dann erreicht werden, wenn durch marktkonforme Massnahmen die direkten und indirekten umweltrelevanten Kosten internalisiert werden. Mit anderen Worten: *Das Verursacherprinzip muss konsequent angewendet werden.*

Bei der Einführung neuer Massnahmen ist darauf zu achten, dass dies in transparenter und voraussehbarer Art geschieht. Der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit sowie der Standortqualität sind dabei gebührend Rechnung zu tragen.

Auf internationaler Ebene führt ein offenes multilaterales Handelssystem zu mehr Wettbewerb und kann im Idealfall durch die Entwicklung und Verbreitung neuer Technologien die effizientere Nutzung der Ressourcen fördern.

Betreffend freiwillige Vereinbarungen in den Bereichen Eco-Labeling und Eco-Audit sollte durch die Entwicklung international anerkannter Systeme mehr Transparenz geschaffen werden.

Allfällige Anpassungen der Regeln der Welthandelsorganisation (WTO-Regeln) an die Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung sollten den Umweltschutz verbessern und gleichzeitig vermeiden, dass handelsrelevante Massnahmen zu diesem Zweck protektionistische Interventionen verschleiern.

Gesellschaft

Eine effiziente Bewirtschaftung der Ressourcen und der Respekt für die Umwelt können nur dann auf breite Akzeptanz stossen und unterstützt werden, wenn die Ressourcen, die der Menschheit nur begrenzt zur Verfügung stehen, gerecht verteilt werden. Für diese Frage muss sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene eine zufriedenstellende Antwort gefunden werden.

Auf internationaler Ebene ist es offensichtlich, dass sich die armen Länder nicht mit einer Situation abfinden können, die noch immense Ungleichheiten umfasst und die vor allem über eine Milliarde Menschen daran hindert, ihre elementarsten Bedürfnisse nach Nahrung, Trinkwasser, ärztlicher Behandlung, Wohnraum usw. zu decken. Den armen Ländern steht ein grundlegendes Recht auf Entwicklung zu. Es darf nicht vergessen werden, dass es die Industrieländer sind, die für die meisten an der globalen Umwelt verursachten Schäden verantwortlich sind, und dass diese Länder ihre Umweltbeeinträchtigungen auf einen Stand zu bringen haben, der mit einer nachhaltigen Bewirtschaftung der weltweit begrenzten Ressourcen verträglich ist.

Diese Situation zwingt die Industrieländer, ihre Entwicklungsmodelle neu zu überdenken, und zwar indem sie einerseits die Effizienz ihrer Produktionen steigern und andererseits ihr Konsummuster ändern. Die Entwicklungsländer müssen ebenfalls Entwicklungsmodelle wählen, die den entsprechenden Auswirkungen auf die globale Umwelt Rechnung tragen.

Es gibt keine einfachen Lösungen, weder um die Produktions- und Konsummuster zu ändern, noch um das demographische Wachstum zu bremsen. Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen konnte die 1994 an der Konferenz in Kairo über Bevölkerung und Entwicklung verabschiedete These formuliert werden, dass das demographische Wachstum nur mit einer allgemeinen Verbesserung der sozialen Situation der

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

betroffenen Bevölkerung gebremst werden kann. Dazu sind einerseits wirtschaftliches Wachstum und andererseits eine gerechte Sozialpolitik notwendig. Es geht dabei in erster Linie darum, die Diskriminierungen der Frauen beim Zugang zum Bildungswesen sowie zu den Gesundheitsdiensten zu beseitigen.

Es sei schliesslich daran erinnert, dass die extreme Armut an sich bereits ein Hindernis für eine nachhaltige Entwicklung darstellt, Denn wenn das Überleben im Vordergrund steht, ist es unmöglich, mit den Ressourcen, wie Brennholz, Boden, Wasser, Fauna, wilder Flora usw., wirtschaftlich und respektvoll umzugehen.

Eine nachhaltige Entwicklung ist somit nur mit einer *substantiellen Stärkung der internationalen Solidarität* möglich, um die Situation der ärmsten Völker zu verbessern, die wesentlichsten Bedürfnisse aller zu decken und die notwendige Stabilisierung beim Bevölkerungswachstum zu erreichen.

Auch auf nationaler Ebene kann der Konsens über den Respekt für die Umwelt und über eine gewisse Zurückhaltung bei der Nutzung der begrenzt vorhandenen natürlichen Ressourcen nur dann erzielt werden, wenn das allgemeine Gefühl vorherrscht, dass diese Ressourcen von allen genutzt werden können.

Dies hat somit folgende Anforderungen zur Folge:

- Im Bereich der internationalen Zusammenarbeit muss sich die Schweiz bilateral und multilateral dafür einsetzen, dass ausreichende Massnahmen ergriffen werden, um die extreme Armut, von der weltweit noch über eine Milliarde Menschen betroffen sind, in den nächsten Jahrzehnten wesentlich zu verringern, und zwar in Anwendung des Berichtes des Bundesrates über die Nord-Süd-Beziehungen der Schweiz in den 90er Jahren (Leitbild Nord-Süd)³.
- Auch auf nationaler Ebene sollen grösste Anstrengungen unternommen werden, damit sich die Einkommensschere zwischen den Reichsten und den Ärmsten nicht weiter öffnet und damit die soziale Ausgrenzung verschwindet, insbesondere diejenige, die aus der Arbeitslosigkeit entsteht.

³ Bericht des Bundesrates, BBl 1994: Leitbild Nord-Süd.

Eine vollständige Formulierung des Nachhaltigkeits-Konzeptes müsste also genau genommen *Sustainable and Equitable Development* lauten. Denn es handelt sich, in den Worten der Rio-Dokumente, um eine Verbindung der drei Teilkomponenten *Economic Development* plus *Ecological Sustainability* plus *Social Equity*, zu deutsch also ökologisch nachhaltige und sozial gerechte Wirtschaftsentwicklung, oder – eher beschwichtigend – Umwelt- und Sozialverträglichkeit der Wirtschaftsentwicklung⁴. Ein Leitbild nachhaltiger Entwicklung fordert ein Handeln nach Konzepten einer globalen ökonomischen, ökologischen und sozialen Modernisierung auf der Basis kategorischer Nutzungs- und Verteilungsimperative, die wir zu folgenden grundlegenden Nachhaltigkeits-Regeln zusammenfassen wollen:

- *Ökologische Nutzungsregeln*; allgemeine Richtlinien des Umweltmanagements
 - i tragbare Bevölkerungsdichte
 - ii tragbare Immissionsbelastung: Aufnahme- und Regenerationsfähigkeit nicht übersteigen
 - iii regenerierbarer Verbrauch erneuerbarer Ressourcen
 - iv minimaler Verbrauch endlicher Ressourcen: Arten, Flächen, Öl, Gas u.s.w.
 - v naturverträgliche Innovationen

Der natürliche Kapitalstock soll also ungeschmälert erhalten bleiben. Nicht von der Kapitalsubstanz nicht vom Naturerbe, sondern von den laufenden Erträgen ist zu leben.

- *Soziale Verteilungsregeln*
 - i Recht und Billigkeit der Ressourcennutzung auch für kommende Generationen
 - ii Bemühen um Modus gerechten Teilens⁵

⁴ nach HUBER, J., 1995: Nachhaltige Entwicklung. S.39, Ed Sigma, Berlin.

⁵ nach HUBER, J., 1995: Nachhaltige Entwicklung. S.50, Ed Sigma, Berlin.

Nachhaltige Entwicklung erfordert in diesem Sinne ein globales Konzept ökologischer Modernisierung bzw. eines ökologischen Strukturwandels. Eine Modernisierung ist im allgemeinen gekennzeichnet durch:

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

- eine Readaption von inadäquat gewordenen System-Umwelt-Relationen
- einen anhaltenden Prozess der Zivilisierung und Kultivierung

Der speziellere Begriff der ökologischen Modernisierung beinhaltet darüber hinaus:

- die Readaption von anthropogenen in geogene Stoffkreisläufe, die Verlagerung von nachträglich-kompensierenden zu proaktiv-präventivem Umwelthandeln;
- eine systematische Anwendung ordnungsrechtlich-administrativer Instrumente⁶

Nachhaltige Entwicklung ist aber nicht nur ein auf Fakten und Logik beruhendes Konzept; es richtet sich auch nach Wertvorstellungen und enthält somit eine bedeutsame *ethische Dimension*. Für die Realisierung eines Nachhaltigkeits-Konzeptes sind deshalb *Verantwortungs-, Kommunikations- sowie Konsens-Fähigkeit* wichtige Voraussetzung⁷.

- *Verantwortungsfähigkeit*: für die Berücksichtigung der Konsequenzen unseres Handelns;
- *kommunikative und Konsens-Fähigkeit*: für die Erarbeitung tragfähiger Entscheide in einem interdisziplinären von Diskurs-Ethik geprägten Zusammenhang.

Die untenstehende Tabelle 1-1 rekapituliert die wichtigsten Teilaspekte nachhaltiger Entwicklung.

Teilaspekte nachhaltiger Entwicklung	Verhaltenskriterien	Leitgedanken
ökologisch	Umweltverträglichkeit	Überleben der Menschheit
ökonomisch	Effizienz & Produktivität	Angemessener Wohlstand
sozial	Gerechtigkeit & Gemeinnutz	Solidarität/ Menschenrechte
ethisch	Verantwortbarkeit, Dialog- und Konsensfähigkeit	Gelingendes Leben
zeitlich	Entschleunigung	Zukunftsoffenheit
räumlich	Dezentralisierung	Kleinräumige Vernetzung (neben selektivem globalem Austausch)

Tab. 1-1

Teilaspekte nachhaltiger Entwicklung

(mod. nach WEHOWSKY, S. & PIEREN, K. (Hrsg.), 1996)

⁶ nach HUBER, J., 1995: Nachhaltige Entwicklung. S.65, Ed Sigma, Berlin.

⁷ WEHOWSKY, S. & PIEREN, K. (Hrsg.), 1996: Nachhaltige Entwicklung oder hoher Lebensstandard. Cass, Symposium 96, S. 208.

Ökologischer Strukturwandel

Unter ökologischem Strukturwandel wird auf gesamtwirtschaftlicher Ebene eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums von Naturverbrauch und Umweltbelastungen⁸ verstanden, so dass zu einem absoluten Rückgang der Belastung der Ökosysteme im Sinne der Nachhaltigkeit kommt. Bei der Entkopplung müssen im Grunde sowohl die Inputs von ökologischen Systemen in die Wirtschaft (natürliche Ressourcen) als auch die Outputs an die Umwelt (Schadstoffemissionen, Abfälle) berücksichtigt werden. In dieser Untersuchung möglicher Auswirkungen eines solchen Wandels, werden wir uns jedoch nur mit den Inputs beschäftigen. Diese kann man sich aus ökologischer Sicht aus drei grundlegenden Produktionsfaktoren zusammengesetzt denken:

- Materie
- Energie
- Information

Diese drei Faktoren sind jedoch nicht unabhängig voneinander und somit auch nicht beliebig untereinander substituierbar.

Natürliche Ressourcen wurden im Verlaufe der wirtschaftlichen Entwicklung immer wieder durch andere natürliche Ressourcen substituiert (etwa Kohle durch Erdöl oder Eisen durch Aluminium). Dabei lassen sich wohl verschiedene Formen von Materie ersetzen, doch Energie ist als grundlegender physischer Produktionsfaktor durch keinen anderen natürlichen Faktor substituierbar. Unterschiedliche Energieresourcen unterscheiden sich dadurch, dass Energie jeweils an verschiedene Formen von Materie gebunden ist, und unterschiedliche Produktionsprozesse unterscheiden sich durch die mehr oder weniger effiziente Nutzung von Energie, die wiederum vom eingesetzten technischen Know-how abhängig ist. Substituierbar sind also verschiedene Energieträger sowie unterschiedliche Technologien der Energienutzung, nicht aber Energie als solche. Der Energie als physischem Produktionsfaktor kommt somit besondere Bedeutung bei der Analyse der Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch zu, da der Energieverbrauch nur durch Einsparung und nicht durch Substitutionsprozesse vom Wirt-

⁸ BINSWANGER, M., 1993: Gibt es eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums von Naturverbrauch und Umweltbelastung?. IWÖ-HSG.

schaftswachstum entkoppelt werden kann. Der Energieverbrauch ist somit der wichtigste und allgemeinste Umweltindikator im Zusammenhang mit der Diskussion über die Entkopplung von Naturverbrauch und Wirtschaftswachstum.

1.1.2 Umweltpolitische Lösungsansätze

Mit welchen operativen Strategien könnte nun der Naturverbrauch vom Wirtschaftswachstum entkoppelt werden?

Theoretisch bieten sich folgende Szenarien an:

Suffiziente Lebensweise

Suffizienz meint Genügsamkeit und Bescheidenheit, heisst materiell Verzicht üben. Das konsumtive Anspruchsniveau und das materielle Verbrauchsniveau sind zu senken. Voraussetzung dafür wäre allerdings der gleichzeitige, grundlegende Umbau der gesellschaftlichen Strukturen mit einer entsprechenden Veränderung dazugehöriger Lebensstile und Handlungsweisen. Eine solche Transformation müsste sich freilich auf eine neue kulturelle Ausrichtung abstützen können, die von der utilitaristisch-sensualistischen Wertorientierung der modernen Welt weg zu mehr geistigen Werten hinführt. Verschiedentlich wird in diesem Zusammenhang von „neuen Wohlstandsmodellen“ gesprochen. Scherhorn redet von einem „postmateriellen Lebensstil“, als einem „Sinn für immaterielle Erfüllungen, die Weigerung, die nachteiligen Auswirkungen für noch mehr Wohlstand hinzunehmen“⁹. Ob man den „postmateriellen“ Konsumenten allerdings wirklich antreffen wird, bleibt etwas fraglich. Die Suffizienz-Strategie scheint wenig anschluss- und resonanzfähig und insofern lässt sich darauf wohl heute noch keine Politik gründen.

Effiziente Produktionsweise

Diese Strategie zielt darauf ab, Stoff- und Energieumsätze durch eine über technische Innovation und Recycling erzielte Effizienzsteigerung zu verkleinern, ohne dass Änderungen in den gesellschaftlichen und ökonomischen Strukturen notwendig wären. Vielmehr sollen betriebliche Prinzipien noch konsequenter als bisher angewendet und auf ökologische

⁹ zit. nach HUBER, J., 1995, S. 126.

Zusammenhänge ausgeweitet werden. Gewünschte Produktionsleistungen sollen mit geringstmöglichem Einsatz an Material und Energie erstellt werden. Die systematische Steigerung der Arbeits- und Kapitalproduktivität wird um die systematische Steigerung der Ressourcenproduktivität ergänzt. Man spricht inzwischen auch von der Effizienz-Revolution.

Die Strategie einer Effizienzsteigerung ist wohl im vorherrschenden Wirtschaftssystem am anschlussfähigsten und zweifellos sind damit gewisse Erfolge zu erzielen und keine Nachhaltigkeits-Strategie kann auf sie verzichten. Dennoch können auch bedeutende Effizienz-Steigerungen ob der schiereren Existenz der Weltbevölkerung und deren zunehmendem Anspruchsniveau aus globaler Sicht unerheblich werden.

Die Effizienz-Strategie ist jedoch in ihrer Wirkungsweise mehrheitlich eher wert- und strukturkonservativ, meint sie doch keinen wirklich tiefgreifenden wirtschaftlichen, wissenschaftlich-technischen oder gesellschaftlichen Wandel. Was wir für eine Nachhaltigkeit bräuchten, wäre einen unsere gesamte Technologie, Infrastruktur und Kultur erfassenden ökologische Werte- und Strukturwandel.

Konsistente Stoffströme

Im übertragenen Sinn heisst Konsistenz Verträglichkeit, Übereinstimmung. Auf die ökologische Frage angewandt, bedeutet Konsistenz die naturangepasste Beschaffenheit von Stoffströmen und Energiegewinnung. Jeder Stoffstrom, welcher Qualität auch immer, hat ökologisch seine Mengenbegrenzung und keine Qualität kann ihren quantitativen Begrenzungen entrinnen. Die Absicht der Konsistenzstrategie geht nun dahin, die Qualität der anthropogenen Stoffströme so zu verändern, dass der Mengenspielraum erhalten bleibt oder erweitert wird, indem sie mit geogenen Stoffströmen kompatibel werden. Es geht also primär um die Veränderung der Stoffströme und nicht um deren blosse Verringerung. Es sollen ökologisch problematische Stoffe durch Prozess-, Produkt- und Materialinnovationen substituiert werden. Innova-

tionen also bei der Stoffstromqualität und nicht wie bei der Effizienzstrategie bei der Quantität. Anders als bei der strukturkonservativen Suffizienz-Strategie zielt die Konsistenz-Strategie auf eine Wissenschafts- und Technologieentwicklung mit der Absicht, den Umweltraum nicht nur besser auszunutzen, sondern durch aktive Umgestaltung zu erweitern.

1.1.3 Realpolitische Modellgrundlagen

Aufbauend auf den oben beschriebenen Lösungsansätzen eines ökologischen, ökonomischen und sozialen Strukturwandels, verbunden mit Effizienz-, Suffizienz- und Konsistenzszenarien, sollen jetzt die realpolitischen Möglichkeiten ihrer Verwirklichung formuliert werden. Für eine breite politische Akzeptanz und eine effektive Umsetzung ist allerdings ein hohes Mass an Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit notwendig.

Es stellt sich natürlich zunächst die grundsätzliche Frage, ob Wirtschaftswachstum in Zukunft weiterhin energieintensiv sein muss, oder ob eine Änderung des relativen Preisverhältnisses zwischen Arbeit und Energie, wie dies beispielsweise bei der Diskussion um eine ökologische Steuerreform immer wieder vorgeschlagen wird,¹⁰ eine Trendumkehr bewirken könnte, so dass Wachstum gleichzeitig auch wieder Arbeitsplätze schafft. Eine relative Verbilligung des Faktors Arbeit gegenüber der Energie kann allerdings nicht bedeuten, dass wir einfach das Rad der Geschichte zurückdrehen können, denn neue Technologien, Produktionsverfahren und Produkte haben die Wirtschaft grundlegend verändert. Eine energieärmere, arbeitsintensivere Wirtschaftsweise der Zukunft wird deshalb ganz anders aussehen als die im Vergleich zu heute ebenfalls energiearme und arbeitsintensive Wirtschaft zu Beginn der 50er Jahre, als ein Grossteil der Arbeitsplätze noch mit der industriellen Produktion zusammenhing.

Eine moderne, ökologieverträgliche und arbeitsintensive Wirtschaft wird aus einer hochtechnisierten, energieeffizienten Industrie bestehen, in der nur noch wenige Menschen mit der unmittelbaren Produktion von Gütern beschäftigt sind. Nur eine solche Industrie wird gleichzeitig im internationalen Wettbewerb bestehen können, der wegen der ständig

¹⁰ z.B. erstmals bei BINSWANGER, H.C., FRISCH, H., NUTZINGER, H.G., 1983: Arbeit ohne Umweltzerstörung, Frankfurt a. M.

steigenden Exportorientierung der Schweizer Industrie zunehmend über deren Wettbewerbsfähigkeit entscheidet.

In der vorliegenden Arbeit geht es weniger um eine Untersuchung der konkreten Auswirkungen eines bestimmten Steuermodells (z.B. der geplanten CO₂-Abgabe in der Schweiz) als vielmehr um die Untersuchung grundlegender Trends und der Möglichkeit ihrer Beeinflussung durch staatliche Korrektur des aus der Sicht der Umwelt suboptimalen Marktpreissystems. Dabei wird davon ausgegangen, dass:¹¹

- die Wirtschaft in der Schweiz weiterhin quantitativ wächst
- die internationale Verflechtung der Schweizer Wirtschaft (unabhängig von einem allfälligen EU-Beitritt) weiterhin zunimmt
- die Beschäftigung im Industriesektor weiterhin zurückgeht

Diese Entwicklungen sollen in dieser Arbeit nicht in Frage gestellt werden. In Frage gestellt wird jedoch der einerseits nach wie vor enge Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum, Naturverbrauch (vor allem Energieressourcen) und Umweltbelastungen sowie, andererseits, der sich seit 1991 abzeichnende Rückgang der Beschäftigungsintensität im Dienstleistungsbereich. Diese beiden Problembereiche gilt es im Rahmen einer ökologischen Strukturreform gemeinsam anzupacken.

Aus wirtschaftlicher und auch sozialer Sicht ist es natürlich wünschenswert, dass der Strukturwandel auch dazu beiträgt, eine hohe Arbeitslosigkeit zu verhindern, welche durch ein zunehmend beschäftigungsunwirksames Wachstum (jobless growth) zu einem Dauerzustand zu werden droht. Zwei Ziele gilt es also miteinander zu vereinbaren:

- Entkopplung des Wachstums von Naturverbrauch (insbesondere Energieverbrauch) und Umweltbelastungen.
- Wiederankopplung der Beschäftigung an das Wirtschaftswachstum.

¹¹ BINSWANGER, M., 1995: Beschäftigungswirksamer ökologischer Strukturwandel in der Schweizer Wirtschaft. IWÖ-HSG.

Beide Entwicklungen hängen eng zusammen, da die Preisentwicklung über die letzten Jahrzehnte die Produktionsfaktoren Energie bzw. Rohstoffe gegenüber dem Faktor Arbeit ständig verbilligt hat.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

In dieser Untersuchung werden wir uns auf die Verringerung des Energieverbrauchs konzentrieren. Damit beschränken wir uns auf einen bestimmten Aspekt der Umweltproblematik der allerdings in Zukunft von zentraler Bedeutung sein wird. Eine Reduktion des Energieverbrauchs durch eine Erhöhung der Energiepreise ist vor allem aus folgenden Gründen ein wesentlicher Schritt in Richtung ökologischer Strukturwandel:

1. Im Gegensatz zu andern natürlichen Inputs in das Wirtschaftssystem wie Materialressourcen ist die Besteuerung der Energie und damit eine Veränderung des Energiepreises ohne grossen Aufwand realisierbar.
2. Eine generelle Energiesteuer verhindert, dass bestimmte Umweltbelastungen durch andere Umweltbelastungen substituiert werden (z.B. mögliche Substitution von Treibhauseffekt durch nukleare Risiken bei einer ausschliesslich auf CO₂ bezogenen Abgabe).

Ökologische Grobsteuerung

Über die Ziele zur Schonung der natürlichen Umwelt dürften heute alle einverstanden sein. Uneinigkeit kommt erst dann auf, wenn es um den richtigen Weg zu diesen Zielen geht (Abb. 1-1). An der bisherigen schweizerischen (und auch der europäischen) Umweltpolitik wird kritisiert, sie operiere zu stark mit staatlichen Auflagen, Grenzwerten und Vorschriften mit hohem bürokratischem Aufwand und Vollzugsdefiziten.

- Verordnungen seien starr und oft nicht der kostengünstigste Weg zu Veränderungen.
- Vorschriften würden zum Einsatz bestimmter Technologien (wie etwa von Luftfiltern) verpflichten. Sie wirkten entsprechend konservativ und kontrainnovativ.¹²

In der Idee der nachhaltigen Entwicklung verbinden sich ökologische und ökonomische Fragen. Nachhaltige Entwicklung verlangt deshalb insbesondere die Integration der ökologischen Ziele ins Zielsystem der Wirtschaftspolitik.

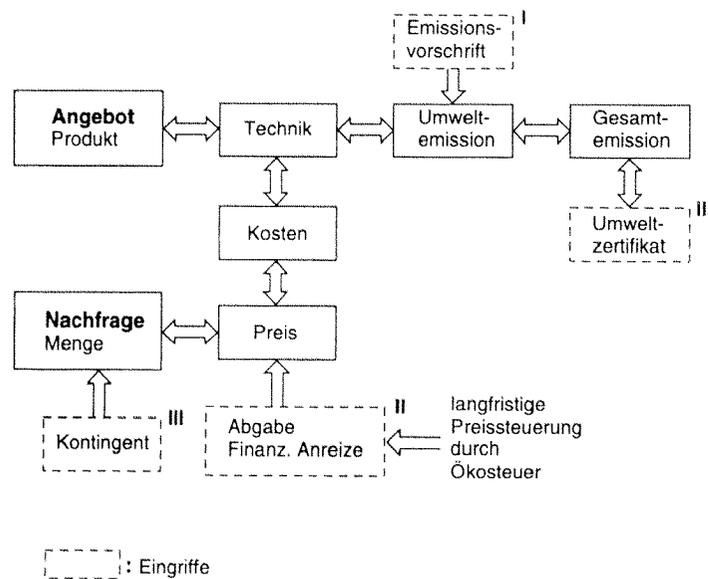
Die umwelt-ökonomische Theorie bietet wichtige Einsichten. Nach ihr ist der Grundstein nachhaltiger Entwicklung ein System von offenen Märkten mit freiem Wettbewerb, deren

¹² SCHMIDHEINY, S., 1993: Kurswechsel. Knauer München, S. 50 f.

Preise angeben, welche Kosten aus der Nutzung der Umwelt und anderen Ressourcen erwachsen. Mit marktkonformen Instrumenten wie handelbaren Umweltzertifikaten (III), Lenkungsabgaben, Öko-Steuern oder Öko-Bonus (II) sollen das umweltpolitische Massnahmenbündel optimiert werden.

Abb. 1-1

Die verschiedenen Instrumente der Umweltpolitik greifen an unterschiedlichen Stellen in die wirtschaftlichen Zusammenhänge von Produktion und Nachfrage ein. (nach MAUCH, 1987)



Nach GEORGESCU-ROEGEN (1971) und BOULDING (1973) ist die Wirtschaft ein Prozess, der wirtschaftlich wertvolle Ressourcen (hohe Ordnung, niedrige Entropie) in einen Zustand grösserer Unordnung (erhöhte Entropie) transformiert¹³. Wertvolle Ressourcen enden im Laufe der wirtschaftlichen Produktion (und Konsumtion) in einer Vielzahl unterschiedlicher Stoffe und möglicher Schädigungen. Insofern ist wirtschaftliche Produktion gleichzeitig eine Produktion komplexer, dynamischer ökologischer Problemsituationen, die sich demnach auf relativ wenige inputseitige Grundursachen zurückführen lassen. Emissionsseitige Umweltschutzstrategien sehen sich mit hohen Informationskosten konfrontiert. *Das umweltpolitische Zuspat-kommen ist entsprechend systemimmanent.*

Notwendig ist eine Hinwendung zu einer vermehrt inputorientierten ökologischen Grobsteuerung. Realisiert wird sie durch die Schaffung einer ökologischen Rahmenordnung, die einen gesellschaftlichen und vor allem marktwirtschaftlichen Such-, Lern- und Gestaltungsprozess in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung initiiert.¹⁴

¹³ zit. nach MINSCH, J., 1996: Hoher Lebensstandard erfordert nachhaltige Entwicklung. Plädoyer für eine ökologisch bewusste Wirtschaftspolitik. In: WEHOWSKY, S. & PIEREN, K. (Hrsg.), 1996.

¹⁴ebenda S. 112

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

Verschiedene Studien ergaben diesbezüglich folgende Resultate:

- Die Kosten für die Bekämpfung der Luftverschmutzung durch Vorschriften sind zwei- bis zwanzigmal höher als beim Einsatz marktkonformer Instrumente;¹⁵
- Der „Inputfaktor“ Energie ist der zentrale Bereich für die ökologische Grobsteuerung;
- Im Energiebereich ist eine ökologische Steuerreform möglich und würde die erhoffte Wirkung haben: effizientere Energienutzung, stärkere Entkoppelung von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltbelastung, Innovationsimpulse;
- Die Trennung der Lenkungs- von der Fiskalfunktion ist nicht nur möglich, sondern entscheidend wichtig.¹⁶

Ökologische Steuerreform

Obwohl die klassischen Instrumente der Umweltpolitik nicht bedeutungslos sind, genügt es offensichtlich nicht, den ökologischen Herausforderungen der Welt mit regulativer Grenzwertpolitik und Genehmigungsverfahren zu begegnen. Sie müssen durch „ökonomische Instrumente“ ergänzt werden.

Bei diesen wird der hocheffiziente Marktmechanismus für die Umwelt eingesetzt: Für die Marktteilnehmer wird es kostengünstiger, die Umwelt weniger zu belasten und mit den Ressourcen sparsam umzugehen¹⁷.

Die wichtigsten ökonomischen Instrumente sind Lizenzen, Sonderabgaben und Umweltsteuern. Die ökologische Lenkungswirkung von Abgabementen zeigt Abb. 1-2.¹⁸

Allerdings muss diese ökologische Steuerreform einer Reihe von Kriterien genügen, wenn ein breiter politischer Konsens gefunden und die Reform auch durchgesetzt werden soll:

1. *Staatsquoten-Neutralität*. Die Erträge der Ökosteuer dürfen die öffentlichen Einnahmen nicht erhöhen. Mehrbelastungen steht eine durchschnittliche Minderbelastung durch Senkung anderer Abgaben in mindestens gleicher Höhe gegenüber.

¹⁵SCHMIDHEINY, S., 1993: Kurswechsel. Knauer München - S. 54.

¹⁶ MAUCH, S. P. et al, 1995: Ökologische Steuerreform. 2. Aufl., Verlag Rüegger Chur - S. 11

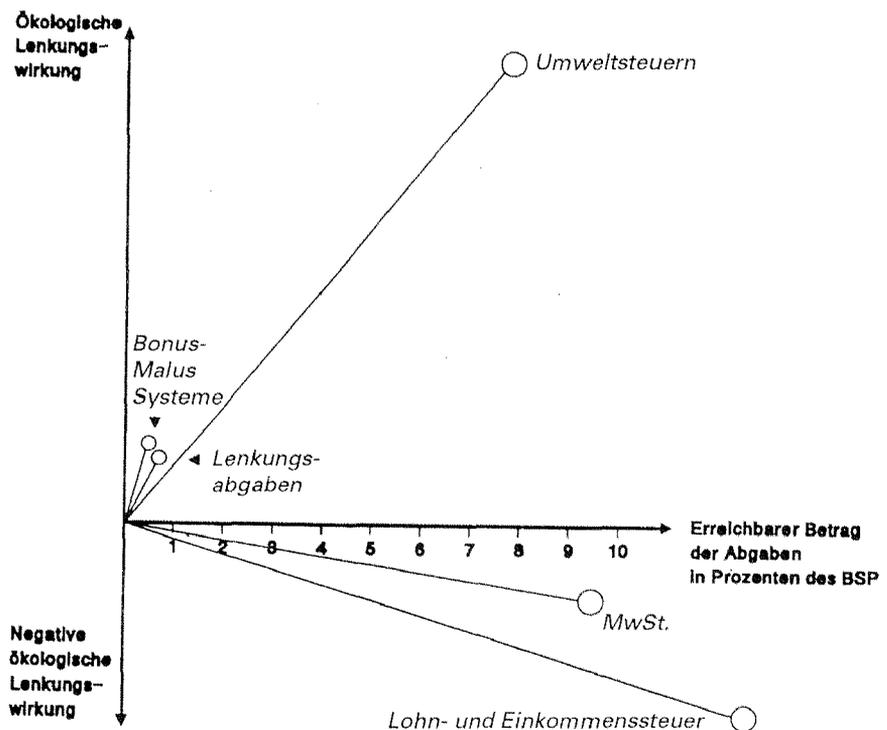
¹⁷ ebenda S. 24

¹⁸ WEIZSÄCKER, E.U., 1994: Erdpolitik. S. 160.

2. *Soziale Verteilungsneutralität.* Die ökologische Steuerreform muss gerecht sein. Wo sie zu sozialen Härten führt, müssen sie in gewissem Umfang kompensiert werden.
3. *Einfacher administrativer Vollzug.* Die Umweltsteuern sollen mit geringem Verwaltungsaufwand einzuziehen sein.
4. *Geordneter, harmonischer Strukturwandel.* Einführungs-tempo und Gesamthöhe der Umweltsteuer dürfen nicht schockartig wirken.
5. *Wettbewerbs-Neutralität im Aussenhandel.* Benachteiligungen an der Grenze sind soweit als nötig zu kompensieren.
6. *Innovationsförderung.*

Abb 1-2

Die ökologische Lenkungswirkung von Umwelt-Abgabeinstrumenten. Die Lenkungswirkung ist nach oben aufgetragen. Die Lenkungsgenauigkeit (die spezifische Lenkungswirkung pro Fr. Abgabenhöhe) ist durch die Steigung der Verbindungsgeraden symbolisiert (WEIZSÄCKER, E. U. v., 1994: Erdpolitik, S. 160).



Energie als geeignetstes Steuerobjekt

Aufgrund einer ganzen Reihe von unabhängigen Forschungsarbeiten und Vollzugserfahrungen lässt sich heute mit Sicherheit sagen, dass Energie die geeignetste Steuerungsgröße für das Grundgerüst und das Schwergewicht einer Ökosteuer darstellt. Dafür gibt es nach Mauch et al. (1995) vor allem drei Gründe:

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

- Der grösste Teil der Umweltbelastung auf lokaler und globaler Ebene ist kausal mit dem Einsatz von Energie verknüpft.
- Wichtige ökologische Knappheitsprobleme werden so erfasst.
- Der Vollzug ist einfach.¹⁹

1.1.4 Strukturierung nachhaltiger Entwicklung

Den Begriff der Nachhaltigkeit haben wir als eine umfassende Zielvorgabe formuliert, welche als solche nur operationalisiert werden kann, wenn in der Realität zumindest prinzipiell umsetzbare Teilziele gefunden werden können, die mess- und bewertbar sind. Ausgehend von den bisherigen diesbezüglichen Betrachtungen werden folgende praktische Systemabgrenzungen gesetzt²⁰:

- Die Versuche zur Operationalisierung der Zielvorgabe Nachhaltigkeit erfolgen auf der Grundlage der heute bekannten Energiehandelsbilanzen.
- Die mit der Verminderung der Energieintensität von Energiedienstleistungen möglicherweise einhergehende erhöhte Stoffintensität wird ignoriert, es werden also nur die direkten Energieströme betrachtet.
- Die Bilanzierung von nachgefragten Energiedienstleistungen nach Quantität und Struktur wird ausschliesslich über Hilfskonstruktionen und prinzipielle Überlegung realisiert.
- Die Notwendigkeiten zur Umgestaltung des gesamten Wirtschaftssystems werden hier im Rückschluss aus der Nachhaltigkeitsdiskussion für den Energiesektor entwickelt. Diese einschränkende Nebenbedingung ist jedoch notwendig, um die Nachhaltigkeitsdiskussion für den Energiesektor derzeit überhaupt führen zu können, da Konzepte zur nachhaltigen Umgestaltung anderer Wirtschaftssektoren bisher nicht so weit entwickelt sind, dass signifikante Auswirkungen auf die Energiewirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit darstellbar wären.

¹⁹ zit. nach MAUCH, S.P. et al., 1995: Ökologische Steuerreform - S. 130.

²⁰nach MATTHES, F. C., 1995: Nachhaltige Energiewirtschaft. S. 143 f..

- Insbesondere soll in dieser ersten Voruntersuchung in sog. Grob-Szenarien die sozio-ökonomische Dimension von Nachhaltigkeit betrachtet werden.

Die Ebenen der umfassenden Zielvorgabe Nachhaltigkeit sollen wie in Kapitel 1.1.1 formuliert sein:

1. Die Verbrauchsrate von nicht erneuerbaren Ressourcen soll nicht grösser sein als die Entwicklungsrate von Substituten.
2. Die Verbrauchsrate von erneuerbaren Ressourcen soll nicht grösser sein als die Regenerationsrate.
3. Die Abgabe von Reststoffen in die Umwelt soll ebenfalls nicht grösser sein als die Assimilationskapazität der Umwelt.

1.2 Der Bezugsrahmen der Nachhaltigkeits-Szenarien

1.2.1 Nicht erneuerbare Ressourcen

Der zeitliche und räumliche Bezugsrahmen soll in einem ersten Schritt hinsichtlich seiner prinzipiellen Eingrenzungen definiert werden.

Die Reichweite der nicht erneuerbaren Energieträger bezeichnet für das heute existierende Energiesystem die Verfügbarkeit der fossilen Brennstoffe. Die insgesamt existierenden und derzeit bzw. zukünftig technisch-wirtschaftlich abbaubaren Lagerstätten fossiler Energierohstoffe sind heute allenfalls ansatzweise bekannt. An dieser Stelle sollen die Daten von BP (1994) zugrunde gelegt werden, die aus heutiger Sicht von technisch und wirtschaftlich abbaubaren fossilen Energiereserven in Höhe von ca. 32'700 Exajoule²¹ ausgehen. Diese Gesamtsumme umfasst Vorräte von ca. 5'700 Exajoule für Mineralöl, 5200 Exajoule für Erdgas und etwa 21'800 Exajoule für Kohle. Unterstellt man den weltweiten Verbrauch des Jahres 1989 (Tab. 1-2) von durchschnittlich 2100 Watt²² (CH: 4'500 W) pro Person (18'500 kWh (CH: 40'000kWh) pro Person und Jahr)²³ und nimmt modellhaft an, daß die Struktur

Tab. 1-2

Globale Nutzung von Primärenergie 1989. (IMBODEN, D. & BACCINI, P., 1996)

	Pro Kopf (Watt)	Nichtkommerziell ^b (%)	Wachstum seit 1979 pro Kopf (%) total (%)	
Welt	2'100	11	+ 2	+ 22
Afrika	630	37	+ 6	+ 42
Zaire	380	76	- 3	+ 31
Asien	900	10	+ 26	+ 52
Sri Lanka	290	52	+ 5	+ 21
Indien	410	25	+ 37	+ 70
China	820	6	+ 38	+ 58
Europa	4'600	1	+ 2	+ 6
USA	10'300	2	- 4	+ 6
Kanada	13'400	1	+ 9	+ 20
Anteil der Energieträger an Primärenergienutzung				
Öl			32.5 %	
Kohle			26.5 %	
Erdgas			18 %	
Total fossile Brennstoffe				77 %
Wasserkraft			6 %	
Kernenergie			5 %	
Erneuerbare Energieträger (ohne Wasserkraft)			< 0.5 %	
Nichtkommerzielle Energieträger			11.5 %	

²¹ 1 Exajoule (EJ) = 1018 Joule = 34 Millionen t Steinkohleeinheiten

²² 1 Watt = 1 Joule (J) pro Sekunde = 32 Mio. J pro Jahr = 8.8 kWh pro Jahr (somit 1 J = 1 Ws)

²³ IMBODEN, D. und BACCINI, P., 1996: Konzepte für eine nachhaltige Schweiz. S. 53. In: WEHOWSKY, S. & PIEREN, K. (Hrsg.), 1996.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

dieses Verbrauchs nach Energieträgern etwa konstant bleibt, so ergibt sich eine (statische) Reichweite der Ölvorräte für 44 Jahre (einschließlich „unkonventioneller“ Ölvorkommen: 77 Jahre), der Erdgasvorräte für 72 Jahre und der Kohlevorräte für 243 Jahre.

Der Zeithorizont für die hier angestellten Überlegungen wird durch die heutigen Anteile der fossilen Energieträger an der Bedarfsdeckung gewichtet. 1993 wurden 40 % des Welt-Primärenergie-Bedarfs an fossilen Brennstoffen durch Mineralöl, ca. 23 % durch Erdgas und ungefähr 27 % durch Kohle gedeckt.

Kernenergie und Wasserkraft waren 1992 nur mit Anteilen von 7,1 bzw. 2,5% an der Bedarfsdeckung beteiligt (Abb. 1-3). Über alle fossilen Energieträger ergibt sich damit eine gewichtete Reichweite von etwa 110 Jahren. Der zeitliche Bezugsrahmen für die Betrachtung der nicht erneuerbaren Reserven fossiler Natur im Kontext der Nachhaltigkeitsdiskussion dürfte angesichts der in geologischen Größenordnungen liegenden Aufbauzeiten dieser Rohstoffe somit im Bereich der nächsten 100 bis 150 Jahre liegen.

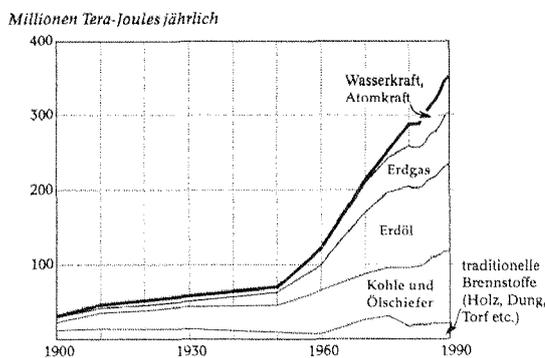


Abb. 1-3

Primärenergieverbräuche. MEADOWS, D. H., 1992: Die neuen Grenzen des Wachstums.

1.2.2 Umwelteinwirkungen

Für die Bewertung des Energiesystems hinsichtlich Reststoff- bzw. Schadstoffabgabe und Pufferkapazität der Umwelt ist die Definition des räumlichen Bezugsrahmens in Abhängigkeit von der Schadstoffart von ausschlaggebender Bedeutung. Da sowohl die Rest- und Schadstoffabgaben im Kontext der Energienutzung als auch die Assimilationskapazi-

1.2 DER BEZUGSRAHMEN DER NACHHALTIGKEITS-SZENARIEN

täten der Ökosysteme nur in Umrissen bekannt sind, können hier nur prinzipielle Überlegungen angestellt werden.

Der Übersichtlichkeit halber soll die Diskussion dieses Problemfeldes auf das Treibhausgas Kohlendioxid eingegrenzt werden, da die so erhaltenen Ergebnisse prinzipiell auch für die anderen Treibhausgase gelten.

Seit Beginn der Industrialisierung hat sich die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre von ca. 280 ppm auf etwa 355 ppm erhöht. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist die Erhöhung der globalen Mitteltemperatur um 0,7°C seit 1860 auf diese Konzentrationserhöhung zurückzuführen (Enquete-Kommission 1992). Die Vergrößerung dieser Konzentration auf 450 ppm durch anhaltenden Ausstoß von Kohlendioxid v.a. durch die Verbrennung fossiler Energieträger könnte neben den Wirkungen anderer Treibhausgase bis zum Jahr 2050 zu einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur von 0,7 bis 2°C führen (IPCC 1992).

Um eine Stabilisierung der globalen Temperatur der Erdatmosphäre auf gerade noch akzeptablem Niveau zu ermöglichen, wird nach heutigem Wissensstand die Reduktion der weltweiten Jahresemissionen von Treibhausgasen auf einen Wert von 50% der Emissionen von 1987 für notwendig gehalten (Enquete-Kommission 1992). Auf der Grundlage der oben genannten Energiestatistik von BP (1994) ergibt eine Abschätzung der globalen Kohlendioxid-Emissionen für das Jahr 1987 einen Wert von ca. 21,4 Milliarden Tonnen (Tab. 1-3).

Region	Bevölkerung 1996 (Mio.)	%	CO ₂ -Ausstoß 1992 (Mio. Tonnen)	%
Afrika	748,1	12,9	715,8	3,4
Asien und Ozeanien*	3394,9	58,5	6027,9	28,3
Lateinamerika und Karibik	490,4	8,4	1029,3	4,8
Süden	4633,4	79,8	7773,0	36,5
Europa inkl. GUS	727,7	12,5	6866,5	32,2
Nordamerika	295,7	5,1	5291,2	24,8
Japan	125,4	2,2	1093,5	5,1
Australien und Neuseeland	21,9	0,4	294,1	1,4
Norden	1170,7	20,2	13545,3	63,5
Weit	5804,1	100	21318,3	100

Tab. 1-3

Bevölkerungszahl und CO₂-Emission. UNFPA, Weltbevölkerungsbericht 1996. World Resources 1996-97.

Eine Halbierung der jährlichen Emissionen von 1987 auf ca. 10,7 Milliarden Tonnen bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts ergibt kumuliert eine tolerierbare Emission der Mensch-

heit von etwa 1090 Milliarden Tonnen Kohlendioxid. Bewertet man nur die oben genannten (heute technisch und wirtschaftlich gewinnbaren) Energiereserven hinsichtlich ihres Emissionspotentials, so ergibt sich, daß mit der gezeigten Größenordnung der Reserven ca. 2'700 Milliarden Tonnen Kohlendioxidemissionen verbunden sind. Aus diesem Vergleich wird deutlich, daß nicht die Verfügbarkeit von fossilen Energieressourcen, sondern das mit der Nutzung verbundene Emissionspotential den entscheidenden Begrenzungsfaktor darstellt. Ausgehend von den genannten Zahlen ergibt sich die Tatsache, daß aus dem Blickwinkel des Klimaschutzes nur etwa 40% der heute als technisch und wirtschaftlich abbauwürdig bilanzierten Ressourcen an fossilen Energieträgern noch genutzt werden dürften. Die notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts reduziert den für die Diskussionen um Nachhaltigkeit relevanten Zeithorizont auf 50 bis 60 Jahre.

1.2.2 Zielvorgaben

Zusammenfassend lässt sich aus den vorstehenden Ausführungen folgendes Oberziel für eine nachhaltige Gestaltung des Energiesystems ableiten:

- Einschränkung des Kohlendioxid-Ausstosses auf ca. die Hälfte der jährlichen Emissionen des Jahres 1987 innerhalb der nächsten 50 bis 60 Jahre durch eine stark verminderte Nutzung fossiler Energierohstoffe (nach IPCC).

Die ungleiche globale Verteilung von Ressourcen und Reichtum und der damit unterschiedliche Grad an Verantwortung für die Verstöße gegen das Nachhaltigkeitsprinzips, müssen allerdings zu einer Differenzierung bei der Zielerreichung führen.

Gesteht man den Staaten der heutigen Entwicklungsländer noch gewisse »Nachhol-Rechte« an Emissionen zu, so ergibt sich eine heute üblicherweise verwendete Formel: Wenn die Gesamtemissionen um insgesamt 50 % gesenkt werden sollen und den Entwicklungsländern noch zusätzliche Emissionen von ca. 70 % ihres Basiswertes zugestanden werden, so müssen die Industriestaaten ihre jährlichen Emissionen an

Kohlendioxid in den nächsten 50 bis 60 Jahren um bis zu 80 % vermindern.

Unterstellt man eine globale Senkung der jährlichen Emissionen um 50 % bis zum Jahre 2050, so ergibt sich, wie schon erwähnt, unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen eine kumulierte Emissionsmenge von etwa 1'090 Milliarden Tonnen Kohlendioxid. Im Jahre 2050 dürften dann die (heute) als entwickelt zu bezeichnenden Industrieländer etwa 3,4 Milliarden Tonnen und die (heutigen) Entwicklungsländer knapp 7,3 Milliarden Tonnen Kohlendioxid ausstoßen. Betrachtet man die kumulierten Werte, so können die Industrieländer in den nächsten 50 bis 60 Jahren noch etwa 690 Milliarden Tonnen und die Entwicklungsländer noch etwa 400 Milliarden Tonnen Kohlendioxid emittieren. Von den dabei noch benutzbaren 40 % der heute als wirtschaftlich und technisch erschließbar bekannten Reserven dürften damit die Industrieländer noch etwa 25 % und die Entwicklungsländer noch ca. 15 % verbrauchen.

Nachdem die Zielvorgabe soweit definiert wurde, müssen die Teilziele hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit betrachtet werden. Für die umweltpolitischen Massnahmen, die zur Erreichung der beschriebenen Nachhaltigkeits-Ziele vorgegeben werden können, sind verschiedene energiepolitische Ansatzpunkte denkbar, von preispolitischen Massnahmen bis hin zur Festlegung entsprechend verschärfter Normen, Standards und Verbrauchszielwerten. Wichtige Rahmenbedingung sollte jedoch sein, dass sie dem Kriterium der Sozial- und Wirtschaftsverträglichkeit, d.h. der Minimierung der CO₂-Minderungs- und Folgekosten genügen. Aus diesem Grund werden preispolitische Massnahmen über die Erhebung einer Energielenkungsabgabe in den Mittelpunkt des nun zu beschreibenden CO₂-Reduktions-Szenarios gestellt.

1.3 Das CO₂-Reduktions-Szenario

1.3.1 Die Rahmendaten

In den an früherer Stelle beschriebenen Szenarien I bis III ging es darum, die Auswirkungen energiepolitischer Massnahmen auf die Entwicklung des Energieverbrauchs, des Elektrizitätsangebots und die CO₂-Emissionen zu quantifizieren und bis 2030 fortzuschreiben. Szenario I behandelte die bereits beschlossenen Massnahmen, Szenario II das Energiegesetz und die CO₂-Abgabe, Szenario III die Volksinitiativen.

Gegenstand des uns interessierenden Szenarios IV ist, die Auswirkungen deutlich verschärfter und auf Nachhaltigkeit im Energiebereich ausgerichtete CO₂-Reduktionsziele zu untersuchen. In Anlehnung an die von der Wissenschaft heute als klimaverträglich erachtete Entwicklung wird, wie in Kapitel 1.2 gezeigt, eine Absenkung der CO₂-Emissionen bis 2030 um bis zu 60 % im Vergleich zu 1990 vorgegeben (nach WEC und IPCC). Für den Elektrizitätsverbrauch werden keine genauen quantitativen Vorgaben gemacht. Er müsste jedoch mindestens stabilisiert, wenn möglich reduziert werden. Um diese Vorgaben zu erreichen, sind grosse Anstrengungen und gegenüber den Szenarien I bis III wesentlich weitergehende energiepolitische Eingriffe erforderlich, für die es bisher keine empirischen Erfahrungen gibt.

Die CO₂-Minderung von -60 % gilt gesamtschweizerisch, für die einzelnen Verbrauchssektoren sollen jedoch unterschiedliche Vorgaben gelten. Für die privaten Haushalte wurde eine Reduzierung um 75 %, für die Dienstleistungen um 70 %, für die Industrie um 45 % und für den Verkehr um 55 % festgelegt. Entscheidende Kriterien für diese Sektorvorgaben sind die CO₂-Minderungskosten, die bereits im als Referenzszenario definierten Szenario IIa erreichten CO₂-Reduktionen, sowie die sektorielle Entwicklung der Rahmendaten.

Die ökonomischen und demografischen Rahmendaten des Szenarios sind identisch mit den Szenarien I bis III. Das bedeutet: Das BIP wächst bis 2030 um 84 %, die Bevölkerung um 11 % und die Energiebezugsflächen um 38 %.

Die Verkehrsleistungen im Güterverkehr auf Strasse und Schiene nehmen um 125 % zu.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

Wie in den Perspektiverechnungen der Szenarien I bis III, wurden die für diese Studie zugrunde gelegten Energieperspektiven der Reduktionsszenarien von verschiedenen Expertengruppen bearbeitet: Prognos AG für die privaten Haushalte, ETH Zürich für Dienstleistungen und Landwirtschaft, Basics für die Industrie, Infras für den Verkehr und Prognos AG für das Elektrizitätsangebot (vgl. Literaturverzeichnis)²⁴.

1.3.2 Energiepolitische Massnahmen und zentrale Annahmen

Für die energiepolitischen Massnahmen, die zur Erreichung der Ziele vorgegeben werden können, sind verschiedene Ansatzpunkte denkbar – von preispolitischen Massnahmen bis hin zur Festlegung entsprechend verschärfter Normen, Standards und Verbrauchszielwerten. Wichtige Rahmenbedingung der Massnahmenfestlegung sollte jedoch sein, dass sie, so weit es möglich ist, dem Kriterium der Kosteneffizienz, d.h. der Minimierung der CO₂-Reduktionskosten genügen. Aus diesem Grund und aus der wichtigen Rahmenbedingung des Szenarios, nach der die Massnahmen international abgestimmt werden sollten, werden preispolitische Massnahmen über die Erhebung einer Energielenkungsabgabe in den Mittelpunkt eines Massnahmenpaketes gestellt. Eine kostenmässige Optimierung muss übergreifend über alle Verbraucherbereiche einerseits und zwischen Nachfrage und Angebotsseite andererseits erfolgen. Dies lässt sich analytisch nur auf der Basis von marktwirtschaftlichen preispolitischen Massnahmen durchführen; die Festlegung von Normen und Vorschriften gewährleistet nicht ohne weiteres eine Kostenoptimierung. Auch die Bedingung der internationalen Abstimmung der Massnahmen (zumindest innerhalb des europäischen Raumes, für die USA und Japan) ist nur mit Preismassnahmen vorstellbar. Die Vorgabe von sehr scharfen Verbrauchsvorschriften für eine Vielzahl verschiedener Prozesse, und zwar im internationalen Rahmen wäre mit sehr grossem Verwaltungsaufwand und sehr hohen Vollzugs- und Überwachungskosten verbunden und wurde daher als wenig realistisch betrachtet.

²⁴siehe auch: Prognos AG, 1997: Ergänzungen zu den Energieperspektiven 1990 - 2030.

Die Konzentration des Massnahmenmixes auf eine Energielenkungsabgabe ist allerdings nicht als fixe, starr vorgegebene Massnahme zu verstehen, sondern lässt verschiedene Ausgestaltungsspielräume offen. So wird z.B. in unserem Reduktions-Szenario im Unterschied zur Abgabe der Energie-Umwelt-Initiative nicht explizit festgelegt, in welcher Form die Einnahmen, die aus der Abgabe gewonnen werden, an die Verbraucher (Bevölkerung und Wirtschaft) zurückerstattet werden sollen, ob in voller Höhe und ohne Zweckbindung oder mit Zweckbindung, bei der ein Teil der Mittel z.B. an die Nutzung besonders energiesparender Techniken oder den Einsatz erneuerbarer Energien geknüpft werden kann. Es sind ganz unterschiedliche Kombinationen denkbar und sinnvoll. Neuere Standards und Verbrauchszielwerte bieten sich beispielsweise für den Raumwärmesektor (gebäudeseitige Massnahmen, Heizanlagen), für verbrauchsintensive Elektrogeräte oder für Personenwagen an. Für diese Anwendungen existieren bereits heute Vorgaben und Zielwerte. Für das Reduktions-Szenario mussten sie sehr stark verschärft werden, damit sie ihre verbrauchssenkende Wirkung entfalten können.

Es wäre auch sinnvoll, einen Teil der Einnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung, von Pilotprojekten und Technologietransfer zu verwenden, um den energiesparenden technischen Fortschritt zu forcieren und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Industrie auf diesem Feld sicherzustellen. Gerade solche, eher indirekte Förderinstrumente können langfristig von grosser Bedeutung und wichtiger Bestandteil eines umfassenden Massnahmenpakets sein. Allerdings lassen sich ihre Wirkungen kaum abschätzen.

Die Abschätzungen der Energieperspektiven für unsere Untersuchung baut auf dem Szenario II a und den dort zugrundegelegten energiepolitischen Massnahmen, d.h. dem Energiegesetz und neuen verkehrsbezogenen Massnahmen (LSVA, NEAT-Zehner) auf. Die Energielenkungsabgabe in den Perspektivrechnungen wird so ausgestaltet, dass die Energiepreise der fossilen Energieträger und Strom in 2030 etwa dreimal so hoch liegen, wie in der Referenzentwicklung angenommen wurde. *Dies entspricht einer kontinuierlichen jährlichen Erhöhung von etwa 4 %.*

Es wurde in der Energie-Studie von Szenario IV darauf geachtet, dass die Preisaufschläge für alle relevanten Energieträger in etwa gleich hoch liegen. Damit wird auf eine CO₂-orientierte Ausgestaltung der Abgabe verzichtet. Dasselbe gilt für die Aufschläge auf den Elektrizitätspreis, für den der durchschnittliche Konsumentenpreis zugrundegelegt wurde. Absicht war, eine künstliche Verschiebung der Preisrelationen von vornherein zu vermeiden und damit die Analyse von dadurch ausgelösten Substitutionsprozessen (z.B. zugunsten von Elektroautos) freizuhalten. Die Aufschläge erhöhen sich zeitlich gestaffelt, ausgehend vom Anfang des nächsten Jahrzehnts. In 2010 liegt der Aufschlag bei 40 % des jeweiligen Ausgangspreises, in 2030 bei 230 %.

Für den Teil der Einnahmen, der an die Verbraucher zurückerstattet wird, kann ein ähnliches Vorgehen wie für die Energie-Umwelt-Initiative angewandt werden²⁵. Eine Sonderbehandlung der energieintensiven Branchen, für die aus Gründen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit in der Energie-Umwelt-Initiative eine 1 %-ige Obergrenze der Nettobelastung vorgegeben ist, wurde in diesem Szenario wegen der Annahme der internationalen Harmonisierung der Massnahmen im Grundsatz nicht unbedingt notwendig. Um den Kostenanstieg jedoch zu begrenzen und die Anpassungserfordernisse der energieintensiven Industrien abzuschwächen, war eine Begrenzung der Zusatzbelastung dennoch angebracht. Sie wurde auf 5 % angesetzt, d.h. die aus den Abgaben resultierenden zusätzlichen Belastungen abzüglich der Entlastungen durch Rückerstattungen sollten 5 % des Bruttoproduktionswertes der entsprechenden Branche nicht übersteigen.

Die ökonomischen und demografischen Rahmenbedingungen, die dem Szenario zugrunde gelegt wurden, entsprechen denen der Szenarien I bis III. In der Tabelle 1-4 sind einige wichtige Grössen zusammengestellt.

Es wurde bereits erwähnt, dass als wesentliche Bedingung des Szenario die internationale Abstimmung der energiepolitischen Massnahmen vorausgesetzt ist. Ein isoliertes Vorpreschen der Schweiz mit solch ambitionösen Reduktionszielen

²⁵siehe Anhang B. Initiativtexte.

Tab. 1-4

Rahmendaten und Grundannahmen zum Reduktions-Szenario nach ICPP. (aus prognos, 1997)

		1990	2010	2030	2030/1990 Veränderung in %
Bevölkerung	1000	6751	7591	7478	11
Energiebezugsfläche	Mio m ²	556	696	768	38
- Haushalte	Mio m ²	370	483	537	45
- Dienstleistungen	Mio m ²	124	146	162	31
- Industrie	Mio m ²	62	67	69	11
Bruttoinlandsprodukt (real)	Mrd Fr.	314	444	577	84
- BWS Industrie	Mrd Fr.	106	147	187	77
- BWS Dienstleistungen	Mrd Fr.	199	288	381	92
PW-Bestand	1000	2985	3740	4067	36
Motorisierungsgrad (PW/1000 E.)		442	493	544	23
Personen-km insgesamt	Mrd	96	127	150	56
Tonnen-km insgesamt	Mrd	19	32	44	125
Preis Heizöl EL	Fr./GJ	10,7	9,8	14,4	35
Preis Elektrizität	Fr./GJ	40,6	45,8	52,8	30

wurde von den Experten ausgeschlossen. Inwieweit es allerdings wirklich gelingt, auf internationaler Ebene einen Konsens über einschneidende Massnahmen zu erzielen, bleibt unsicher. Ohne diese Harmonisierung seien die Zielvorgaben aber nicht realistisch. Die bisherigen Erfahrungen zu gemeinsamen energiepolitischen Ansätzen sind allerdings wenig ermutigend, man denke nur an die Diskussion zur CO₂-Abgabe in der EU. Die internationale Abstimmung war für das Szenario jedoch eine wesentliche Arbeitshypothese.

Die weiter oben definierten CO₂-Minderungsziele (-25 % bis 2010, -60 % bis 2030 jeweils gegenüber 1990) gelten gesamtschweizerisch und für den Durchschnitt aller Verbrauchssektoren und Energieträger. Für die einzelnen Verbrauchssektoren Private Haushalte, Dienstleistungen (inkl. Landwirtschaft), Industrie und Verkehr wurden in Szenario IV jedoch sektorspezifische CO₂-Reduktionsziele vorgegeben, die dann mit den gesamtschweizerischen CO₂-Reduktionszielen abzustimmen waren. Sektorspezifische Zielvorgaben sind aus verschiedenen Gründen notwendig. Zum einen dadurch, dass die technologischen Sparpotentiale in den einzelnen Sektoren unterschiedlich gross sind, zum anderen dadurch, dass in Teilbereichen trotz internationaler Harmonisierung unerwünschte Nebenwirkungen (verschärfter Strukturwandel, Rückgang der Beschäftigung) vermieden werden sollen.

Es wurden in der Folge verschiedene Minderungsstrategien durchgerechnet und bewertet:

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

- Brennstoffeinsparungen in den einzelnen Verbrauchssektoren.
- Verstärkter Einsatz der regenerativen Energien im Wärmebereich (Kollektoren, Holz, Stroh, passive Solarenergienutzung).
- Einsparung Elektrizität, Mehreinsatz von Wärmepumpen im Umfang der Einsparungen, Ersatz konventioneller Heizsysteme.

Eine Teilvariante bildet die Substitution von Elektrowärme (Ohmsche Widerstandsheizungen) durch Wärmepumpen. Diese Substitution führt für sich genommen zunächst noch zu keinen CO₂-Ersparnissen, erst indirekt darüber, dass die mit der Substitution verbundenen Einsparungen an Elektrizität zu einem erweiterten Wärmepumpeneinsatz führen. Weiter werden folgende Strategien angewandt:

- Anstelle der Elektrizitätseinsparungen verstärkter Einsatz der regenerativen Energien in der Stromerzeugung,
- Einsatz zusätzlicher Wärmepumpen im Umfang der zusätzlichen Stromerzeugung.
- Die Kombination verstärkter Einsparung von Elektrizität, Mehreinsatz von Wärmepumpen und verstärkter Einsatz regenerativer Stromerzeugung ist solange sinnvoll wie geeignete Wärmepumpenpotentiale vorhanden sind.

Die nach CO₂-Reduktionskosten geordneten Strategien (vgl. zu den Ergebnissen im einzelnen: Prognos 1997a)²⁶ zeigen im Grundsatz folgende Sektorergebnisse:

- Die relativ stärksten CO₂-Reduktionen gegenüber 1990 sind bei den Privaten Haushalten und den Dienstleistungssektoren, und zwar jeweils im Raumwärmesektor, erzielbar
- Geringere Reduktionsmöglichkeiten werden für die Industrie erwartet.
- Ebenfalls relativ geringe Reduktionsbeiträge leistet bei gegebenem Massnahmenset der Verkehr.

Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: die gemachten Aussagen zu den Reduktionspotentialen in den

²⁶PROGNOS AG, 1997a: Energieperspektiven der Szenarien I – III 1990 – 2030. Synthesebericht, Basel

1.3 DAS CO₂-REDUKTIONS-SZENARIO

einzelnen Verbrauchssektoren gelten für den Vergleich mit dem Ausgangswert von 1990. Bezogen auf die entsprechenden CO₂-Emissionen in den Sektoren der Referenzentwicklung (in unserem Fall des Szenarios II a), verteilen sich die erzielten CO₂-Minderungen anders: Im Vergleich zu den CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren in Szenario II a werden die kräftigsten Minderungen für die privaten Haushalte und auch für den Verkehr erwartet. Das liegt daran, dass die privaten Haushalte, vor allem aber die Dienstleistungen und auch die Industrie bereits in Szenario IIa mehr oder weniger deutliche Verminderungen der CO₂-Emissionen erzielen können, während demgegenüber die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors in der Referenzentwicklung (II a) weiter zunehmen (vgl. Tabelle 1-5). Bei einer Gleichverteilung der CO₂-Ziele (jeweils -60 %) würde dies z.B. für den Haushaltssektor deutlich bescheidenere zusätzliche Reduktionsanforderungen bis zur Erreichung des -60 %--Zieles bedeuten als für den Verkehr.

Tab. 1-5

Restriktive CO₂-Reduktionsziele nach Sektoren in Szenario IV, in Mio. t. (mod. nach PROGNOSE, 1997)

	1990	2030 Szenario II a	2030 restriktives Ziel	Veränd. in % von 1990
Private Haushalte	13,2	9,8	3,3	- 75
Dienstleistungen	5,4	3,7	1,6	- 70
Industrie	7,2	5,7	4,0	- 45
Verkehr	17,2	20,4	7,8	- 55
Endverbrauch	43,0	39,6	16,6	- 61

Ein wesentlicher Grund für die Unterschiede in der Veränderung der CO₂-Emissionen gegenüber 1990 liegt in den Annahmen zur Dynamik der zugrundeliegenden Rahmendaten. Die in Tabelle 1-5 zusammengestellten Rahmendaten zeigen, dass im Verkehrsbereich stark überproportionale Zuwächse des Verkehrsaufkommens angenommen werden, die es schwer machen, überdurchschnittliche Beiträge zur Emissionsminderung gegenüber 1990 zu erreichen. Diese Effekte waren neben den wirtschaftlich-technologischen sektorspezifischen Reduktionspotentialen für die Festlegung der Sektorziele entsprechend zu berücksichtigen.

1.4 Die energiewirtschaftlichen Rahmendaten

1.4.1 Der Energieverbrauch der privaten Haushalte

Die ambitiöse Zielsetzung einer Reduktion der CO₂-Emissionen in den privaten Haushalten um 75 % bis 2030 gegenüber 1990 verlangt erhebliche Anstrengungen vor allem im Gebäudebereich, auch dann, wenn von einem forcierten technologischen Fortschritt und ihrer beschleunigten Umsetzung ausgegangen wird. Im Gebäudebereich, dem wichtigsten Verbrauchssegment fossiler Energieträger, ist die Technik an sich nicht Engpass weiterer Einsparungen. Niedrig- wie auch Niedrigst- und sogar Nullenergiehäuser sind heute technisch realisierbar, allerdings werden beim gegenwärtigen und auch in diesem Szenario zugrundegelegten Energiepreisniveau zumindest letztere als noch nicht wirtschaftlich betrachtet.

Bei Elektrogeräten ist die Situation eine andere: Bei den wenigsten Geräten ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Gerätepreis und Energieverbrauch feststellbar. Preiswertere Geräte sind nicht automatisch stromintensiver, und umgekehrt sind die teureren Geräte nicht automatisch stromsparender. Eine Reduktion des Stromverbrauchs ist daher in diesen Fällen nicht zwangsläufig mit erheblich steigenden Gerätekosten verbunden.

Tabelle 1-6 gibt einen Überblick über die Verbrauchsentwicklung der Haushalte nach Szenario IV. Absolut beträgt der Endverbrauch der Haushalte in 2030 mit 183 PJ rund 70 % des Verbrauchs von 1990 (30 % „Einsparung“). Der Minderverbrauch bei Heizöl leicht beträgt 67 %. Bei Erdgas dagegen ist gegenüber 1990 noch ein Zuwachs um 67 % zu verzeichnen. Bei der Elektrizität summiert sich der Rückgang in 2030 auf 18 %. Bezogen auf den höchsten Verbrauch um das Jahr 2005 beträgt die Einsparung sogar fast 30 %.

Nach Prognos sinken die CO₂-Emissionen von 13.2 Mio Tonnen im Jahr 1990 auf 10.1 Mio Tonnen 2010 und auf 6.2 Mio t im Jahr 2030. Der Zielwert von 75 bzw. 80 % wird damit verfehlt. Die nach diesem Szenario realisierbare Reduktion beträgt für den Zeitraum 1990 bis 2030 „bloss“ 53 %.

	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	160,7	133,3	107,4	78,6	52,8
Gas	25,1	34,5	41,7	44,1	41,9
Elektrizität	53,1	61,5	59,0	50,0	43,5
Holz	19,4	19,6	22,2	24,9	26,4
Fernwärme	4,4	6,2	9,1	11,8	12,9
Übrige	0,6	0,6	1,6	3,5	5,9
Summe	263,4	255,6	241,0	212,9	183,3
Summe fossile Energien	186,3	168,0	149,3	122,8	94,8

Tab. 1-6

Energieverbrauch der privaten Haushalte im Gesamten und nach Verwendungszwecken. [in PJ] (aus PROGNOSE, 1997)

1.4.2 Der Energieverbrauch im Dienstleistungssektor

Aus den Untersuchungen zu den sektoriellen CO₂-Minderungszielen wurde für den Dienstleistungssektor (inkl. Landwirtschaft) ein Zielwert von -70 % gegenüber dem Ausgangswert in 1990 vorgegeben (vgl. Tabelle 1-5). Wesentliche Voraussetzung zur Erreichung dieser Zielsetzung ist auch für den Dienstleistungssektor die Prämisse einer *technologischen Offensive*. Die angenommenen Energiepreiserhöhungen zwischen 1990 und 2030 von 230 % (fossile Brennstoffe) und 200 % (Elektrizität), die international abgestimmt sind und tendenziell auch nach 2030 weitergehen, waren eine wichtige Voraussetzung für die angenommene beschleunigte Entwicklung und Verbilligung von Einspartechnologien. Es wurde unterstellt, dass im Durchschnitt alle neugebauten und sanierten Gebäude aus betriebswirtschaftlicher Sicht energetisch optimal gebaut werden.

Zur Beschleunigung der Markteinführung und Verbilligung von effizienteren Technologien wurde deshalb angenommen, dass traditionelle energiepolitische staatliche Massnahmen (Subventionierung der orientierten Forschung und Entwicklung, Berufsausbildung, Zielwerte) verstärkt werden, dass private Initiativen vermehrt (auch finanziell) unterstützt werden und dass insbesondere auch neue energiepolitische Instrumente, z.B. die koordinierte Beschaffung von innovativen Technologien weiterentwickelt und eingesetzt werden.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

Tabelle 1-7 stellt die wichtigsten Resultate der Modellrechnungen für die Verbrauchsrechnung der Energieperspektiven für den Dienstleistungsbereich zusammen.

	1990	2000	2010	2020	2030
Erdölprodukte	63,1	54,3	44,6	35,0	26,6
HEL	55,7	46,4	36,6	27,7	20,0
Diesel, sonstige	7,5	7,8	8,0	7,4	6,7
Erdgas Hu	14,2	16,8	16,5	14,4	11,9
Elektrizität	43,7	48,4	51,1	47,6	41,8
Fernwärme	1,9	2,3	2,7	2,9	3,1
Holz	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0
Sonstige	0,3	0,5	1,4	2,6	3,4
Insgesamt	125,6	124,5	118,4	104,6	88,7

Tab. 1-7

Perspektiven des Energieverbrauchs im Dienstleistungssektor (inkl. Landwirtschaft) in PJ (ETH Zürich, 1997).

Die Reduktion gegenüber dem Energieverbrauch im Jahr 1990 beträgt für die fossilen Energieträger im Jahr 2030 ca. 50 %, trotz einer Zunahme der Energiebezugsfläche um 32 %. Auffallend ist der Rückgang von Heizöl extraleicht, das überdurchschnittlich verliert. Die Elektrizitätsnachfrage weicht in 2030 nur geringfügig vom Ausgangswert 1990 ab (-4.4 %). Hinter dieser Globalzahl verbergen sich jedoch strukturelle Verschiebungen. So geht der Verbrauch der elektrischen Widerstandsheizungen zugunsten des Einsatzes elektrischer Wärmepumpen zurück. Im Saldo wirkt diese Substitution deutlich verbrauchssenkend.

Die CO₂-Emissionen liegen nach diesen Abschätzungen im Jahr 2030 bei 2.6 Mio Tonnen. Im Vergleich zum Ausgangswert für 1990 von 5.4 Mio t entspricht dies einer Reduktion um 2.8 Mio t bzw. 52 %. Der Zielwert von 70 % (bzw. 75 %) wird jedoch auch in diesem Sektor nicht erreicht.

1.4.3 Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie

Die Sektorvorgabe für das CO₂-Reduktionsziel in der Industrie liegt im Szenario bei 45 % und damit unter dem Durchschnittswert von 60 %. Die Rahmendaten zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung in der Industrie insgesamt und zum strukturellen Wandel zwischen den verschiedenen Industrie-

gruppen unterscheiden sich nicht gegenüber den beschriebenen Szenarien I bis III.

Während in den Verbrauchssektoren Private Haushalte und Dienstleistungen die Technik zumindest im Gebäudebereich, aber auch bei den Heizanlagen kaum einen begrenzenden Faktor darstellt, ist dies im Industriesektor aufgrund der Vielfalt und Verschiedenartigkeit der Prozesse nicht ohne weiteres zu sagen. Als erste Frage wurde deshalb geprüft, welche Technologiepotentiale in der Industrie bei heutigem Kenntnisstand verfügbar sind und wie diese gegebenenfalls ausgeschöpft werden könnten.

Basics²⁷ hatte hierzu ein Vorgehen in mehreren Schritten gewählt. Im ersten Schritt wurden sämtliche technologischen Möglichkeiten ausgeleuchtet und im Sinne eines realistischen technischen Potential-Szenarios grob geschätzt. Dann wurde eine Energieabgabe gemäss Vorgabe eingesetzt, durch weitere Massnahmen ergänzt und geprüft, inwieweit das vorgegebene Ziel erreicht werden könnte.

Im Mittelpunkt der Analyse stand zunächst die Analyse der technologischen Potentiale, die der Industrie zur Verfügung stehen, um ihren Energieverbrauch bei gegebenem Outputwachstum zu vermindern (Effizienzaspekt). Daneben ging es aber auch um Substitutionsmöglichkeiten von CO₂-intensiven Energieträgern durch CO₂-ärmere oder CO₂-freie Energieträger.

In den für dieses Szenario unterstellten Technologieanwendungen wurden keine Technologiesprünge oder gar technologische Revolutionen unterstellt. Vielmehr wurden in Anlehnung an Beobachtungen in der Vergangenheit zwar forcierte, aber kontinuierliche Fortschritte und marktmässige Umsetzungen vorgegeben.

Bis ins Jahr 2030 ist in dem Technik-Potential-Szenario gegenüber dem Wert von 1990 eine Verbesserung der spezifischen Verbräuche um rund 45 % möglich. Gegen Ende des Betrachtungszeitraums werden die ermittelten spezifischen Fortschritte geringer. Mit den Hochrechnungsfaktoren des Szenarios IV ergibt sich für den Energieverbrauch zunächst ein deutlicher Rückgang etwa bis 2005 und danach eine weitgehende Konstanz des Verbrauchs. Das bedeutet, dass der technische Fortschritt gerade ausreicht, um den Anstieg der

²⁷ BASICS AG, 1996: Sensitivitätsanalyse: Geringeres Wirtschaftswachstum "IIda-FiSo-Szenario". Zürich.

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

Mengenkomponente (Produktionsentwicklung) nach 2005 zu kompensieren.

Die Auswirkungen der diskutierten Annahmen auf Niveau und Struktur des Energieverbrauchs im Szenario sind in der Tabelle 1-8 zusammengestellt.

	1990	2000	2010	2020	2030
Erdölprodukte	55,5	38,8	35,5	28,7	28,7
Heizöl EL	25,1	18,0	15,5	11,9	11,6
Heizöl MS	20,5	12,2	11,7	9,3	9,5
Diesel	10,0	8,6	8,3	7,5	7,6
Erdgas	30,5	39,4	36,4	30,8	30,7
Elektrizität	60,8	57,5	59,7	56,3	59,3
Fernwärme	2,2	2,1	2,1	1,7	1,6
Holz	2,5	2,2	2,5	3,3	3,8
Kohle	14,5	1,8	1,6	1,2	1,2
Sonstige, Industrieabfälle	6,6	17,4	19,1	18,7	17,5
Insgesamt	172,6	159,2	157,0	140,7	142,7

Tab. 1-8

Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie [in PJ] (Basics, 1997)

Insgesamt liegt der Energieverbrauch der Industrie im Jahr 2030 bei 143 PJ und damit 30 PJ (ca. 17 %) niedriger als 1990. Überproportionale Verbrauchsminderungen mit 40 % sind für die fossilen Energieträger festzustellen, darunter für das Öl ein Rückgang um etwa die Hälfte und für Kohle um mehr als 90 %. Der Gasverbrauch verändert sich demgegenüber kaum, hier gleichen sich Substitutionsgewinne und Effizienzsteigerungen in etwa gerade aus. Der Elektrizitätsverbrauch weist eine über den gesamten Zeitraum betrachtet eine relative Stabilität zwischen 56 und 60 PJ auf. Auch hier kompensieren sich nach Angabe der Studie Mengeneffekte und Effizienzgewinne weitgehend.

1.4.4 Die Perspektiven des Energieverbrauchs im Verkehrssektor

Für den Verkehrsbereich ist gemäss den sektorübergreifenden Optimierungsüberlegungen ein CO₂-Reduktionsziel von -55 % für 2030 im Vergleich zu 1990 vorgegeben (vergleiche

Tabelle 1-5). Die Rahmendaten im Verkehrssektor, insbesondere die Mengengerüste zur Entwicklung der Verkehrsleistungen im Personen-, Güter- und Luftverkehr blieben in Szenario IV gegenüber den bisherigen Szenarien I – III unverändert. Dies gilt es zu beachten, da gerade für den Verkehrssektor z.T. mit massiven Zuwächsen der Verkehrsleistungen zu rechnen ist. Entsprechend den Vorgaben wurden in Szenario IV und später in unseren Untersuchungen mittels einer Energielenkungsabgabe eine sukzessive Erhöhung der Treibstoffpreise unterstellt, die bis 2030 zu einer Verdreifachung der Preise im Vergleich zu den Ausgangspreisen führt. Beachtenswert ist, dass diese Abgabe im Rahmen einer internationalen Harmonisierung und im Gegensatz zu den bisherigen Szenario-Annahmen auch für die Flugtreibstoffe gelten soll (keine Ausnahmeregelung für den Flugverkehr).

Ausgehend von den Bestimmungsgründen des Energieverbrauchs im Verkehr kann eine Verbrauchsentwicklung über die Beeinflussung des Modal-Split, des Verkehrsaufkommens, der Transportweite, den Auslastungsgrad und den spezifischen Energieverbrauch (pro Fahrzeugkilometer) erzielt werden. Die technologischen Verbesserungen im Strassenverkehr beeinflussen in erster Linie den spezifischen Energieverbrauch. Beim Personenwagen sind hierfür technische Aspekte wie Grösse, Gewicht und Leistung des Fahrzeugs sowie die Antriebstechnik von Bedeutung, aber auch weitere Faktoren wie die individuelle Fahrweise, die Auslastung der Verkehrsnetze, Stauanteile u.ä..

Das technische Reduktionspotential ist beträchtlich, hängt aber stark davon ab, wie man die Transportdienstleistung eines PW definiert. Es ist an sich möglich, Fahrzeuge mit einem Energiebedarf von unter 1 l/100 km zu bauen. Zum Vergleich: der heutige reale Durchschnitt liegt bei etwa 9 l/100 km. Verschiedene Autoren schätzen das längerfristige technische Reduktionspotential gegenüber 1990 beim PW auf rund 35 bis 70 % (Flottenverbrauch). Der Wert von 35 % entspricht in etwa der Annahme für Szenario II a. Ein Wert von 70 % wurde für Szenario IV als Leitwert angenommen. Das hiesse einen Flottenverbrauch von rund 3l/100 km.

Die Implikationen für den notwendigen Absenkungspfad von heute bis 2030, wenn man in 2030 einen Flotten-Verbrauch

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

von 3l/100 km unterstellt, wäre eine erforderliche Absenkung von mindestens 3 % pro Jahr. (Zum Vergleich: der „historische“ Trend liegt bei ca. 1 % pro Jahr, wobei allerdings in der Periode seit 1985 kaum mehr eine Absenkung eintrat. Siehe auch Abb. 2-1 S. 57).

Was würde die für dieses Szenario skizzierte Treibstoffpreiserhöhung angesichts einer solchen Absenkung bedeuten? Die jährlichen Energiekosten würden durch den Effizienzgewinn (theoretisch) mehr als wettgemacht, d.h. die Jahres-Energiekosten eines „3-Liter-Autos“ (bei einem Treibstoffpreis von ca. Fr. 3.40/l) wären bei gleicher Fahrleistung praktisch gleich oder sogar noch etwas geringer als bei heutigen Energiepreisen.

Die Effizienzpotentiale auf der Schiene sind laut Expertenbericht des Bundesamtes für Energiewirtschaft (1997) noch kaum untersucht. Gegenwärtig ist der öffentliche Verkehr sowohl beim Personen- als auch beim Güterverkehr hinsichtlich Energieeffizienz dem Strassentransport überlegen. Dieser Vorsprung wird allerdings entsprechend den erwarteten technischen Verbesserungen bei den PW und LW immer geringer werden. Eine Umlagerung von der Strasse auf die Schiene macht demnach energetisch nur dann Sinn, wenn auch die Energieeffizienz im Schienenverkehr gesteigert wird.

Strategische Unternehmensziele (wie beispielsweise jenes der Deutschen Bahn DB) setzen Reduktionsziele von 25 % bzgl. des spezifischen Energieverbrauchs im Jahr 2005 gegenüber 1990. Eine längerfristige Reduktion um mindestens einen Drittel mag deshalb durchaus realistisch erscheinen. Stichworte für Massnahmen, um diese direkte Effizienzsteigerung zu erreichen, sind:

- Massnahmen an den Fahrzeugen: Fahrzeuggewicht, Fahrzeug-Konzepte mit Modular-Struktur, Reduktion bei der Komfort-Energie, Wagenformen/Verschaltungen
- selbstangetriebene und selbständig fahrende Modulzüge mit flexiblen Kombinationsmöglichkeiten.

Neben diesen produktionsseitigen Elementen sind auch benutzerorientierte Verbesserungen nötig mit dem Ziel, den Anteil der Haushalte ohne Auto zu vergrössern, da sich die Verkehrsverhaltensmuster zwischen Auto-besitzenden und Auto-

losen Haushalten entscheidend unterscheidet. Ansatzpunkte sind:

- verbesserte räumliche Verfügbarkeit: die ÖV-Erschliessungsdichte ist in der Schweiz generell und im internationalen Vergleich sehr hoch,
- verbesserte zeitliche Verfügbarkeit: Die Angebotsdichte (inkl. Betriebszeiten) muss soweit ausgebaut werden, dass der ÖV eine Mobilität ohne Auto ermöglicht,
- Kapazitätsausweitungen, um die erhöhte Nachfrage auch bewältigen zu können (Doppelstock-ICs, S-Bahnen etc.), qualitative Ausweitungen wie Komfort erhöhungen beim Rollmaterial,
- effizientere Systeme im Bahn-Kombi-Verkehr sowie
- Tarifsysteme, die den Strukturen im Strassenverkehr angeglichen werden.

Tabelle 1-9 gibt einen Überblick über die Entwicklung von Verbrauch und Absatz an Endenergie im Verkehrssektor gemäss Berechnungen in Szenario IV.

Tab. 1-9

Perspektiven des Energieverbrauchs und -absatzes im Verkehr [PJ]. Quelle: Infrac, 1996

	1990	2000	2010	2020	2030
Verbrauch					
Benzin	137.8	139.1	117.1	86.6	55.9
Diesel	43.9	53.3	54.2	50.3	45.3
Flugtreibstoffe	18.0	21.3	21.8	21.0	16.6
Elektrizität	9.3	10.4	14.1	14.9	14.2
Insgesamt	208.9	224.0	207.2	172.8	132.0
Absatz					
Benzin	159.2	144.4	122.2	91.6	60.6
Diesel	35.0	41.9	40.3	35.0	29.0
Flugtreibstoffe	47.7	56.5	58.0	55.9	44.2
Elektrizität	9.3	10.4	14.1	14.9	14.2
Insgesamt	251.2	253.2	234.5	197.4	148.0

Auf den Absatz bezogen liegt der Gesamtverbrauch in 2030 bei 148 PJ, das sind 41 % weniger als 1990. Noch stärker ist der Rückgang beim Benzin mit -61 %, während der Dieselaabsatz um 17 % und der Absatz an Kerosen sogar nur um 7 % gegenüber den Ausgangswerten von 1990 abnimmt.

Der Grund für diese Abweichungen ist darin zu sehen, dass in der Referenzentwicklung (II a) sowohl der Dieselaabsatz als auch der Kerosenverbrauch noch beträchtliche Zuwächse

1. DIE UMWELTPOLITISCHEN MASSNAHMEN UND RAHMENDATEN

bis 2030 aufweist, während der Benzinverbrauch sich nur wenig ändert. Vergleicht man nämlich die Abweichungen gegenüber II a (vgl. Abbildung 1-4), dann zeigen sich zwischen den verschiedenen Treibstoffen keine nennenswerten Unterschiede in den Reduktionsraten.

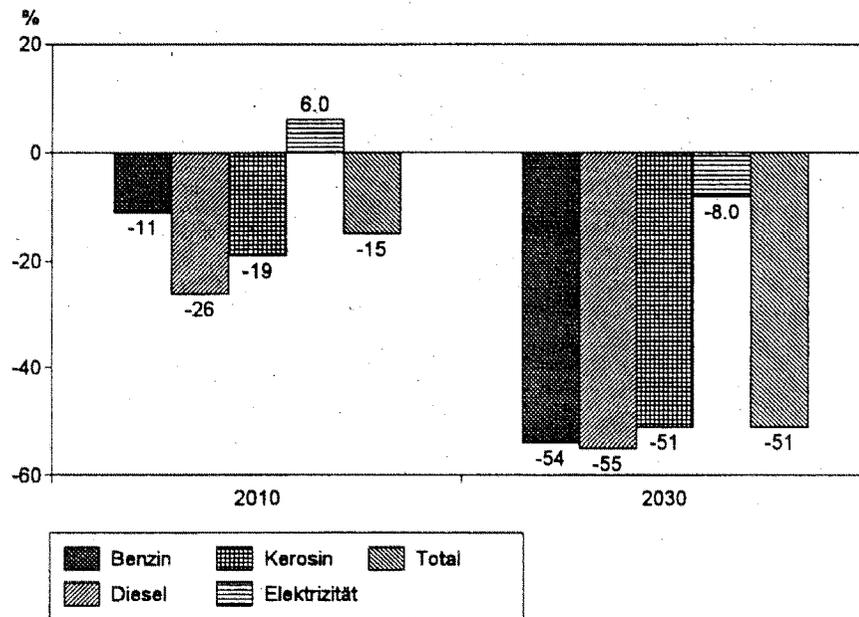


Abb. 1-4
Abweichungen von Szenario IV gegenüber Szenario IIa. PROGNOSE 1996

Für die CO₂-Emissionen ergeben sich aus diesen Veränderungen folgende Resultate: Gegenüber dem Ausgangswert von 1990 in Höhe von 17.2 Mio t nehmen die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor bis 2030 auf 9.6 Mio t ab. Das ist eine Minderung um 7.6 Mio t, entsprechend -45 %. Damit ist das Reduktionsziel von -55 % zwar nicht ganz erreicht. Wenn man aber berücksichtigt, dass in der Entwicklung von II a die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor noch auf 20.4 Mio t stiegen, dann macht dies doch letztlich die massive CO₂-Minderung deutlich.

1.4.5 Endenergieverbrauch und CO₂-Reduktion insgesamt

Die Übersichtstabelle 1-10 fasst die Ergebnisse zur Entwicklung der Energieverbräuche, die als Grundlage der Untersuchung der Reduktions-Szenarien dienen, zusammen.

Der Verbrauch aller Energieträger und über alle Sektoren liegt in 2030 bei 563 PJ. Gegenüber dem Ausgangswert von 1990 entspricht dies einem Rückgang von genau 250 PJ bzw. rund 31 %. Zwischen den Energieträgern gibt es bedeutende Verschiebungen und Unterschiede in der Veränderungen: Der Verbrauch an fossilen Energien nimmt um 46 % ab, bei Mineralölprodukten beträgt der Rückgang 54 %. Demgegenüber weist Erdgas noch einen Zuwachs des Verbrauchs auf, mit 21 % ist er allerdings deutlich geringer als in den bisherigen Szenarien. Beim Strom wird mit -5 % eine leichte Reduzierung des Verbrauchs erzielt.

Tab. 1-10

Endenergieverbrauch insgesamt, nach Energieträgern und nach Sektoren, modifiziert nach PROGNOSE 1997. Angaben in PJ.

Alle Bereiche	1990	2000	2010	2020	2030
Erdölprodukte	521.3	473.7	407.9	324.8	241.9
HEL	241.5	198.1	159.5	118.2	84.4
H M+S	20.5	12.4	11.7	9.3	9.5
Benzin	159.2	144.4	122.2	91.6	60.6
Diesel, inkl. Petrolkoks	52.4	58.5	56.6	49.9	43.2
Flugtreibstoffe	47.7	60.3	58.0	55.9	44.2
Erdgas Hu ¹⁾	69.8	91.5	94.7	89.3	84.4
Elektrizität	166.9	178.4	183.8	168.8	158.7
Fernwärme	8.5	10.7	13.9	16.4	17.6
Holz	24.3	24.1	26.9	30.2	32.2
Kohle	15.0	2.1	1.7	1.3	1.2
Sonstige, Industrieabfälle	7.0	18.2	22.0	24.7	26.6
Insgesamt	812.8	798.7	750.8	655.6	562.7
nach Energieträgergruppen					
Fossile Energieträger	606.1	567.3	504.3	415.4	327.6
Elektrizität	166.9	178.4	183.8	168.8	158.7
Sonstige	39.8	53.0	62.7	71.4	76.4
Insgesamt	812.8	798.7	750.8	655.6	562.7
nach Sektoren					
Privathaushalte	263.4	255.6	241.0	212.9	183.3
Dienstleistungen, Landw.	125.6	124.2	118.4	104.6	88.7
Industrie	172.6	161.8	157.0	140.7	142.7
Verkehr	251.2	257.0	234.5	197.4	148.0
Summe	812.8	798.7	750.8	655.6	562.7

1) Erdgas in den Modellen mit unterem Heizwert bewertet (Hu)

Analyse der theoretischen ökonomischen Wirkungsmechanismen

2 Es ist sehr schwierig, die einzelnen Anpassungsreaktionen in der schweizerischen Volkswirtschaft im Detail rechnerisch nachzuvollziehen und abzubilden. Letztlich bewirken die Anpassungsreaktionen strukturelle Veränderungen sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite. Diese gesamtwirtschaftlichen strukturellen Veränderungen werden wie beschrieben anhand einer komparativ statischen Input-Output-Analyse erfasst und berechnet werden. Dabei wird die Ausgangssituation das sogenannte Basisszenario I, mit den Situationen verglichen, die sich nach Beendigung sämtlicher ökonomischer Anpassungsreaktionen an die geplanten Massnahmen einstellen. Es werden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen dieser Massnahmen für einen Zeitraum von jeweils 5 Jahren in einer ex post Simulation berechnet.

Ausgangspunkt für die Ableitung der Beschäftigungsentwicklung in der Schweiz ist die allgemeine, durch regionale und globale Trends beeinflusste ökonomische Entwicklung. So werden wir zunächst die allgemeinen ökonomischen Entwicklungslinien darstellen, um in einem zweiten Schritt die weitergehenden ökonomischen Anpassungsreaktionen auf die geplanten umweltpolitischen Massnahmen zu beschreiben.

Die Untersuchung von grundlegenden Trends und der Möglichkeit ihrer Beeinflussung durch staatliche Korrektur des aus der Sicht der Umwelt suboptimalen Marktpreissystems muss sich mehrheitlich auf die Interpretation vergangener Entwicklungen und daraus induktiv abgeleitete Gesetz- oder zumindest Regelmässigkeiten abstützen. Aus diesem Grund soll nun kurz die Zusammenhänge von Arbeit und Energie in der Entwicklung der Schweizer Wirtschaft seit 1960 beschrieben werden.

2.1 Wirtschaftliche Entwicklung, Beschäftigung und Energieverbrauch in der Schweiz seit 1960

Betrachtet man die wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz, so zeigt sich seit Beginn der 70er Jahre eine deutliche Verlagerung der Wertschöpfung vom Industriesektor in den Dienstleistungssektor, während in den 60er Jahren die Wertschöpfung in beiden Sektoren noch ungefähr in gleichem Ausmass zugenommen hatte. Bei den Erwerbstätigenzahlen ist die Verschiebung zum Dienstleistungssektor noch deutlicher. Die Beschäftigung im Industriesektor (mit Ausnahme des Bausektors) erreichte 1964 ihren Höhepunkt. Seither erfolgte die Zunahme der Beschäftigung, abgesehen von Konjunkturschwankungen, nur noch im Dienstleistungssektor.

Die folgenden Zahlen zeigen die jährlichen Zuwachsraten für unterschiedliche Zeitperioden:

Tab. 2-1

Wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz von 1960-1997. Jährliche Zuwachsraten. (mod. nach BINSWANGER, 1995; Zahlen BfS, 1999)

	1960-1973 „stabiles Wachstum“	1974-1982 „rezessiver Einbruch“	1983-1991 „allgemeiner Aufschwung“	1991-1997 „rezessiver Einbruch“
reales BIP	4.5 %	0.3 %	2.4 %	-0.4 %
Erwerbstätige	1.5 %	-0.1 %	1.1 %	-2.9 %
Arbeitsproduktivität	3.0 %	0.4 %	1.3 %	2.5 %

Wie man aus den Zahlen erkennt, hat das BIP seit 1960 ständig stärker zugenommen als die Zahl der Erwerbstätigen. Mit anderen Worten, die Arbeitsproduktivität¹ ist ständig gestiegen und hat damit eine Entkopplung der Beschäftigungszunahme vom Wirtschaftswachstum bewirkt. In der Industrie hat sich die Arbeitsproduktivität bereits in den 60er Jahren stark erhöht, was zu einer deutlichen Entkopplung der Beschäftigung von der Wertschöpfungszunahme führte. Der Dienstleistungssektor hat hingegen bis 1991 kontinuierlich neue Arbeitsplätze geschaffen und damit den Rückgang in der Industrie kompensiert. Seither geht die Beschäftigung aber auch dort zurück.

¹ Die Arbeitsproduktivität wird in unserem Zusammenhang definiert als das Verhältnis zwischen BIP und der Zahl der Erwerbstätigen.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

Es ist dies eine Entwicklung, wie sie auch in den anderen westlichen Industrieländern beobachtet werden kann.

Die Entwicklung des Energieverbrauchs unterscheidet sich wesentlich von der Entwicklung der Beschäftigung. Der Energieverbrauch nahm während den 60er Jahren deutlich stärker zu als das reale BIP. Seit der ersten Ölkrise (1973) ist der Energieverbrauch etwa im gleichen Ausmass wie das BIP gestiegen, so dass auf gesamtwirtschaftlicher Ebene die Energieproduktivität weitgehend konstant blieb. Diese Entwicklung ist im Vergleich zu anderen Industrieländern ungewöhnlich und hängt mit dem geringen Anteil der Schwerindustrie in der Schweiz zusammen, deren Rückgang verbunden mit gleichzeitigen Verbesserungen der Energieeffizienz in anderen Ländern seit den 70er Jahren eine Entkopplung bewirkte².

Der Energieverbrauch pro Kopf in der Schweiz ist im internationalen Vergleich relativ gering. Rechnet man jedoch die importierte graue Energie hinzu, so liegt der Energieverbrauch in der Schweiz nach diversen Schätzungen um rund 20-30 % über dem in den Energiestatistiken ausgewiesenen Verbrauch³. Unter Einbezug der grauen Energie weist die Schweiz einen höheren Verbrauch pro Kopf als beispielsweise Deutschland oder Frankreich auf, während sie ohne die graue Energie deutlich darunter liegt.

Unterteilt man den Energieverbrauch nach Endverbrauchergruppen, so zeigt es sich, dass seit 1970 die *Verbrauchszunahme vor allem durch den Verkehr bewirkt wurde*. Die Sektoren Industrie sowie „Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen“ hielten ihren Verbrauch seit 1970 nahezu konstant. Der Anteil der Industrie am Endenergieverbrauch lag 1997 „nur“ noch bei 18 %, während 33 % zulasten des Verkehrs und 29 % zulasten der Haushalte gingen. Die restlichen 20 % gingen zulasten des Energieverbrauchssektors „Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen“, der allerdings mit keinem der in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendeten ökonomischen Sektoren korrespondiert. Wenn im folgenden der Energieverbrauch des Industriesektors genauer analysiert wird, dann muss man sich bewusst sein, dass dieser nur rund 1/5 des Energieverbrauchs in der Schweiz ausmacht⁴.

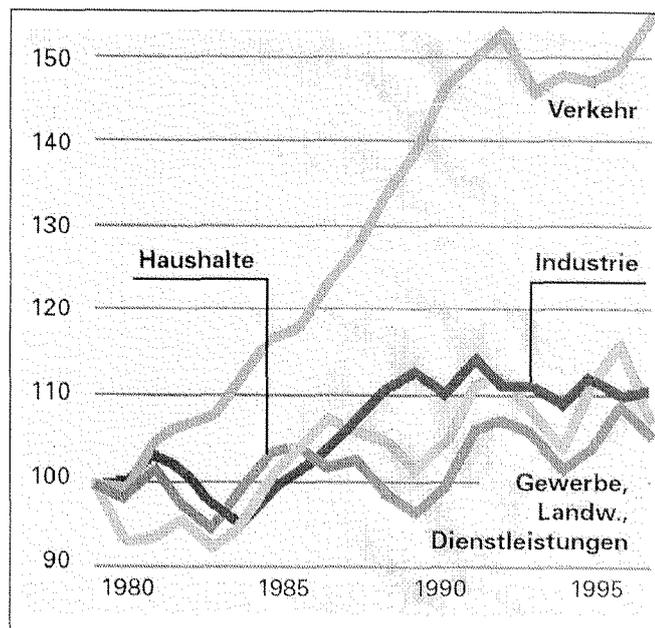
² siehe insbesondere bei BINSWANGER, 1993 [17]

³ BIEDERMANN et al., 1992: Treibhausgasbilanz Schweiz.

⁴ Bundesamt für Statistik, 1997: Schweizerische Gesamtenergiestatistik.

Abb. 2-1

Energie-Endverbrauch nach Verbrauchergruppen. Bundesamt für Statistik, 1999. (Index 1980 = 100)



Beschäftigung und Energieverbrauch im Industriesektor

Die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz steht in keiner unmittelbaren Beziehung zu Produktion und Beschäftigung. Ein wesentlicher Teil hängt mit dem Energieverbrauch der Haushalte (vor allem für Raumwärme) sowie dem privaten Motorfahrzeugverkehr zusammen (siehe auch Kap.2.3). Zusammenhänge zwischen Energieverbrauch und Beschäftigung lassen sich erst bei gesonderter Betrachtung des Industrie- bzw. des Dienstleistungssektors erkennen. Die in der Schweiz vorhandenen Statistiken erlauben eine Analyse des Energieverbrauchs in Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Entwicklung allerdings nur für den Industriesektor, da Zahlen für den Dienstleistungssektor bloss partiell vorhanden sind. Viele der im folgenden anhand von Zahlen für den Industriesektor angestellten Überlegungen lassen sich jedoch auch auf den Dienstleistungssektor übertragen.

Die folgende Abbildung 2-2 gibt die mengemässige Entwicklung der Produktion (Index der industriellen Produktion), sowie die Beschäftigung und den Energieverbrauch im Industriesektor wieder.

Wie man aus daraus deutlich erkennt, ist die Beschäftigung in der Industrie seit 1964 von den produzierten Mengen weit-

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

gehend unabhängig, d.h. eine Erhöhung der Produktion bedeutete keine Zunahme der Beschäftigung. Beschäftigungsunwirksames Wachstum ist im Industriesektor seit Mitte der 60er Jahre Realität, wobei die Entwicklung in den einzelnen Branchen natürlich unterschiedlich verlief. Arbeitslosigkeit entstand jedoch nie in grösserem Ausmass, da der Dienstleistungssektor ständig neue Arbeitsplätze schuf, und auch ein Teil des Rückgangs über eine Reduktion der Fremdarbeiter exportiert werden konnte.

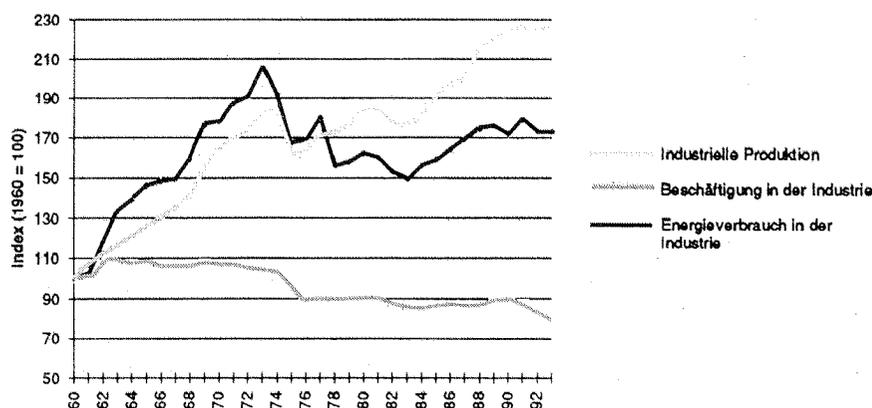


Abb. 2-2

Produktion, Gesamtenergieverbrauch und Beschäftigung im Industriesektor. (STATWEB BfS, 1999)

Der Energieverbrauch in der Industrie korreliert im Unterschied zur Beschäftigung mit den produzierten Mengen, da der grösste Anteil der Energie im Industriesektor für Produktionsprozesse verbraucht wird⁵. Die in der Industrie produzierten Gütermengen sind seit 1960 bis 1995 um das 2.3-fache gestiegen, während der Energieverbrauch etwa die 1.7-fache Menge von 1960 beträgt. Die Beschäftigung ging im gleichen Zeitraum um 20 % zurück. Die Entwicklung des Energieverbrauchs erfolgte jedoch keineswegs kontinuierlich. Er erreichte seinen Höhepunkt im Jahre 1973, um dann bis ins Jahr 1983 relativ deutlich zurückzugehen. Dadurch kam es zu einer Entkopplung des Energieverbrauchs von der industriellen Produktion, die dazu führte, dass die Industrie nicht nur weniger arbeitsintensiv, sondern auch weniger energieintensiv produzierte. Die folgende Abbildung 2-3 zeigt die Entwicklung der Energie- und Beschäftigungsintensität im Industriesektor.

Sowohl Arbeit als auch Energie sind als Produktionsfaktoren an bestimmte Technologien und damit an das in der Produk-

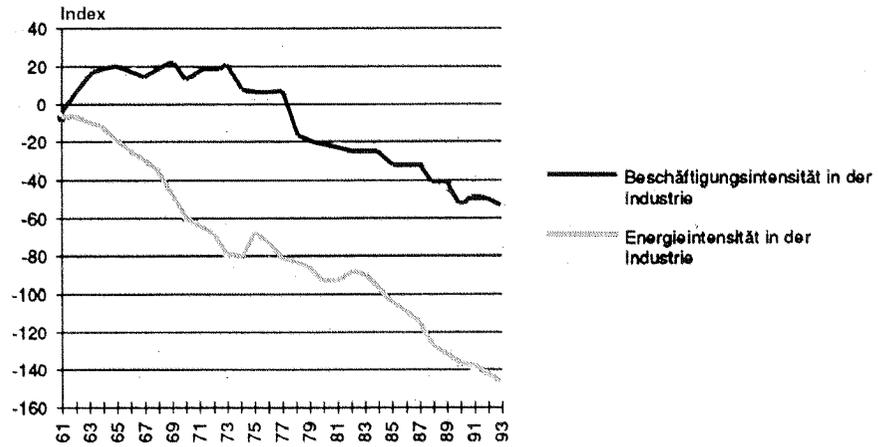
⁵ AEBISCHER, B. & PERRIN, G. R., 1990.

2.1 WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG, BESCHÄFTIGUNG UND ENERGIEVERBRAUCH IN DER SCHWEIZ SEIT 1960

tion verwendete Kapital (Maschinen und Anlagen) gebunden (embodied technological change).

Abb. 2-3

Beschäftigungs- und Energieintensität der industriellen Produktion in der Schweiz. Gemessen als Differenz zwischen dem Index der industriellen Produktion und dem Index der Beschäftigung bzw. dem Index des Energieverbrauchs. STATWEB BFS, 1999.



Investitionen in neues Kapital führen zu Veränderungen in Energieverbrauch und Beschäftigung. Ob es dabei jedoch zu einer Zu- oder Abnahme des Einsatzes von Arbeit und Energie kommt, ist keineswegs eindeutig bestimmt. Beide Faktoren können sowohl in einem komplementären als auch in einem substitutiven Verhältnis zum Kapital stehen. Theoretisch bestehen folgende Möglichkeiten:

Tab. 2-2

Auswirkungen von Investitionen auf die Verhältnisse der Produktionsfaktoren Energie und Kapital. BINSWANGER, 1995.

Produktionsfaktoren	substitutives Verhältnis zum Kapital	komplementäres Verhältnis zum Kapital
Energie	Investitionen in energieeffiziente Anlagen	Investitionen in konventionelle Anlagen und Maschinen
Arbeit	Rationalisierungsinvestitionen zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität	Investitionen in Anlagen, die „netto“ zu neuen Arbeitsplätzen führen

Die Frage, ob Energie und Kapital in einem substitutiven oder komplementären Verhältnis zueinander stehen, wurde seit den 70er Jahren immer wieder diskutiert. Frühere empirische Arbeiten wie diejenigen von Jorgenson u.a. (z.B. JORGENSON, 1982) zum Energieverbrauch in den USA ergaben, dass die Komplementarität bis in die 70er Jahre dominierte, und eine

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

Zunahme der Investitionen in Kapital *ceteris paribus* eine Zunahme des Energieverbrauchs bewirkte. Auf das ursprünglich komplementäre Verhältnis von Energie und Kapital bis zum ersten Ölpreisschock (1960-1973) deutet auch die Entwicklung des Energieverbrauchs im Schweizer Industriesektor hin. Industrielle Produktion und Energieverbrauch erhöhten sich fast im selben Ausmass, was zu einem grossen Teil auf zusätzliche Investitionen in neue Maschinen und Anlagen zurückzuführen sein dürfte. Der deutliche Rückgang der Energieintensität nach 1973 ist ein Indiz dafür, dass sich seither in der Industrie das komplementäre Verhältnis zwischen Energie und Kapital tendenziell in ein substitutives Verhältnis verwandelt hat und auch Investitionen in energieeffiziente Anlagen erfolgten⁶; eine Entwicklung, die sich in den meisten Industrieländern beobachten lässt. Investitionen in neue Maschinen und Anlagen bedeuteten seit Mitte der 70er Jahre meist auch eine Verbesserung der Energieeffizienz.

Anders ist die Situation beim Verhältnis zwischen Arbeit und Kapital. Arbeit steht schon seit Anfang der 70er Jahre in einem substitutiven Verhältnis zum Kapital, wie dies der deutliche Rückgang der Beschäftigungsintensität in Abb. 2-3 aufzeigt. Wie schon erwähnt, wurden in der Schweiz wie auch in der EU seit 1970 im Industriesektor „netto“ keine Arbeitsplätze mehr geschaffen. Rationalisierungsinvestitionen dominierten, und mehr Kapital bedeutete meist weniger Arbeit⁷. Dies gilt allerdings nur innerhalb des Industriesektors. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene bewirkte der technische Fortschritt in der Industrie teilweise eine Zunahme der Beschäftigung im Dienstleistungssektor über sogenannte Kompensationseffekte. Ein grosser Teil der seither neu geschaffenen Stellen im Dienstleistungssektor ist unmittelbar mit dem Industriesektor verbunden. Dazu zählen etwa Tätigkeiten im Bereich Forschung, Beratung oder Umweltschutz, die von 1985 bis 1991 die höchsten Wachstumsraten der Beschäftigung im Dienstleistungssektor auswiesen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Rückgang der Energieintensität seit dem ersten Ölpreisschock 1973 darauf zurückzuführen ist, dass die Energieeffizienz der industriellen Produktion in vielen Branchen verbessert wurde. Technischer Fortschritt ist für den gesamten Industriesektor seit Ende der 70er Jahre sowohl arbeitssparend als teilweise auch energie-

⁶ BINSWANGER, M., 1994
[20]

sparend und erhöhte somit Arbeits- resp. Energieproduktivität pro produzierte Outputeinheit. Die Beschäftigungsintensität (Beschäftigte/Produktionsmenge) verringerte sich seit 1960 um durchschnittlich 1.5 % pro Jahr, während die Energieintensität (Energieverbrauch/Produktionsmenge) bis 1973 stieg und dann um durchschnittlich 1.2 % pro Jahr zurückging. Seit 1990 blieb die Energieintensität jedoch wieder nahezu konstant.

2.2 Energieeffizienz und Energieverbrauch

2.2.1 Substitutions- und Wachstumsprozesse

Die im vorherigen Abschnitt aufgezeigte Entwicklung des Energieverbrauchs im Industriesektor macht deutlich, dass Investitionen zur Erhöhung der Energieeffizienz nicht zwingend einen Rückgang des Energieverbrauchs bewirken. Sie bewirken zwar immer eine relative Abnahme des Energieverbrauchs pro produzierte Outputeinheit doch die Entwicklung der absoluten Energieverbrauchsmenge ist von weiteren ökonomischen Faktoren abhängig. Eine Erhöhung der relativ definierten Energieeffizienz kann insgesamt auch zu einer Zunahme des absoluten Energieverbrauchs führen, wenn es:

1. zu einer Substitution von anderen Produktionsfaktoren durch Energie und/oder
2. gleichzeitig zu einem Wachstum der Produktion kommt,

genauso wie auch eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität eine Zunahme der Beschäftigung nicht ausschließt. Investitionen zur Erhöhung der Energieeffizienz sind somit keine Garantie dafür, dass der Energieverbrauch zurückgeht.

Im folgenden soll aufgezeigt werden, wie sich die Erhöhung der Effizienz eines Produktionsfaktors auf die Verbrauchsmenge dieses Produktionsfaktors unter bestimmten Bedingungen auswirkt. Ob es zu einem Mehr- oder Minderverbrauch des entsprechenden Faktors kommt, hängt von den spezifischen Produktions- und Marktbedingungen ab. Dies lässt sich in vereinfachter Weise exemplarisch innerhalb des

Modellrahmens der neoklassischen mikroökonomischen Theorie der Unternehmung zeigen⁷. Dort wird dargestellt, wie sich einzelwirtschaftliche Optimierungskalküle unter bestimmten (restriktiven) Bedingungen auf den Verbrauch bzw. Einsatz der Produktionsfaktoren auswirken. Daraus ergeben sich Hinweise auf die Entwicklung des Energieverbrauchs, der wie die Abbildungen weiter oben zeigen, seit Mitte der 70er Jahre keineswegs eindeutig verläuft.

Vor allem folgende Faktoren entscheiden darüber, ob Investitionen in energieeffizientere Anlagen zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs führen oder nicht⁸:

- 1) *Produktionsbedingungen*: Entscheidend ist hier vor allem das Ausmass der Substitutionsmöglichkeiten der Faktoren untereinander, die in der Substitutionselastizität (siehe weiter unten) der Produktionsfaktoren zum Ausdruck kommt.
- 2) *Preise*: Sowohl Faktorpreise als auch die Preise für die produzierten Güter beeinflussen die optimale Faktorallokation sowie die produzierten Mengen.
- 3) *Art der Skalenerträge*: Je nachdem, ob abnehmende oder zunehmende Skalenerträge vorliegen, kommt es zu unterschiedlichen Veränderungen des Produktionsniveaus bei Veränderungen der Produktionsbedingungen (technischer Fortschritt). Ein entscheidender Faktor ist dabei der Anteil der fixen Kosten an den Produktionskosten.

2.2.2 Produktionsbedingungen und Preise

Wir beschränken uns zunächst auf eine rein statische Betrachtung der Produktionsprozesse. Diese werden in der neoklassischen mikroökonomischen Theorie mit Hilfe einer Produktionsfunktion modelliert, welche die Gesamtheit aller effizienten Produktionspläne darstellt. Der Output Y , den eine Firma produziert, ist dann eine Funktion der Produktionsfaktoren. Beispielsweise:

$$Y = f(C, L, E) \quad [2.1]$$

⁷ SCHIPS, B., 1990: Empirische Wirtschaftsforschung.

⁸ ENDRES, A & QUERNER, I., 1993: Die Ökonomie natürlicher Ressourcen.

wobei C für Kapital, L für Arbeit und E für Energie steht. Diese Produktionsfunktion lässt sich in unterschiedlicher Weise spezifizieren, wobei sich auch unterschiedliche Möglichkeiten der Substituierbarkeit der Produktionsfaktoren ergeben⁹. Ein Mass dafür ist die Substitutionselastizität η_S zwischen den einzelnen Produktionsfaktoren. Diese ist beispielsweise für die Faktoren C und E definiert als:

$$\eta_S = \frac{\text{relative Veränderung des Faktoreinsatzverhältnisses}}{\text{relative Veränderung der Substitutionsrate}} = \frac{\left(\frac{C}{E}\right)}{\left(\frac{Y_E}{Y_C}\right)}$$

$$\text{mit } Y_E = \frac{\partial Y}{\partial E} ; Y_C = \frac{\partial Y}{\partial C}$$

Substitutionselastizität folgt:
$$\eta_S = \frac{\frac{d\left(\frac{C}{E}\right)}{\frac{C}{E}}}{\frac{d\left(\frac{Y_E}{Y_C}\right)}{\frac{Y_E}{Y_C}}} \quad [2.2]$$

Der Wert für η_S liegt zwischen 0 und ∞ und ist ein Mass für die „Leichtigkeit“ der Substituierbarkeit zwischen zwei Faktoren. Geometrisch kommt sie in der Krümmung der Isoquanten einer Produktionsfunktion zum Ausdruck, wobei η_S umso grösser ist, je geringer die Krümmung einer Isoquante¹⁰ ist. Ist η_S gleich Null, dann ist das Faktoreinsatzverhältnis C/E eine Konstante und es besteht keine Substitutionsmöglichkeit. Eine Erhöhung von , (Erhöhung der Energieeffizienz) führt in diesem Fall zu keiner Änderung von C/E, da die Outputmenge Y nur mit einer ganz bestimmten Faktorkombination C/E technisch effizient produziert werden kann. Ist η_S hingegen gleich ∞ , dann sind C und E perfekte Substitute.

In der Praxis ist es allerdings mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, Substitutionselastizitäten empirisch zu bestimmen. Wie bereits erwähnt, lässt sich der äusserst heterogen zusammengesetzte Faktor Kapital als reale Grösse kaum sinnvoll messen. Die übrigen Produktionsfaktoren sind aber wiederum zu einem grossen Teil an den Faktor Kapital gebunden und damit keine wirklich exogenen Grössen bei einer ökonometrischen Schätzung. So kommen verschiedene Untersuchungen zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen, was

⁹ Diese Substitutionsmöglichkeiten bestehen in der Realität meist nur ex-ante. Sobald bestimmte Investitionen in Kapital einmal getätigt wurden, lassen sie sich nicht beliebig wieder rückgängig machen.

¹⁰ Die Isoquante (oder Indifferenzkurve) ist der Ort aller Kombinationen zweier Produktionsfaktoren, die die Herstellung der selben Produktionsmenge Y erlauben.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

die Substitutionselastizitäten betrifft, die wiederum von den getroffenen Annahmen abhängen.

Die meisten Studien deuten darauf hin, dass zwischen Energie und Arbeit sowie zwischen Kapital und Arbeit ein substitutes Verhältnis besteht. Die Werte für die *Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Energie differieren dabei zwischen 0.6 und 2.2*, während die Werte für die Substitutionselastizität *zwischen Arbeit und Kapital zwischen 0.1 und 2.8* liegen¹¹.

Noch viel grösser sind die Differenzen bei der Substitutionselastizität zwischen Energie und Kapital, wo nicht einmal eindeutig ist, ob die Faktoren in einem substitutiven oder komplementären (negative Substitutionselastizität) Verhältnis zueinander stehen.

Im folgenden soll nun untersucht werden, ob Investitionen in energieeffiziente Anlagen zu einer Zunahme oder einer Abnahme des Energieverbrauchs führt. Wir unterteilen den Kapitalstock gedanklich in konventionelle Anlagen und Maschinen, die weniger energieeffizient sind und in energieeffiziente Anlagen und Maschinen, deren Einsatz zu einer Erhöhung der Energieeffizienz bei einer bestimmten Energieverwendung führt. Dabei geht es um die Beantwortung folgender wichtiger Frage:

Führt eine Erhöhung der Energieeffizienz zu einer Zunahme des Energieverbrauchs?

Wir unterstellen demzufolge ex-ante Substituierbarkeit zwischen Energie und Kapital, wobei ein Mehreinsatz an Kapital einen vermehrten Einsatz von energieeffizienten Anlagen bedeutet. Solche Investitionen verbessern den Wirkungsgrad einer bestimmten Energieverwendung wie beispielsweise die Verwendung von Energie zum Betrieb einer Maschine oder eines Motorfahrzeuges.

Wir vereinfachen nun die oben definierte Produktionsfunktion (2.1) und, betrachten Y ceteris paribus nur noch in Abhängigkeit von Energieverbrauch E und energieeffizientem Kapital C_e . Die Produktionsfunktion lautet dann:

$$Y = f(C_e, E) \quad [2.3]$$

¹¹ MITTELSTAEDT, A., 1983: Use of Demand Elasticities in Estimating Energy Demand.

Eine Isoquante dieser Produktionsfunktion beschreibt alle Produktionsmöglichkeiten, um eine bestimmte Produktionsmenge Y während einer bestimmten Produktionsperiode mehr oder weniger energieeffizient herzustellen, d.h. mit mehr C_e und weniger E oder mit mehr E und weniger C_e . Eine Substitution von E durch C_e verbessert den Wirkungsgrad der eingesetzten Maschinen, was den Energieverbrauch senkt, der notwendig ist, um eine bestimmte Menge Y herzustellen. Umgekehrt lässt sich C_e auch wieder durch vermehrten Energieverbrauch substituieren. Das muss nicht unbedingt bedeuten, dass wieder altes ineffizientes Kapital eingesetzt wird. In der Praxis ergibt sich eine solche Substitution vor allem, wenn eine Verbesserung des Wirkungsgrades einer bestimmten Maschine dazu benutzt wird, den Energieverbrauch bei konstantem Y auszudehnen. Beispielsweise kann eine Verbesserung der Effizienz eines Benzinmotors dazu führen, dass leistungsstärkere und schwerere Autos für den Transport eingesetzt werden, so dass paradoxerweise eine Zunahme des Energieverbrauchs resultiert. Die Wirkungsgradverbesserung (die Erhöhung der Effizienz des Benzinmotors) schafft in diesem Fall einen Anreiz, Kapitalgüter (Fahrzeuge) einzusetzen, die insgesamt weniger energieeffizient sind als die ursprünglich verwendeten Kapitalgüter. Diese besitzen zwar einen energieeffizienteren Motor, doch das gesamte Fahrzeug hat eine geringere Energieeffizienz, da etwa eine Erhöhung des Fahrzeuggewichts, den Energieeffizienzgewinn des Motors wieder zunichte macht. *Verbesserungen der Energieeffizienz verbilligen die Energie und können deshalb insgesamt aufgrund von Substitutionsvorgängen zu einer Zunahme des Energieverbrauchs führen, selbst wenn die Produktionsmenge Y nicht ausgedehnt wird.* Höhere Energieeffizienz bedeutet hier eine Verringerung der Energiekosten, die dazu verleitet, mehr Energie zu verbrauchen. Diese interessante Tatsache hat für unsere Überlegungen zur Frage einer nachhaltigen Faktorallokation weiterreichende Konsequenzen. Wir wollen uns deshalb an dieser Stelle noch einmal mit der neoklassischen ökonomischen Theorie beschäftigen – exemplarisch weiterhin mit den Produktionsfaktoren Energie und Kapital.

Das Verhältnis zwischen dem Preis für Kapital p_C und dem Energiepreis p_E bestimmt nun in der neoklassischen Theorie

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

die Minimalkostenkombination auf der Isoquante, die gegeben ist durch¹²:

$$\frac{\text{Grenzertrag des Kapitals}}{\text{Preis des Kapitals}} = \frac{\partial Y / \partial C_e}{p_C} = \frac{\partial Y / \partial E}{p_E} = \dots = \frac{\partial Y / \partial X}{p_X} = \frac{\text{Grenzertrag Faktor X}}{\text{Preis Faktor X}}$$

Die Faktorkombination gilt als optimal, wenn der Grenzertrag (die aufgrund einer zusätzlichen Einheit des variablen Faktors X erzielte zusätzliche Produktionsmenge) des letzten verausgabten Frankens bei jedem Produktionsfaktor gleich ist. Bei einer gegebenen Kombination der Produktionsfaktoren muss sich der Unternehmer folgende Frage stellen: welches ist die Auswirkung auf den Gesamtertrag, wenn ich die Kosten (z.B. um 1000 Fr.) für den Faktor E (Energie) senke, um dafür mehr von einem anderen Faktor einzusetzen, beispielsweise energieeffizientes Kapital C_e ? Falls der Gesamtertrag steigt, lohnt sich die Substitution.

Bei der Minimalkostenkombination entspricht die relative Veränderung der Substitutionsrate (siehe Gl. (2.2)) dem Faktorpreisverhältnis p_C/p_E (2.5) d. h. die Grenzrate der Substitution zwischen C_e und E (Steigung der konvexen Isoquanten einer Produktionsfunktion) entspricht der Steigung der Isokostenlinie.

$$\frac{\partial Y / \partial C_e}{p_C} = \frac{\partial Y / \partial E}{p_E} \rightarrow \frac{\partial Y / \partial C_e}{\partial Y / \partial E} = \frac{p_C}{p_E} \quad [2.5]$$

Entsprechend folgt aus der Funktion für die Isokosten:

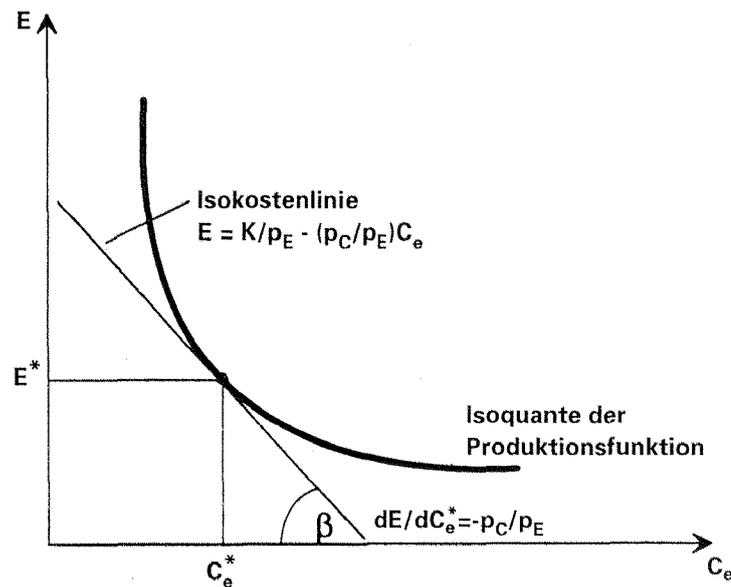
$$K = C_e \cdot p_C + E \cdot p_E \rightarrow E = \frac{K}{p_E} - \left(\frac{p_C}{p_E} \right) C_e$$

$$\rightarrow \frac{dE}{dC_e} = - \frac{p_C}{p_E} \quad [2.6]$$

Dies lässt sich an der unten stehenden Abbildung 2-4 erkennen:

¹² DEISS, J., 1983: Einführung in die Volkswirtschaftslehre.

Abb. 2-4
 Minimalkostenkombination (E^* , C_e^*) für die Faktoren Energie E und energieeffizientes Kapital C_e . Das Optimum bedingt die Gleichheit der Steigung der Isoquante und der Isokostenkurve.



Es stellt sich nun die Frage, wie sich eine Erhöhung der Energieeffizienz auf den Energieverbrauch auswirkt. Grundsätzlich führen Investitionen zur Erhöhung der Energieeffizienz unmittelbar zu einer Erhöhung der Grenzproduktivität $\frac{\partial Y}{\partial E}$ der Energie. Wenn p_E und p_C konstant bleiben, lohnt es sich in diesem Fall, die Produktion auszudehnen, bis die Bedingung (2.4) wieder erfüllt ist. Eine solche Situation ist etwa dann gegeben, wenn neu auf dem Markt energieeffiziente Kapitalgüter zum gleichen Preis wie konventionelle Kapitalgüter angeboten werden. Die Erhöhung der Energieeffizienz ist dann für das einzelne Unternehmen eine exogene Veränderung (exogene Erhöhung der Energieeffizienz). In diesem Fall kommt es ceteris paribus nicht zu einem Rückgang des Energieverbrauchs sondern im Gegenteil zu einer Zunahme.

Nehmen wir an, es komme zu einer exogenen Erhöhung der Energieeffizienz im eben beschriebenen Sinn, so dass der Kauf von neuen Kapitalgütern eine Erhöhung von C_e bedeutet. Der Einsatz dieser energieeffizienten Kapitalgüter führt zu einer Erhöhung von $\frac{\partial Y}{\partial E}$, was eine Ausdehnung des Energieverbrauchs lohnend macht.

Bleiben hingegen die Preise nicht konstant, sondern sinken bei zunehmendem Angebot, was besonders auf gesättigten Märkten der Fall sein wird, dann kommt es bei einer Erhöhung von C_e nicht unbedingt zu einer Zunahme des Energie-

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

verbrauchs. Bleiben die Faktorpreise nicht konstant, d.h. p_C/p_E ist variabel, dann hängt die Veränderung des Energieverbrauchs auch von den relativen Faktorpreisen ab, wobei vor allem der Energiepreis p_E eine entscheidende Rolle spielt. Dies zeigt Abbildung 2-5.

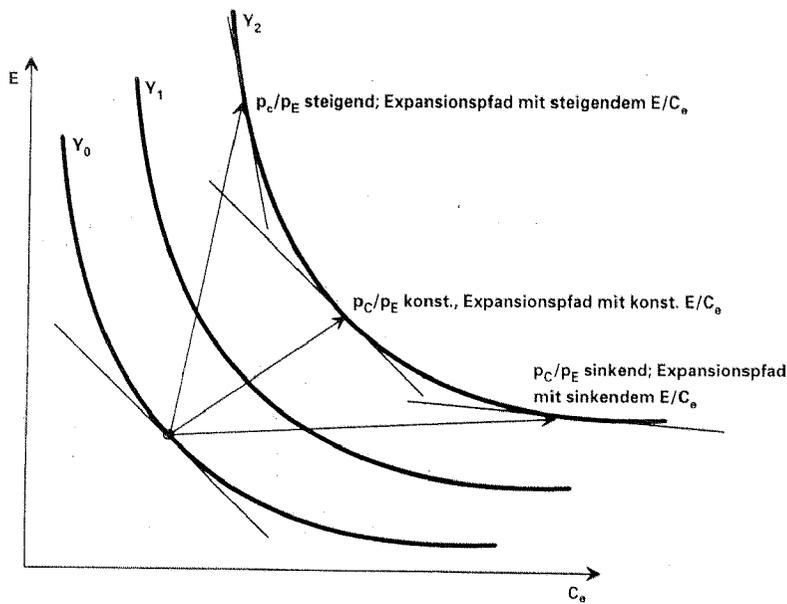


Abb. 2-5

Entwicklung des Faktorverhältnisses dargestellt durch den Expansionspfad. Der zunehmende Faktoreinsatz bedingt eine Erhöhung des Budgets. Das bedeutet eine Verschiebung der zugehörigen Kostengerade nach rechts. Wenn sich die Preise nicht verändern, bleibt die Steigung der Kostengeraden unverändert.

Der ökologisch erwünschte Expansionspfad ist derjenige, der mit einem sinkenden E/C_e verbunden ist. Allerdings zeigt sich auch, dass sich Investitionen in zusätzliches C_e nur dann lohnen, wenn das Verhältnis der Faktorpreise p_C/p_E sinkt. Eine Unternehmung wird von sich aus nur dann E durch C_e substituieren, wenn Preisveränderungen dazu einen Anlass geben. Wie sich eine Änderung von p_C/p_E auf E/C_e auswirkt, ist abhängig von der jeweiligen Substitutionselastizität η_S zwischen E und C_e .

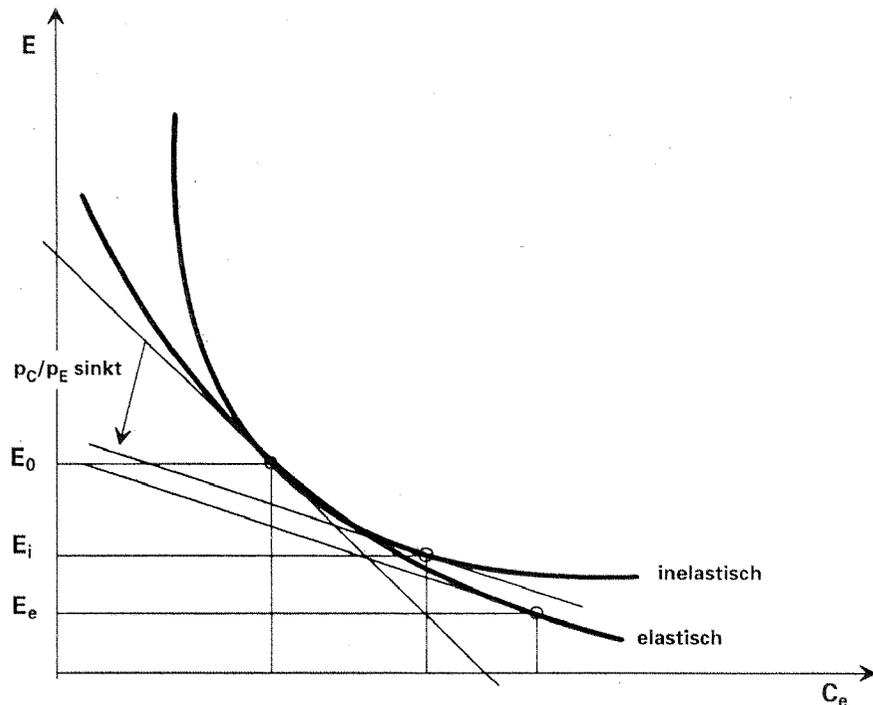
Ist η_S gross, dann hat eine Änderung von p_C/p_E eine starke Änderung von E/C_e zur Folge, während bei gerinem η_S sich die Faktoreinsatzverhältnisse kaum ändern. Abbildung 2-6 zeigt den Einfluss der Substitutionselastizität auf die induzierte Energieverbrauchsänderung bei einer Zunahme von p_C/p_E .

Bei hoher Substitutionselastizität führt eine Senkung von p_C/p_E um einen bestimmten Betrag (Erhöhung des Energiepreises p_E) zu E_e während bei geringer Substitutionselastizität der Energieverbrauch nur auf E_i reduziert wird. Wird nun die Produktionsmenge Y nicht mehr als konstant betrachtet und

kommt es zu einem Wachstum von y , dann bestimmen die Substitutionselastizitäten den Expansionspfad, der sich bei verschiedenen Werten für p_C/p_E ergibt (siehe Abb. 2-5).

Abb. 2-6

Effekt von Energie-Preisveränderungen auf den Energieverbrauch in Abhängigkeit unterschiedlicher Substitutionselastizitäten. (nach ERDMANN, G., 1995: Energieökonomik)



Zusammenfassend kann man sagen, dass, wenn grundsätzlich Substitutionsmöglichkeiten zwischen Energie und Investitionen in energieeffizientes Kapital bestehen, eine Erhöhung der Energieeffizienz im allgemeinen ceteris paribus *nicht zu einer Abnahme sondern zu einer Zunahme des Energieverbrauchs führt*. Der Grund dafür liegt darin, dass Investitionen in energieeffizientes Kapital die Grenzproduktivität der Energie erhöhen (was gleichzeitig bedeutet, dass die gleiche Energiedienstleistung weniger kostet) und damit eine Ausdehnung der Produktion solange lohnend machen, bis das Produkt aus Grenzproduktivität und Güterpreis wieder dem Energiepreis entspricht. Wenn eine Erhöhung der Energieeffizienz hingegen auch mit einer Erhöhung des Energiepreises verbunden ist, dann kann es auch zu Einsparungen von Energie kommen.

2.2.3 Energieeffizienz und nachhaltige Entwicklung

Als Fazit der in diesem Kapitel bis jetzt angestellten Überlegungen kann man festhalten: eine Erhöhung der Energieeffizienz ist an sich noch kein Garant dafür, dass es zu einer Entkopplung des Energieverbrauchs von den produzierten Mengen im Industriesektor kommt. Nur eine Erhöhung des Energiepreises (bzw. des Preisverhältnisses zwischen Energie und energieeffizientem Kapital) garantiert eine Entkopplung der Produktion vom Energieverbrauch, so dass schliesslich auch ein absoluter Rückgang des Energieverbrauchs resultieren kann.

Auf die Preise kommt es an.

Zwei Feststellungen erscheinen in einem erweiterten Zusammenhang nun notwendig zur genaueren Betrachtung:

1. Strategien zur nachhaltigen Entwicklung reduzieren sich tendenziell auf den Bereich der Energie.
2. Es wird wie selbstverständlich davon ausgegangen, dass Wirtschaftswachstum notwendig sei, um Entwicklung zu ermöglichen.

Nachhaltigkeits-Strategien

Am 1. März 1993 hat der Schweizerische Bundesrat die Verantwortung für die Ausrichtung und Koordination der nachhaltigen Entwicklung einem interdepartementalen Ausschuss auf Direktionsebene – dem IDARio – übertragen. Im Februar 1996 wurde der Bericht „Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz“¹³ des IDARio veröffentlicht. 1997 legte der Bundesrat mit dem *Strategiepapier* „Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz“¹⁴ ein Massnahmenkatalog zur Umsetzung der Politik der nachhaltigen Entwicklung vor.

Mit etwas verengendem Blick wird darin aus der nachhaltigen Bewirtschaftung der Bodenressourcen (Agenda 21 Kap. 10), die „nachhaltige Bodennutzung“ mit Beschränkung auf die Aspekte der baulichen Flächenbeanspruchung, Erhaltung der Bodenfunktionen oder die Vermeidung von Schäden durch physikalische Belastung (in der Schweiz). Der Verbrauch von Bodenressourcen (importierte, nicht-energetische Rohstoffe) wird in keinem Zusammenhang erwähnt. Gleiches lässt sich feststellen für die Indikatorenliste, herausgegeben von der Kommission für nachhaltige Entwicklung

¹³ IDARio, 1997: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Stand der Realisierung.

¹⁴ Bundesrat, 1997: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Strategie.

(Commission on sustainable deveopment; CSD) der UNO, wo als Beurteilungsparameter für nachhaltige Bewirtschaftung der Bodenressourcen die „Bodennutzungsänderungen“ vorgeschlagen wird – welcher ebenfalls in der Pilotstudie¹⁵ der Bundesämter für Statistik und für Umwelt, Wald und Landschaft so übernommen wurde.

Explizit als „Schlüsselgrösse“ wird im Strategiepapier der Bereich Energie erfasst. Nicht zuletzt unter dem Eindruck einer drohenden Klimakatastrophe und der als einfach eingestufteten Steuerbarkeit der Energiegrösse wird unter dem Begriff der „ökologischen“ Steuerreform nur von einer Besteuerung nicht erneuerbarer Energie gesprochen. In dieselbe Richtung zielen die Massnahmen der Verkehrsplanung, der langfristigen Luftreinhaltung und der Verringerung des Klimarisikos.

Wirtschaftswachstum und Entwicklung

Das Ziel der dauerhaften Entwicklung ist, implizit oder explizit, von einer ganzen Reihe nationaler wie internationaler Institutionen, darunter inzwischen auch der Europäischen Union und der Weltbank übernommen worden. Dementsprechend sind Versuche unternommen worden, umweltpolitische Ziele in die Cost-Benefit-Analyse einzubauen. Einigkeit scheint darüber zu bestehen, daß ohne Wirtschaftswachstum das Los der armen Mehrheit der Weltbevölkerung nicht zu verbessern ist. Mit deutlichen Worten steht diesbezüglich im Brundtland-Bericht:

*Wenn weite Teile der Entwicklungsländer wirtschaftliche, gesellschaftliche und Umwelt-Katastrophen abwenden sollen, muß das weltwirtschaftliche Wachstum neu belebt werden. Praktisch heißt dies schnelleres wirtschaftliches Wachstum sowohl in den Industrie- wie in den Entwicklungsländern (...)*¹⁶.

Andererseits sagt MUNN beispielsweise:

„Das Wort Entwicklung impliziert nicht notwendigerweise Wachstum. Es vermittelt (eher) den Gedanken, daß die Welt, die Gesellschaft oder auch die Biosphäre in irgendeiner Hinsicht „besser“ wird (...). Der Begriff enthält daher ein *Werturteil*. Im Prinzip könnte Entwicklung zu einer dauerhaften werden durch strukturelle Änderungen (ökonomische, politische,

¹⁵ Bfs & BUWAL, 1999: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Materialien für ein Indikatorsystem. Eine Pilotstudie unter Verwendung der Methodik der CSD

¹⁶ Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, 1987: Unsere gemeinsame Zukunft.

¹⁷ zit. nach HARBORTH, H.-J., 1993: Dauerhafte Entwicklung statt globaler Zerstörung.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

kulturelle oder ökologische) oder durch eine Folge von technologischen Durchbrüchen.“¹⁷

So wird immer noch ein stiller Kampf um die Frage geführt, ob es in einem begrenzten System wie der Biosphäre der Erde so etwas wie „dauerhaftes Wachstum“ geben könne. Dazu der Wachstumskritiker Herman Daly (1993):

„Da die menschliche Ökonomie ein Subsystem eines begrenzten globalen Ökosystems ist, das nicht wächst, obwohl es sich durchaus entwickelt, ist es klar, daß Wirtschaftswachstum über lange Zeiträume hin nicht durchgehalten werden kann. Der Begriff dauerhaftes Wachstum sollte daher als ein schlechter Witz abgelehnt werden.“

Die relative Lautlosigkeit des Ringens um Begriffe zeigt sich darin, daß die mächtige Gegenseite, angefangen von der Weltbank bis hin zu Regierungen und Unternehmervereinigungen, versucht, den Begriff des „dauerhaften Wachstums“ wie selbstverständlich (und daher ohne weitere Diskussion) zu etablieren.

Grosse Erwartungen werden in einen „umweltentlastenden Strukturwandel“ der Industrieländer selbst gelegt, der zustandekommen solle durch eine Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Einsatz ökologisch sensibler Ressourcen. Wie wir gesehen haben, beschränken sich dies Entkoppelungs-bemühungen allerdings vornehmlich auf den Primärenergieverbrauch.

Schlussfolgerungen

Die Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch ist wie Kapitel 2.2.2 gezeigt hat, in hohem Masse von den Ressourcen-Preisen abhängig. Abb. 2-7 zeigt die Entwicklung des Rohstoff-Preisindex für energetische

Rohstoff-Preisindex

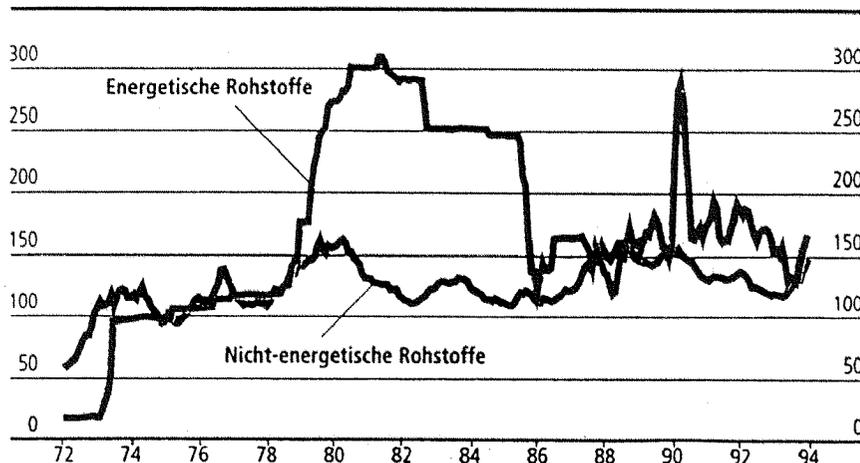


Abb. 2-7

Entwicklung des Rohstoff-Preisindex. Bei den energetischen Rohstoffen sind die beiden Ölschocks deutlich zu erkennen. Demgegenüber verläuft der Index der nicht-energetischen Rohstoffe viel kontinuierlicher. (aus BINSWANGER, 1995)

und auch nicht-energetische Rohstoffe. Man erkennt deutlich, dass die energetischen Rohstoffe eine viel höhere Preisvolatilität aufweisen als nicht-energetische Rohstoffe. Der Preis der nichtenergetischen Rohstoffe blieb in den letzten 20 Jahren (nominal) praktisch konstant, was zu einem starken realen Preiszerfall führte. Noch stärker als bei den Energieresourcen sorgte eine relative Verbilligung dafür, dass sich Einsparungen wirtschaftlich nicht bezahlt machten.

Die v.a. durch eine Steuerreform angestrebte Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Energieverbrauch kann bei einer gleichzeitigen Anpassung der Energiepreise nach der neoklassischen Theorie erreicht werden. Dies aber bereits als Nachhaltigkeits-Strategie zu einer nachhaltigen Entwicklung zu bezeichnen ist sehr optimistisch. In diesem Zusammenhang von einer „ökologischen“ Steuerreform zu sprechen jedoch in dem Masse gefährlich, als sie gewinn-maximierende Illusionen als Lösungen des Nachhaltigkeitsproblems suggeriert. Zudem ist zu beachten, dass diese als machbar erscheinenden Entkopplungsprozesse sich auf Produktionszuwächse beziehen, nicht auf die – möglicherweise bereits viel zu hohen – Produktionsniveaus.

So betrachten wir in dieser Untersuchung die angestrebten fiskalischen und monetären Strukturanpassungen im Energiebereich „bloss“ als ein Schritt in Richtung Nachhaltigkeit. Und bei aller Konzentration auf diesen Schritt wollen wir nicht vergessen, dass das Eis sehr dünn ist, auf dem wir uns bewegen.

2.3 Preiseffekte auf Beschäftigung und Energieverbrauch

Die vorangehenden ökonomischen Überlegungen haben deutlich gemacht, dass bei einem ökologischen Strukturwandel den Faktorpreisen entscheidende Bedeutung zukommt. Die folgende Untersuchung der Entwicklung der Lohnkosten und der Energiepreise soll aufzeigen, inwieweit Beschäftigung und Energieverbrauch tatsächlich durch Preisänderungen beeinflusst wurden. Häufig wird angenommen, dass die Zunahme der Lohnkosten und deren Inflexibilität nach unten ein wesentlicher Grund für die geringe Beschäftigungsintensität des Wachstums in den europäischen Ländern (inkl. Schweiz) seit den 60er Jahren ist. In der Schweiz sind die Reallöhne seit 1960 in ungefähr gleichem Ausmass wie das BIP gestiegen. Nur in der zweiten Hälfte der 80er Jahre erhöhte sich das BIP in stärkerem Ausmass.

Genauso wie die gestiegenen Reallöhne für den Rückgang der Beschäftigung in der Industrie verantwortlich gemacht werden, wird der geringe Anstieg der Energiepreise (wodurch der Faktor Energie relativ verbilligt wurde) als Grund für den weiteren Anstieg des Energieverbrauchs im Industrie- und Dienstleistungssektor gesehen. Der Verlauf der realen Energiepreise ist allerdings weniger einheitlich als die Entwicklung der Löhne. Die Energiepreise stiegen seit Beginn der 60er Jahre bis 1973 bedeutend weniger als das BIP und die Reallöhne. Im Zuge der Erdölschocks (1973, 1978) kam es zu einer starken Erhöhung der Erdölpreise (vor allem 1978), die sich am stärksten beim Heizölpreis auswirkten. Die Erhöhung des Jahres 1978 hielt bis 1985 an, worauf es wiederum zu einem starken Rückgang kam, der bis heute anhält. Während sich die Reallöhne von 1960 bis heute fast verdoppelten, betragen die Kosten für Energie heute nur das rund 1,3-fache. *De facto hat sich Energie somit seit 1960 deutlich verbilligt.*¹⁸

Dies zeigt sich beispielsweise anhand eines Vergleichs der durchschnittlichen Stundenlöhne mit dem Benzinpreis, den KIRCHGÄSSNER¹⁹ in einem Artikel angestellt hat. So betrug die Zeit, die ein durchschnittlicher Arbeiter für einen Liter Normalbenzin arbeiten musste 1950 fast 15 Minuten. Im Jahre 1991 hingegen musste er nicht einmal mehr 3 Minuten dafür arbeiten. Der Benzinpreis sank von 1950 bis 1991 auf 18% sei-

¹⁸ Pfister, C., 1994.

¹⁹ zit. nach Binswanger, M., 1995.

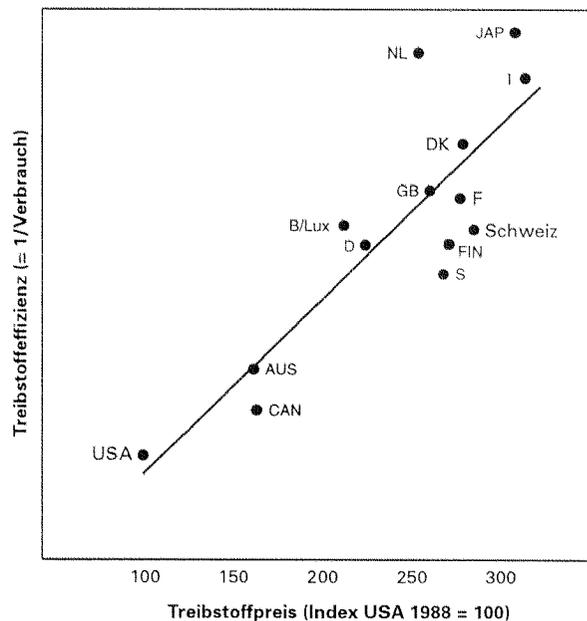
nes ursprünglichen Wertes (in Arbeitsstunden ausgedrückt), was einer beachtlichen relativen Verbilligung gleichkommt.

So bestand nur nach den beiden Ölpreisschocks ein kurzfristiger Anreiz Energie einzusparen (dies betrifft allerdings nur Erdölprodukte), während die Einsparung von Arbeit ein ständig lohnender Prozess war. Der im Vergleich zu den Löhnen nur geringe Anstieg der Energiepreise führte auch zu einer wesentlich geringeren Erhöhung der Energieproduktivität im Vergleich zur Arbeitsproduktivität. Während die Arbeitsproduktivität sich von 1963 bis 1992 mehr als verdoppelte, stieg die Energieproduktivität gerade um 25 %, wobei der Anstieg erst in der zweiten Hälfte der 70er Jahre einsetzte. Die Erhöhung der Arbeitsproduktivität besitzt gegenüber der Erhöhung der Energieproduktivität bis heute eindeutig Priorität. Der Einfluss der Energiepreise auf den Energieverbrauch lässt sich aus Abb. 2-8 erkennen.

Abb. 2-8

Treibstoffeffizienz und Treibstoffpreise 1988 in den wichtigsten OECD-Ländern. Je höher die Treibstoffeffizienz, desto geringer der Treibstoffverbrauch.

MAUCH, S. P. et al., 1992.



Bisher betrachteten wir den jeweiligen Verlauf von Arbeits- und Energiekosten, ohne darauf einzugehen, wie relevant diese Kosten für die Unternehmen tatsächlich sind. Machen Energiekosten nur wenige Prozente des Bruttoproduktionswertes aus, dann ist eine Erhöhung der Energiepreise kaum von derselben Relevanz wie eine Erhöhung der Arbeitskosten, deren Anteil im allgemeinen wesentlich höher liegt.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

Die Arbeitskosten in den einzelnen Branchen sind wesentlich genauer erfasst als die Energiekosten, für welche in der Schweiz kaum Daten vorliegen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über einige Schätzungen des Anteils der Energiekosten am Bruttoproduktionswert verschiedener Branchen für ein paar europäische Länder:

Branche	Schätzung für Deutschland-West (DIW, 1994)	Schätzung für D, BG, F, I & E (Durchschnitt, aus Scherp, 1993)	Schätzung für Österreich (Prager, 1990)
Zement	20	20	
Eisen und Stahl	10	10	19
Papier	8	7.5	7
Glas	6	10	8
NE-Metalle	5		6.5
Chemie	4	6.5 (nur Grundstoff-Chemie)	4
Textil			3
Nahrungsmittel			3
Metallwaren			2
verarbeitendes Gewerbe		2.5 - 4	4.5

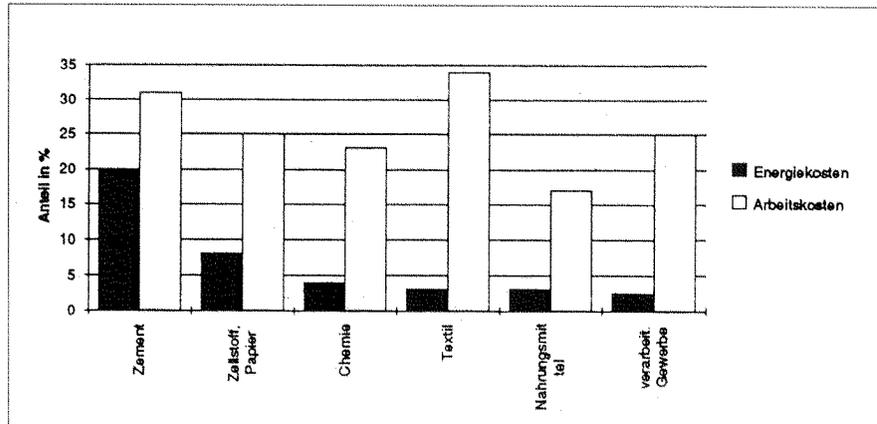
Tab. 2-3

Anteil der Energiekosten (in %) am Bruttoproduktionswert für einige ausgewählte Branchen.

Insgesamt differieren die Daten der einzelnen Schätzungen relativ wenig. Versucht man die Ergebnisse auf die Schweiz zu übertragen, dann ist zu berücksichtigen, dass die energieintensive Eisen- und Stahlindustrie wegfällt. Auch die NE-Metallindustrie ist in der Schweiz seit der Schliessung der letzten Aluminiumhütten kaum mehr von Bedeutung. Für die übrigen Branchen dürften die hier aufgeführten Zahlen jedoch einigermassen zutreffen. Als Durchschnittswert für das verarbeitende Gewerbe wird für die Schweiz der Wert von 2.5 % (siehe Tabelle 2-3) angenommen, da eine energieintensive Schwerindustrie kaum existiert, so dass die Energieintensität des verarbeitenden Gewerbes in der Schweiz durchschnittlich geringer als in den meisten andern Industrieländern ist. Folgende Abbildung 2-9 zeigt den Anteil der Energiekosten am Bruttoproduktionswert im Vergleich zum Anteil der Arbeitskosten für die Branchen, für welche nach BINSWANGER (1995) Daten zu den Energiekosten vorliegen:

Abb. 2-9

Anteil von Energie- und Arbeitskosten am Bruttoproduktionswert für einige ausgewählte Branchen in der Schweiz. BINSWANGER, 1995.



Mit Ausnahme der Zementindustrie sind die Energiekosten wesentlich geringer als die Arbeitskosten. In den *meisten Branchen müssen die Energiekosten geradezu als irrelevant im Vergleich zu den Arbeitskosten bezeichnet werden*. Dies gilt auch für den Durchschnittswert für das verarbeitende Gewerbe, wo die Arbeitskosten das Zehnfache der Energiekosten betragen. Während die Arbeitskosten durchschnittlich ein Viertel des Bruttoproduktionswertes ausmachen, liegt der Anteil der Energiekosten in den meisten Fällen unter 5 %. Bei den Dienstleistungsbranchen dürfte der Energiekostenanteil sogar noch deutlich unter dem für das verarbeitende Gewerbe angenommenen Anteil von 2.5 % liegen. Aufgrund der relativ viel höheren Arbeitskosten ist es somit nicht erstaunlich, dass die Erhöhung der Arbeitsproduktivität gegenüber einer Erhöhung der Energieproduktivität eindeutig Priorität genießt.

Aus obigen Daten lässt sich nun grob abschätzen, um wieviel Prozent die Produktionskosten steigen, wenn Energie- bzw. Arbeitskosten, wie in der Referenzentwicklung unserer Untersuchung angenommen wird, um 4 % p.a. steigen.

Es zeigt sich deutlich, dass Energiepreiserhöhungen, besonders im Vergleich zu Erhöhungen der Arbeitskosten, in den meisten Branchen nur zu geringen Kostensteigerungen führen.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

Branche	Anstieg der Gesamtkosten bei einem Anstieg der Energiekosten um 4 %	Anstieg der Gesamtkosten bei einem Anstieg der Arbeitskosten um 4 %
Zement	0.8 %	1.3 %
Papier	0.3 %	1 %
Chemie	0.16 %	0.9 %
Textil	0.12 %	1.3 %
Nahrungsmittel	0.12 %	0.7 %
verarb. Gewerbe	0.1 %	1 %

Tab 2-4

Prozentualer Anstieg der Gesamtkosten bei einem Anstieg der Energie- und Arbeitskosten um 4 %.

Um zusätzlich etwas über die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer Energiepreiserhöhung zu erfahren, soll hier zum Schluss auch noch angegeben werden, welchen Anteil die Energieausgaben an den gesamten Ausgaben der privaten Haushalte ausmachen. Zählt man dort die verschiedenen Kategorien von Energieausgaben zusammen, dann kommt man im Jahre 1992 auf einen Anteil von 3.8%.²⁰ Dieser liegt somit in einer vergleichbaren Grössenordnung wie der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten der Unternehmen. Die 3.8 % Energieausgaben der privaten Haushalte teilen sich folgendermassen auf:

- Strom, Gas, Brennstoffe: 1.3 %
- Zentralheizung, Fernwärme: 1.07 %
- Treibstoffe für Personenfahrzeuge: 1.43 %

Der grössten Anteil der Energieausgaben der privaten Haushalte wird somit durch den privaten Motorfahrzeugverkehr verursacht, der aber trotz ständiger Zunahme nach wie vor nur einen Bruchteil der Gesamtausgaben der privaten Haushalte ausmacht. Die variablen Kosten des privaten Motorfahrzeugverkehrs fallen bei einem durchschnittlichen Haushalt, kaum ins Gewicht. Gerade die Treibstoffpreise müssten durch eine Energiesteuer ebenfalls erhöht werden, da der private Motorfahrzeugverkehr seit Jahren der Hauptverursacher des steigenden Energieverbrauchs ist und sich diese Zunahme wohl nur durch Preiserhöhungen bremsen lässt.

²⁰ Bundesamt für Statistik, 1999.

2.4 Entwicklung der Wirtschaftsordnung

Richten wir nun unseren Blick in die Zukunft. Dabei lässt sich sagen, dass die künftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in Europa in starkem Maße von weltweiten ökonomischen und politischen Veränderungen abhängt.²¹ Im Basisszenario wird angenommen, daß die Internationalisierung der wirtschaftlichen Beziehungen weiter zunehmen wird. Getragen wird dieser Trend nicht nur durch den politischen Willen, sondern vor allem durch die faktische Internationalisierung der Unternehmen. Dies zeigt sich an den steigenden Direktinvestitionen im Ausland, der intensivierten internationalen Kapitalverflechtung und der Ausweitung der grenzüberschreitenden Güterströme. Die internationalen Handelsbeziehungen werden sukzessive ausgeweitet und fördern dadurch die Möglichkeiten für weitere Effizienzsteigerungen der internationalen Arbeitsteilung.

Unter diesen Bedingungen wird für das weltweite Wirtschaftswachstum bis zum Jahr 2020 ein Wert von etwa 3 % pro Jahr geschätzt, wobei in Ost- und Südostasien trotz krisenhafter Konjunkturerinbrüche mit knapp 6 % Wachstum eine sehr dynamische Entwicklung erwartet wird. Diese Region profitiert zum einen besonders von der weitgehenden Handelsfreiheit, zum anderen aber auch aufgrund des sehr großen Nachholbedarfs innerhalb des riesigen Marktes in Ostasien. Die mittel- und osteuropäischen Transformationsländer sollen ein Wachstum von gut 4,5 % p. a., erreichen, die Einkommensunterschiede gegenüber Westeuropa bis 2020 jedoch nicht ausgleichen. Das Wachstum in den Industrieländern wird bei etwa 2,2 % p. a. liegend erwartet und soll damit eine „moderat“ positive Entwicklung widerspiegeln. Aufgrund der verstärkten internationalen Arbeitsteilung wird der Welthandel mit Raten von über 5 % deutlich stärker als die weltweite Produktion steigen.

Für die europäischen Volkswirtschaften sind mit der Globalisierung nicht nur Chancen (Vergrößerung des Absatzmarktes, Effizienzsteigerung durch Arbeitsteilung), sondern auch Risiken verbunden, die nicht nur aus dem steigenden Wettbewerbsdruck resultieren:

- Die ökonomischen und politischen Abhängigkeiten untereinander steigen, so daß sich die Möglichkeit zur Ein-

²¹siehe v. a. in: PROGNOSE AG, 1999 [96 ff.]

flußnahme einzelner Staaten auf ihre eigene wirtschaftliche Entwicklung verringert.

- Neue Standorte sowie die steigende Informationsverfügbarkeit und -dichte zwingen die Unternehmen zu schnellen Reaktionen auf veränderte Marktbedingungen.

Aufgrund der fortschreitenden Globalisierung und der faktischen Vollendung des Binnenmarktes sowie der Einführung der Wirtschafts- und Währungsunion wird sich die Schweiz langfristig in die EU integrieren. Obzwar eine Vollmitgliedschaft der Schweiz in der Europäischen Union nicht absehbar ist, werden durch die bilateralen Verträge Handelsbeschränkungen abgebaut werden und es wird tendenziell eine weitere Gleichrichtung der Politik vollzogen.

2.5 Ökonomische Entwicklung

Wie bereits in der Einleitung kurz angesprochen liegen allen beschriebenen Szenarien dieselben Rahmendaten, die im wesentlichen auf den Prognoseergebnissen des „Prognos World Report 96“ basieren zugrunde. Unter diesen Rahmenbedingungen wird das durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstum zwischen 1996 und 2020 in der Schweiz bei 1.7 % liegen.

Die Gesamtentwicklung wird nach Einschätzung der Experten in den nächsten 20 Jahren durch zwei „Megatrends“ gekennzeichnet sein. Zum einen steigt die internationale Verflechtung und damit die Außenhandelstätigkeit überproportional an, zum anderen wird sich der Strukturwandel hin zu Dienstleistungsgesellschaften weiter fortsetzen.

Die entscheidende Einflußgröße auf die Entwicklung der Exporte sei im weiteren der Trend zur Globalisierung sowie für die einzelnen Länder die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Mit der Einführung der Wirtschafts- und Währungsunion WWU verbessert sich die Position der EU-Länder im globalen Vergleich, weil die Wechselkursrisiken gegenüber dem Rest der Welt durch den steigenden Einfluß der Währung EURO sinken und Europa als Finanzplatz erheblich an Gewicht gewinnen wird. Innerhalb der EU werden sich die Handelsbeziehungen ebenfalls weiter ausdehnen, so daß insgesamt der

Anteil der Exporte am BIP auch in der Schweiz deutlich ansteigt.

Gleichzeitig gewinnen die Dienstleistungen weiter an Bedeutung. Dieser Prozeß wird neben dem globalen Trend der Bedeutungszunahme der Dienstleistungen auf der einen Seite durch die steigende Dienstleistungsneigung in der Bevölkerung, auf der anderen Seite durch die Verlagerung der industriellen Produktion in sogenannte „Billig-Lohnländer“ weiter vorangetrieben.

2.6 Ökonomische Wirkungen der beabsichtigten Massnahmen

Wie bereits dargelegt, werden im Rahmen der vorgesehenen Massnahmen eine Reihe von zum Teil sehr verschiedenartigen Instrumenten eingesetzt. Die Wirkung der verschiedenen Instrumente auf die schweizerische Volkswirtschaft ist aber ähnlich, wie im folgenden gezeigt wird. Die Überlegungen über die theoretische Wirkung gelten unter der Annahme, dass die energetischen Einsparungen, die beispielsweise durch das Energiegesetz, den NEAT-Zehner, die LSVA und CO₂-Abgabe ausgelöst werden, wirtschaftlich sind. Das bedeutet, dass die Grenzkosten der Massnahmen den monetär bewerteten Energieeinsparungen entsprechen.

Folgende Massnahmen werden betrachtet:

- Produktauflagen oder äquivalent wirkende andere Instrumente (Zielwerte, freiwillige Massnahmen, Warendecklaration) für Geräte, Anlagen und Fahrzeuge. Im einzelnen bewirken diese Produktauflagen folgende Vorgänge: Geräte und Anlagen mit „erheblichem“ Energieverbrauch werden von den Herstellern an das technisch Mögliche angepasst.
- Dies führt bei den Nachfragern dieser Produkte dazu, dass eine zunehmende Substitution von Geräten, Anlagen und Fahrzeugen mit einer geringeren Energieeffizienz durch entsprechende Geräte, Anlagen und Fahrzeuge mit einer höheren Energieeffizienz stattfindet.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

- Produktionsauflagen im Gebäudebereich und der vom Bund gesetzte energiepolitische Rahmen bewirken ebenfalls Substitutionsprozesse.
- Das Instrument der freiwilligen Vereinbarungen betrifft im Rahmen der Modellrechnungen ausschliesslich den Industriebereich. Die Einführung dieses Instruments bewirkt, dass industriell genutzte Anlagen, Maschinen und Geräte vor Ende ihrer ökonomischen Lebensdauer ersetzt werden. D. h. die – zu einem späteren Zeitpunkt ohnehin notwendigen – Ersatzinvestitionen werden infolge der freiwilligen Vereinbarungen früher vorgenommen.
- Die Substitutionsvorgänge werden durch die Gewährung von Fördermitteln verstärkt. Speziell sollten hier die direkt gewährten Fördermittel für Massnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Nutzung von Abwärme greifen. Werden diese Fördermittel gewährt, verringern sich die Kosten für Investitionen in entsprechende energieeffizientere Techniken oder Anlagen. Die Schwelle, ab der diese Investitionen einzelwirtschaftlich betrachtet wirtschaftlich werden, wird durch die Gewährung der Fördermittel gesenkt. Als Folge verstärken sich die oben dargestellten Substitutionsvorgänge.

Diese Prozesse haben Wirkungen auf die Nachfrage nach Investitionen und die Nachfrage nach Kapital.

Die Investitionen der Unternehmen und der Haushalte verschieben sich hin zu Anlagen, Geräten und Techniken mit einer grösseren Energieeffizienz. Da entsprechende Produkte mit einem rationelleren Energieeinsatz in der Regel teurer sind, steigt die Nachfrage nach diesen Produkten wertmässig, d. h. es werden wertmässig mehr Produkte der Sektoren Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau und Bauhauptgewerbe nachgefragt.

- Fossile Energie und Strom kann – sieht man von Verhaltenswirkungen wie Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur in Gebäuden und Verzicht auf die Nutzung von Personenwagen ab – nur über den Einsatz von Kapital substituiert werden, der jedoch nicht kurz-, sondern mittel- und langfristig rentabel sein wird. Langfristig rentable energieeinsparende Massnahmen etwa im Pri-

vathaushaltsbereich sind beispielsweise die Verbesserung der Wärmedämmung an Wohngebäuden, der Einsatz von Heizkessel mit höheren Wirkungsgraden, der Kauf effizienterer elektrischer Haushaltsgeräte oder der Einsatz von Personenwagen mit einem geringeren Kraftstoffverbrauch.

Es gibt Branchen, die gewinnen, und solche, die verlieren werden. Aus den Untersuchungen zu den Auswirkungen in den anderen Szenarien (I - III) geht hervor, dass zu den Verlierern vor allem energieintensiv produzierende Branchen bzw. die Energieanbieter selbst gehören. Dazu zählen die Elektrizitätswirtschaft, die Gasindustrie, die Mineralölverarbeitung sowie Steine und Erden, Chemie, Papier- und Textilindustrie und Metall, im Dienstleistungsbereich vor allem das Transportgewerbe. Die Binnen- als auch die Exportnachfrage nach den Produkten dieser Branchen nimmt ab, sie verlieren dadurch Umsatz- und Wertschöpfungsanteile. Zu den Branchen, die eher zu den Gewinnern gehören, sind die forschungs- und technologieintensiven Branchen mit geringem Anteil der Energiekosten zu rechnen. Dazu gehören der Maschinenbau, die EDV, Elektrotechnik, die Uhrenindustrie sowie das Baugewerbe, das nachfrageseitig von den verstärkten Gebäudesanierungen profitiert.

Als Instrumente zur Erreichung des weitgesteckten Ziels einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 60 % ist die Einführung einer allgemeinen Energie- und zusätzlich einer CO₂-Abgabe und freiwillige Vereinbarungen mit Verbrauchern, die sich von der direkten Abgabe befreien können, notwendig.²²

Ökonomisch betrachtet handelt es sich bei der Emission des Luftschadstoffs CO₂ um einen negativen externen Effekt. Allgemein sind *negative externe Effekte* alle Auswirkungen von Produktion oder Konsum, die sich nicht direkt monetär bei den Verursachern auswirken. Auf den Luftschadstoff CO₂ bezogen, resultieren negative externe Effekte aus der Verbrennung fossiler Energieträger in Form von CO₂-Emissionen, deren Auswirkungen (Treibhauseffekt) sich (noch) nicht monetär bei den Verursachern dieser Emissionen auswirken. Wird eine CO₂-Abgabe eingeführt und werden folglich die CO₂-Emissionen (über die Belastung der fossilen Energieträger) mit einem Preis versehen, wirkt sich die Emission von CO₂

² PROGNOSE AG, 1996:
Wirtschaftliche Auswirkungen der Szenarien IIa und IIb. Basel.

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

bzw. umgekehrt die Vermeidung dieser Emissionen direkt monetär bei den Emittenten aus. Die Erhebung der Abgaben führt dann über die Erhöhung des Marktpreises für energieintensive und CO₂-verursachende Güter zu einem Nachfragerückgang nach diesen Gütern und zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen der Volkswirtschaft.

Bei der Einführung einer Energie- und einer CO₂-Abgabe müssen – neben Überlegungen zur Höhe der Abgaben – auch Überlegungen zur Einnahmenverwendung angestellt werden.²³

Verwendet man das Abgabenaufkommen dazu, andere Steuern zu senken, müssen die hieraus resultierenden Umverteilungseffekte berücksichtigt werden. So hätte beispielsweise eine Senkung der Einkommensteuer aufgrund des progressiv ausgestalteten Tarifs eine degressive Wirkung, mit der Folge, dass die Bezieher höherer Einkommen überproportional entlastet würden. Neben den Umverteilungseffekten ist bei der Verwendung des Abgabenaufkommens auch zu berücksichtigen, dass das Aufkommen aus einer Lenkungsabgabe bei real konstanten Sätzen im Zeitverlauf abnimmt, wenn die Abgabe ihren Zweck erfüllt.

Die Abgaben sollen der Wirtschaft und den Haushalten gemäss nachfolgendem Modus zurückerstattet werden:

- Für Haushalte, Industrie- und Dienstleistungsunternehmen werden separate Einnahmentöpfe und damit auch Rückerstattungstöpfe gebildet.
- Einnahmen aus Transport/Verkehr (Abgabe auf Benzin und Diesel) werden je zur Hälfte an die Wirtschaft und Bevölkerung zurückverteilt und innerhalb der Wirtschaft wiederum jeweils zur Hälfte auf Industrie und Dienstleistungen.
- Die Rückerstattung an Industrie- und Dienstleistungsunternehmen erfolgt nach Massgabe der AHV-Lohnsumme. Die Rückerstattung an die Haushalte erfolgt pro Kopf.

Ausnahmeregelung sollen für energieintensive Branchen gelten, sofern die Nettobelastung 1 % des Bruttoproduktionswertes übersteigt. Die aus den Energieabgaben resultierenden Zusatzbelastungen abzüglich der Entlastungen durch die

²³gemäss ECOPLAN, 1996: Wirtschaftliche Auswirkungen der Energie-Umwelt-Initiative. Bern.

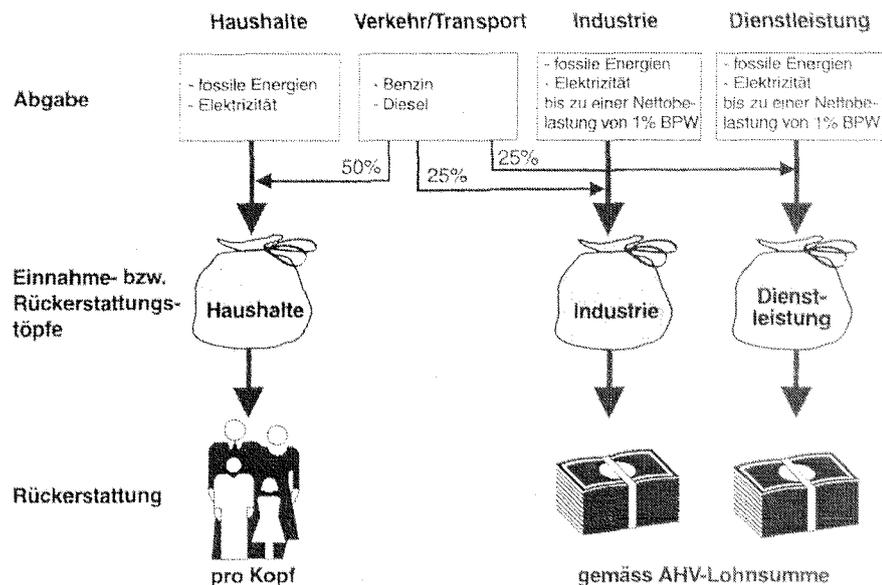
Rückerstattung sollen 1 % des Bruttoproduktionswertes nicht übersteigen.

Abbildung 2-10 fasst das Abgabe und Rückerstattungssystem zusammen.

Aufgrund der relativen Verminderung der Arbeitskosten verbessern sich die Chancen für eine günstigere Beschäftigungssituation bzw. ein höheres Arbeitsvolumen.

Insgesamt lässt sich zu den ökonomischen Rückwirkungen sagen, dass die Wirtschaftsstruktur im Vergleich zu den zugrundegelegten Rahmendaten sich in Richtung geringere Energieintensität verschieben wird. Das bedeutet, dass der Verbrauch an fossilen Energien und die CO₂-Emissionen bei Berücksichtigung der ökonomischen Rückkopplungseffekte unter den im vorhergehenden Kapitel dargestellten Resultaten liegen dürften.

Abb. 2-10
Abgabesystem und
Rückerstattung. Aus
Ecoplan, 1996.



Auswirkungen auf die Arbeitsplätze

Bei der Berechnung der Veränderung der Anzahl Arbeitsplätze spielen folgende Haupteffekte eine dominierende Rolle und sind in den Berechnungen zu berücksichtigen:

- Die Energieabgabe verteuert die Energie. Die Unternehmen werden versuchen, mit weniger Energie zu produzieren. Sie werden ihren Produktionsprozess dahingehend

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

längerfristig anpassen, dass sie mehr Arbeit, Kapital oder andere Vorleistungen anstelle von Energie einsetzen. Die erhöhten Energiepreise werden somit u.a. zu einer Substitution von Energie durch Arbeit führen.

- Verstärkt wird dieser Substitutionsprozess durch die Rückerstattung an die Unternehmen, die ja via AHV-Lohnsumme vorgenommen werden soll. Dies bedeutet, dass die vom Unternehmen zu bezahlenden Sozialabgaben auf dem Faktor Arbeit gesenkt werden. Die Unternehmen werden dadurch mehr Arbeit nachfragen, da diese im Vergleich zu Kapital und Energie billiger geworden ist.
- In den anderen Branchen können sich Gewinne oder Verluste an Arbeitsplätzen einstellen, je nachdem ob die jeweiligen Branchen einen Zuwachs oder eine Einbusse in der inländischen Produktion verzeichnen.
- Selbst bei leicht abnehmender inländischer Produktion kann die Anzahl Arbeitsplätze zunehmen. Dies ist auf die Substitution von den mit der Abgabe belasteten Energieträgern durch die mit der Rückerstattung entlasteten Arbeit zurückzuführen.

Allerdings fehlen Erfahrungswerte zu den tatsächlichen Substitutionsbeziehungen zwischen Energie, Arbeit und Kapital, vor allem bei der unterstellten politischen Eingriffsstärke. Ein weiterer Punkt ist, dass bei der Langfristigkeit der Zielsetzungen und Massnahmen mit deutlichen technologischen Fortschritten auf dem Gebiet der Energieeinsparung gerechnet werden kann. Die damit verbundenen Innovationseffekte können langfristig positive Wachstumswirkungen haben. Es ist nämlich davon auszugehen, dass sich langfristig Verknappungstendenzen auf den traditionellen Energiemärkten bemerkbar machen werden, die zu solchen Energiepreissteigerungen führen können, wie sie über die Lenkungsabgaben vorgegeben werden. Im Falle unseres Reduktions-Szenarios wäre man für diesen Fall technologisch bereits gerüstet und könnte damit gewisse Wettbewerbsvorteile im Angebot von Einspartechnologien nutzen. Allerdings sollte dieser Effekt wegen der internationalen Abstimmung nicht überbetont werden, weil die anderen Länder ebenfalls vorbereitet sind.

2.7 Generelle Unsicherheiten

Bei einer ersten Beurteilung der möglichen Szenarioergebnisse sind neben den ökonomischen Wirkungen jedoch weitere Punkte zu berücksichtigen. Wichtig ist, dass die Perspektivenrechnungen ein erster Versuch zur Beantwortung der Frage sind, wie, in welchem Umfang und mit welchen Kosten auch sehr ambitiöse und auf Nachhaltigkeit ausgerichtete energie- und umweltpolitische Zielsetzungen erreichbar sind.

Die Schätzungen sind z. T. relativ grob und unsicher, da für die Quantifizierung sehr starker energiepolitischer Eingriffe keine empirischen Erfahrungen vorliegen. Unsicherheiten bestehen zunächst bei den allgemeinen Rahmensetzungen und Annahmen:²⁴

- Der zugrundegelegte Technologieoptimismus ist für den Entwurf eines Szenarios gerechtfertigt und sogar von zentraler Bedeutung vor dem Hintergrund der gegebenen ökonomischen Vorgaben. Ob die unterstellten technischen Fortschritte in der gewünschten Form eintreten werden, kann nicht beurteilt werden. Andererseits muss offen bleiben, ob nicht sogar weitergehende Fortschritte oder gar „Technologiesprünge“ denkbar sind. Angesichts des Tempos der allgemeinen technischen Entwicklungen und Änderungen sind Überraschungen durchaus möglich.
- Die Annahme der internationalen Abstimmung der Massnahmen ist für das Szenario ebenso unabdingbar. Ein Alleingang der Schweiz mit diesen CO₂-Reduktionszielen ist auszuschliessen. Wie realistisch ist diese Annahme einer abgestimmten Vorgehensweise? Wenn man sich vergegenwärtigt, dass es der EU seit 7 Jahren nicht gelungen ist, sich auf eine Abgabe zu einigen, die im Vergleich zu der unterstellten Abgabe im Simulations-Szenario weitaus geringer ist, dann ist Skepsis angebracht, dass in den nächsten Jahren über die europäischen Grenzen hinaus abgestimmte Massnahmen vorangebracht werden können. Hierbei ist zu sehen, dass die Auswirkungen der Massnahmen die einzelnen Länder in unterschiedlichem Masse betreffen, und zwar in Abhängigkeit z. B. von der Energieintensität der Produktionsstruktur und der Energieträgerstruktur des Kraftwerkparcs.

²⁴ PROGNOSE AG, 1997:
Ergänzungen zu den Energieperspektiven 1990 - 2030. Basel

2. ANALYSE DER THEORETISCHEN ÖKONOMISCHEN WIRKUNGSMECHANISMEN

- Die Akzeptanz der Preiserhöhungen bei Bevölkerung und Wirtschaft über eine Energielenkungsabgabe in dem vorgegebenen Umfang ist nicht sicher. Andere Massnahmenkombinationen sind denkbar. Ob andere Massnahmen, die dieselbe Einsparwirkung wie die Lenkungsabgabe haben sollen, auf mehr Akzeptanz stossen, ist zweifelhaft und nur dann gegeben, wenn die Verbraucher davon ausgehen, dass andere politische Massnahmen, z.B. Vorschriften und Standards billigere Lösungen brächten. Dies kann sachlogisch aber nicht sein, da sie bei gleicher Lenkungswirkung zu mindestens gleich hohen, eher jedoch höheren Kosten als Lenkungsabgaben führen, es sei denn, die zugrundegelegten Grenzkostenkurven sind nicht zutreffend.
- Die Realisierung verschärfter CO₂-Minderungsziele wie im Simulationsszenario hat zur Voraussetzung, dass Bevölkerung und Wirtschaft (nicht nur national, sondern auch international) die Notwendigkeit intensiver politischer Eingriffe einsehen und begreifen, dass zusätzlich auch Werthaltungen und eingeschliffene Verhaltensweisen im Umgang mit Energie zur Disposition gestellt werden müssen.

Komparative Analyse der Prognosemethodik

3 Die zu prognostizierenden sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen einer konsequent nachhaltigen Entwicklung hängen nicht nur von den in Kapitel 1 und 2 beschriebenen Annahmen über die Ausgestaltung der umweltpolitischen Massnahmen und den exogenen Annahmen über die wirtschaftliche Umfeldentwicklung ab sondern auch von der Wahl des zur Prognose angewendeten quantitativen Simulationsmodells. Heute existieren eine Vielzahl derartiger Modelle zur Analyse der ökonomischen Auswirkungen von ökologischen Steuerreformen und anderen fiskalischen Massnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen in die Atmosphäre. Die von Modell zu Modell variierenden Restriktionen, die gemacht werden müssen, um die reale Welt für die Zwecke der Modellanalyse zu vereinfachen, können zu widersprüchlichen Resultaten führen. Diese Tatsache schwächt natürlich die Erklärungskraft der Simulationsmodelle und relativiert die Bedeutung der Modellergebnisse, welche in diesem besonderen Licht betrachtet werden müssen.

Vor diesem Hintergrund versucht das vorliegende Kapitel folgendes zu erreichen:

- durch eine vergleichende Modellanalyse auf mögliche Implikationen von internen Modellstruktur-Annahmen und der externen Input-Annahmen hinzuweisen und
- durch einen systematischen Vergleich von vorliegenden Studien unterschiedlicher Methodik mögliche Schlüsselparameter für die eigenen Simulationsarbeiten mit dem Input-Output-Modell zu identifizieren.

3.1 Vergleichende Modellanalyse

3.1.1 Typen ökonomischer Modelle

Es gibt eine Vielzahl von Modellansätzen um sozio-ökonomische Auswirkungen von Massnahmen für eine nachhaltige

Entwicklung zu untersuchen. Um die verschiedenen Charakteristiken sowie die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Modelle besser zu verstehen, ist es hilfreich, zunächst die typischen Merkmale der Modelle zu betrachten.

In Abbildung 3-1 unterscheiden wir zwischen vier Arten von Modellen als eine mögliche Typologie unter vielen:

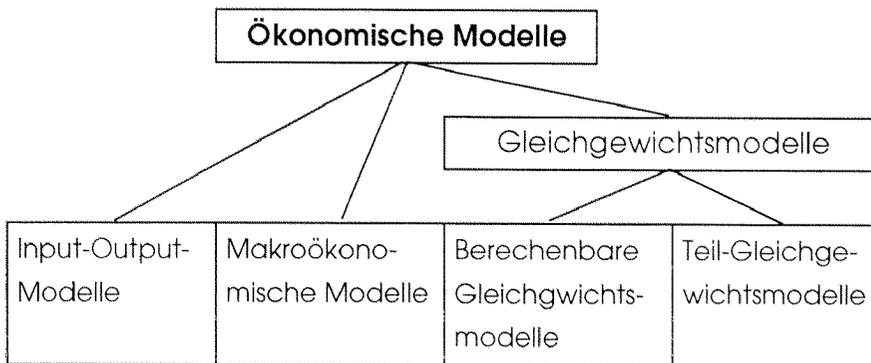


Abb. 3-1

Typologie von sog. Top-Down-Modellen zur Analyse von ökonomischen Auswirkungen von umweltpolitischen Fiskal-Massnahmen. (mod. nach ECOPLAN/INFRAS, 1996)

Gleichgewichtsmodelle: Methodisch basieren allgemeine Gleichgewichtsmodelle auf drei zentralen Prinzipien der ökonomischen Theorie¹: Erstens handeln Wirtschaftssubjekte rational und versuchen deshalb, die verfügbaren Informationen und Handlungspotentiale bestmöglich zu nutzen. Zweitens haben kleine Änderungen nur relativ kleine Auswirkungen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für umweltpolitische Empfehlungen. Würden nämlich geringe Eingriffe in eine Volkswirtschaft massive und nicht prognostizierbare Auswirkungen zeitigen, wären Umwelt- und Wirtschaftspolitik reines Glücksspiel. Schliesslich und drittens reagieren die Wirtschaftssubjekte auf Preissignale und versuchen einer Änderung von Relativpreisen durch Substitution entgegen zu steuern. Bei konstantem Lebensstandard führt daher die Erhöhung des Preises eines Gutes relativ zu allen anderen dazu, dass von diesem Gut weniger, von anderen dagegen mehr nachgefragt wird.

Wie sich eine energie- und umweltpolitische Initiative auf den Verbrauch an Energie, auf die Umweltbelastungen, die Entwicklung einer Volkswirtschaft und ihre Innovationsfähigkeit auswirkt, hängt aus volkswirtschaftlicher Sicht also davon ab, welche Informationen zur Verfügung stehen, bezie-

¹ siehe STEPHAN, G. und AHLHEIM, M., 1996: Ökonomische Ökologie. Springer, Heidelberg.

ungsweise wie Wirtschaftssubjekte Erwartungen bilden und wie sie auf Veränderungen reagieren können.

Ein allgemeines Gleichgewicht ist charakterisiert durch

- individuelle Gleichgewichte in den Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte (Haushalte und Unternehmen) und
- durch ein Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage auf allen Märkten.

Im allgemeinen Gleichgewicht hat kein Wirtschaftssubjekt mehr einen Anreiz, seine Entscheidungen zu modifizieren, und alle Märkte sind geräumt.

Bei der Beschreibung des Verhaltens der Wirtschaftssubjekte haben wir unter anderem ihr Entscheidungsgleichgewicht charakterisiert. Die *Haushalte* maximieren den Nutzen unter Einhaltung ihrer Budgetrestriktion und unter Vorgabe der Lohnrigidität. Im Gleichgewicht gilt daher, dass Ausgaben und Gesamteinkommen eines Haushalts einander entsprechen.

Die *Unternehmen* maximieren den Gewinn unter den technologischen Beschränkungen der Produktion und unter Vorgabe der Lohnrigidität. Bei den spezifizierten Eigenschaften der Produktionsfunktion und unter Konkurrenzbedingungen sind die ökonomischen Gewinne der Produzenten gleich Null. Die Erträge entsprechen den Gesamtkosten der Produktion.

Berechenbare Gleichgewichtsmodelle: Sie basieren theoretisch auf dem Konzept einer perfekt funktionierenden Marktwirtschaft. Das bedeutet: Alle Preise sind vollkommen flexibel und kein Wirtschaftssubjekt hat Marktmacht oder kann das Marktergebnis entscheidend beeinflussen. Die Güter- und Geldströme sollen möglichst wirklichkeitsgetreu dargestellt werden (Abb. 3-2). In den Alternativszenarien wird das ursprüngliche Gleichgewicht durch einen Politikeingriff (Einführung einer Energieabgabe) gestört. Das implementierte Gleichgewichtsmodell simuliert dann mit Hilfe von Funktionsgleichungen ein neues Gleichgewicht. Es werden neue Preise berechnet, bei denen nutzenmaximierendes Verhalten der Haushalte und gewinnmaximierendes Verhalten der Unternehmen zu einem Gleichgewicht von Nachfrage und An-

3 KOMPARATIVE ANALYSE DER PROGNOSENMETHODIK

gebot auf allen Märkten führt. Alle Aussagen über wirtschaftliche Auswirkungen des Politikeingriffes basieren dann auf dem Vergleich des neuen mit dem alten Gleichgewichtszustand (komparative Statik).

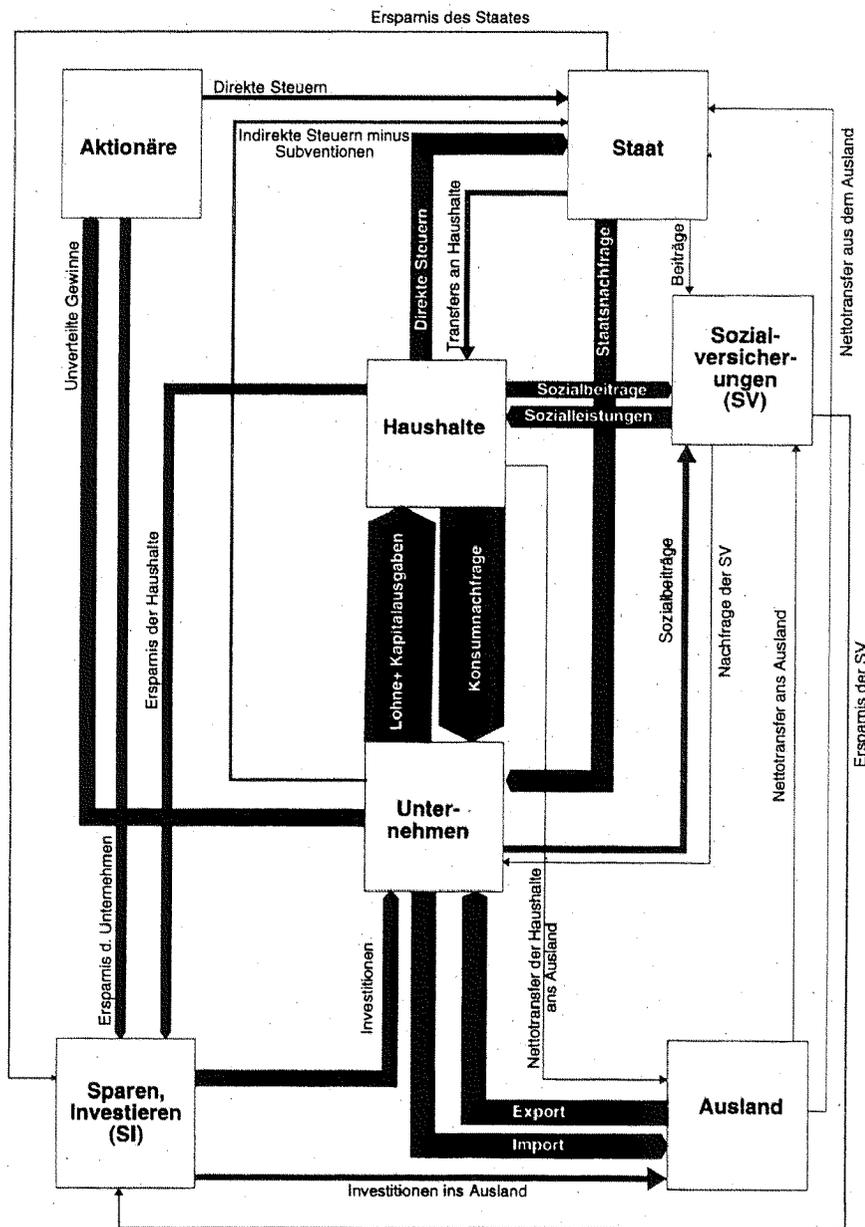


Abb. 3-2

Struktur eines Gleichgewichtsmodells. Die Pfeile stellen die Einnahmen und Ausgaben der Wirtschaftssubjekte dar, wobei die Liniendicke im Verhältnis zur Höhe der Geldströme steht. Nach ECOPLAN 1996.

Teil-Gleichgewichtsmodelle: Diese analysieren nur eine beschränkte Zahl von Märkten (z. B. Transport-, Energie- oder Tourismuskmärkte). Sie fokussieren auf die Märkte, welche von besonderem Interesse für die spezifische Fragestellung, etwa den Auswirkungen einer Energiesteuer sind. Sie sind geeignet

für Kurz- und Mittelfristanalysen der Auswirkungen von Preisänderungen auf bestimmten Technologien.

Input-Output-Modelle (IOM): Wie wir später noch genauer sehen werden erlaubt die IO-Analyse die Untersuchung der Effekte von Veränderungen der Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen (Konsum- und Investitionsnachfrage). Sollen die Auswirkungen einer Energiesteuer bestimmt werden, setzt man bei den damit in direktem Zusammenhang stehenden Änderungen der Endnachfrage-Vektoren an. Die Veränderungen der wirtschaftlichen Gesamtstruktur wird auf der Basis von tabellierten IO-Koeffizienten geschätzt, wobei die Koeffizienten die Inputrelationen zwischen den verschiedenen Branchen repräsentieren.

Die als konstant angenommenen Input-Koeffizienten schränken die Möglichkeiten von Langfrist-Prognosen stark ein. *Strukturänderungen und Technologiewandel werden nicht abgebildet.* Dieser wirkt sich im übrigen auch auf die berechenbaren Gleichgewichtsmodelle aus, da sich diese in den Berechnungen der Gleichgewichte zum Teil ebenfalls auf IO-Tabellen abstützen.

Makroökonomische Modelle (MM): Sie fokussieren auf makroökonomische Variablen. Diese können nach institutionellen (z. B. Haushalte, Industrie, Staat) oder nach funktionalen (z. B. Einkommen, Konsum, Investitionen) Kriterien strukturiert werden. Je nach Fragestellung werden ökonometrische Gleichungen definiert und die Parameter auf der Basis von Zeitreihen-Daten geschätzt. Die Wirkungen von Steueränderungen werden mit Hilfe der Gleichungssysteme approximiert. In disaggregierten Formen der Modelle werden die Berechnungen mit IO-Tabellen kombiniert um die intersektoralen Beziehungen besser abzubilden – mit den entsprechenden Nachteilen bezüglich längerfristiger Prognosemöglichkeiten. Diese können in dynamischen Modellen, welche den Zeitfaktor in die Gleichungen einbeziehen, etwas kompensiert werden. Allerdings benötigen diese makroökonomischen Modelle zur Etablierung der ökonometrischen Gleichungen eine beträchtliche Datenmenge.

Insgesamt zeigt die typologische Analyse der zur Zeit meist angewandten und oben beschriebenen Modelle ein klares Defizit im Modellieren von dynamischen Phänomenen von Strukturänderungen technologischer und ökonomischer Art. Obwohl Innovation und technischer Fortschritt – beschleunigt durch die Globalisierung der Märkte – im grundlegenden Konzept der ökologischen Steuerreform eine wichtige Rolle spielen, werden gerade diese dynamischen Aspekte in den angewandten Prognosemethoden weitestgehend ausgeschlossen.

3.1.2 Studienvergleiche

Der systematische Vergleich verschiedener wichtiger europäischer Studien zu den Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform soll aufzeigen, in welchem Ausmass und auf welche Weise Annahmen und Modelltypologie die Resultate beeinflussen können. Dabei sollen unter drei Annahmen unterschieden werden:

- **Endogene Modellannahmen:** Merkmale des Arbeitsmarktes, internationaler Handel, u.s.w.
- **Exogene Annahmen zu den Verfahrensweisen:** Steuer Eingriffe (Steuerhöhe, Einführungsgeschwindigkeit), Verwendung der Zusatzeinnahmen (Aufkommensneutralität, Senkung der Einkommenssteuer, u. ä.)
- **Modellarchitektur:** Einbezug der dynamischen Aspekte, Beziehungen der Produktionsfaktoren (Substitutionen, Elastizitäten)

Es liegen eine Reihe von theoretischen und empirischen Studien und Analysen zu ökonomischen Auswirkungen von ökologischen Steuern vor. Verschiedene wurden an einem internationalen Workshop „Environmental Taxation, Revenue Recycling and Unemployment“ 1994 in Mailand vorgestellt und dokumentiert². Weitere Vergleichsstudien wurden von der EU bzw. von der OECD³ durchgeführt und veröffentlicht.

Zusammenfassend kann aus diesen theoretischen Studien geschlossen werden, dass eine ökologische Steuerreform unter den folgenden Voraussetzungen zu positiven Arbeitsplatzeffekten führen kann:

²aus INFRAS/ECOPLAN, 1996: Economic Impact Analysis of Ecotax Proposals.

³insbesondere MAJOCCHI, A., 1994: Review of the empirical models and results related to eco-taxes and employment effects. OECD Workshop, Paris.

3.1 VERGLEICHENDE MODELLANALYSE

1. Die Steuern müssen graduell und in voraussagbarer Weise eingeführt werden.
2. Die Steuereinnahmen müssen den Haushalten und den Firmen derart zurückerstattet werden, dass insgesamt die steuerliche Belastung nicht zunimmt, sondern bloss umverteilt wird. Die grössten Arbeitsplatz-Effekte werden erreicht, wenn die Umweltabgaben dazu verwendet werden, die Sozialbeiträge für niedrig qualifizierte Arbeitsplätze gekürzt werden.
3. Die Grösse der Arbeitsplatz-Effekte sind insbesondere von den folgenden Charakteristiken des Arbeitsmarktes beeinflusst:
 - Bestehen hohe steuerliche Belastungen der Arbeit oder nicht? Je höher die Belastungen sind, desto grösser sind die zu erwartenden Arbeitsplatz-Effekte durch einen Wechsel der Besteuerung von der Arbeit zur Energie (und Umwelt).
 - Existiert eine strukturelle Arbeitslosigkeit? Langfristig positive Arbeitsmarkteffekte können bei struktureller Arbeitslosigkeit erwartet werden.
 - Ist die Entstehung einer Lohn-Preis-Spirale wahrscheinlich? Tritt nämlich eine solche ein, werden positive Arbeitsplatzeffekte sehr unwahrscheinlich. Deshalb sollten die neuen Steuern so inflationsneutral wie möglich gestaltet werden. Die Reaktionen der Gewerkschaften auf Preiserhöhungen beeinflussen das Eintreten einer Lohn-Preis-Spirale. In Situationen mit hoher Arbeitslosenrate sind die Gewerkschaften weniger einflussreich und es ist für sie schwieriger, Lohnforderungen durchzusetzen.
4. Wird die Anfangsbesteuerung im Bereich Umwelt bereits hoch angesetzt, so werden durch die ökologische Steuerreform kaum neue Arbeitsplätze generiert.
5. Die Arbeitsplatzeffekte sind ausgeprägter, wenn die angenommene Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Umwelt (Energie) hoch und die Elastizität zwischen Energie und Kapital tief sind. Die empirischen Erfahrungen in diesem Bereich sind nach wie vor gering.

6. Werden von Vorreitern in Sachen Steuerreform nicht spezielle vorbeugende Massnahmen vorgesehen – etwa Anpassungen der Zollabgaben beim Grenz-Güterverkehr – hängen die längerfristigen Arbeitsplatzeffekte vom Grad der internationalen Harmonisierung ab. Dieses Problem ist eng verknüpft mit dem längerfristigen Mobilitätsverhalten. Positive Arbeitsplatzeffekte sind auf längere Sicht ausgeprägter, je grösser die internationale Harmonisierung, weil dadurch der Abfluss von Kapital verhindert werden kann.
7. Einige Faktoren, welche normalerweise nicht in die Analysen einbezogen werden, können durchaus positive Effekte auf die Zahl der Arbeitsplätze haben: positive Wirkung der Steuerreform auf die technologische Entwicklung, Markt-Vorteile für Staaten, die eine Vorreiterrolle übernehmen und Verbesserung der ökonomischen Produktivität durch verbesserte Umweltbedingungen.

Die Auswirkungen der ökologischen Steuerreform auf die *internationale Wettbewerbsfähigkeit* wird nach den verschiedenen Studien durch folgende Aspekte beeinflusst:

1. Internationale Harmonisierung und Einführungsstrategien: die europaweit koordinierte Einführung einer CO₂-Energie-Steuer hilft die negativen Effekte für die Industrien zu minimieren (keine Verzerrung des internationalen Wettbewerbs). Fehlt eine Harmonisierung, können negative Auswirkungen durch die Steuerreform mit Begleitmassnahmen bei deren Einführung aufgefangen werden.
2. Grad der Steuerreform: negative Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit fallen geringer aus, wenn die Rate der Steuererhöhung tief gehalten wird. Möglichkeiten sind: Steuerermässigungen für energieintensive Branchen die im internationalen Wettbewerb stehen; Anpassungen der Zollabgaben.
3. Aufkommensneutralität: Kostensteigerungen und entsprechend negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit werden verhindert, wenn die neuen Steuereinnahmen vollständig dazu verwendet werden, andere Steuern entsprechend zu senken.
4. Das Problem der durch eine ökologische Steuerreform hervor gerufenen Verschlechterung der internationalen

3.1 VERGLEICHENDE MODELLANALYSE

Wettbewerbsfähigkeit ist nur für energieintensive Industriesektoren relevant. In der Schweiz sind nur rund 2 % der Arbeitnehmer in einer solchen Branche beschäftigt. In anderen europäischen Ländern liegt dieser Anteil allerdings höher.

Insgesamt kann man sagen, dass die negativen Effekte einer ökologischen Steuerreform auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit in den verglichenen Studien als relativ marginal beurteilt werden, mit Ausnahme einiger energieintensiver Branchen.

Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse verschiedener Studien zu den Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform⁴.

⁴Einen weiter gehenden Überblick über existierende Literatur zu dieser Fragestellung findet man bei MAJOCCHI, 1994.

Studie	Land	Modell	Steuer	Steuerumlagerung	Arbeitsplatzeffekte	BIP	Investitionen	Zeitraum
I. Empirische Studien für die EU								
EU (1992)	EU-12	bGM	EU-Steuer-vorschlag (~1% BIP)	Verschiedene Optionen: Sozial- oder Mehrwertsteuer-senkung Senkung der Einkommens-steuer	0 % 0.1 % - 0.3 %	- 0.7 % - 0.1 % - 1.1 %	- 1.9 % 0.7 % - 2 %	1993-1998
Bureau du Plan (1993)	B, D, F, I, GB	MM	EU-Steuer-vorschlag (~1% BIP)	Sozialsteuersenkung	~+ 0.6 %	~ + 0.46 %	Keine Angaben	1993-2000
DG-XII (1994)	EU 12	bGM	EU-Steuer-vorschlag (~1.4 - 1.7 % BIP)	Sozialsteuerreduktion	~560'000	zw. - 0.02% und 0.49 %	- 3.49 % und 5.84 %	10 Jahre
II. Empirische Studien in der Schweiz								
Schmid/Rosenbaum (1994)	CH	bGM	Energie-steuer	Reduktion der ALV-Abgabe	Negative Effekte in den ersten Jahren, dann positive Effekte	zyklisch (neg./pos./neg.)	Reduktion	1974-1991
Meyer/Kirchgässner (1995)	CH	Input-Output	CO ₂ -Steuer nach Bundesrats-vorschlag	2 Optionen: Pauschal-Rückzahlungen von 2/3 der Steuereinkünfte Vollständige Rückerstattung	- 0.52 % bzw. - 0.03 %	zw. - 0.6 % und 0.02 %	keine Angaben	1996-2000
Müller (1995)	CH	pGM	CO ₂ -Steuer nach Bundesrats-vorschlag (und Alternativen)	Pauschalbetrag an die Haushalte	Keine Angaben	~ - 1.1 %	~ - 3 %	1995-2030
Prognos 1993	CH	Input-Output	CO ₂ -Steuer nach Bundesrats-vorschlag	Pauschalbetrag an die Haushalte (75 %) und AHV-Beitragsreduktion (25 %)	~+ 0.1 %	~ 1.1 %	~ 1.1 %	1990-2025

3 KOMPARATIVE ANALYSE DER PROGNOSENMETHODIK

Studie	Land	Modell	Steuer	Steuerumlagerung	Arbeitsplatzeffekte	BIP	Investitionen	Zeitraum
Ecoplan (1996)	CH	GM	Steuern auf fossile Brennstoffe und Elektrizität	Pauschalrückzahlungen an Haushalte; AHV-Beitragsreduktion für die Wirtschaft	Positiv aber gering (16'200 im Jahr 2025)	-0.49 % Inlandproduktion	Keine Angaben	2003-2025
III. Empirische Studien anderer Länder								
WiFo (1995)	A	MM mit Input-Output	Energiesteuer	Reduktion der Abgaben für Sozialversicherungen. Subventionen für F & E erneuerbarer Energien und Investitionen in Wärmedämmungen	+ 0.4 %	+0.4 %	+ 4.2 %	1988-1992
DIW (1994)	D	MM mit Input-Output	Ökologische Steuerreform 9 DM/GJ; + 7 % p.a.	2 Optionen: Reduktion der MwSt., Pauschalzahlungen an die Haushalte und Sozialbeitragskürzungen	~ + 2 %	- 0.2%	~ - 0.3 %	1995-2010
Proost/Van regemorter (1994)	B	bGM	EU-Energie- und CO ₂ -Steuer	3 Szenarien: Erhöhte Beitragszahlungen an Bedürftige; Sozialsteuerreduktion, Senkung der direkten Steuern	Szenario mit festem Lohnanteil: +238'000 +176'000 +243'000 mit flexiblem Reallohnanteil: keine Effekte auf die Arbeitsplätze	Flexibel /fest +0.2% /-7% +0.2% /-5.1% +0.2% /-7.1%	Flexibel /fest +2.4 % /-20.6 % +2.3 % /-14.2 % +2.3 % /-21.1 %	~14 Jahre

Tab. 3-1

Überblick zu einigen empirischen Studien mit den Charakteristiken und Daten zu den möglichen Effekten einer ökologischen Steuerreform. (mod. nach INFRAS/ECOPLAN, 1996)

I. Empirische Studien in der EU

- Die offiziellen Simulationen der Europäischen Gemeinschaft werden mit dem berechenbaren Gleichgewichts-Modell Quest durchgeführt, welches allerdings nur einen Produktionssektor unterscheidet. Es wird davon ausgegangen, dass die USA und Japan keine vergleichbare Steuer einführen.
- Das Bureau du plan arbeitete mit einem etwas differenzierteren Modell (Hermes) mit 9 Branchen und 15 Nachfragekategorien.
- Mit dem berechenbaren generellen Gleichgewichtsmodell wurden die Effekte der Einführung einer kombinierten CO₂-Energiesteuer untersucht. Die Simulationsergebnisse ergeben grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern, welche v. a. durch folgende

Faktoren beeinflusst werden: Ausmass der Flexibilität auf dem Arbeitsmarkt (Elastizität des Arbeitsangebotes), Abhängigkeit vom Aussenhandel, Anpassungsfähigkeit des Energieliefersystems (Substitutions-Elastizitäten zwischen den verschiedenen Energieformen), Ausmass evt. schon vorhandener Energiesteuern.

II. Empirische Studien in der Schweiz

- Schmid/Rosenbaum (1995) analysieren die Effekte welche eine Reduktion der ALV-Beiträge im Ausgleich zu einer Energiesteuer in den vergangenen 20 Jahren auf die schweizer Wirtschaft ausgelöst hätte. Die Entwicklung der Arbeitslosenrate zeigt sich dabei stark verbunden mit der ökonomischen Wachstumsrate.
- Die Simulationen von Meyer/Kirchgässner (1995) wurden unter „worst case“-Annahmen zu den Auswirkungen einer CO₂-Abgabe mit einem Input-Output-Modell durchgeführt. Es wurde davon ausgegangen, dass sich weder ein Strukturwandel ereignet noch dass den energieintensiven Branchen ein Lastenausgleich gewährt würde. Die Änderung der relativen Preise für Energie wirken sich in dieser Modellannahme nur nachfrageseitig auf den Wirtschaftskreislauf aus. Die Resultate sind sensitiv in Bezug auf die Aufkommensneutralität der neuen Steuern. Nur bei einer vollständigen Rückerstattung sind demnach keine negativen Effekte auf dem Arbeitsmarkt zu erwarten.
- Müller (1995) verwendete das partielle und das berechenbare Gleichgewichtsmodell (bGM) zur Simulation der Effekte einer Energie-, bzw. CO₂-Steuer. Das alternative Verfahren wurde im Hinblick auf die Minimierung der negativen Effekte der Steuern auf die Wettbewerbsfähigkeit simuliert. Der offizielle Vorschlag für eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 36 Fr. pro Tonne CO₂ führt zu einer längerfristigen Abnahme des Energieverbrauchs um 13 %. Allerdings verzeichnen auch das BIP und das

Investitionsvolumen Rückgänge. Da das Modell von einer Vollbeschäftigung ausgeht, sind keine Angaben zu der Arbeitsmarktentwicklung möglich.

- Basierend auf einer Input-Output-Analyse wurden in einer Untersuchung von Prognos (1993) vier Szenarien unterschiedlicher CO₂- und Energie-Besteuerung, sowie differierender Rückerstattungen simuliert. Ebenfalls wurden verschiedene Simulationen bezüglich internationaler Harmonisierung und „first mover“-Effekte durchgeführt. Tendenziell bleiben die Arbeitsplatzveränderungen gering. Allerdings gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Industrien. Ebenfalls zeigt das „first-mover“-Szenario bescheidenere Effekte als das Szenario der internationalen Harmonisierung. Die Abnahme der Exporte ist im „first-mover“-Szenario etwas ausgeprägter als im harmonisierten. Verursacht durch die Abnahme der Energieimporte, ist in letzterem Fall eine Zunahme der Nachfrage der Haushalte zu verzeichnen.
- Ecoplan (1996) simulierte die ökonomischen Effekte der Energie-Umwelt-Initiative (siehe Anhang B). Dazu wurde ein komparativ-statisches Gleichgewichtsmodell verwendet. Die Resultate dieser Studie zeigen, dass eine angekündigte, schrittweise und berechenbare Einführung der Umweltsteuern zu wesentlich besseren Resultaten auf dem Arbeitsmarkt und zu weit geringeren Anpassungskosten in den sensiblen Branchen führt. Die makroökonomische Sensibilität bezüglich der Effekte auf die internationalen Wettbewerbsfähigkeit bleiben gering, bei vereinzelt grösseren Schwankungen in einigen energieintensiven Branchen.

III. Empirische Studien anderer Länder

- Das Österreichische Wirtschafts-Forschungsinstitut (WiFo, 1995) simulierte die schrittweise Einführung der Umweltsteuern mit einem makroökonomischen in Kombination mit einem Input-Output-Modell. In den ersten Jahren nach Einführung werden 50 %

der Steuereinkünfte an die Haushalte zurück erstattet. Die anderen 50 % werden in neue Infrastruktur (Öffentlicher Verkehr, Wärmeisolation bei Gebäuden) und in Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu erneuerbaren Energien investiert. Nach 5 Jahren fließen 70 % an die Haushalte zurück. Im Vergleich mit einem Referenzszenario nimmt das BIP um 0.4 % zu, ebenfalls die Zahl der Arbeitsplätze, wenn auch etwas zeitverzögert. Die Arbeitslosenrate nimmt um 0.2 % ab. Allerdings gibt es auch in dieser Studie erhebliche sektorielle Unterschiede. In den energiereichen Branchen wie die Mineralölindustrie, Papier- und Chemieindustrie, wird ein Arbeitsplatzverlust prognostiziert, während die Baubranche zu den grössten Gewinnern zählt.

- Mit demselben Modell arbeitete das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW, 1994). Die Resultate liegen entsprechend in ähnlichen Bereichen. Die Autoren unterstreichen allerdings, dass durch die Annahme von unveränderlichen Verhältnissen zwischen den Inputfaktoren beim IO-Modell die Ergebnisse eher zu pessimistisch ausfallen. Als entscheidender Parameter wurde in dieser Untersuchung die Annahmen zu den Steuerrückzahlungen identifiziert.
- Proost/Van Regemorter (1994) verwendeten für ihre Untersuchungen in Belgien ein dynamisches Gleichgewichtsmodell. Eine Sensitivitätsanalyse hinsichtlich dreier unterschiedlicher Szenarien wurde durchgeführt: eine Aufstockung der Führsorgezahlungen; eine Kürzung der Sozialbeitragszahlungen; Senkung der direkten Steuer. Dabei wurde davon ausgegangen, dass in der ganzen EU eine Energie-CO₂-Steuer erhoben werde. Beste Resultate wurden im Szenario mit einer Reduktion der Sozialversicherungsbeiträge erzielt.

3.2 Erste Schlussfolgerungen

Nach diesem Überblick und Vergleich zu den verschiedenen theoretischen und empirischen Studien können wir nun folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Auswirkungen auf die Arbeitsplätze

Die betrachteten Analysen zu den Auswirkungen einer Änderung der Besteuerung auf die Beschäftigung fokussieren auf die einander entgegenwirkenden Einkommens- und Substitutionseffekte der Energiebesteuerung. Einkommenseffekte wirken sich negativ auf die Nachfrage nach Arbeitskräften aus. Dieser negative Effekt wird durch die Reduktion der Lohnnebenkosten und die Substitution von importierter Energie und Kapital durch Arbeit kompensiert. Entscheidend für die schliesslich resultierenden Arbeitsplatzveränderungen ist schliesslich, welche der beiden gegenläufigen Effekte dominiert. Die meisten Simulationen gehen davon aus, dass die negativen Einkommenseffekte durch die positiven Substitutionseffekte mehr als kompensiert werden und gesamthaff zu einer positiven Bilanz führen.

- Eine Energiesteuer im Rahmen von 0.5 % bis 1 % des BIP führt im Durchschnitt zu positiven Effekten in der Grössenordnung von bis 1 % auf dem Arbeitsmarkt. Voraussetzung ist allerdings, dass die gesamten Steuereinnahmen in Form einer Reduktion der Sozialbesteuerung des Faktors Arbeit in die Unternehmungen zurückfliessen.
- Die Arbeitsplatzeffekte vertärken sich mit zunehmender Höhe der angenommenen Umweltsteuer. In den verschiedenen Studien zeigt sich aber, dass die Einführungsgeschwindigkeit weit relevanter ist als die Höhe der Steuer.
- Makroökonomische Modelle prognostizieren in der Regel grössere Auswirkungen auf die Arbeitsplätze als berechenbare Gleichgewichtsmodelle. Das liegt wohl daran, dass in den GM von einer Vollbeschäftigung ausgegangen wird – eine Annahme, die weit von der realen Situation liegt.

Auswirkungen auf das Bruttoinlandprodukt

1. Aus dem weiten Feld der möglichen Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform auf das BIP zeigt sich in den verglichenen Modellstudien, dass die Steuer-Rückerstattung in Form einer Reduktion der Kapitalsteuern die grössten Veränderungen des Bruttoinlandproduktes hervorru-

fen, da hiermit Kapitalbildung grundsätzlich begünstigt wird.

2. Die Studie von Müller (1995) bestätigt, dass die schrittweise Einführung der Steuern die negativen Auswirkungen mildert.

Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit

Allgemein wird die Hypothese vertreten, dass die Einführung einer CO₂- oder einer Energiesteuer für sog. „first mover“ zu einer Verschlechterung ihrer Wettbewerbsfähigkeit führen, da die Preise insbesondere energieintensiver Produkte im Vergleich zu den Produktpreisen ausländischer Konkurrenten (Änderung der relativen Preise) steigen. Untersuchungen zum Ausmass der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zielen auf mögliche positive Effekte einer Steuerreform auf die Innovation. Die Einführung einer neuen Technologie kann die negativen Auswirkungen von Energiepreissteigerungen teilweise kompensieren. Die Preissteigerungen wirken aber auch als Anreiz, Forschungs- und Entwicklungsprojekte für neue, weniger energieintensive Technologien zu lancieren. Dies führt längerfristig zu Wettbewerbsvorteilen gegenüber anderen Ländern – vorausgesetzt, der Trend weise auch längerfristig zu höheren Energiepreisen.

- In „first mover“-Szenarios hängen die Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit in starkem Masse von den Begleitmassnahmen zur ökologischen Steuerreform ab.
- Szenarios mit Analysen zur internationalen Harmonisierung zeigen widersprüchliche Resultate.

Bedeutung der Besteuerungsformen

Die Anpassungskosten sind geringer, wenn die Steuern graduell und vorhersagbar eingeführt werden (idealerweise 5 – 10 Jahre im Voraus). Auf diese Weise haben die Wirtschaftssubjekte Zeit sich auf die absehbare Energiepreiserhöhung einzustellen und Investitions- und Produktionsentscheidungen hinsichtlich einer zukünftig fiskalisch veränderten Marktsituation zu treffen.

- Kann zuverlässig mit einer Energiepreiserhöhung gerechnet werden, wird der Faktor Kapital schon vor der Einfüh-

zung der Steuer durch einen energieeffizienteren Kapitalstock ersetzt werden.

Bedeutung der Form der Steuerrückvergütung

Unterschiedliche Modelle zur Steuerrückvergütung zwecks Aufkommensneutralität implementierten Methoden wie Pauschalzahlungen an Haushalte und Firmen, Verringerung der Sozialversicherungsbeiträge, der Mehrwertsteuer, Einkommenssteuer, Kapitalsteuer oder gar Reduktion aller existierender Steuern. Die Studien zeigten insgesamt in etwa folgende Wirkungen verschiedener Formen der Steuerrückvergütung:

1. Die vollständige Steuerrückvergütung hat eine positive Wirkung auf das BIP, den Arbeitsmarkt und den Wettbewerb (im Vergleich mit unvollständiger Rückführung). Bezüglich des Energieverbrauchs, Investitionen und Inflation werden in den Studien keine signifikanten Auswirkungen auf Grund der Rückvergütungsformel festgestellt.
2. Untersuchungen auf EU-Niveau zeigen eine starke Evidenz für mehr Arbeitsplätze, wenn Kürzungen von Sozialversicherungsbeiträgen insbesondere den wenig qualifizierten Arbeitsplätzen zugute kommen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass dies auf längere Sicht Strukturänderungen bewirken und die technologische Entwicklung verlangsamen kann.
3. Steuerrückvergütungen zu Gunsten einer Reduktion der Kapitalsteuern wirken sich positiv auf die Investitionen und das BIP aus.

Obwohl nach den meisten Studien die Einführung einer ökologischen Steuerreform zu wenigstens leicht positiven Effekten auf die ökonomischen Hauptindikatoren führt, gibt es einige Untersuchungen, die eher negative Wirkungen voraussagen.

Tabelle 3-2 fasst die wichtigsten Erkenntnisse aus den zitierten Studien noch einmal zusammen und gibt ergänzend einige Kommentare zu den erwarteten Auswirkungen modellindizierter Output-Effekte.

3.2 ERSTE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Tab. 3-2

Schlüsselparameter nach den Resultaten von verschiedenen Studien zu der Einführung einer ökologischen Steuerreform.

Schlüsselparameter	Auswirkungen
<p>Technologischer Fortschritt: Die hauptsächlich angewandten ökonomischen Top-Down-Modelle berücksichtigen in der Regel keine technologische Entwicklung</p>	<p>Kosten des Strukturwandels werden überschätzt. Langzeitprognosen sind zu pessimistisch.</p>
<p>Wirtschaftswachstum: Dynamische Wachstumseffekte werden nicht einkalkuliert (Wachstum durch neue Produkte und eine Veränderung der relativen Preise)</p>	<p>Neue Wachstumstheorie: Investitionen in F & E sind abhängig von Änderungen der relativen Preise. Die Wachstumseffekte sind zu gering, wenn die dynamische Wachstumskomponente vernachlässigt wird.</p>
<p>Mobilität des Kapitals: Normalerweise wird in den Modellen von einer vollständigen Mobilität des Kapitals ausgegangen.</p>	<p>Kurzfristig ist das Kapital nicht so mobil wie in den Modellen angenommen. Deshalb wird der Kapitalexport durch diese Modelle tendenziell überschätzt.</p> <p>Auf lange Sicht müssen die positiven dynamischen Effekte durch Technologiewandel und Innovation berücksichtigt werden. Sie können den Kapitalexport verlangsamen. Innovation kann die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes verbessern.</p>
<p>Arbeitsmarkt: Berechenbare Gleichgewichtsmodelle gehen von Vollbeschäftigung aus oder betrachten allenfalls freiwilligen Arbeitsverzicht. <i>unfreiwillige Arbeitslosigkeit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - durch Lohnrigidität: in einer solchen Situation sind Arbeitsplatzeffekte von der Arbeitsnachfrage abhängig. Bei kleinen Bewegungen im Lohnniveau ist die Elastizität des Arbeitsangebotes nicht relevant. - strukturell bedingt - konjunkturell bedingt 	<p>Die Kosten des Strukturwandels werden überschätzt im Vergleich zu einer Situation mit unfreiwilliger Arbeitslosigkeit.</p> <p>Wird unfreiwillige Arbeitslosigkeit im Modell berücksichtigt, führt die Reduktion der Sozialversicherungsbeiträge – und entsprechend die Senkung der Lohnkosten – zu positiven Arbeitsplatzeffekten. Diese Auswirkungen sind jedoch abhängig vom Verhalten der Gewerkschaften bei den Lohnverhandlungen.</p> <p>Strukturell verursachte Arbeitslosigkeit kann teilweise durch Ausbildungsprogramme aufgefangen werden.</p> <p>Sozialsteuerreduktionen sind bei Konjunkturrückgang nicht Arbeitsplatzwirksam. Bei einem positiven ökonomischen Wachstumstrend werden Steuerreduktionen durch Lohnforderungen kompensiert.</p>

3 KOMPARATIVE ANALYSE DER PROGNOSEMETHODIK

<p>Substitution zwischen Kapital-Energie-Arbeit: Gleichgewichtsmodelle gehen von höheren Substitutionselastizitäten zwischen Kapital und Energie als zwischen Kapital/Energie und Arbeit aus.</p>	<p>Internationale Untersuchungen zeigen, dass Arbeit und Werkstoffe Substituenten mit geringer Kreuzpreis-Elastizität sind⁵. Andererseits sind Kapital und Energie Komplemente und gemeinsam substituierbar durch Arbeit.</p>
<p>Eingeführungsrate der Steuer: In den Modellen wird normalerweise mit einer einmaligen Einführung der Steuern gerechnet.</p>	<p>Die Kosten der Strukturanpassungen werden überschätzt. Effizienzsteigernde Investitionen werden unterschätzt.</p>
<p>Begleitmassnahmen für energieintensive Branchen: Wird in den meisten Studien vernachlässigt.</p>	<p>Strukturanpassungskosten der energieintensiven Branchen werden überschätzt.</p>

⁵ Eigenpreiselastizitäten bringen zum Ausdruck, wie die Nachfrage nach einem Gut durch dessen Preis beeinflusst wird. Kreuzpreiselastizitäten quantifizieren die Nachfragerreaktion eines Gutes auf die Preisänderung eines anderen Gutes.

Theoretische und empirische Basis des Input-Output-Projektionsmodells

4 Entwickelte Volkswirtschaften wie die der Schweiz sind in der Produktion von Waren und Dienstleistungen hochgradig arbeitsteilig organisiert. Die Herstellung nahezu jeden Gutes, egal ob für den Endverbrauch oder für die weitere Verwendung in anderen Unternehmen, setzt neben dem Einsatz der Produktionsfaktoren des eigenen Betriebs Vorleistungen in Form von Zwischenprodukten oder Dienstleistungen anderer Betriebe voraus. Die zwei zentralen Aufgaben der Input-Output-Analyse bestehen darin, einmal eine transparente Darstellungsform für diese Verflechtungen zwischen Unternehmen zu finden und zum anderen ein Instrumentarium zur Verfügung zu stellen, mit dem Rückwirkungen von Veränderungen in einer Branche auf andere Bereiche der Volkswirtschaft der empirischen Analyse zugänglich werden.

Die Aufgabe der transparenten Darstellung der interindustriellen Verflechtungen zwischen diesen Sektoren aufgrund der Vorleistungsstruktur wird von der Input-Output-Tabelle übernommen, während die eigentliche Input-Output-Analyse ex ante-Aussagen über mögliche Rückwirkungen einzelner Massnahmen oder Veränderungen ermöglichen soll.

Das vorliegende Kapitel gibt eine Einführung in die verschiedenen Varianten der Input-Output-Modelle (IO-Modelle). Die notwendige Grundlage dieser Modelle sind die erwähnten Input-Output-Tabellen (IO-Tabellen), wobei für einen bestimmten Analysezweck entweder eine eigene Tabelle erstellt wird oder auf bereits vorhandene Tabellen zurückgegriffen wird.

4.1 Historischer Abriss

Die moderne Input-Output-Analyse ist eng mit dem Namen Wassily Leontief verknüpft, der seit den dreissiger Jahren wesentlich zu ihrer Fortentwicklung und Anwendung auf relevante Fragestellungen beitrug.¹ Insbesondere wurden erstmals detaillierte Input-Output-Tabellen für die Vereinigten

¹ LEONTIEF, W., 1936: Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the USA. REStat, Vol 18. Die Tabelle für das Jahr 1919 wurde erst 1936 veröffentlicht.

3. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PRODUKTIONSMODELLS

Staaten erstellt und analysiert, was neben einem enormen Aufwand bei der Datenerfassung auch einen großen rechen-technischen Aufwand bedeutete.

Der Ansatz der Input-Output-Analyse ist jedoch bereits deutlich älter als die Arbeiten von Leontief. Er findet seine Wurzeln in der Entstehungsgeschichte der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Als eines der ersten Beispiele einer sektoralen Kreislaufrechnung, die als Urform einer Gesamtrechnung betrachtet werden könnte, wird häufig das „Tableau Economique“ von François Quesnay zitiert.² Darin wird von drei Sektoren ausgegangen: der produktiven Klasse, zu der die Bauern und Bodenpächter gehören, die Klasse der Bodeneigentümer und die sterile Klasse, zu der die restlichen Berufe, insbesondere Händler und Handwerker gehören. Die Zahlungsströme zwischen diesen drei Sektoren werden im Tableau Economique abgebildet, wobei sowohl die Entstehungs- als auch die Verwendungsseite berücksichtigt wird. So benötigt etwa die Klasse der Bauern Vorleistungen des eigenen Sektors in Form von Saatgut und Futtermitteln und von der sterilen Klasse in Form von Handelswaren, während der produzierte Überschuss in Form von Pacht an die Grundeigentümer abgeführt werden muss. Auf der Verwendungsseite taucht wieder der Eigenverbrauch an Saat- und Futtermitteln, aber auch die Lieferung von landwirtschaftlichen Produkten an die Klasse der Grundbesitzer und die sterile Klasse auf. In Matrizenform lässt sich das Modell wie in Tabelle 4-1 darstellen, wobei die Einheit Milliarden französischer Pfund (Livres) ist.³

an von	produktive Klasse	Grund- besitzer	sterile Klasse	Σ
produktive Klasse	2	2	1	5
Grundbesitzer	1	0	1	2
sterile Klasse	2	0	0	2
Σ	5	2	2	

Tab. 4-1
Tableau Economique
nach Quesnay.

Die Gleichheit von Zeilen- (Vorleistungen) und Spaltensummen (Verkäufe) verdeutlicht den Kreislaufcharakter der Darstellung. Obwohl damit eine der zentralen Eigenschaften moderner volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung bereits er-

²Vgl. WINKLER, P., 1997: Empirische Wirtschaftsforschung. Springer. Berlin.

³zit. nach FLEISSNER et al., 1993: Input-Output-Analyse. Springer Wien.

fasst ist, fehlt bei Quesnay die explizite Darstellung weiterer wichtiger Aspekte, insbesondere die Aufteilung sowohl der primären Vorleistungen wie auch der Endverwendung. Um diese Komponenten erweitert wird der Kreislaufgedanke in den Arbeiten von Karl Marx wieder aufgegriffen.⁴ Die Aufteilung der Produzenten in solche, die ausschließlich Produktionsmittel herstellen, und diejenigen, die Konsumgüter produzieren, kann als sektorale Disaggregation betrachtet werden. Als primäre Vorleistungen werden Kapitaleinsatz und „Mehrwert“, als Verwendungskomponenten Konsum und Investitionen betrachtet. Dieses Reproduktionsschema lässt sich auch in Form einer Input-Output-Tabelle darstellen.¹ Deshalb wird Marx häufig auch als einer der Begründer der Input-Output-Konzeption gesehen.

Die Inspiration zum weiteren Ausbau und zur fruchtbaren Anwendung dieses Instruments ist jedoch Leon Walras⁵ zu verdanken, der Quesnays Konzeption von der allgemeinen Interdependenz des wirtschaftlichen Geschehens aufgriff und hieraus sein umfassendes Gleichgewichtssystem ableitete. Die praktische Anwendung dieses Modells für wirtschaftspolitische Fragestellungen musste jedoch aus zwei Gründen scheitern, bzw. einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben. Erstens lagen Ende des vergangenen Jahrhunderts noch für kein Land hinreichend umfangreiche und genaue Daten vor, um eine stark disaggregierte Betrachtung mit konkreten Zahlen zu versehen. Und zweitens fehlten auch die mathematischen Methoden bzw. die Rechenkapazität, um mit den resultierenden grossen Gleichungssystemen umgehen zu können.

Der erste Versuch, eine Tabelle ähnlich dem Tableau Economique mit statistischen Daten zu füllen, erfolgte nach Fleissner et al. unter P. I. Popow mit der Volkswirtschaftsbilanz der UdSSR für das Jahr 1923/24. Dabei wurde nicht nur die Produktion, sondern auch die Verteilung zahlenmäßig zu erfassen versucht. Dieser Ansatz wurde in den Folgejahren ständig verfeinert, da die Ergebnisse auch der Planung der Produktion zugrunde lagen.

Wassily W. Leontief vereinfachte dieses allgemeine Schema so weit, dass die in ihm enthaltenen Gleichungen statistisch verifizierbar wurden. Im Jahre 1931 begann er mit der

⁴WINKLER, P. (1997)

⁵WALRAS, L., 1876:
Théorie mathématique
de la Richesse Sociale.
Lausanne, Paris.

Aufstellung einer ersten Input-Output-Tabelle für die Vereinigten Staaten und leitete damit die Entwicklung der Input-Output-Analyse als Instrument zur Erforschung der tatsächlichen Verflechtung in der Wirtschaft ein. Sinn und Zweck seiner Analyse war die „Untersuchung der innergewerblichen Verflechtung oder der aufgenommenen und abgegebenen Leistungen“ der einzelnen Wirtschaftsgruppen.

Im Anschluss an die Pionierarbeit von Leontief entstanden in vielen anderen Ländern eine Reihe weiterer Input-Output-Tabellen, die teils im Zusammenhang mit der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung oder unabhängig davon aufgestellt wurden. Gleichzeitig mit der Aufstellung von Tabellen führte die Intensivierung der Input-Output-Forschung zu einer raschen Weiterentwicklung und Verfeinerung der von Leontief konzipierten Input-Output-Theorie, so dass es heute eine Reihe von Entwicklungsvarianten gibt und man nicht mehr schlechthin von dem Input-Output-System des Leontief sprechen kann.

4.2 Grundschemata der Input-Output-Rechnung

Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels angesprochen, ist es das Ziel der Input-Output-Analyse, die interindustriellen Verflechtungen darzustellen und zu erklären. Aufgabe der Input-Output-Tabelle ist dabei zunächst die Darstellung. Sie lässt sich als systematische statistische Aufzeichnung aller Waren- und Dienstleistungsströme einer Volkswirtschaft in der Form von definitorischen Relationen charakterisieren. Im Unterschied zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung liegt hier das Schwergewicht nicht auf der Darstellung der makroökonomischen Aggregate wie Produktion, Verbrauch und Vermögensbildung, sondern ausschliesslich auf der sektoriellen Aufspaltung des nationalen Produktionskontos.

Jede wirtschaftliche Transaktion, die durch einen Tabellenwert repräsentiert wird, kann einerseits als Output des erzeugenden Sektors (= Zeilen der Tabelle) und andererseits als Input der verbrauchenden Wirtschaftssubjekte (= Spalten der Tabelle) interpretiert werden. Outputs und Inputs werden jeweils aufgespalten:

4.2 GRUNDSHEMA DER INPUT-OUTPUT-RECHNUNG

die Outputs in

- Outputs an die Produktionssektoren (Zwischennachfrage bzw. intermediäre Outputs) und
- Lieferungen an die Endnachfrage (autonome Sektoren);

die Inputs

- in produzierte Inputs (intermediäre bzw. sekundäre Inputs) und
- Leistungen der primären Produktionsfaktoren.

In Abbildung 4-1 erkennt man drei deutlich voneinander abgegrenzte Teilmatrizen, die mit den römischen Ziffern I bis III gekennzeichnet sind. Es sind dies:

- I. die Vorleistungsmatrix (Quadrant I)
- II. die Endnachfragematrix (Quadrant II)
- III. die Primäraufwandmatrix (Quadrant III)

		Output		Zwischennachfrage					Endnachfrage					Gesamtangebot Gesamtnachfrage	Import	Bruttoz.prod. Y - M	Brutto- Prod.wert	
		an	von	Produktionssektoren					autonome Sektoren			Summe: 1 ... k						
Input	von			1	...	j	...	n	Summe: 1 ... n	1	...	k	Summe: 1 ... k					
		Produktionssektoren																
		Sektoren																
		Summe: 1 - n																
I	Sektoren	1	X ₁₁	...	X _{1j}	...	X _{1n}	S ₁	F ₁₁	...	F _{1k}	Y ₁	Z ₁	M ₁	Y ₁	X ₁		
		i	X _{i1}	...	X _{ij}	...	X _{in}	S _i	F _{i1}	...	F _{ik}	Y _i	Z _i	M _i	Y _i	X _i		
		n	X _{n1}	...	X _{nj}	...	X _{nn}	S _n	F _{n1}	...	F _{nk}	Y _n	Z _n	M _n	Y _n	X _n		
		Summe: 1 - n	U ₁	...	U _j	...	U _n	U = S	F ₁	...	F _k	Y	Z	M	Y'	X		
II	Produktionssektoren	1	V ₁₁	...	V _{1j}	...	V _{1n}	V ₁										
		q	V _{q1}	...	V _{qj}	...	V _{qn}	V _q										
		Summe: 1 - q	W ₁	...	W _j	...	W _n	W										
III		Bruttoprodukt.wert		X ₁	...	X _j	...	X _n	X									

Abb. 4-1
 Grundschemata einer Input-Output-Tabelle, wobei:
 X = Vorleistungsstrom; F = Endnachfragestrom;
 V = Primäraufwandstrom

Die Vorleistungsmatrix (Zentralmatrix), d.h. der I. Quadrant, ist das Herzstück einer IO-Tabelle. Sie enthält die Vorleistungsverflechtung der n Sektoren, d.h. sie bildet die in der Produktionssphäre fließenden Güter und Dienstleistungen ab. In den Zeilen der Vorleistungsmatrix erscheinen dabei die jeweiligen Sektoroutputs, gegliedert nach den empfangenden (verwendenden) Produktionsbereichen, in den Spalten die

Sektorinputs, gegliedert nach den liefernden (produzierenden) Produktionsbereichen. Die Zeilensummen weisen dann die gesamten Vorleistungsoutputs eines Sektors an alle anderen Produktionssektoren, die Spaltensummen die gesamten Vorleistungsinputs von allen anderen Produktionssektoren aus.

Normalerweise sind die sektoralen Zeilensummen ungleich den entsprechenden sektoralen Spaltensummen.

In der Regel ist die Vorleistungsmatrix (wie in Abb. 4-1) quadratisch. Dann liegen die In-Sich-Ströme auf der Hauptdiagonale. Für bestimmte Fragestellungen existieren allerdings auch rechteckige (nicht-quadratische) Zentralmatrizen.

Die *Endnachfragematrix* (Quadrant II) zeigt zeilenweise die Lieferungen der Produktionssektoren an die Endnachfragebereiche. Gemäss den Konventionen der nationalen Buchhaltung scheiden die an die Endnachfragebereiche abgegebenen Güter und Dienste aus dem inländischen Kreislauf aus.

Aus Abb. 4-1 ist zu entnehmen, dass die Zeilen der Endnachfragematrix die Verteilung der Produkte eines Sektors auf die m Endnachfragebereiche enthalten. Die Spalten der Endnachfragematrix zeigen demgegenüber die sektorale Herkunft der jeweiligen Endnachfragekomponente. Die n Zeilensummen weisen dann die Summen der von den jeweiligen Sektoren gelieferten (produzierten) Gesamtendnachfrage aus, die m Spaltensummen zeigen die über alle Sektoren aufsummierten Komponenten der Endnachfrage. In der Praxis werden zumeist die Endnachfragebereiche privater Verbrauch, Staatsverbrauch, Anlageinvestitionen, Vorratsinvestitionen und Exporte ausgeschieden. Die Endnachfragematrix ist nicht quadratisch.

Die Primäraufwandmatrix (Quadrant III) zeigt die im Rahmen des Produktionsprozesses den einzelnen Produktionssektoren zugeordneten Primärintputs. Zeilenweise gelesen bildet sie die Aufteilung der p Primärintputkomponenten auf die n Produktionssektoren ab, spaltenweise kann man daraus die dem einzelnen Produktionssektor zugeordneten Primärintputs, aufgeteilt in p Primärintputkategorien, ablesen. Die p Zeilensummen zeigen dann die aufsummierten Primärintputkomponen-

ten, die n Spaltensummen die sektoralen Gesamtprimärinputs der n Produktionsbereiche.

Die *Primäraufwandmatrix* enthält in der Regel die Abschreibungen, die indirekten Steuern minus Subventionen, die Einkommen aus unselbständiger Tätigkeit, den Betriebsüberschuss und in einigen Tabellenversionen auch eine Importzeile. Wie die Endnachfragematrix ist sie üblicherweise nicht quadratisch.

Die Primäraufwandmatrix enthält im Gegensatz etwa zur Vorleistungsmatrix sehr heterogene Komponenten. Die genannten Kategorien sind folgendermassen zu interpretieren:

- die Einkommen aus unselbständiger Tätigkeit als primäre Inputs von Arbeitsleistungen,
- der Betriebsüberschuss als primärer Input von Unternehmerleistungen,
- die Abschreibungen als primärer Input von Kapitalleistungen,
- die indirekten Steuern (-Subventionen) als fiktive Zurechnung von primären Inputs an Staatsleistungen,
- die Importe (wenn sie in der Primäraufwandmatrix enthalten sind) als primäre Inputs aus dem Ausland.

Die Zusammenfassung der Transaktionen in der Zentralmatrix mit den entsprechenden Werten in der Endnachfrage- bzw. der Primärinputmatrix ergibt den Gesamtoutput (= Zeilensumme) bzw. den Gesamtinput (= Spaltensumme), die beide mit dem Bruttoproduktionswert des jeweiligen Sektors identisch sind. Bei Verwendung von Symbolen⁷ lassen sich aus dem Input-Output-Schema folgende Bilanzgleichungen ableiten:

$$X_i = S_i + Y^* \quad [4.1]$$

$$S_i = \sum_j X_{ij} \quad [4.2]$$

$$Y_i^* = Y_i - M_i \quad [4.3]$$

$$Y_i = \sum_k F_{ik} \quad [4.4]$$

$$Z_i = X_i + M_i \quad [4.5]$$

7

X_i = Gesamtoutput des Sektors i (= Bruttoproduktionswert)

X_j = Gesamtinput des Sektors j (= Bruttoproduktionswert)

X_{ij} = Output des Sektors i an den Sektor j

S_i = gesamter Intermediäroutput des Sektors i

Y_i = gesamte Endnachfrage des Sektors i

Y_i^* = gesamte Endnachfrage des Sektors i abzüglich der Importe des entsprechenden ausländischen Sektors

M_i = Importe aus dem Herkunftssektor i des Auslandes

F_{ik} = Endnachfrage k des Sektors i

Z_i = Bruttoproduktionswert einschl. Import des Sektors i

U_j = Intermediärinput des Sektors j

W_j = Primärinput des Sektors j

V_{qj} = Primärinput q des Sektors j

für die Spalten:

$$X_j = U_j + W_j \quad [4.6]$$

$$U_j = \sum_i X_{ij} \quad [4.7]$$

$$W_j = \sum_q V_{qj} \quad [4.8]$$

für die Zeilen/Spalten: $(i, j = 1, 2, \dots, n)$

$$X_i = X_j \quad [4.9]$$

$$\sum_j U_j = \sum_i S_i \quad [4.10]$$

$$\sum_j W_j = \sum_i Y_i^* \quad [4.11]$$

In der Bilanzgleichung (4.9) kommt die sektorale Gleichheit von Gesamtoutput (X_i) und Gesamtinput (X_j) zum Ausdruck; hingegen stimmen die Transaktionen in der Endnachfragematrix nicht sektoriell, sondern nur in ihrer volkswirtschaftlichen Gesamtsumme miteinander überein, wie Gleichung (4.11) verdeutlicht.

Zur Illustration der bisherigen Ausführungen führen wir in Anhang B die IO-Tabelle 1990, aggregiert auf 40 Branchen vor. Auch ohne hier auf die Charakteristika der Tabelle einzugehen, können wir sofort die Vorleistungsmatrix (Zeilen 1-40 und Spalten 1-40), die Endnachfragematrix und die Primäraufwandmatrix (Zeilen 51-55 und Spalten 1-40) identifizieren. Wir werden auf die im Anhang B dargestellte IO-Tabelle im Verlauf dieser Arbeit noch zurückgreifen.

4.3 Die Koeffizienten des Projektionsmodells

Die Bedeutung der Input-Output-Tabelle liegt zunächst in ihrem rein deskriptiven Charakter: Sie vermittelt in anschaulicher und übersichtlicher Form ein Bild von den Abhängigkeiten und Interdependenzen der Sektoren innerhalb einer Volkswirtschaft. Der Wert des Verflechtungstableaus ist jedoch erst voll ausgeschöpft, wenn das umfangreiche Zahlenmaterial nicht nur für diagnostische, sondern auch für analytische Zwecke verwendet wird. Den ersten Schritt in Richtung auf die analytische Nutzung der Input-Output-Tabelle bilden die aus den quantitativen Angaben gewonnenen Koeffizienten. Es bestehen zwei Möglichkeiten, aus einem volkswirtschaftlichen Verflechtungstableau Koeffizienten als Quotienten abzuleiten. In der üblichen Form werden die Koeffizienten von der Inputseite her definiert, d. h. es werden die Inputs der einzelnen Spaltenfelder ins Verhältnis zu den Gesamtinputs (= Gesamtoutputs) der entsprechenden Sektoren gesetzt:

$$\text{Inputkoeffizienten} \quad a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad [4.12]$$

Daneben lassen sich Koeffizienten von der Outputseite her als Quotienten aus Teiloutputs und Gesamtoutput eines Sektors bestimmen:

$$\text{Outputkoeffizienten} \quad b_{ij} = \frac{X_{ij}}{Z_j} \quad [4.13]$$

Dabei wird als Gesamtoutput nicht der Bruttoproduktionswert, sondern der Wert des Gesamtangebots an (= Gesamtaufkommen) inländischer und ausländischer Produktion (= Z_i) ausgewählt da in der Ausgangstabelle (Anhang A) dieser Untersuchung die Importe bei den entsprechenden inländischen Transaktionen ausgewiesen sind. Würde hingegen wie bei den Inputkoeffizienten der Bruttoproduktionswert als Bezugsbasis genommen, so ergäbe sich bei einer Substitution der einheimischen durch importierte Güter oder von Importgütern durch Inlandsgüter eine Veränderung der Outputkoeffizienten, während die Koeffizienten von solchen Sub-

stitutionsvorgängen unberührt bleiben, wenn sie das Gesamtangebot als Bezugsbasis haben.

Ergänzend sei hier noch auf die Unterschiede zwischen technischen und ökonomischen Koeffizienten hingewiesen. Dieses Begriffspaar verdankt seinen Ursprung den unterschiedlichen Prinzipien der Sektorabgrenzung und den verschiedenen Verbuchungsmethoden der Importe. Sind – unter der Voraussetzung homogener Produktklassifikation – in den einzelnen Werten die importierten Güter mit den aus dem Inland stammenden Gütern zusammengefasst, so lassen sich hieraus technische Relationen ableiten. Werden jedoch die Importe von den entsprechenden inländischen Transaktionen getrennt in einer gesonderten Zeile nach Verwendungsarten ausgewiesen – sie bilden so ein Konglomerat der unterschiedlichsten Güterarten – und werden die einzelnen Sektoren nach institutionellen Aspekten abgegrenzt, so bringt eine solche Tabelle die ökonomischen Verflechtungen zum Ausdruck; bei den abgeleiteten Relationen handelt es sich dann um ökonomische Koeffizienten.

4.3.1 Aufbau des Inputkoeffizienten-Projektionsmodells

Der entscheidende Übergang von der Diagnose zur Analyse wird in dem Augenblick vollzogen, in dem die aus der Tabelle gewonnenen Daten in ein theoretisches System eingebaut werden. In den herkömmlichen Modellen werden die Daten mit einem produktionstheoretischen Rahmen, den Inputfunktionen, versehen. „The input-output model is based on the premise that it is possible to divide all productive activities in an economy into sectors whose interrelations can be meaningfully expressed in a set of simple input functions⁸.“ Als Grundlage seines Produktionsmodells wählte Leontief die linear homogene Inputfunktion, die allgemein als Leontief-Inputfunktion bezeichnet wird:

$$X_{ij} = a_{ij}X_j \quad [4.14]$$

Als einzigen Parameter enthält sie a_{ij} , den Inputkoeffizienten, der anzeigt, wieviel aus dem Sektor i erforderlich ist, um eine Einheit vom Output des Sektors j zu produzieren.

⁸CHENERY, H.B., Clark, P.G., 1989: Interindustry economics, New York.

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

In diesem Gleichungssystem erhält man somit die Gesamtoutputs $X_1, X_2 \dots X_n$ als Funktion aller Inputkoeffizienten $a_{11}, a_{12} \dots a_{nn}$ und der sektoriellen Outputs an die autonomen Endnachfragebereiche. Die Bedeutung für den speziellen Untersuchungszweck dieser Studie liegt darin, dass mit Hilfe der Inputkoeffizienten des Basisjahres und der sektoriellen Endnachfragewerte von verschiedenen Beobachtungsjahren (t) die Gesamtoutputs dieser Jahre in Form einer Projektion ermittelt werden können. Das Projektionsmodell auf der Basis der Inputkoeffizienten lautet demnach:

$$\bar{x}^t = (I - A)^{-1} \cdot \bar{y}^{*t} \quad [4.18]$$

Wie die Gleichung (4.18) verdeutlicht, nimmt in dem Projektionsmodell der Ausdruck $(I - A)^{-1}$, hier als inverse Leontief-Matrix der Inputkoeffizienten bezeichnet, eine zentrale Stellung ein. Der Inhalt dieses Multiplikators sei deshalb noch etwas näher analysiert. Analog dem Keyneschen Multiplikator kann auch der Matrixmultiplikator – unter der Voraussetzung, dass der grösste Eigenwert der Matrix kleiner als eins ist – durch eine unendliche Potenz-Reihe (Euler'sche Reihe) wiedergegeben werden¹⁰ (4.19):

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n \quad [4.19]$$

Gleichung (4.18) kann deshalb auch so ausgedrückt werden:

$$\bar{x}^t = (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n) \cdot \bar{y}^{*t} \quad [4.20]$$

den:

Während im System (4.18) in Form einer komparativ-statischen Betrachtungsweise aufgezeigt wird, wie gross die

Gesamtoutputs der einzelnen Sektoren sein müssen, damit eine Endnachfrage in der vorgegebenen Höhe realisiert werden kann, gibt Gleichung (4.20) aus dynamischer Sicht Aufschluss über die Wirkungsweise des Modells, indem sie die in der Wirtschaft sich vollziehenden Vorgänge in chronologischer Abfolge festhält: Eine bestimmte Höhe der Endnachfrage, z. B. nach Maschinen, wird zunächst eine Produktion in der Maschinenindustrie von derselben Höhe auslösen: $(I \cdot y^t)$, Zur Produktion von Maschinen werden jedoch Inputs aus anderen Sektoren gebraucht; die Endnachfrage y^t setzt deshalb in den Vorlieferindustrien des Maschinensektors eine Produktion in Höhe: $(A \cdot y^t)$ in Gang. Diese Vorlieferungen bedingen nun ihrerseits wiederum Bezüge aus anderen Sektoren usw., so dass letzten Endes die Endnachfrage nach Maschinen neben den direkten Wirkungen in der Maschinenindustrie auf indirektem Wege eine ganze Kette von Produktionsprozessen in anderen Wirtschaftszweigen nach sich zieht, die in dem Ausdruck: $(A + A^2 + A^3 + \dots + A^n) \cdot y^t$ zusammengefasst sind. Die Koeffizienten der inversen Leontief-Matrix zeigen demnach, wie gross – unter Berücksichtigung sämtlicher interindustrieller Verflechtungen – der Output jeder einzelnen Industrie sein muss, wenn die Endnachfrage in einer bestimmten Höhe realisiert werden soll.

Zum Schluss wird beispielhaft an einem einfachen numerischen Beispiel das vorgestellte Modell veranschaulicht. Gegeben sei die folgende allgemeine IO-Tabelle (Tab. 4-2) mit nur drei Sektoren. Im Beispiel liefert Sektor 1 an den Sektor 2 20 fiktive Geld-Einheiten (GE), hat einen Eigenverbrauch von 20 GE und liefert für die Endnachfrage 40 GE. In diesem am Output ausgerichteten Modell ergeben sich die Primären Inputs aus der Differenz von Produktionswert und Vorleistungen, denn Verwendung und Aufkommen müssen immer gleich gross sein.

Tab. 4-2
Drei-Sektoren Input-
Output-Tabelle

	Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Endnachfrage	Verwend.
Sektor 1	20	20	20	40	100
Sektor 2	20	-	40	20	80
Sektor 3	20	40	-	20	80
Primäre Inputs	40	20	20		
Aufkommen	100	80	80		

¹⁰ für die genaue Herleitung siehe: HOLUB, H.-W., 1994: Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München, Wien. [111]

4. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PROJEKTIONSMODELLS

Die Matrix der (als konstant angenommenen) Inputkoeffizienten \mathbf{A} ist dann:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.25 & 0.25 \\ 0.2 & 0 & 0.5 \\ 0.2 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

Nun verdoppeln wir die Endnachfrage Y_2 nach den Produkten des Sektors 2 auf 40, und fragen nach den entsprechenden Gesamtwirkungen in unserem Drei-Sektoren-Input-Output-System. Die dazu gehörigen Gleichungen nach der Veränderung von Y_2 lauten:

$$\begin{aligned} 0.2X_1 + 0.25X_2 + 0.25X_3 + 40 &= X_1 \\ 0.2X_1 + \quad \quad \quad + 0.5 X_3 + 40 &= X_2 \\ 0.2X_1 + 0.5 X_2 + \quad \quad \quad + 20 &= X_3 \end{aligned}$$

bzw. in Matrixschreibweise:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.25 & 0.25 \\ 0.2 & 0 & 0.5 \\ 0.2 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 40 \\ 40 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

Bringen wir die Ausdrücke mit den Unbekannten X_1 , X_2 und X_3 auf eine Seite der Gleichung, d. h. bilden wir $(\mathbf{I}-\mathbf{A}) \cdot \mathbf{x}$, so folgt:

$$\begin{bmatrix} 0.8 & -0.25 & -0.25 \\ -0.2 & 1 & -0.5 \\ -0.2 & -0.5 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40 \\ 40 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$(\mathbf{I}-\mathbf{A})$ ist dann invertierbar, wenn die ökonomischen Prozesse sinnvoll sind – also $0 < a_{ij} \leq 1$ – und wenn die Spaltensumme der Koeffizienten stets kleiner als 1 ist. Dies gilt unter der Annahme, dass jeder Sektor eine Wertschöpfung hat, die zumindest grösser als Null ist. Diese Annahme ist durchaus plausibel, weil für die Produktion von Gütern wenigstens Arbeit oder Kapital (und somit Abschreibungen) eingesetzt werden müssen.

Wir erhalten also in unserem Beispiel eine eindeutige Lösung mit den neuen Outputwerten (=Inputwerte):

$$X_1 = 116.6\bar{6} ; X_2 = 113.3\bar{3} ; X_3 = 100$$

4.3 DIE KOEFFIZIENTEN DES PROJEKTIONSMODELLS

Die neue Input-Output-Tabelle sieht nach der Verdopplung der Endnachfrage Y_2 nach den Produkten des Sektors 2 folgendermassen aus:

	Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Endnachfrage	Verwend.
Sektor 1	23.33 (20)	28.33 (20)	25 (20)	40	116.666 (100)
Sektor 2	23.33 (20)	0	50 (40)	40 (20)	113.333 (80)
Sektor 3	23.33 (20)	56.66 (40)	0	20	100 (80)
Primäre Inputs	46.66 (40)	28.33 (20)	25 (20)		
Aufkommen	116.666 (100)	113.333 (80)	100 (80)		

Tab. 4-3
Drei-Sektoren-Input-Output-Tabelle bei geänderter Endnachfrage Y_2 . In Klammern: Ausgangswerte

In diesem Beispiel wird gut sichtbar, dass eine Erhöhung der Nachfrage eines Sektors auch Auswirkungen auf den Output der anderen Sektoren hat. Alle drei Gesamtoutputs haben sich, wenn auch in unterschiedlichem relativen Ausmass, verändert: X_1 um 16.66 %, X_2 um 41.66 % (hier erfolgte im Beispiel wegen der direkten Anstosswirkung von Y_2 die grösste Änderung) und X_3 um 25 %.

Ausser den beiden Vorleistungsströmen mit dem Wert Null (X_{22} und X_{33}) haben sich auch alle Vorleistungsströme und alle Primäraufwandströme verändert.

4.4 Prämissen des Inputkoeffizienten-Projektionsmodells

Damit wir uns den Aussagegehalt des Input-Output-Modells ein erstes Bild verschaffen können, sollen die grundlegenden Prämissen des Modells herausgearbeitet und etwas näher erläutert werden. Im Kapitel 6 werden wir auf die Problematik der Annahmen dann genauer eingehen.

Das Produktionsmodell basiert im wesentlichen auf den drei folgenden Voraussetzungen:

- I. Jedes Gut wird von einem einzigen Produktionssektor hergestellt.
- II. Die in einem Sektor eingesetzten Inputs entwickeln sich in proportionalem Verhältnis zu dem Gesamtoutput dieses Sektors.
- III. Die Gesamtproduktion ist die Summe aller Teilprozesse, d. h. es gibt weder „external economies“ noch „external diseconomies“.

Der Fragenkomplex, der mit der Prämisse (I) zusammenhängt, ist unter dem Begriff „Aggregationsprobleme“ eingehend in der Literatur¹¹ analysiert worden. Eine zentrale Bedeutung ist hier den in empirischen Input-Output-Untersuchungen jeweils verwendeten Sektorkonzepten beizumessen¹². Dabei stehen sich im wesentlichen zwei Gliederungsprinzipien¹³ gegenüber:

- (a) das funktionelle Prinzip und
- (b) das institutionelle Prinzip.

Beim *funktionellen Sektorkonzept* steht die Produktionsverflechtung im Vordergrund. Die einzelnen Wirtschaftsbereiche sind so abgegrenzt, dass innerhalb der Sektoren nur homogene Produktgruppen, d. h. Güter gleicher Art, auftreten. Dagegen basiert das *institutionelle Sektorkonzept* auf einer sektoralen Zusammenfassung von institutionellen bzw. organisatorischen Produktionseinheiten, die genügend gemeinsame Merkmale aufweisen. Die Zuordnung erfolgt hier nach dem Schwerpunktprinzip: Das einzelne Unternehmen wird dem Sektor zugeteilt, auf den der grösste Teil seiner wirtschaftlichen Aktivität entfällt.

¹¹ Vgl. hierzu besonders: Helmstädter, E. et. al., 1983: Die Input-Output-Analyse als Instrument der Strukturforschung. Tübingen und Holub, H.-W., 1994: Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München, Wien.

¹² LEONTIEF, W., 1966: Input-Output Economics. N.Y. University Press.

¹³ ausführlich beschrieben in: HOLUB, H.-W., 1994 [9ff.]

Durch das institutionelle Konzept werden damit in erster Linie die Marktverflechtungen einer Volkswirtschaft aufgezeigt.

Da es praktisch unrealisierbar erscheint, eine so weitgehende Sektorgliederung vorzunehmen, dass die einzelnen Sektoren völlig homogene Produktgruppen repräsentieren, ergibt sich durch die notwendige Aggregation bei beiden Prinzipien ein Konglomerat von Erzeugnissen, die sich je nach dem Grad der vollzogenen Aggregation mehr oder weniger voneinander unterscheiden.

Die Prämissen (II) und (III) resultieren aus der Form der zugrundegelegten Produktionsfunktion¹⁴. Einerseits wird vorausgesetzt, dass zwischen den Inputs und dem Gesamt-Output eines Sektors ein linearer Zusammenhang besteht, d. h. dass sich mit jeder Änderung des Inputniveaus das Outputvolumen im gleichen Verhältnis ändert. Zum andern wird aufgrund der Homogenitätseigenschaft der Produktionsfunktion jegliche Art von fixen Kosten geleugnet; es werden nur proportionale Kosten zugelassen.

Im Projektionsmodell finden die dargelegten Prämissen ihren Niederschlag in der Annahme einer zeitlichen Konstanz der Input-Koeffizienten. Eine solche Stabilität der Inputstrukturen ist jedoch nur dann gegeben, wenn sich die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse nicht verändern. Es dürfen demnach weder die Inputs gegeneinander substituiert (Faktorsubstitution) noch die bei der Produktion angewandten Verfahren gewechselt werden (Prozesssubstitution). Ausserdem muss die Produktmischung innerhalb eines Sektors in den Relationen des Basisjahres bestehen bleiben, was wiederum nur bei stabilen Endnachfragestrukturen möglich ist. Diese Bedingungen dürften indes den tatsächlichen Verhältnissen kaum entsprechen und nur in grober Annäherung für die Wirklichkeit gelten. Leontief ist sich dieser mangelnden Adäquanz zwischen der Theorie und der empirischen Anwendung durchaus bewusst, aber für ihn steht die Praktikabilität der Hypothese im Vordergrund:

¹⁴Die Produktionsfunktion ist die Umkehrung der in Gleichung [3.14] erwähnten Input-Funktion und lautet:

$$X_j = \frac{1}{a_{ij}} \cdot X_{ij}$$

„(...) the question is not whether these ratios are constant or not – they certainly cannot be expected to be constant in the strict sense of the word. The real questions are: How does the actual range of their variations affect the empirical validity of the analytical computations based on the assumption

of fixed coefficients; and to what extent and on the basis of what theoretical and empirical procedures can their variability effectively be taken into account¹⁵?"

4.5 Empirische Basis der Input-Output-Simulationen

Die Input-Output-Tabelle stellt eine sektoral disaggregierte Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung dar, die die sektorale Interdependenz erfasst. Ihre Datenbasis ist deshalb im wesentlichen dieselbe wie die der Nationalen Buchhaltung. Die primären Inputs und die Endnachfragekomponenten werden zumindest als Aggregat oder schon in sektoraler Differenzierung in der nationalen Buchhaltung erfasst. Ist eine weitergehende Aufspaltung dieser Größen erforderlich, so bietet die amtliche Statistik i. d. R. dafür hinreichende Anhaltspunkte. Vergleichsweise unproblematisch ist ebenfalls die Ermittlung der Bruttonerzeugnisse der Sektoren. Wichtige Quellen für ihre Berechnung sind die Umsatzsteuerstatistik, die Produktionsstatistik und die Industriebereichterstattung.

Die besondere Leistung der Input-Output-Analyse über die bloße Disaggregation hinaus ist die Erfassung der sektoralen Interdependenz innerhalb eines konsistenten Rahmens. Das Kernstück der Input-Output-Tabelle ist die Matrix der Vorleistungsverflechtung. Hier liegen aber auch die besonderen Probleme der Datenbeschaffung: Die Anforderungen an die Statistik sind immens, denn es wird nicht nur eine Aufspaltung der Vorleistungen eines jeden Sektors verlangt, sondern darüberhinaus müssen die einzelnen Vorleistungsinputs eines Sektors nach liefernden Bereichen identifizierbar sein. Eine Primärstatistik, die diese Informationen direkt leistet, gibt es nicht und kann es angesichts der praktischen Aufgabenstellung der Statistik wohl auch nicht geben.

Die Ergebnisse einer Untersuchung unserer Art sind sehr stark von der Güte der Basistabelle und dem Basisjahr, für das die Tabelle aufgestellt wurde, abhängig. Diesem Aspekt muss deshalb bei der Interpretation der Resultate besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

¹⁵zit. nach: HOLUB, H.-W., 1994 [332]

Die verschiedenen Verfahren zur Erstellung von Input-Output-Matrizen bzw. Matrizen der Vorleistungsverflechtungen lassen sich generell in zwei Kategorien unterteilen.

1. Mathematische Algorithmen zur Berechnung aller oder einzelner Matrixelemente auf der Grundlage bekannter Randsummen.
2. Verfahren zur Umrechnung vorhandener statistischer Daten in ein der jeweiligen Input-Output-Tabelle zugrundeliegendes Gliederungs- und Erfassungsschema.

Die Daten von konventionellen IO-Tabellen werden direkt aus verschiedenen, unterschiedlich genauen Quellen entnommen wie etwa:

- Der amtlichen Statistik, d.h. Statistiken der statistischen Ämter, der Bundesämter, der Nationalbank usw. (z.B. Kostenstrukturstatistiken, Material- und Wareneingangserhebungen, Handels- und Restaurantzählung, Umsatzsteuerstatistik, Aussenhandelsstatistik für Waren)
- Statistiken und Auskünften einzelner Wirtschaftsorganisationen (oft in Form von Statistischen Jahrbüchern der entsprechenden Organisationen)
- Angaben einzelner Unternehmen (zumeist für die Ermittlung sog. Schätzschlüssel)
- Auskünften von Fachleuten
- Arbeiten wissenschaftlicher Forschungsinstitute

¹⁶vgl. STONE, R., BATES, J., BACHARACH, M., 1963: Input-Output-Relationships 1954 - 1966, A Programme for Growth, Paper No 3, University of Cambridge. Die Buchstaben RAS bezeichnen ein Matrixprodukt mit R: Diagonalmatrix zur Erfassung des Substitutionseffekts. A: quadratische Matrix der Inputkoeffizienten bzw. der Transaktionen des Basisjahres. S: Diagonalmatrix zur Erfassung des Fabrikationseffekts.

¹⁷ siehe dazu in: HELMSTÄDTER, E. et al., 1983: Die Input-Output-Analyse als Instrument der Strukturforschung.

In aller Regel lassen sich bei stark disaggregierten Input-Output-Tabellen bei weitem nicht alle Felderwerte der betreffenden Vorleistungsmatrix durch statistisches Material belegen. Nach Auswertung aller zur Verfügung stehenden Statistiken und sonstiger Informationen ist man deshalb auf mathematische Verfahren angewiesen, mit deren Hilfe die Vorleistungstabellen vervollständigt werden können.

Entsprechende Modelle sind hierzu von verschiedenen Instituten entwickelt worden – so z.B. die RAS-Methode der Universität Cambridge,¹⁶ das MODOP Verfahren des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung, der Lagrange-Ansatz von Mornson und Thumann¹⁷

4. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PRODUKTIONSMODELLS

Folgende Voraussetzungen müssen für die Anwendung jedes der oben genannten Algorithmen gegeben sein:

1. Für eine Basisperiode 0 ist eine vollständige und konsistente Input-Output-Tabelle mit den Felderwerten X_{ij}^0 und den Zeilensummen X_i^0 und Spaltensummen X_j^0 gegeben.
2. Für eine frühere oder spätere Periode t – für die die neue Tabelle erstellt werden soll – sind mindestens die Vorleistungssummen der Zeilen und Spalten (= gesamter sektoraler Intermediärinput/-output) \bar{X}_i^t und \bar{X}_j^t bekannt.
3. Sind auch einzelne Felderwerte \bar{X}_{ij}^t in t bekannt, so werden diese bei der Erstellung der neuen Tabelle berücksichtigt. Hierzu werden bei einigen Verfahren die vorgegebenen Felderwerte von den entsprechenden Zeilen- und Spaltensummen subtrahiert und anschliessend gleich null gesetzt.

4.5.1 Maschinelle Tabellenergänzung und Tabellen-erstellung aus bekannten Randsummen

Auch wenn die Aussagekraft von Tabellen, die maschinell ergänzt oder vollständig maschinell erstellt werden, für Analyse- und Simulationszwecke unterschiedlich zu beurteilen ist, sollen sie wegen der grundsätzlich analogen Vorgehensweise gemeinsam abgehandelt werden¹⁸.

In einem groben Überblick kann man die hierbei eingesetzten Schätzmodelle einmal unterteilen in:

- biproportionale Verfahren
- nicht-biproportionale Verfahren

Die Problemstellung bei den üblichen biproportionalen Verfahren (z.B. RAS und MODOP, wir stellen im folgenden das international bekanntere RAS-Verfahren dar) lautet folgendermassen:

Für die Zeitperiode t_0 sei die vollständige, nichtnegative Basismatrix X^0 mit den Randwertvektoren \bar{X}_i^0 (Zeilensummen) und \bar{X}_j^0 (Spaltensummen) gegeben. Bekannt sind weiterhin die Randwertvektoren (Vorleistungssummen der Zeilen und Spalten) \bar{X}_i^t und \bar{X}_j^t für die frühere oder spätere Zeitperiode t .

¹⁸nach HÖLUB, H.-W., 1994 [34]

Beim RAS-Verfahren führt man zur Ermittlung der Felderwerte x_{ij}^t der neuen Matrix X^t abwechselnd proportionale Zeilen- und Spaltenkorrekturen durch, die die Abweichungen zwischen den bei der Iteration jeweils errechneten Zeilen- und Spaltensummen zu den vorgegebenen Zeilen- und Spaltensummen \bar{x}_i^t resp. \bar{x}_j^t schrittweise beseitigen.

RAS verwendet für die Bestimmung der optimalen Lösung also ein iteratives Verfahren, das, ausgehend von einer Matrix der mutmasslichen Leistungsverflechtung, Differenzen zu Randsummen, über welche meistens genauere Informationen existieren, doppelt linear eliminiert. Dieses Verfahren besitzt den Vorteil, dass es nach einer genügend grossen Anzahl Iterationen auf eine Lösung konvergiert bzw., dass die auszugleichenden Differenzen immer kleiner werden. Verschiedene, auf RAS aufbauende Methoden gestatten es, für einzelne Elemente der Verflechtungsmatrix eine zulässige Bandbreite festzulegen.

4.5.2 Das Quantor Fortschreibungsmodell

Das Simulationssystem zur Prognostizierung der sozio-ökonomischen Auswirkungen von Umweltschutzmassnahmen mit Hilfe des Input-Output-Modellansatzes setzt voraus, dass die dazu benötigte Tabelle geschätzt und den neuen Parametern entsprechend aktualisiert werden kann. Zu der vorliegenden Input-Output-Tabelle für die Schweiz aus dem Jahr 1990 wurde zur Fortschreibung von der Softwarefirma Informata AG in Zürich das sog. Quantor Programmpaket entwickelt. Das Grundmodell dient der Schätzung der Vorleistungsverflechtungsmatrix. Die Eigenschaften des Programms lassen sich hier auch für die Schätzung von Zusammenhängen einsetzen, die sich nur formal wie Input-Output-Tabellen präsentieren. Das Erweiterungsmodell enthält neben der Vorleistungsverflechtungsmatrix weitere Komponenten, die spezifisch auf die Bedürfnisse der Input-Output-Modellierung ausgelegt sind. Das verwendete Programmpaket gelangte zur Ermittlung von input-output-spezifischen Verkehrsdaten für die Schweiz zur Anwendung¹⁹. Mit Quantor ist es möglich, der unterschiedlichen Güte der Informationen über die einzelnen Elemente Rechnung zu tragen. Bei der Implementati-

¹⁹SCHNEUWLIN, M., 1990: Disaggregation der Transportbranche zwecks Erstellung der Input-Output-Tabelle Schweiz 1985.

on des Input-Output-Modells handelt es sich um eine Anwendung des stochastischen Teils des aus den Naturwissenschaften bekannten Kalman-Filters. Das Lösungsverfahren ist im Gegensatz zu RAS nicht iterativ, sondern ergibt sich aus einer exakt definierten Reihe von Matrix- und Vektoroperationen²⁰. Jede Information im Modell muss mit zwei statistischen Masszahlen gekennzeichnet werden. Es sind dies der Mittelwert, also der wahrscheinlichste Wert für die mit Unsicherheit behaftete Information sowie die Standardabweichung. Letztere ist ein Streuungsmass, das eine Aussage über das Ausmass und die Wahrscheinlichkeit möglicher Abweichungen vom wahrscheinlichsten Wert – dem Mittelwert – macht. Es ergibt sich damit eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die möglichen Werte, wobei angenommen wird, dass sie die Form einer Normalverteilung hat. Dies bedeutet, dass ganz kleine und ganz grosse Realisierungen geringere Eintreffenswahrscheinlichkeit haben, als solche, die nahe beim Mittelwert liegen. Beim Input-Output-Modell müssen nun die einzelnen Informationen zu einem homogenen Ganzen zusammengefügt werden. Zudem ergeben sich Modellrestriktionen, z. B. die Vorgaben über die Totale der Vorleistungsbezüge und -Lieferungen in der Vorleistungsverflechtungsmatrix. Diese werden nun in Quantor ausgenutzt, um die Aussagekraft der Information zu erhöhen und Widersprüche verschiedener Informationsquellen zu eliminieren.

4.5.3 Input-Output-Tabelle 1990²¹

Die Branchendaten der Input-Output-Tabelle wurden für 37 Branchen (1985 insgesamt 42 Branchen) vom Laboratoire d'économie appliquée (LEA) der Universität Genf erstellt. Die Genfer-Version wurde von der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH für die Energie- und Verkehrsbereiche vervollständigt und differenziert. Insgesamt erlaubt die Überarbeitung der Input-Output-Tabelle des LEA die Rekonstruktion der wirtschaftlichen Verflechtungsstruktur für 1990 in 40 Branchen (Tab. 4-4).

Die neu aufgebaute Input-Output-Tabelle 1990 in der KOF-Version weist in den Energiebranchen und im Verkehrsbereich eine verfeinerte Gliederung auf. Die wesentlichen Neuerungen sind im Auszug der Tabelle 4-5 mit Schraffierung

²⁰ für die genaue Beschreibung des Modells siehe: SCHNEWLIN, M., 1993: Ein Input-Output-Simulationssystem der schweizerischen Volkswirtschaft. Rüegger.

²¹Zusammenfassung aus: SCHNEWLIN, M., 1996: Ein input-output-basiertes Produktionsmodell der Schweiz für 1990 mit besonderer Berücksichtigung der Energie- und Verkehrswirtschaft. KOF.

4.5 EMPIRISCHE BASIS DER INPUT-OUTPUT-SIMULATIONEN

gen hervorgehoben. Deren Implementation hat die Input-Output-Analyse für energie- und verkehrswirtschaftliche Fragestellungen und so auch für unsere Zwecke erschlossen.

Systematik KOF 85		Systematik KOF 90		Nomenclature LEA 90	
Nr.	Bezeichnung	Nr.	Bezeichnung	Systematik BFS 85	Classes économiques
1	Prim. Sektor	1	Prim. Sektor	1 0	Agriculture, sylviculture
2	Elektrizität	2	Elektrizität	2 11	Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau
3	Gas	3	Gas		
4	Wasser	4	Wasser		
5	Mineralöl	5	Mineralöl	14 314	Raffinage de pétrole
6	Nahrungsmittel	6	Nahrungsmittel	3 21	Industrie des produits alimentaires
7	Getränke	7	Getränke	4 22	Industrie des boissons
8	Tabak	8	Tabak	5 23	Industrie du tabac
9	Textilien	9	Textilien	6 24-2414	Industrie textile (sans les textiles synthétiques)
10	Bekleidung	10	Bekleidung	7 25	Industrie de l'habillement et de la lingerie + réparations
11	Holzbearbeitung	11	Holzbearbeitung	9 261	Sciage et préparation industrielle du bois
12	Andere Holzprodukte	12	Andere Holzprodukte	8 26-261	Industrie du bois et du meuble en bois (sauf 261)
13	Papier	13	Papier	10 27	Papier, carton
14	Graphische Erzeugn.	14	Graphische Erzeugn.	11 28	Arts graphiques
15	Lederwaren, Schuhe	15	Lederwaren, Schuhe	12 29	Industrie du cuir et de la chaussure + réparations
16	Chemie	16	Chemie	13 31-314+2414	Industrie chimique (sauf 314); textiles synthétiques
17	Kunst-, Kautschuk	17	Kunst-, Kautschuk	15 32	Industrie des matières plastiques et du caoutchouc
18	Steine, Erden, Bergb.	18	Steine, Erden, Bergb.	16 12+33	Industrie des produits minéraux non métalliques; extraction de sel et minéraux
19	Nichtelisenmetalle				
20	Eisen-Metalle	19	Metalle	17 34	Métallurgie + réparations
21	Maschinen, Fahrzeuge	20	Maschinen, Fahrzeuge	18 35	Construction de machines et de véhicules + réparations
22	Elektronik, Uhren, Optik	21	Elektronik, Uhren, Optik, sonst. Ind.	19 36+37+38	Construction électrique, électronique et optique; horlogerie, bijouterie, ateliers de gravure et de frappe; autres industries manufacturières + réparations
23	Sonstige Industrien				
24	Bauhauptgewerbe	22	Bauhauptgewerbe	20 41	Construction proprement dite
25	Ausbaugewerbe	23	Ausbaugewerbe	21 42	Aménagement et parachèvement
26	Großhandel	24	Großhandel	22 51+52+53+54	Commerce de gros; intermédiaires du commerce + réparations
27	Detailhandel	25	Detailhandel	23 55+56	Commerce de détail + réparations
28	Gastgewerbe	26	Gastgewerbe	24 57	Restauration et hébergement
29	Bahnen, Schiffe	27	Bahnen, Schiffe	25 61	Chemin de fer, chemin de fer de montagne et funiculaires
				27 63	Navigation
30	OeV., Agglomerat.	28	OeV., Agglomerat.		
31	Strassenverkehr	29	Strassenverkehr	26 62+64+65	Transport routier, par pipe-line; aérien; interméd. du domaine des transports, dépôts, entrepôts
32	Luftfahrt, Rohrleitungen	30	Luftfahrt, Rohrleitungen		
33	PTT, Nachrichten	31	PTT, Nachrichten	28 66	Communications
34	Banken	32	Banken	29 71	Banques, sociétés financières
35	Versicherungen	33	Versicherungen	30 72	Assurances
36	Immobilien	34	Immobilien	31 73	Affaires immobilières; location d'immeubles (ménages et assurances sociales)
37	Leasing, Beratung, Verkehrsvermittl.	35	Leasing, Beratung, Verkehrsvermittl.	32 74+75+76 +84+85+87	Location de biens mob., crédit-bail; bureaux de consult., services comm. et informatiques; serv. personnels; voirie, assain; hébergement social, oeuvres sociales; serv. fournis à la collectivité, organismes de défense d'intérêts + rép.
38	Unterricht, Wissensch. öff.+priv.	36	Unterricht, Wissensch. öff.+priv.	33 81+82+88	Enseignement; R&D (non univ.); culture, sports, loisirs, divertissements + rép.
39	Gesundheitswesen, öff.+priv.	37	Gesundheitswesen, öff.+priv.	34 83	Service de santé et service vétérinaire
40	Nichimarktor, Dienstl.	38	Nichimarktor, Dienstl.	35 86 + 89	Institutions sans but lucratif; services domestiques
41	Staat	39	Staat	36 91	Etat
42	Sozialversicherungen	40	Sozialversicherungen	37 92	Assurances sociales

Tab. 4-4

Branchensystematik KOF und LEA im Vergleich. (aus SCHNEUWLIN 1996)

Das Modul für arbeitsmarktseitige Produktionsgrenzen wird zusammen mit den wichtigsten Daten der produktionsseitigen Limiten in einer einzigen Datei zusammengefasst. Diese gibt Aufschluss über die aktuellen Eingriffe auf der Seite von Produktion und Arbeitsmarkt. Es dient der Erkennung von Engpässen und brachliegender Ressourcen, um auf diese Weise die volkswirtschaftlichen Kosten bei der Krisenbewirtschaftung zu minimieren.

4.5.4 Die wichtigsten Daten der Input-Output-Tabelle 1990

Die Tabelle basiert auf der oben beschriebenen 40-Bran-chenstruktur und auf der Input-Output-Tabelle 1990 von Antille. Sie enthält eine Vorleistungsverflechtungsmatrix, die Ma-

4. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PRODUKTIONSMODELLS

trix der Wertschöpfungskomponenten sowie die Matrix der Endverwendungslieferungen.

VL-Verflechtung 1991	1	2	3	4	5	26	27	28	29	30	40	Total VL-	
	Prim Sektor	Elektrizität	Gas	Wasser	Mineralöl	Gastgewerbe	Bahnen Schiffe	OeV Agglomer.	Straassenverk.	Luffahrt	Rohf.	Sozialvers.	Lieferungen
1 Prim Sektor	1220.0	0.2	0.0	0.4	0.0	1325.0	2.1	0.2	1.4	1.0	0.1	13181.1	
2 Elektrizität	191.8	539.9	15.4	21.7	6.2	306.4	264.3	44.1	24.0	22.5	20.2	4973.3	
3 Gas	2.7	1.4	284.0	0.8	0.2	23.5	4.9	1.3	0.7	14.6	3.3	758.8	
4 Wasser	25.1	5.0	3.0	31.3	0.6	69.8	2.3	3.1	2.3	3.6	1.2	445.5	
5 Mineralöl	104.7	10.0	1.4	0.5	786.9	107.7	29.3	24.9	1310.4	336.1	6.0	4357.5	
6 Nahrungsmittel	1387.0	0.7	0.0	0.0	0.1	2502.0	12.3	4.5	33.6	25.8	0.3	9809.5	
7 Getränte	3.4	1.9	0.0	0.0	0.0	642.7	0.8	0.1	1.0	0.8	0.0	953.3	
8 Tabak	0.4	4.1	0.1	0.7	0.0	254.4	0.2	1.0	7.8	6.0	0.0	402.5	
9 Textilien	5.2	0.4	0.0	0.7	0.0	61.8	8.8	0.6	4.4	3.4	0.0	2306.0	
10 Bekleidung	7.6	7.6	0.0	0.0	0.1	262.0	2.2	2.1	16.0	12.3	0.2	1665.4	
11 Holzbearbeit.	7.6	3.3	0.0	3.1	0.0	17.9	2.6	0.0	0.1	0.1	0.0	2013.6	
12 And Holzprod.	60.0	2.5	0.0	9.4	0.1	39.8	2.8	0.3	2.3	1.8	0.0	3850.0	
13 Papier	13.9	5.3	0.0	1.3	0.0	98.1	2.1	4.7	35.1	27.0	0.2	5511.5	
14 Graph. Erzeugn.	94.1	10.3	0.1	0.7	0.0	270.2	27.9	34.6	259.0	199.0	0.1	10006.3	
15 Lederw. Schuhe	2.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.9	0.2	1.3	1.0	0.0	375.2	
16 Chemie	377.8	364.5	0.2	193.6	5.4	176.5	11.1	4.7	35.3	27.1	4.2	19502.5	
17 Kunst. Kautsch.	47.9	7.7	0.0	3.3	0.8	33.6	8.4	8.1	60.5	40.5	0.1	5557.8	
18 Stein. Erd. Bergb.	127.9	84.5	40.0	26.1	0.1	253.1	10.7	0.6	4.5	3.4	0.0	10016.4	
19 Metalle	105.5	250.9	17.6	33.7	1.4	69.4	88.5	9.8	73.0	56.1	0.0	19610.4	
20 Masch. Fahrz.	355.1	419.9	80.5	132.5	3.5	207.3	90.5	121.6	910.6	899.8	0.5	38366.5	
21 Elektr. Utr. senst.	111.7	275.3	71.0	41.4	2.1	336.5	63.1	31.9	238.7	183.4	2.2	28214.7	
22 Bauhauptgew.	121.2	79.8	1.0	51.3	0.1	8.9	172.5	3.5	20.3	20.2	0.0	4324.8	
23 Ausbaugew.	64.7	141.3	1.8	32.0	0.9	4.3	101.9	6.1	36.5	29.6	0.1	3694.2	
24 Grosshandel	522.4	137.0	0.5	8.7	24.5	861.4	13.0	24.7	185.1	142.3	1.1	17305.8	
25 Detailhandel	2.8	35.0	0.1	0.0	3.4	905.7	18.7	9.2	68.9	53.0	4.5	6984.1	
26 Gastgewerbe	5.6	20.4	0.2	4.2	0.9	54.6	2.3	60.7	514.3	395.2	0.0	4930.3	
27 Bahnen Schiffe	58.8	24.8	9.7	5.8	2.8	12.4	711.7	20.9	137.7	120.1	0.2	3228.3	
28 OeV Agglomer.	1.3	0.2	0.1	0.2	0.1	2.0	0.4	20.0	2.5	0.7	0.3	80.9	
29 Strassenverk.	459.2	51.5	26.2	20.1	4.0	542.8	7.1	3.4	164.4	45.6	1.8	8070.6	
30 Luffahrt Rohf.	34.0	22.1	4.4	10.7	1.3	56.3	2.0	1.8	70.8	286.1	0.9	2795.5	
31 PTT Nachricht.	21.7	69.6	0.1	8.7	0.6	316.4	12.0	22.9	171.6	131.0	0.4	6815.7	
32 Banken	31.0	57.6	1.7	4.4	0.4	246.8	6.3	7.4	55.5	42.6	0.2	11662.9	
33 Versicherung	28.7	177.4	1.3	10.5	0.1	83.5	6.2	25.0	183.7	149.8	0.0	2935.1	
34 Immobilien	0.3	18.8	0.2	0.2	0.0	322.2	2.1	7.9	59.1	45.6	0.0	3562.3	
35 Leas. Her. Verw.	315.9	470.1	18.4	40.9	6.1	838.0	55.6	31.4	234.7	180.4	0.5	36461.9	
36 Unterr. Wissen.	10.9	16.1	4.2	3.8	0.0	88.3	17.2	3.0	24.3	18.7	0.1	4040.2	
37 Gesundheitsw.	215.7	23.5	6.0	2.3	0.1	7.7	38.4	2.3	17.3	13.3	30.7	1777.4	
38 Nm Dienstleist.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39 Staat	18.3	32.0	0.3	3.4	0.4	25.2	1.1	3.8	28.4	21.9	4.9	1904.2	
40 Sozialvers.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total VL-Bezüge	6178.5	3374.8	589.4	649.8	852.5	11583.9	1800.2	580.7	5015.5	3366.9	84.8	303325.8	

Tab. 4-5

Anpassungen der Verflechtungsmatrix. Auszug SCHNEUWLIN 1996

Schliesslich werden auch die Importe, getrennt nach Vorleistungs- und Endverwendungsimporten für jede Branche ausgewiesen. Das gesamtwirtschaftliche Total der Vorleistungsbezüge und der Wertschöpfung sind ungefähr gleich gross.

In der Entstehungsrechnung erreichen die Vorleistungsbezüge aller Branchen mit 226.4 Mrd. Fr. 49.1 % der gesamtwirtschaftlichen Bruttoproduktion. Der hohe Anteil unterstreicht die zentrale Bedeutung der wirtschaftlichen Verflechtung für die Erzeugung von Gütern und Dienstleistungen. Mit einem Vorleistungsanteil von 98 % nimmt die Mineralölindustrie hier eine Spitzenstellung ein. Die Schweiz raffinierte 1985 etwa einen Drittel des Bedarfes an Erdölprodukten selbst. Die Vorleistungsbezüge der Branche bestehen daher im wesentlichen aus Rohölen, welche im Inland weiterverarbeitet werden.

Die Tabellen im Anhang A geben einen Überblick über die Branchenstruktur der Wirtschaft. Die Wertschöpfung zeigt, in welchem Umfang die einzelnen Branchen an der Leistungs-

erstellung der Volkswirtschaft, gemessen am Bruttoinlandprodukt, beteiligt sind. Zählen wir zur Wertschöpfung die von andern Bereichen bezogenen Vorleistungen hinzu, erhalten wir den Umsatz bzw. die Bruttoproduktion.

Die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung beträgt 321.6 Mrd. Franken. Den grössten Beitrag dazu leistet mit 34 Mrd. Franken der Staat. Auf Leasing und Beratung und die Sozialversicherungen entfallen 27 Mrd. Franken. In der Industrie erbringt der Maschinen-, Apparate- Fahrzeugbau mit rund 18 Mrd. Franken den grössten Beitrag zur Wertschöpfung. Sie wird knapp gefolgt von der Elektronik- Optik- Uhren-Sparte, welche ebenfalls rund 18 Mrd. Wertschöpfung erwirtschaftet. Die beiden Baubranchen weisen zusammen eine Wertschöpfung von 24 Mrd. Franken auf, die Landwirtschaft eine solche von noch 8 Mrd Franken.

Innerhalb der Wertschöpfung wird nach Lohn- und Kapitalkosten unterschieden. Gesamtwirtschaftlich macht die Lohnsumme 60 % der Wertschöpfung aus, die Kapitalkosten inkl. der Einkommen der Selbständigerwerbenden 40 %. Es bestehen, differenziert nach Branchen, grosse strukturelle Unterschiede. Der Staat und die Sozialversicherungen weisen mit rund 37 Mrd. Franken die grösste Lohnsumme aus. Diese beiden Bereiche haben mit 11 % Anteil an der Wertschöpfung sehr geringe Kapitalkosten.

An zweiter Stelle befindet sich der Handel mit einer Lohnsumme von je 9 Mrd. Franken im Gross- und Detailhandel. Während die Kapitalkosten im Grosshandel die Hälfte der Wertschöpfung ausmachen, betragen sie im Detailhandel lediglich einen Drittel.

Ein Blick auf die Importe zeigt, dass 52 % auf Vorleistungen und 48 % auf Endverwendungsimporte entfallen. Für die einzelnen Branchen ergibt sich jedoch ein sehr unterschiedliches Bild. Während bei der Landwirtschaft das Schwergewicht bei der Endverwendung liegt (Nahrungsmittel für den privaten Konsum), liegen die Verhältnisse in der Nahrungsmittelindustrie gerade umgekehrt: Die meisten Erzeugnisse werden für die Weiterverarbeitung importiert.

Die Matrix der Endverwendungslieferungen enthält für den privaten Konsum ein Volumen von 183 Mrd. Franken. Die Ausgaben des Staates und der Sozialversicherungen belau-

fen sich auf 43 Mrd. Franken. Die Bruttoanlageinvestitionen belaufen sich auf insgesamt 86 Mrd. Franken. Es handelt sich um die Lieferungen von Investitionsgütern an die Endverwendung. Dominant sind dabei die Maschinenindustrie und das Baugewerbe. Erwähnenswert ist die Endverwendungslieferung aus dem Bereich Leasing und Beratung. Es handelt sich hier um Planungs- und Ausführungskosten der Investitionsvorhaben, z.B. Architekturhonorare sowie die Zahlungen an Generalunternehmungen.

Die Endverwendung insgesamt erreicht 430 Mrd. Franken. Werden die gesamten Vorleistungslieferungen von 303 Mrd. Franken hinzugefügt, ergibt sich das Gesamtaufkommen mit 733 Mrd. Franken. Nach Abzug der Importe von 108 Mrd. Franken ergibt sich die Bruttoproduktion der Gesamtwirtschaft von 625 Mrd. Franken. Eine wichtige Kennziffer ist auch der Anteil der Importe an der Bruttoproduktion. Im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt beträgt er rund 17 %. Ferner ist die Differenz zwischen Endverwendung und Importen von Bedeutung: sie entspricht mit 322 Mrd. Franken der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung.

4.6 Die Verknüpfung mit dem Arbeitsmarktmodell

Die durch das Input-Output-Modell ausgedrückten Kreislaufzusammenhänge können relativ einfach um zusätzliche Verknüpfungen erweitert werden um weitere Variablen wie etwa die Beschäftigung in das Modell zu integrieren. Als Ansatzpunkt für eine Verknüpfung kommt in erster Linie der Vektor der Gesamtoutputs x in Frage²².

Ausgangspunkt ist das einfachste Beschäftigungsmodell der IO-Analyse, d.h. das statische offene Mengenmodell mit linear verknüpften, sektoral homogenen Arbeitskoeffizienten, die in einem $(1 \times n)$ -Zeilenvektor b angeordnet werden:

$$\vec{b} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad \text{mit} \quad b_j = \frac{B_{sj}}{X_j} \quad [4.21]$$

und B_{sj} = gesamte Arbeitsstunden geleistet im Sektor j

X_j = Output des Sektors j

²² nach HOLUB, H.-W., 1994 [139]

Ein *sektoraler Arbeitskoeffizient* bezeichnet damit die Arbeitsmenge in Stunden, die im Sektor j zur Erstellung einer Einheit des dort produzierten Gutes benötigt wird.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß sektorale Arbeitskoeffizienten (und ihre Umkehrung, die sektoralen Arbeitsproduktivitäten) statistische Kennzahlen sind, deren Höhe und Entwicklung von einer Vielzahl von Faktoren abhängen: Konjunkturelle Schwankungen, Größe und Altersaufbau der sektoralen Kapitalstöcke, Ergiebigkeit des technischen Fortschritts, qualitative Änderungen im Angebot von Arbeitskräften, Entwicklung betrieblicher und schulischer Ausbildungszeiten, sektorale Strukturen der Gesamtnachfrage nach Waren und Dienstleistungen oder etwa Entwicklung der Energiepreise.

Verknüpft man den Zeilenvektor \bar{b} multiplikativ mit dem Spaltenvektor der Outputs \bar{x} , so ergibt sich die Gesamtzahl der geleisteten Arbeitsstunden G :

$$G = \bar{b} \cdot \bar{x} = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n = \sum_{j=1}^n b_j x_j \quad [4.22]$$

Fügt man gemäß dem in Abschnitt 4.3 skizzierten Vorgehen in diese Definitionsgleichung für G die Grundgleichung der IO-Analyse ein:

$$\bar{x} = (I - A)^{-1} \cdot \bar{y}^* \quad [4.17]$$

mit I = Einheitsmatrix

\bar{y}^* = Vektor der Gesamtnachfrage je Sektor

A = Matrix der Inputkoeffizienten

folgt entsprechend:

$$G = \bar{b} \cdot \bar{x} = \bar{b}(I - A)^{-1} \cdot \bar{y}^* \quad [4.23]$$

Durch das Einsetzen der Grundgleichung der IO-Analyse in die reine Definitionsgleichung für G ermöglicht man die Abbildung eines rekursiven Zusammenhanges zwischen \bar{y} (bzw. A) und der Gesamtzahl an Arbeitsstunden und kann damit das ganze Anwendungsspektrum dieses IO-Modelles auf die Beschäftigungsanalyse übertragen. Allerdings bedeutet die-

4. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PRODUKTIONSMODELLS

se Vorgehensweise implizit, daß auch für die Arbeitsinputs die Proportionalitätsannahme gilt.

Will man die ganze IO-Tabelle in Einheiten Arbeitsstunden transformieren, so genügt es, die Vorleistungsmatrix \bar{X}_{ij} und die Endnachfragematrix $\bar{Y}_{(n,m)}$ von links mit dem diagonalisierten Vektor der Arbeitskoeffizienten $\langle \bar{b} \rangle$ zu multiplizieren:

$$\begin{aligned}
 X_{ij}^B &= \langle \bar{b} \rangle \cdot X_{ij} \\
 &= \begin{bmatrix} b_1 & & & 0 \\ & b_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & b_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nn} \end{bmatrix} \\
 X_{ij}^B &= \begin{bmatrix} b_1 X_{11} & b_1 X_{12} & \cdots & b_1 X_{1n} \\ b_2 X_{21} & b_2 X_{22} & \cdots & b_2 X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_n X_{n1} & b_n X_{n2} & \cdots & b_n X_{nn} \end{bmatrix} \quad [4.24]
 \end{aligned}$$

Die in Arbeitsstunden umgerechnete Vorleistungsmatrix \bar{X}_{ij}^B , die auch als (Vorleistungs-) Beschäftigungsmatrix bezeichnet wird, zeigt zeilenweise gelesen, wieviele Arbeitsstunden direkt für die Bereitstellung der Vorleistungsoutputs eines Sektors eingesetzt wurden. Spaltenweise gelesen verdeutlicht sie, wieviele Arbeitsstunden direkt zur Befriedigung der Inputerfordernisse beitragen, also wieviele Arbeitsstunden für die Vorleistungen eines jeden Sektors eingesetzt werden mußten.

Auch die in Arbeitsstunden umgerechnete Endnachfragematrix $Y_{(n,m)}^B$ (Endnachfrage-Beschäftigungsmatrix) läßt sich zeilenweise und spaltenweise interpretieren. Zeilenweise zeigt sie die Arbeitsstunden, die direkt notwendig waren, um den Endnachfrageoutput eines Sektors bereitzustellen. Spaltenweise weist sie aus, wieviele Arbeitsstunden insgesamt auf die Bereitstellung eine Endnachfragekomponente entfallen:

$$\begin{aligned}
 Y_{(n,m)}^B &= \langle \bar{b} \rangle \cdot Y_{(n,m)} \\
 &= \begin{bmatrix} b_1 & & & 0 \\ & b_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & b_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdots & Y_{1m} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdots & Y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \cdots & Y_{nm} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$Y_{(n,m)}^B = \begin{bmatrix} b_1 Y_{11} & b_1 Y_{12} & \cdots & b_1 Y_{1m} \\ b_2 Y_{21} & b_2 Y_{22} & \cdots & b_2 Y_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_n Y_{n1} & b_n Y_{n2} & \cdots & b_n Y_{nm} \end{bmatrix} \quad [4.25]$$

Für eine Analyse struktureller Arbeitsmarktprobleme haben wir durch die Wahl des vorliegenden IO-Ansatzes zwar eine Unterteilung in verschiedene Sektoren (Mesoökonomik statt gesamtwirtschaftlicher Makroökonomik) und über das IO-Modell auch eine Einbeziehung indirekter Wirkungen im Kreislaufzusammenhang erreicht. Es verbleiben aber eine Reihe ernstzunehmender Defizite, die eine Anwendung des vorgestellten einfachen Modelltyps in der Praxis sehr problematisch machen.

Sieht man von den Schwachpunkten des zugrundeliegenden statischen offenen Mengenmodelles ab, wie z.B.:

- keine Substitutionsvorgänge innerhalb der Vorleistungsinputs
- keine Substitution zwischen Vorleistungen und Primärintputs
- kein sektoraler technischer Fortschritt
- Nichtberücksichtigung der Lagerhaltung
- Nichtberücksichtigung von Reaktionsschwellen
- keine Einkommenseffekte
- keine Endogenisierung der Endnachfrage
- keine dynamischen Reaktionen
- keine Lagstrukturen etc.,

so verbleiben als hauptsächliche Defizite bei der Einführung der Beschäftigungsseite²³:

- i. Die proportionale Verknüpfung der Arbeitsstunden mit dem Output
- ii. Die Annahme gleicher Lags beim Einsatz der Arbeitskraft
- iii. Das Fehlen von Feedbacks vom Arbeitsmarkt zurück ins IO-Modell
- iv. Die Unterstellung einer sektoralen Homogenität der Arbeitskräfte

²³ HELMSTÄDTER, E. et al., 1983. Die Input-Output-Analyse als Instrument der Strukturforschung.

4. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE BASIS DES INPUT-OUTPUT-PRODUKTIONSMODELLS

- v. Endnachfrageänderungen als einziger Ansatzpunkt der Wirtschaftspolitik
- vi. Die einseitige Richtung der Fragestellung von den wirtschaftspolitischen Parametern hin zu den Arbeitsmarktgrößen
- vii. Die Nicht-Substituierbarkeit zwischen verschiedenen Typen von Arbeit, wenn solche unterstellt werden.

Die wichtigste strukturelle Differenzierung der Arbeitskräfte beruht auf unterschiedlichen Qualifikationen. Vernachlässigt man die konzeptionellen und empirischen Probleme der Definition und Erhebung solcher Qualifikationen, so kann man statt des sektoral homogen angenommenen Arbeitsstundenvektors \vec{h} eine $(r \times n)$ -Matrix W definieren, die für r Qualifikationen (in den r Zeilen) und n Sektoren (in den n Spalten) jeweils die geleisteten Arbeitsstunden ausweist.

Führen wir einen $(n \times 1)$ -Spaltenvektor sektoraler Pro-Kopf-Arbeitszeiten \vec{h} (in Stunden pro Jahr) ein, d.h. unterstellen wir der Einfachheit halber, daß die Arbeitszeiten pro Sektor für alle Qualifikationen gleich sind, dann gilt definitionsgemäß:

$$Z = W \cdot \langle \vec{h} \rangle^{-1} \quad [4.26]$$

wobei

$$Z_{ij} = \frac{W_{ij}}{h_j}$$

Was folgende Gesamtmatrix Z ergibt:

$$Z = \begin{bmatrix} \frac{W_{11}}{h_1} & \frac{W_{12}}{h_2} & \dots & \frac{W_{1n}}{h_n} \\ \frac{W_{21}}{h_1} & \frac{W_{22}}{h_2} & \dots & \frac{W_{2n}}{h_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{W_{r1}}{h_1} & \frac{W_{r2}}{h_2} & \dots & \frac{W_{rn}}{h_n} \end{bmatrix} \quad [4.27]$$

Ein Element Z_{ij} dieser Matrix Z zeigt somit die Anzahl Arbeitskräfte, die im Sektor j in der Qualifikation i zur Erstellung eines Outputs X_j benötigt werden.

Mit Hilfe einfacher Anwendung von Matrizenalgebra können durch weitere Zerlegungen von Matrizen sinnvolle zusätzliche analytische Ansatzpunkte gewonnen werden. Im zur Anwendung gelangenden Arbeitsmarktmodell der Forschungsstelle für Arbeitsmarkt und Industrieökonomik (FAI)²¹ kann die nach Wirtschaftszweigen unterteilte Nachfrage neben einer Unterteilung nach Qualifikationen noch in einen nach Tätigkeiten, Stellung im Beruf, Kantonen bzw. Kantonen und Wirtschaftszweigen gegliederten Bedarf transformiert werden. Dabei wurden aus der Volkszählung und der Ausländerstatistik gewonnene Transformationsmatrizen verwendet.

Die Quantifizierung der sozio-ökonomischen Auswirkungen

5 Nachdem wir in Kapitel 2 die Anpassungsreaktionen der schweizerischen Volkswirtschaft auf die beabsichtigten Massnahmen unsrerer CO₂-Reduktions-Szenarios in qualitativer Form diskutiert haben und uns im letzten Kapitel mit dem IO-Simulations-Modell vertraut gemacht haben, sollen im nun folgenden Kapitel die quantitativen Auswirkungen auf den Umfang und die Struktur, der Investitionen, der gesamtwirtschaftlichen Produktion (Bruttoproduktionswert) und insbesondere auf den Umfang und die Struktur der Beschäftigung dargestellt werden. Die Entwicklung der Energieverbräuche und Energiepreise sowie die wirtschaftliche Entwicklung wurden, wie beschrieben, von den Expertengruppen der Energieperspektiven prognostiziert und dienen in unseren Berechnungen als Vorgabe.

5.1 Der Zeithorizont

Offensichtlich richtet sich die Festlegung des Zeithorizontes, für welchen Simulationen vorgenommen werden sollen, nach den Simulationszielen. In Abbildung 5-1 repräsentieren t_1 und t_2 den Zeitraum in welchem die Gleichungen des hypothetischen Modells festgelegt wurden (Schätzperiode). t_3 definiert den gegenwärtigen Zeitpunkt.

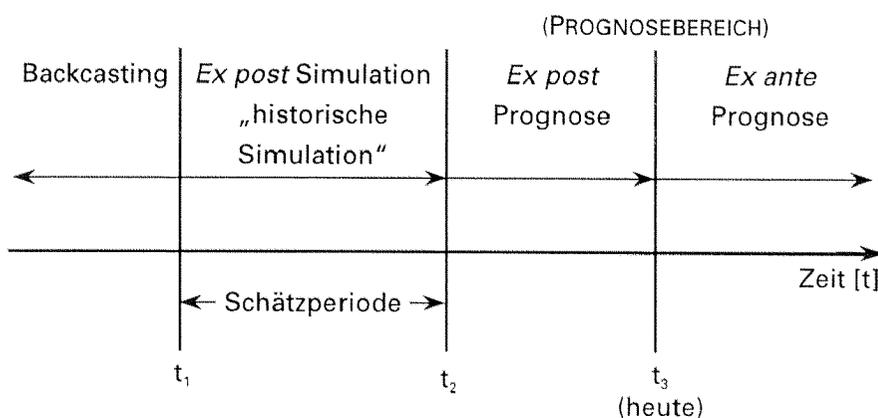


Abb. 5-1

Zeithorizonte der Simulationen.
Nach PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L., 1997: Econometric models and economic forecasts.

Ex post Simulationen beginnen im Jahr t_1 . Die historischen Werte im Jahr t_1 – in unserem Fall das Jahr 1990 – liefern die

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Anfangswerte für die endogenen Variablen wie Wertschöpfung, Konsum und Investitionen. Im Input-Output-Modell entfällt die Schätzperiode für die exogenen Variablen und t_2 fällt mit t_1 zusammen. Die eigentliche Prognosetätigkeit beginnt nach diesen Zeitpunkten. Reichen die Daten wie in unserem Fall nicht bis zum laufenden Jahr (d. h. $t_2 < t_3$) spricht man von einer ex post Prognose. Für den Zeitraum der Voraussage müssen entsprechend die Grössen der exogenen Parameter vorliegen. Für unsere konkrete Untersuchung haben wir die Daten und deren Herleitung in den Kapiteln 1.3 und 1.4 ausführlich beschrieben.

Die Architektur des IO-Modells lässt zum heutigen Zeitpunkt Prognosen für höchstens 5 Jahre zu (siehe dazu insbesondere Kapitel 6). Ex ante Vorhersagen, die über das heutige Datum hinaus reichen sind mit unseren Simulationen deshalb nicht möglich. Trotzdem können durch die ex post Prognosen wichtige Hinweise zur Sensitivität der Volkswirtschaft auf die Änderung bestimmter Parameter gewonnen werden oder sie ermöglichen die Untersuchung der allfälligen Reaktionen des Arbeitsmarktes auf alternative exogene Massnahmen, etwa der ökologischen Steuerreform, welche Rückschlüsse auch auf diesbezügliche Veränderungen in der Zukunft zulassen.

Für die Zielperioden plus 5 Jahre sollen also die wirtschaftlichen Auswirkungen der im Reduktionsszenario angenommenen Massnahmen mit Hilfe einer Input-Output-Analyse berechnet werden. Den Energieeinsparungen stehen annahmegemäss immer Einsparinvestitionen und den Energieabgaben immer Rückerstattungen gegenüber, die einen Produktionsimpuls in der schweizerischen Volkswirtschaft auslösen.

5.2 Die Vorgehensweise

Zur Berechnungen der direkten Beschäftigungseffekte werden in einem ersten Schritt Annahmen über das Verhalten der Konsumenten in einer nachhaltigen Welt formuliert. Diese Annahmen betreffen Art und Menge der unter diesen Bedingungen nachgefragten Waren und Dienstleistungen. Hinzu kommen Annahmen über die Verringerung der Nachfrage nach nicht-nachhaltigen Produkten. Grundlage dieser Annahmen sind die bereits formulierten Leitlinien für eine nachhaltige Entwicklung (Kapitel 1) und die im selben Kapitel für die Jahre 2010 bis 2030 genannten ökologischen Ziele. Auf dieser Basis wird im zweiten Schritt mit Hilfe des Input-Output-Modells ermittelt, welche Güter in welchen Mengen produziert werden müssen, um diese (geänderte) Nachfrage befriedigen zu können. Hierzu gehören auch Überlegungen zu den eingesetzten Produktionstechniken und -verfahren. Umgekehrt wird ebenfalls untersucht, von welchen Gütern unter diesen Bedingungen weniger produziert wird. Im dritten Schritt werden die Arbeitsplatzeffekte dieses geänderten Nachfrage- und Produktionsverhaltens mit dem Arbeitsmarktmodell ermittelt.

Bei diesen Überlegungen gilt es zu berücksichtigen, dass es unzählige denkbare „Zukünfte“ und Entwicklungen geben kann. Ein Szenario stellt nur ein mögliches Zukunftsbild dar. Der Zukunftsforscher Herman Kahn hat Szenarien wie folgt definiert:

„Szenarien beschreiben hypothetisch eine Abfolge von Ereignissen mit dem Ziel, die Aufmerksamkeit für Kausalbeziehungen zu wecken und auf Entscheidungen hinzuwirken.“¹

Zentrales Element dieser Definition ist der hypothetische Charakter, die Frage nach Alternativen denkbarer Zukünfte. Wesentlich ist dabei die Erkenntnis, dass die Zukunftssicht aus einer spezifischen Optik der Gegenwart eingeengt ist und dass die Zukunft nicht nur durch die jeder Entwicklung zugrundeliegenden stringent ökonomischen Triebkräfte und Gesetzmässigkeiten, sondern auch durch menschliche Entscheidungen zustandekommt.

Aufgrund dieser Überlegungen wollen wir neben der Berechnung eines Grundszenarios noch zwei Alternativszenarios betrachten.

¹ KAHN, H. 1980: Die Zukunft der Welt. Wien

5.3 Berechnung des Grundszenarios

5.3.1 Annahmen zur Veränderung der Nachfrage im Grundszenario

Grundsätzlich soll sich die Nachfrage im Grundszenario in der Weise ändern, dass die primären Vorgaben der in Kapitel 1.2 aufgestellten CO₂-Reduktionsziele im Jahr 2030 erreicht werden können. Die Ziele sind in konkrete sektor- oder produktbezogene mengenmässige und strukturelle Änderungen des Nachfragevektors im Input-Output-Modell umzusetzen.

Als Grundlage sollen die nachfolgenden generellen Überlegungen und Annahmen zum Nachfrageverhalten, die die grundsätzliche Richtung weisen, dienen.

Eine erste wesentliche Erkenntnis zur Ableitung des Nachfragerverhaltens auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung lautet, daß es wenig realistisch ist, bereits nach 5 bis 10 Jahren von einem Suffizienzverhalten auf breiter Basis auszugehen. Dies wurde in Kapitel 1.1.2 beschrieben und begründet. Es bedarf wohl wesentlich längerer Zeiträume, bis Suffizienzgedanken das Handeln der Menschen in nennenswertem Umfang prägen können. Entsprechend erscheint es realistisch anzunehmen, daß sich die Bedürfnisse und Präferenzen der Menschen in der Schweiz bis zum Jahr 2005 im Vergleich zur heutigen Situation nicht entscheidend verändern werden.

Annahmegemäss

- befindet sich die Volkswirtschaft in den Zieljahren bereits in einem effizienten Zustand. Das bedeutet, dass Energieeinsparungen nicht durch die Korrektur von Fehlallokationen erreicht werden können, sondern nur durch Substitution oder Produktionseinschränkungen.
- Grundsätzlich wird Energie ausschliesslich durch Kapital substituiert².
- Es werden nur effiziente oder anders ausgedrückt wirtschaftliche Investitionen getätigt.

²Zum Problem der Bestimmung von Substitutionselastizitäten zwischen Kapital und Energie siehe Kapitel 2.2 und SLADE et al., 1993.

Eine Abgabe auf Energie beeinflusst das Verhalten von Haushalten und Wirtschaft und damit die verschiedenen Marktbeziehungen zwischen den Wirtschaftssubjekten. Die

Effekte der Energieabgabe auf die *inländische Produktion* werden im folgenden nach den theoretischen Überlegungen in Kapitel 2.2 und 2.3 noch einmal kurz dargelegt.

- Die Energieabgabe verteuert die nicht erneuerbaren Energieträger; die Wirtschaftsbranchen müssen mehr für ihre Energie bezahlen. Die erhöhten Energiepreise werden dazu führen, dass die Wirtschaft versuchen wird, mit weniger Energie zu produzieren. Das bedeutet, dass sie ihre Produktionsprozesse anpassen wird, indem sie z.B. mehr Arbeit, Kapital oder andere Vorleistungen anstelle von Energie einsetzt.
- Die gestiegenen Energiepreise werden aber in der Regel dazu führen, dass die energieintensiven Güter teurer werden. Dies bedeutet, dass die Nachfrage nach diesen Gütern zurückgeht – und zwar die Binnennachfrage wie auch die Nachfrage des Auslandes (Exporte). Die Haushalte und Wirtschaftsbranchen haben jedoch die Möglichkeit, die Nachfrage nach energieintensiven Gütern bzw. Vorleistungen, vermehrt durch Importe („graue Importe“), die ja von der Abgabe befreit sind, zu befriedigen. Die energieintensiven Branchen werden somit tendenziell eine Schwächung der Wettbewerbsposition erfahren.
- Für energieextensive Güter kann die inländische Produktion zunehmen. Mögliche Gründe dafür sind: Höhere Binnennachfrage, veränderte Preise auf dem Kapital- und Arbeitsmarkt sowie geänderte Wechselkurse.
- Auch wenn einige Branchen eine Zunahme der inländischen Produktion aufweisen, so fallen die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Energieabgabe ohne Rückerstattung wahrscheinlich negativ aus.

Nach den Abgabewirkungen sollen noch einmal kurz die ökonomischen Wirkungen der Rückerstattung diskutiert werden (siehe dazu auch Kapitel 2.6):

- Die Rückerstattung an die Haushalte wird pro Kopf vorgenommen. Es handelt sich hier also um eine pauschale Rückerstattung. Diese Rückerstattung hat Einfluss auf das verfügbare Einkommen der Haushalte und beeinflusst so das Nachfrageverhalten. Weitere erwähnenswerte „posi-

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

tive“ Wirkungen (z.B. Beeinflussung der Arbeitsentscheidung) wird diese Art von Rückerstattung aber kaum haben.

- Die Rückerstattung an die Produzenten wird gemäss AHV-Lohnsumme vorgenommen. Die vom Produzenten zu bezahlenden Sozialabgaben auf dem Faktor Arbeit werden gesenkt. Dies wird dazu führen, dass die Produzenten mehr Arbeit nachfragen werden, da diese im Vergleich zum Kapital und vor allem im Vergleich zur Energie billiger geworden ist.

Die obigen direkten Wirkungen der Rückerstattung lösen weitere indirekte Effekte aus. So kann z.B. durch die Veränderung der relativen Preise des Faktors Arbeit die relative Wettbewerbsposition der Branchen gestärkt oder geschwächt werden.

Die Einsparinvestitionen in den Zielperioden werden aus dem Durchschnitt der jährlichen wertmässigen Energieeinsparungen errechnet, da energetische Einsparungen in den Zieljahren zu einem grossen Teil aus Investitionen der Vorperioden resultieren. Insgesamt entspricht im Grundszenario das jährliche Investitionsvolumen den durchschnittlichen Einsparungen zuzüglich den in den Zielperioden gewährten Fördermitteln. Dadurch erhöht sich die Nachfrage nach Ausrüstungs- und Bauinvestitionen.

Private Haushalte tätigen annahmegemäss keine Ausrüstungsinvestitionen. Deren Nachfrage nach energiesparenden Geräten und Maschinen erhöht entsprechend den privaten Verbrauch. Bauinvestitionen der privaten Haushalte erhöhen sowohl die Nachfrage nach diesen Investitionen, als auch die Nachfrage des Sektors Immobilien, der modelltheoretisch die Miete für Eigenheime enthält.

Die Wirtschaftssubjekte können die Energieeinsparungen also realisieren, wenn sie Investitionen tätigen. Diese führen in der Folge zu einer Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage. Der Rückgang des Benzinverbrauchs der privaten Haushalte resultiert im Unterschied dazu nach Einschätzung von Experten aber aus einem niedrigeren Kraftstoffverbrauch der Pkw. Zum Teil werden kleinere und damit auch billigere Autos gekauft, zum Teil aber auch Pkw mit einem

geringeren spezifischen Verbrauch bei gleicher Grösse, die wegen der aufwendigeren Motorentchnik teurer sind.

Die getätigten Einsparinvestitionen der Wirtschaftsbereiche werden paritätisch auf Bau- und Ausrüstungsinvestitionen verteilt. Im Gebäude- und Wärmebereich wird eine technologische Offensive postuliert. Es wird unterstellt, dass im Durchschnitt alle neugebauten und sanierten Gebäude aus betriebswirtschaftlicher Sicht energetisch optimal gebaut werden.

Im Verkehrsbereich wird eine Umlenkung eines Teils des Personenverkehrs von der Strasse auf die Schiene erwartet, was eine Erhöhung der Nachfrage nach Dienstleistungen der Bahn nachsichzieht. Nach Angaben der Expertengruppe zu den Perspektiven der Energienachfrage des Verkehrs³, wird bis in 10 Jahren mit einer angebotswirksamen Nachfragesteigerung im Personenverkehr der Bahn von gut 5 % gerechnet.

5.3.2 Die Modellierung des Grundszenarios

Die Modellierung der Szenarien erfolgt im wesentlichen in drei Schritten:

- I. Die Veränderung der Produktionsfunktionen der Sektoren durch den geringeren Energieeinsatz und die daraus resultierende Veränderung der Verflechtungsmatrix wird mit dem Verfahren des Quantor Fortschreibungsmodells (Kap. 4.5.2) berechnet.
- II. Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage wird u.a. durch die Energieeinsparinvestitionen beeinflusst. Die Auswirkungen werden mit dem klassischen Leontief-Modell berechnet.
- III. Verknüpfung des Gesamt-Output-Vektors x des Leontief-Modells mit dem Arbeitsmarktmodell.

Tabelle 5-1 stellt die wichtigsten Resultate der Modellrechnung für das Grundszenario zusammen.

³Infras AG, 1996.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Tab. 5-1

Veränderung der
Endverwendung, der
Importe und der
Bruttoproduktion im
Grundscenario.

Branchen	ENDVER- WENDUNG SZENARIO	GESAMT- AUFKOMMEN SZENARIO	BRUTTOPRODUKTION		KÜRZUNG UM:
	Mio Fr.	Mio Fr.	SZENARIO Mio Fr.	VON 1990 Mio Fr.	
Prim Sektor	4419.2	17603.5	14472.6	14469.4	0.0%
Elektrizität	3994.1	8976.8	7925.8	7819.4	-1.4%
Gas	512.8	1275.6	713.8	703.5	-1.5%
Wasser	1814.0	2259.7	2259.7	2259.5	0.0%
Mineralöl	3113.7	7972.4	899.3	941.3	4.5%
Nahrungsmittel	15589.1	25399.0	22184.0	22183.5	0.0%
Getränke	3199.3	4152.7	2936.9	2936.8	0.0%
Tabak	2074.4	2556.9	2502.4	2502.3	0.0%
Textilien	3080.9	5382.0	3574.4	3601.7	0.8%
Bekleidung	6345.6	8011.6	2669.8	2669.2	0.0%
Holzbearbeit	231.9	2248.9	1435.6	1432.1	-0.2%
And Holzprod	8483.5	12346.5	10031.5	10023.5	-0.1%
Papier	1581.8	7090.5	4613.6	4629.5	0.3%
Graph Erzeugn	2830.5	12838.6	11483.2	11481.4	0.0%
Lederw Schuhe	1939.3	2314.7	882.6	882.4	0.0%
Chemie	20620.2	40097.0	27580.8	27699.8	0.4%
Kunst Kautsch	2702.2	8263.5	5303.7	5300.1	-0.1%
Stein Erd Bergb	877.7	10928.9	7714.1	7681.9	-0.4%
Metalle	12589.8	32215.0	22598.5	22583.8	-0.1%
Masch Fahrz	40806.6	79065.8	55748.0	56194.8	0.8%
Elektr Uhr sonst	39087.0	67369.0	46740.8	46375.7	-0.8%
Bauhauptgew	24236.4	28574.8	28520.6	28384.9	-0.5%
Ausbaugew	18025.2	21929.8	21928.0	21849.1	-0.4%
Grosshandel	22097.0	39409.6	39406.8	39410.7	0.0%
Detailhandel	18095.6	25086.2	25085.5	25091.6	0.0%
Gastgewerbe	17009.8	21940.4	21939.5	21939.1	0.0%
Bahnen Schiffe	1753.8	4986.6	4896.8	4856.5	-0.8%
OeV Agglomer	982.1	1063.4	1043.4	1019.7	-2.3%
Strassenverk	2499.0	10576.9	9996.8	10034.3	0.4%
Luftfahrt Rohrl	4500.6	7295.2	6031.2	6045.8	0.2%
PTT Nachricht	4126.3	10945.3	10190.8	10187.4	0.0%
Banken	19081.6	30779.2	30779.5	30764.8	0.0%
Versicherung	4822.2	7762.6	7770.3	7764.9	-0.1%
Immobilien	32048.5	35612.5	35610.1	35486.1	-0.3%
Leas Ber Verv	12622.0	49113.1	49093.8	49064.6	-0.1%
Unterr Wissen	4435.4	8477.4	7010.5	7008.7	0.0%
Gesundheitsw	6932.4	8711.0	8709.3	8708.1	0.0%
Nm Dienstleist	9389.4	9389.4	9389.4	9389.4	0.0%
Staat	48766.2	50673.8	50673.8	50665.5	0.0%
Sozialvers	2839.2	2839.2	2839.2	2839.2	0.0%
Total	430156.2	733535.1	625186.2	624881.9	0.0%

Insgesamt zeigt sich, dass die im Grundscenario beabsichtigten Massnahmen zu leicht positiven Effekten für die Schweizerische Volkswirtschaft führen. Der Bruttoproduktionswert nimmt gering auf 625'186 Mio Fr. zu. Insgesamt werden die negativen Nachfragewirkungen bei den Energiesektoren durch die Nachfragesteigerungen bei den übrigen Sektoren

5.3 DIE BERECHNUNG DES GRUNDSZENARIOS

leicht überkompensiert, so dass die gesamtwirtschaftliche Nachfrage im Saldo steigt. Abbildung 5-1 zeigt die unmittelbaren Auswirkungen auf die Produktion.

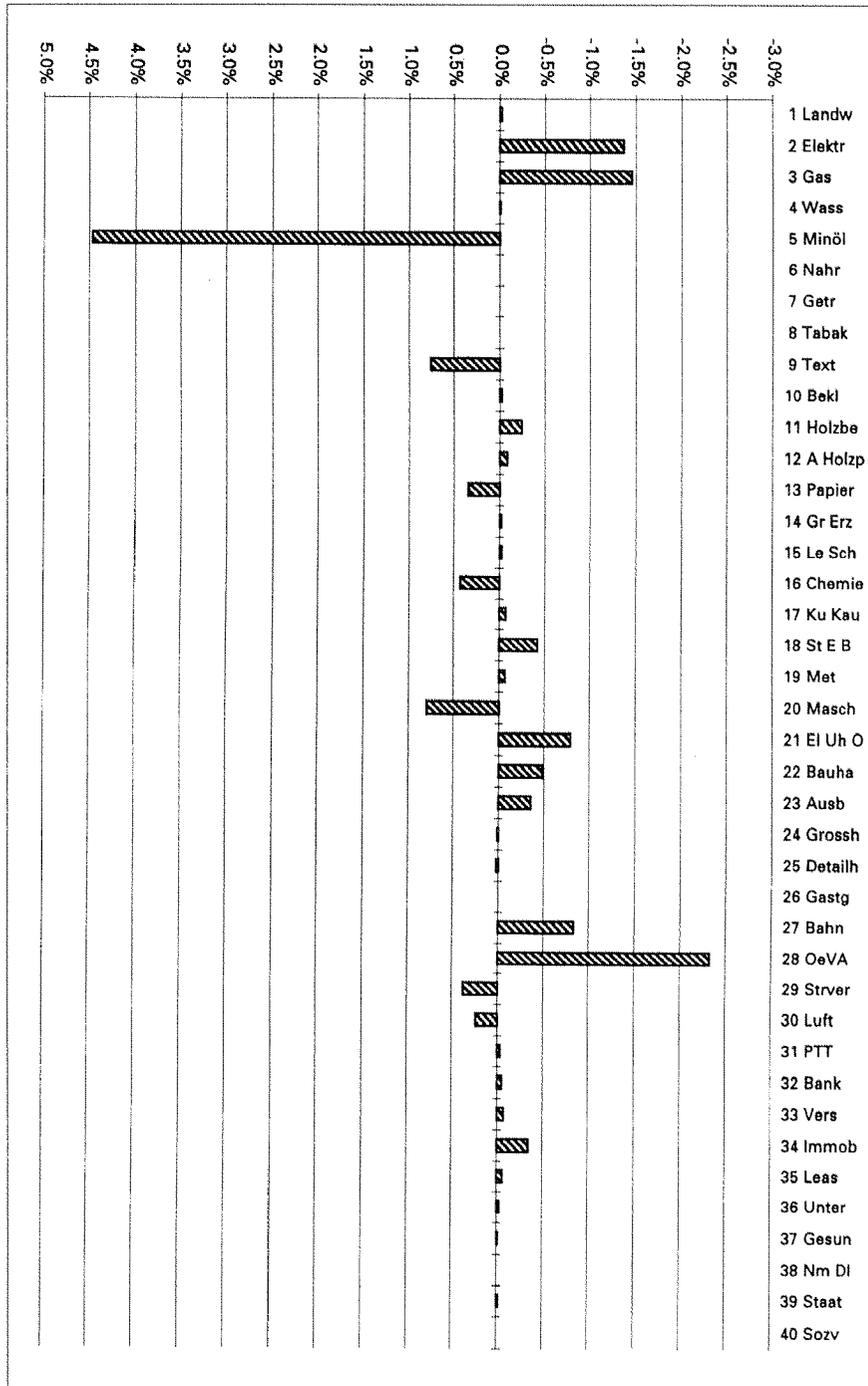


Abb. 5-1
Auswirkungen der ökologischen Steuerreform auf die inländische Produktion im Grundszenario.

Im wesentlichen wirken drei Faktoren verändernd auf die Bruttonproduktion:

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

- Der Kapitalstock der Wirtschaft wird durch die Einsparinvestitionen erhöht. Infolge dessen steigen die Abschreibungen der Sektoren, die ein Teil der Wertschöpfung sind.
- Um die wachsende Nachfrage befriedigen zu können, müssen die Sektoren ihre Produktion erhöhen. Demzufolge steigen Vorleistungsinputs und die Wertschöpfung.
- Die Verflechtung der Volkswirtschaft bewirkt eine Zunahme der intermediären Nachfrage, die wiederum zu positiven Effekten bei der Wertschöpfung führt.

In Abbildung 5-1 lassen sich klare „Gewinner-“ und „Verliererbranchen“ unterscheiden. Mit einem Produktionsrückgang von 4,5 % trifft es nicht überraschend die Mineralölindustrie am härtesten, gefolgt von der Textilbranche, den Papierherstellern, der Chemie und der Maschinen- und Fahrzeugindustrie. Zu den „Gewinnerbranchen“ zählen vor allem der Öffentliche Verkehr, die Elektronikindustrie, das Baugewerbe aber auch die Elektrizitäts- und Gasindustrie.

Nachfolgend werden die Resultate einzelner „Verlierer-“ und „Gewinnbranchen“ kommentiert.

Verliererbranchen

- *Textil* (Bruttoproduktionswert = 3,6 Mrd./Jahr; 26'800 Arbeitsplätze): Mit einem inländischen Produktionsrückgang von gut 0,8 % trifft es die Textilindustrie nach der Mineralölindustrie am härtesten. Die Abgabebelastung wirkt sich besonders stark aus, da die Textilindustrie eine der energieintensivsten Branchen ist. Die direkte Energieintensität⁴ beträgt in dieser Branche 4,9 %. Diese Abgabebelastung wird durch die Rückerstattung über die AHV-Lohnsumme nur zu einem Teil kompensiert, da der Textilsektor mit einer Arbeitsintensität⁵ von 37,7 % nur leicht über dem Durchschnitt des Industriesektors (28 %) liegt. Einer relativ massiven Belastung der Abgabe steht nur eine leicht überdurchschnittliche Rückerstattungsleistung gegenüber. Dank der Ausnahmeregelung wird die direkte Belastung aber nicht über 1 % des Bruttoproduktionswertes steigen.

Weiter ist zu beachten, dass die vom Textilsektor nachgefragten Vorleistungen ebenfalls sehr energieintensiv sind.

⁴ Ausgaben für Energie pro Bruttoproduktionswert

⁵ Anteil der Faktorkosten für Arbeit im Verhältnis zum Bruttoproduktionswert.

Berechnet man die totale Energieintensität für die Textilbranche, so kommt zur direkten Energieintensität von 4.9 % noch die indirekte Energieintensität von 2.3 % dazu⁶. Die totale Energieintensität für die Textilbranche beträgt demnach 7.2%.

Die negative Reaktion auf diese Nettobelastung fällt trotz Ausnahmeregelung etwas stark aus, weil die Textilindustrie stark exportabhängig ist. Mit einer Exportquote⁷ von 56 % gehört diese Branche zu den vier exportsensibelsten Branchen. Die Exporte nehmen stärker ab als die inländische Produktion, d.h. die Wettbewerbsposition wird geschwächt.

- *Papier* (Bruttoproduktionswert = 4.63 Mrd./Jahr; 14'600 Arbeitsplätze): Auch die Papierindustrie gehört zu den energieintensivsten Branchen. Die Energieintensität beträgt 4.5 % und die totale Energieintensität (inkl. Vorleistung) ist mit 7.8 % sogar höher als in der Textilindustrie. Mit einer Arbeitsintensität von 34 % kann die Papierindustrie von der Rückerstattung noch weniger profitieren als die Textilindustrie.

Dass die Einbussen in der inländischen Produktion bei der Papierindustrie mit 5 % kleiner sind als in der Textilindustrie, ist auf die geringere Exportabhängigkeit zurückzuführen. Aufgrund der geringeren Exportquote wirkt sich eine Exportabnahme weniger stark aus als in der Textilindustrie. Die Exportquote ist mit 27 % nur etwa halb so gross wie diejenige der Textilindustrie.

- *Chemie* (Bruttoproduktionswert = 27.7 Mrd./Jahr; 65'200 Arbeitsplätze): Die Chemie hat eine direkte Energieintensität von 1.6 % und eine indirekte Energieintensität von 2.2 %. Die relativ höhere Abgabebelastung kann durch die Rückerstattung nicht kompensiert werden, da die Arbeitsintensität mit 20 % weit unter dem Durchschnitt der Industrie (27 %) liegt.

Die Chemie ist mit einer Exportquote von 67 % die exportsensibelste Branche. Die Nettobelastung (Abgabe minus Rückerstattung) führt denn auch zu einem Rückgang der Exporte. Als Folge nimmt auch die inländische Produktion um rund 0.4 % ab. Der Rückgang der inländischen Produktion an der Binnennachfrage kann nur zum Teil durch

⁶ Die direkte Energieintensität berücksichtigt nicht, dass die Vorleistungen auch schon Energie enthalten („graue Energie“). Die Energieintensität, die in den Vorleistungen steckt, bezeichnen wir als indirekte Energieintensität. Die direkte und indirekte Energieintensität entspricht der totalen Energieintensität. Diese totale Energieintensität wurde mit Hilfe der Leontief-Inversen der zugrundegelegten Input-Output-Tabelle für jede Branche berechnet (vgl. Tabelle xy in Anhang A)

⁷ Anteil des Exportes am Bruttoproduktionswert.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

„graue“ Importe aufgefangen werden. Die inländische Endnachfrage nimmt denn auch mit -0.6 % ab.

- *Maschinen- & Fahrzeugindustrie* (Bruttoproduktionswert = 56.2 Mrd./Jahr; 148'500 Arbeitsplätze): Die Maschinen- und Fahrzeugbaubranche gehört vielleicht etwas überraschend zu den Verlierern. Mit einer direkten Energieintensität von bloss 0.6 % liegen die monetären Belastungen für die Energieausgaben unter dem Durchschnittswert von 1.9 %. Mit einer Arbeitsintensität von 26.7 % kann die Branche aber auch nicht mit hohen Rückerstattungen rechnen. Tatsächlich scheint in den ersten 5 Jahren nach Einfuhr der Energiesteuern, die Nachfrage nach Fahrzeugen auch um rund 4 % zurückzugehen. Erst längerfristig ist dann mit einer vermehrten Nachfrage nach neuen, energieeffizienteren Fahrzeugen zu rechnen.

Gewinnerbranchen

- *Elektrotechnik, Optik, Uhren* (Bruttoproduktionswert = 46.4 Mrd./Jahr; 238'800 Arbeitsplätze): Diese Branche liegt mit einer direkten Energieintensität von 0.5 % und einer indirekten Energieintensität von 1.8 % weit unter dem Durchschnitt der gesamten Industrie. Die Arbeitsintensität von 27 % liegt im Durchschnitt des Industriesektors; der Saldo ist für diese Branche deshalb positiv. Dies führt zu einer Verbesserung der Wettbewerbsposition, was einen Zuwachs der Exporte (0.5 %) bewirkt. Da diese Branche mit 56 % relativ exportsensibel ist, schlägt dieses Exportwachstum stark auf die inländische Produktion durch. Zusätzlich steigt auch die inländische Nachfrage nach energieeffizienten Geräten aus dieser Branche um 0.9 %.
- *Bauhauptgewerbe, Ausbaugewerbe* (Bruttoproduktionswert = 50.2 Mrd./Jahr, 310'374 Arbeitsplätze): Mit durchschnittlicher indirekter und direkter Energieintensität von 1.6 % aber mit der höchsten Arbeitsintensität aller Branchen profitiert das Baugewerbe zunächst einmal von den Rückerstattungen. Wesentliche Wachstumsimpulse kommen jedoch aus der grossen inländischen Nachfragesteigerung im Bereich Wohnbausanierungen, mit einem Wachstum von 0.5 % – Tendenz steigend. Wegen den be-

scheidenen Import- und Exportquoten (um 0.5 %), ist diesbezüglich mit keinen Transfereffekten zu rechnen.

- *Elektrizitäts- und Gasindustrie* (Bruttoproduktionswert = 8.5 Mrd./Jahr; 3200 Arbeitsplätze): Durch die Förderung der Erdgasheizungen und der Wärmepumpen zur Substitution der Ölheizungen steigen die Bruttoproduktionswerte in diesen Branchen um rund 1.5 %. Wegen unterdurchschnittlichen Energie- und Arbeitsintensitäten resultieren keine Rückerstattungsüberschüsse. Das gesamte Wachstum kann somit auf die gesteigerte End- und Vorleistungsnachfrage zurückgeführt werden.

5.3.3 Auswirkungen auf die Arbeitsplätze

Abschliessend wird in der folgenden Tabelle 5-2 und in Abbildung 5-3 die Entwicklung der Beschäftigung in unterschiedenen den Branchen aufgezeigt. Dabei spielen wie in den theoretischen Betrachtungen in Kapitel 2 angesprochen, folgende Haupteffekte eine dominierende Rolle und sind in den Berechnungen berücksichtigt worden:

- Die Energieabgabe verteuert die Energie. Die Unternehmen werden versuchen, mit weniger Energie zu produzieren. Sie werden ihren Produktionsprozess dahingehend längerfristig anpassen, dass sie mehr Arbeit, Kapital oder andere Vorleistungen anstelle von Energie einsetzen. Die erhöhten Energiepreise werden somit u.a. zu einer Substitution von Energie durch Arbeit führen.
- Verstärkt wird dieser Substitutionsprozess durch die Rückerstattung an die Unternehmen, die via AHV-Lohnsumme vorgenommen wird. Dies bedeutet, dass die vom Unternehmen zu bezahlenden Sozialabgaben auf dem Faktor Arbeit gesenkt werden. Die Unternehmen werden dadurch mehr Arbeit nachfragen, da diese im Vergleich zu Kapital und Energie billiger geworden ist.
- Die Erhöhung des Kapitalstocks führe nicht direkt zu einer Veränderung der Arbeitsproduktivitäten, da hierüber keine eindeutige Aussage getroffen werden kann. *Die Entwicklung der Beschäftigung wird demnach nur von der nachfragebedingten Entwicklung der Wertschöpfung beeinflusst*, insofern als bei konstanten Arbeitsproduktivitäten

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

täten aus einer Veränderung der Wertschöpfung eine Veränderung der Beschäftigtenzahl folgt.

Branchen	Szenario	1990	Änderung
Primärer Sektor (Landwirtschaft)	131489	131459	29
Elektrizitätsversorgung	20872	20592	280
Gasversorgung	1943	1915	28
Wasserversorgung	1281	1281	0
Mineralölverarbeitung	410	429	-19
Nahrungsmittelherstellung	51299	51297	1
Getränkeherstellung	7121	7121	0
Tabakherstellung	2955	2955	0
Textilherstellung	26597	26800	-203
Herstellung Bekleidung, Wäsche	19201	19196	4
Holzbearbeitung	6289	6274	15
Holzwaren-, Möbelfabrikation	57039	56993	46
Herstellung Papier	14605	14655	-50
Graphisches Gewerbe, Verlagswesen	59283	59274	9
Herstellung von Lederwaren und Schuhen	7098	7096	2
Chemische Industrie	65235	65517	-282
Kunststoff, Kautschukherstellung	20642	20628	14
Steine, Erden, Bergbau	29685	29561	124
Metallindustrie	103267	103199	68
Maschinen-, Fahrzeugbau	147287	148468	-1180
Elektronik, Uhren, Optik	240683	238803	1880
Bauhauptgewerbe	176279	175440	839
Ausbaugewerbe	135421	134934	487
Grosshandel	172619	172636	-17
Detailhandel	301609	301682	-73
Gastgewerbe	151587	151585	2
Bahnen, Schiffe	54214	53768	446
OeV Strasse und Agglomerationen	11529	11267	262
Strassenverkehr	81636	81943	-307
Luftfahrt, Rohrleitungen	23621	23678	-57
PTT, Nachrichten	68519	68497	23
Banken	134195	134131	64
Versicherungen	56969	56930	39
Immobilien	23479	23397	82
Leasing, Beratung, Verkehrsvermittlung	341883	341679	203
Unterricht, Wissenschaft	195800	195747	52
Gesundheitswesen	177857	177832	25
Nichtmarktorientierte Dienstleistungen	31456	31456	0
Staat	136485	136462	22
Sozialversicherungen	5624	5624	0
Unbekannt	116052	115727	325
Gesamt	3411112	3407929	3184

Tab. 5-2

Veränderung der Beschäftigtenzahlen nach Branchen im Grundszenario nach 5 Jahren.

5.3 DIE BERECHNUNG DES GRUNDSZENARIOS

Gesamtwirtschaftlich betrachtet sind durch die Zunahme der Wertschöpfung bzw. des Brutton Produktionswertes positive Effekte auf die Beschäftigung zu verzeichnen. Dabei sind zwei gegenläufige Effekte zu beobachten, bei denen der positive Beschäftigungseffekt in der Summe aber überwiegt. Der Arbeitsplatz-Gewinn ist allerdings relativ bescheiden: rund 3200 Arbeitsplätze in 5 Jahren.

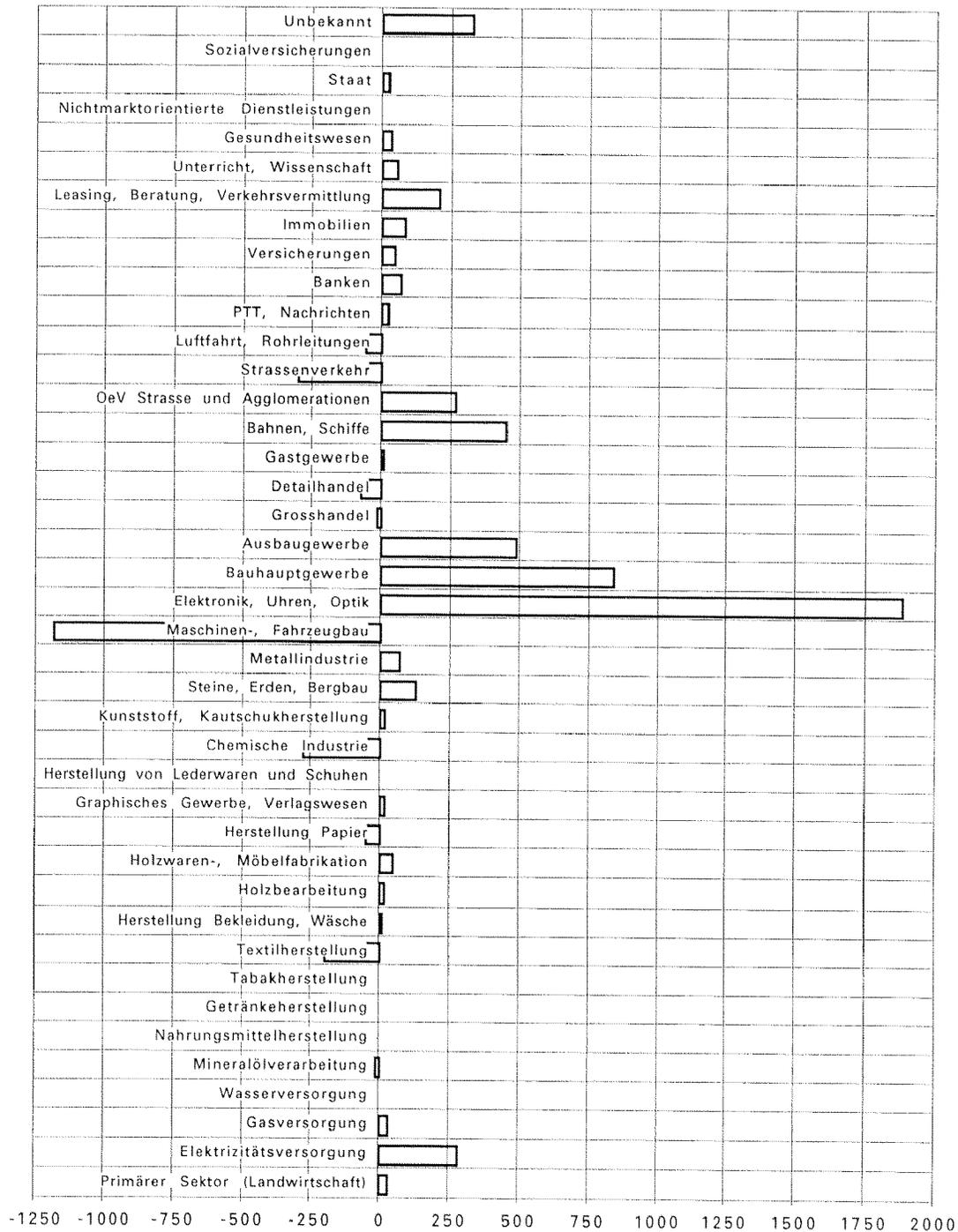


Abb. 5-2

Veränderung der Beschäftigungszahlen nach Branchen.

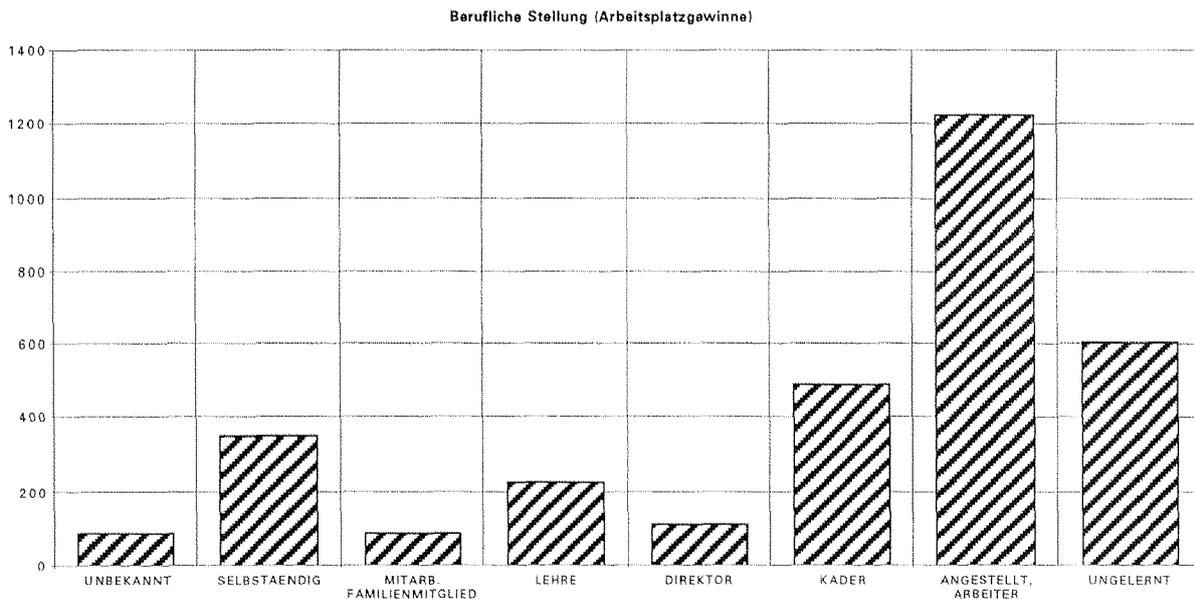
5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Insbesondere im Maschinen- und Fahrzeugbau ist ein negativer Effekt auf die Beschäftigung zu verzeichnen. Trotz einer durchschnittlichen Arbeitsintensität wirkt sich die Verringerung der Bruttoproduktion um 0.8 % auf die grosse Anzahl der 148'500 Arbeitsplätze zahlenmässig relativ stark aus (-1180). In der Textil- und Papierindustrie hingegen gehen verhältnismässig wenig Arbeitsplätze verloren (Textil -200; Papier -50).

Markante Zuwächse bei der Beschäftigung sind in der Elektronik-, Optik- und Uhrenbranche, dem Baugewerbe und den Öffentlichen Verkehrsmitteln zu beobachten. Mit beinahe 250'000 Arbeitsplätzen gehört die Elektronik-, Optik- und Uhrenbranche zu den grössten Arbeitgebern. Trotz unterdurchschnittlicher Arbeitsintensität (21.9 %) wirkt sich die Produktionszunahme in einer Vergrösserung der Arbeitsplatzzahl von rund 1900 aus. Folgende Abbildung zeigt, dass die Produktionserweiterungen und die daraus neu geschaffenen Arbeitsplätze im Baugewerbe nicht nur aus ökonomischer, sondern auch aus sozialpolitischer Sicht noch weitere positive Effekte aufweisen.

Abb. 5-3

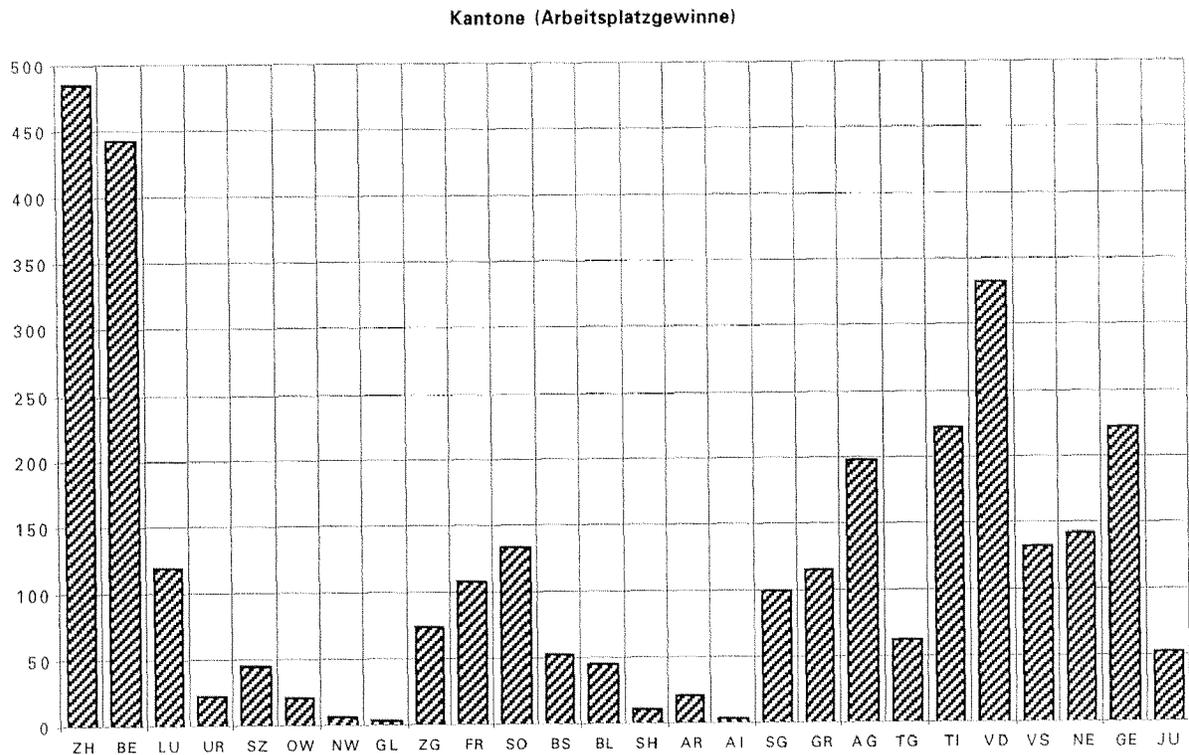
Auswirkungen auf die Beschäftigungszahlen nach der Stellung im Beruf. 5 Jahre nach Einführung der Energiesteuern.



Mit einem verhältnismässig hohen Anteil an ungelerten Arbeitskräften in der Baubranche, profitieren durch den Zuwachs von Arbeitsplätzen für Ungelernte, auch unterprivilegierte Personen von der Steuerreform. Und in folgender

5.3 DIE BERECHNUNG DES GRUNDSZENARIOS

Abbildung 5-4 zeigt die Verteilung der neuen Arbeitsplätze nach Kantonen, dass neben den Kantonen Zürich (+486) und Bern (+443) auch die Westschweiz zu den Gewinnern zählt.

**Abb. 5-4**

Arbeitsplatzgewinne in den verschiedenen Kantonen im Grundscenario. $\Delta t = 5$ Jahre.

5.4 Die Alternativszenarien

Wir haben bereits in Kapitel 5.2 auf den hypothetischen Charakter von Szenarien hingewiesen und dass die Resultate des Grundszenarios eine mögliche zukünftige Entwicklung beschreiben – jedoch nicht die einzig mögliche. Wohlverstanden, wir stellen den Wahrheitsgehalt des Grundszenarios nicht grundsätzlich in Frage, ziehen aber wohl in Betracht, dass bei einer Veränderung von gewissen sensiblen Schlüsselparametern das untersuchte ökonomische System einen etwas anderen Entwicklungspfad beschreiten kann.

Zwei denkbare Alternativen wollen wir, ausgehend vom Grundszenario, simulieren und so den Möglichkeitsraum einer zukünftigen Entwicklung erweitern:

- Im ersten Alternativszenario untersuchen wir eine von staatlicher Seite geführte Bildungs-, Forschungs- und Entwicklungsoffensive (Offensivszenario) wohingegen
- im zweiten Alternativszenario ein verringertes Wirtschaftswachstum unterstellt wird (Konjunkturszenario).

5.4.1 Offensivszenario

Wissenschaft und Forschung sind für das Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung von zentraler Bedeutung. Um den insbesondere in den Kapiteln 31 und 35 der Agenda 21⁸ erhobenen Forderungen nachzukommen, haben sich Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in allen Bereichen in erster Linie auf die Ziele der nachhaltigen Entwicklung auszurichten. Mit ihrer langfristigen Arbeitsweise und dank ihrer Fähigkeit zur Früherkennung von Problemen stellt die Forschung ein wichtiges Instrument zur Bewältigung der regionalen und weltweiten Umwelt- und Entwicklungsprobleme dar⁹.

Ziele

- Langfristige Unterstützung einer interdisziplinären Forschung, die auf genau definierte Probleme ausgerichtet ist und dazu beiträgt, ganzheitliche Lösungen zu finden;
- Verstärkte Ausrichtung von Wissenschaft und Forschung auf die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und auf nachhaltige Entwicklung;

⁸ siehe Originaltext im Anhang B

⁹ dazu auch in: IDARio, 1997; BfS und BUWAL, 1997: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz.

- Stärkung der entwicklungspolitischen Dimension in der Wissenschaftspolitik;
- Förderung des Dialogs und des Austausches zwischen Forschenden und Anwendenden bezüglich Forschungsbedarf.

Massnahmen

Grundsätzlich werden 10 % der Rückerstattungsbeiträge (ca. 400 Mio. Fr.) statt pauschal an die Haushalte und an die Industrie gezielt zur Förderung von Bildung, Forschung und Entwicklung investiert.

- Aufstockung der finanziellen Zuwendungen an die Forschungsförderungsinstitutionen (z.B. Nationalfond, Hochschulen), die den Zielen mit entsprechenden Strukturanpassungen, Prioritätenbildungen zusätzlichem Mitteleinsatz und Mittelverschiebungen begegnen;
- Weiterer Ausbau der schon bestehenden Aktivitäten, welche sich bewährt haben, wie z.B. das Schwerpunktprogramm Umwelt (SPPU), das Forum für Klima Global Change (ProClim) oder etwa das partnerschaftliche Programm „The Alliance for Global Sustainability“ zwischen der ETH, dem MIT und der University of Tokyo;
- Gezielte Unterstützung für den Ausbau der Forschungskapazitäten und der Weiterentwicklung von Techniken zur rationellen Energiewandlung (z.B. Brennstoffzellen), zur Nutzung erneuerbarer Energien oder zur Entwicklung neuer Mobilitätsformen;

Die Modellierung des Offensivszenarios

Tabelle 5-3 zeigt die Simulationsergebnisse der Modellrechnung. Auch in diesem Szenario nimmt der Bruttoproduktionswert leicht zu, nur unbedeutend weniger als im Grundzenario, auf insgesamt 625'116 Mio. Fr. Von Interesse ist primär, in welchem Ausmass sich die Verlagerung der Rückerstattungen auf die Branchen auswirkt.

Wir erkennen eine markante Zunahme im Sektor Unterricht & Wissenschaft, welcher aus den direkten Zuschüssen aus den Rückerstattungen stammen. Durch zweckgebundene

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Branchen	ENDVER- WENDUNG SZENARIO	GESAMT- AUFKOMMEN SZENARIO	BRUTTOPRODUKTION		KÜRZUNG UM:
	Mio Fr.	Mio Fr.	SZENARIO Mio Fr.	VON 1990 Mio Fr.	
Prim Sektor	4416.3	17596.1	14465.2	14469.4	0.0%
Elektrizität	3957.7	8938.0	7887.0	7819.4	-0.9%
Gas	518.8	1287.4	728.4	703.5	-3.5%
Wasser	1814.0	2259.6	2259.6	2259.5	0.0%
Mineralöl	3113.7	7961.4	887.4	941.3	5.7%
Nahrungsmittel	15589.1	25396.7	22181.7	22183.5	0.0%
Getränke	3199.3	4152.5	2936.7	2936.8	0.0%
Tabak	2074.4	2556.6	2502.1	2502.3	0.0%
Textilien	3078.7	5379.9	3572.2	3601.7	0.8%
Bekleidung	6345.6	8011.4	2669.7	2669.2	0.0%
Holzbearbeit	231.9	2249.4	1436.0	1432.1	-0.3%
And Holzprod	8483.5	12346.7	10031.7	10023.5	-0.1%
Papier	1581.8	7097.2	4620.3	4629.5	0.2%
Graph Erzeugn	2830.5	12885.0	11529.6	11481.4	-0.4%
Lederw Schuhe	1939.3	2315.2	883.1	882.4	-0.1%
Chemie	20529.3	39961.5	27445.3	27699.8	0.9%
Kunst Kautsch	2702.2	8267.4	5307.6	5300.1	-0.1%
Stein Erd Bergb	874.4	10919.3	7698.5	7681.9	-0.2%
Metalle	12521.8	32136.3	22519.9	22583.8	0.3%
Masch Fahrz	40977.6	79327.4	56009.7	56194.8	0.3%
Elektr Uhr sonst	39066.8	67371.3	46779.2	46375.7	-0.9%
Bauhauptgew	24236.4	28565.4	28511.1	28384.9	-0.4%
Ausbaugew	18042.4	21938.2	21936.3	21849.1	-0.4%
Grosshandel	22018.7	39325.9	39323.1	39410.7	0.2%
Detailhandel	18082.9	25074.2	25073.5	25091.6	0.1%
Gastgewerbe	17009.8	21936.6	21935.7	21939.1	0.0%
Bahnen Schiffe	1747.0	4974.6	4884.8	4856.5	-0.6%
OeV Agglomer	977.4	1058.7	1038.7	1019.7	-1.9%
Strassenverk	2514.4	10588.6	10008.5	10034.3	0.3%
Luftfahrt Rohrl	4454.0	7246.5	5982.5	6045.8	1.0%
PTT Nachricht	4126.3	10944.1	10189.5	10187.4	0.0%
Banken	19081.6	30765.5	30765.8	30764.8	0.0%
Versicherung	4822.2	7758.1	7765.8	7764.9	0.0%
Immobilien	31926.2	35488.7	35486.4	35486.1	0.0%
Leas Ber Verv	12622.0	49096.3	49077.0	49064.6	0.0%
Unterr Wissen	4569.1	8614.2	7147.3	7008.7	-2.0%
Gesundheitsw	6932.4	8711.0	8709.2	8708.1	0.0%
Nm Dienstleist	9389.4	9389.4	9389.4	9389.4	0.0%
Staat	48797.5	50701.5	50701.5	50665.5	-0.1%
Sozialvers	2839.2	2839.2	2839.2	2839.2	0.0%
Total	430035.4	733432.9	625115.8	624881.9	0.0%

Tab. 5-3

Veränderungen der End-
verwendung und der
Bruttoproduktion im Of-
fensivscenario

Rückerstattungen an industrielle Forschungs- und Entwick-
lungsprojekte, können v.a. die Sektoren Maschinen und Fahr-
zeugbau und die Elektrotechnik von der Offensiv-Strategie

5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN

profitieren. Abbildung 5-6 stellt die Veränderungen der Bruttoproduktion dem Grundscenario gegenüber.

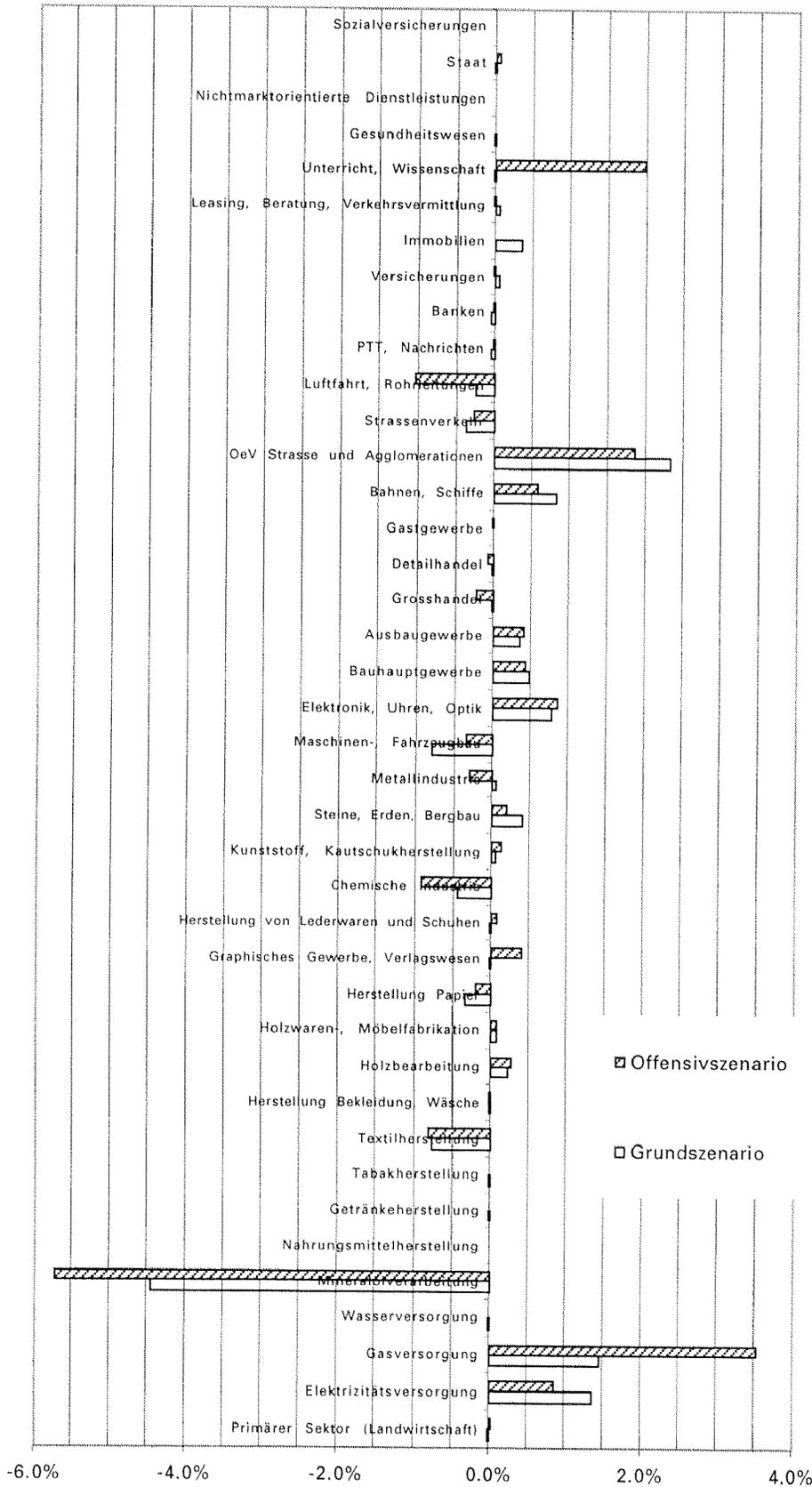


Abb. 5-6 Vergleich der Auswirkungen auf die Bruttoproduktion zwischen Grund- und Offensivscenario. $\Delta t = 5$ J.

Verliererbranchen

- *Chemische Industrie*: Sie leidet besonders unter den Kürzungen der Rückerstattungen, da sie diese nicht mit Kompensationen im Bereich Forschung und Entwicklung kompensieren kann.
- *Mineralölverarbeitung*: Die reduzierten Rückerstattungen an die Haushalte führen nun offensichtlich dazu, dass die Nachfrage nach Erdölprodukten noch etwas mehr zurück geht (-5.7 %) als im Grundszenario (-4.5 %). Nach 5 Jahren seit Einführung der Energiesteuer stehen nun durch die Förderung von Forschung und Entwicklung schneller zur Marktreife gebrachte energieeffiziente Maschinen und Apparate im Einsatz, die einen weiteren Nachfragerückgang nach Mineralöl verursachen. Ein Teil dieses Rückganges wird zwar durch eine Zunahme des Gasverbrauchs kompensiert.

Gewinnerbranchen

- *Gasversorgung*: Es gelangen schnell neue, energieeffiziente Gasbrenner und gasbetriebene Wärmepumpen auf den Markt, die den Gasverbrauch kurzfristig ansteigen lassen. Allerdings ist der Preis pro kWh Erdgas mit rund 5 Rp. etwas teurer als die Kilowattstunde die aus Mineralöl gewonnen wird (4 Rp./kWh). Der Zunahme des Bruttoproduktionswertes um 24.9 Mio. Fr. steht zudem eine Abnahme um 53.9 Mio. Fr. im Mineralölsektor gegenüber, so dass netto von einer Senkung des Verbrauchs von nicht erneuerbaren Energieträgern gesprochen werden kann.
- *Unterricht, Wissenschaft* (Bruttoproduktion = 7 Mrd./Jahr; 195'750 Arbeitsplätze): Rund 140 Mio. Fr. fliessen aus den Rückerstattungen direkt in den Bildungssektor. Mit der überdurchschnittlichen Arbeitsintensität von 38.8 % ist mit entsprechend positiven Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt zu rechnen.
- *Maschinen- und Fahrzeugbau*: Dieser profitiert dank Forschungs- und Entwicklungszuschüssen von rund 250 Mio. Fr. am meisten von der Bildungsoffensive. Dank „first-mover-Effekt“ gehen die Exporte entgegen dem Grundszenario kaum mehr zurück. Längerfristig ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen.

Auswirkungen auf die Arbeitsplätze

Wieder interessiert uns natürlich jetzt die Frage, in welchem Ausmass im Offensivszenario die Energie durch Arbeit substituiert wird. Tabelle 5-4 und Abbildung 5-7 zeigen die Entwicklung der Beschäftigung in den verschiedenen Branchen.

Branchen	Szenario	1990	Änderung
Primärer Sektor (Landwirtschaft)	131421	131459	-38
Elektrizitätsversorgung	20770	20592	178
Gasversorgung	1982	1915	68
Wasserversorgung	1281	1281	0
Mineralölverarbeitung	405	429	-25
Nahrungsmittelherstellung	51293	51297	-4
Getränkeherstellung	7120	7121	0
Tabakherstellung	2955	2955	0
Textilherstellung	26581	26800	-219
Herstellung Bekleidung, Wäsche	19200	19196	4
Holzbearbeitung	6291	6274	17
Holzwaren-, Möbelfabrikation	57040	56993	47
Herstellung Papier	14626	14655	-29
Graphisches Gewerbe, Verlagswesen	59523	59274	249
Herstellung von Lederwaren und Schuhen	7101	7096	5
Chemische Industrie	64915	65517	-602
Kunststoff, Kautschukherstellung	20657	20628	29
Steine, Erden, Bergbau	29625	29561	64
Metallindustrie	102907	103199	-292
Maschinen-, Fahrzeugbau	147978	148468	-489
Elektronik, Uhren, Optik	240881	238803	2078
Bauhauptgewerbe	176220	175440	780
Ausbaugewerbe	135472	134934	539
Grosshandel	172252	172636	-384
Detailhandel	301465	301682	-217
Gastgewerbe	151561	151585	-24
Bahnen, Schiffe	54081	53768	313
OeV Strasse und Agglomerationen	11477	11267	210
Strassenverkehr	81732	81943	-211
Luftfahrt, Rohrleitungen	23430	23678	-248
PTT, Nachrichten	68511	68497	14
Banken	134135	134131	4
Versicherungen	56936	56930	6
Immobilien	23397	23397	0
Leasing, Beratung, Verkehrsvermittlung	341765	341679	86
Unterricht, Wissenschaft	199620	195747	3872
Gesundheitswesen	177855	177832	23
Nichtmarktorientierte Dienstleistungen	31456	31456	0
Staat	136559	136462	97
Sozialversicherungen	5624	5624	0
Unbekannt	116082	115727	355
Gesamt	3414184	3407929	6255

Tab. 5-4

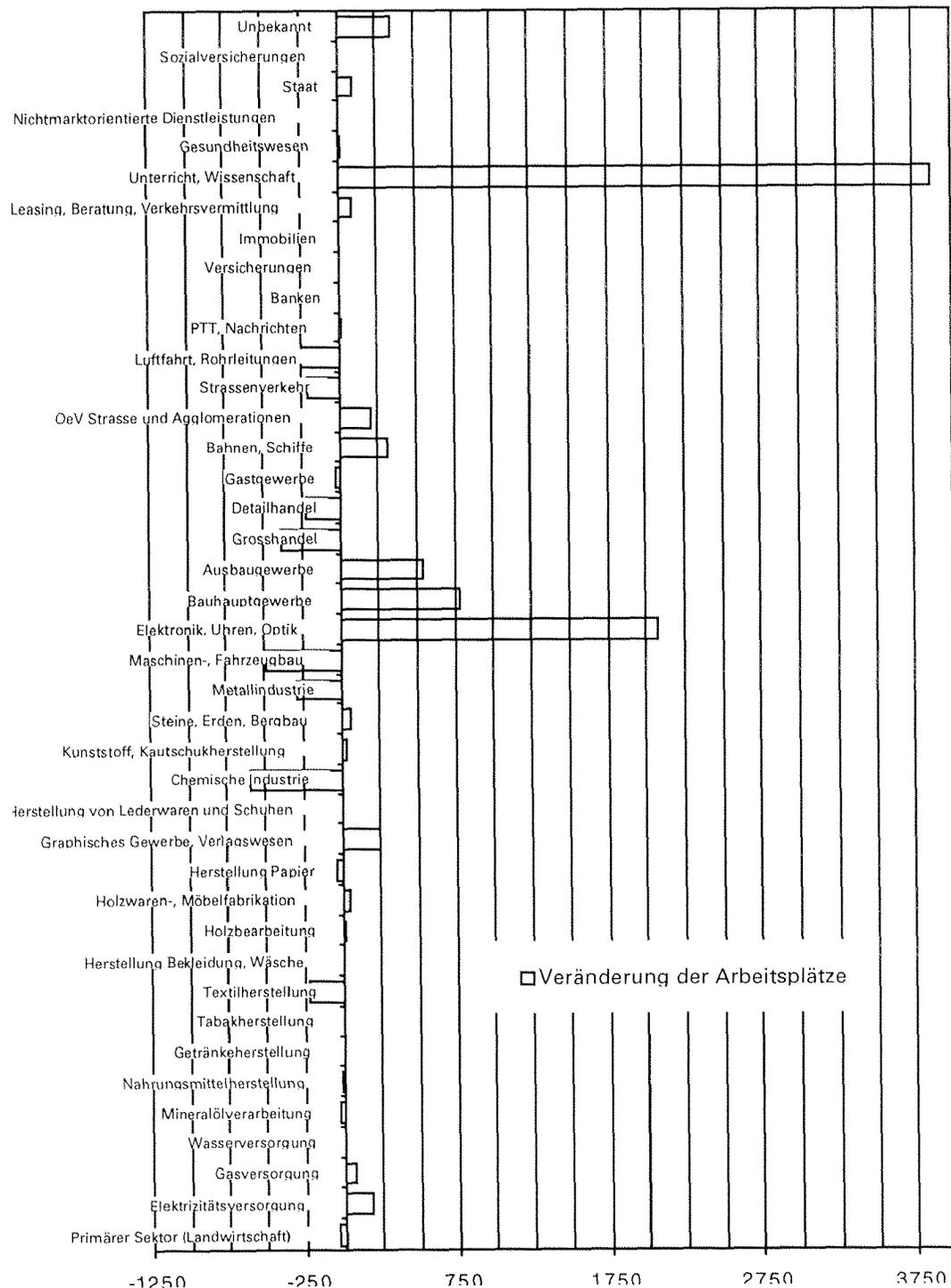
Veränderung der Zahl der Arbeitsplätze nach Branchen im Offensivszenario. $\Delta t = 5$ Jahre.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Der Arbeitsplatz-Gewinn ist mit rund 6200 in 5 Jahren beinahe doppelt so gross wie im Grundszenario. Erwartungsgemäss ist die Bildungsbranche mit ihrer hohen Arbeitsintensität der grösste Gewinner (+3800 gegenüber Grundszenario). In der Maschinen- und Fahrzeugindustrie werden die Arbeitsplatzverluste gegenüber dem Grundszenario mehr als halbiert.

Abb. 5-7

Veränderungen der Beschäftigungszahlen im Offensivszenario nach 5 Jahren



5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN

Das Baugewerbe kann seine Gewinne gegenüber dem Grundszenario dank dem Ausbaugewerbe halten. Letzteres profitiert von den zusätzlichen Investitionen im Bereich Gebäudeisolationen.

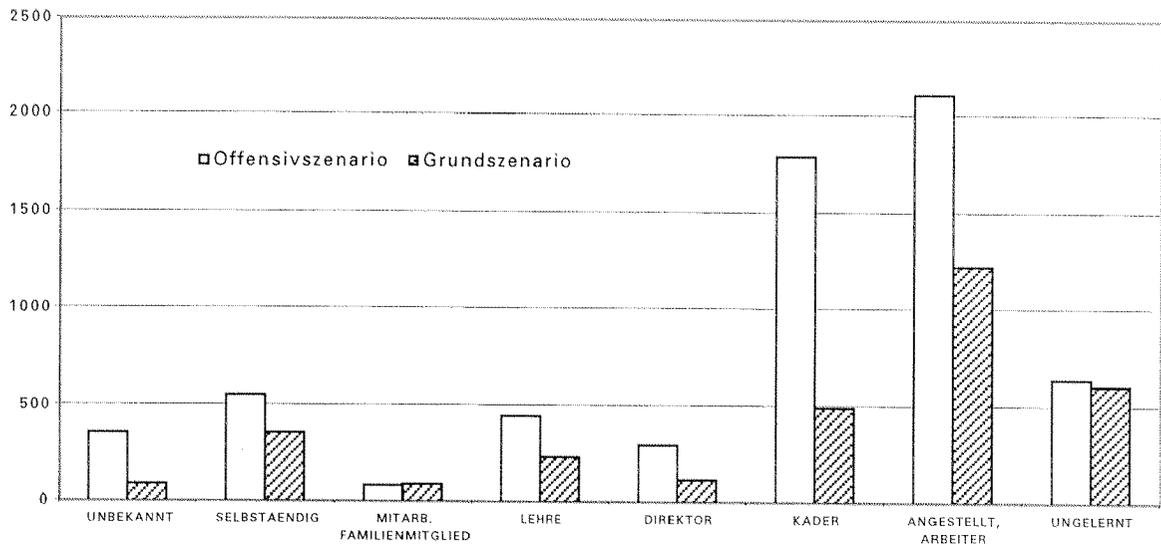


Abbildung 5-8 zeigt die Veränderungswirkungen auf die Arbeitsplätze im Vergleich mit dem Grundszenario. Die Zahl hoch qualifizierter Arbeitsplätze nimmt markant zu – und dies nicht auf Kosten von weniger qualifizierten. Die Bildungsoffensive führt ebenfalls zu einer Vergrößerung des Lehrstellenangebotes.

Abb. 5-8

Vergleich der Veränderung der Beschäftigungszahlen nach der Stellung im Beruf zwischen Grund- und Offensivszenario nach 5 Jahren.

5.4.2 Konjunkturszenario

Die energiewirtschaftlichen Perspektiven zu den Szenarien I – III (Prognos, 1996a)¹⁰ sind, bezogen auf die wirtschaftlichen Rahmendaten, von ziemlichem Optimismus geprägt. Für den Zeitraum 1995 bis 2010 ist ein Wirtschaftswachstum von durchschnittlich 2.1 % p.a., für den Zeitraum 2010 bis 2030 von durchschnittlich 1.3 % p.a. zugrundegelegt (SGZZ, 1994)¹¹. Angesichts der Wachstumsschwäche der schweizerischen Volkswirtschaft in den 90er Jahren kann man sich fragen, ob diese Wachstumsvorgaben erreichbar sind. Inzwischen hat das SGZZ (St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung) neue Szenarien zur wirtschaftlichen Entwicklung der Schweiz bis 2010 durchgerechnet, die zu wesentlich pessimistischeren

¹⁰ PROGNO AG, 1996a: Energieperspektiven der Szenarien I – III 1990 – 2030. Synthesebericht.

¹¹ SGZZ, 1994: Rahmendaten für Energieperspektiven: Das Grundszenario.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Einschätzungen der mittel- und längerfristigen Wachstumschancen in der Schweiz gelangen¹². So liegt die durchschnittliche Zuwachsrate für den Zeitraum 1995 bis 2010 nur noch bei durchschnittlich 0.9 % p.a. (anstatt wie bisher bei 2.1 p.a.).

Diese starke Revision der ökonomischen Rahmenbedingungen legte es nahe, zu untersuchen, welche Auswirkungen sich hieraus auf den Energieverbrauch, die Elektrizitätsbilanz und die CO₂-Emissionen im Vergleich zu den ursprünglichen Energieperspektiven ergeben. Hierzu konnte auf Sensitivitätsrechnungen zurückgegriffen werden, die für die BIP-Vorgaben der IDA-FiSo durchgeführt wurden¹³.

Ausgangspunkt der Rahmendaten bilden die neuen Eckwerte für das reale BIP und die Bevölkerung nach den Vorgaben des SGZZ. Das SGZZ geht von folgenden Annahmen zur wirtschaftlichen und demografischen Entwicklung aus:

Das reale BIP steigt zwischen 1995 und 2000 um 0.9 % p.a. und zwischen 2000 und 2010 im Schnitt ebenfalls um 0.9 % p.a. Schätzungen über das Jahr 2010 hinaus hat das SGZZ nicht durchgeführt. Ergänzend für diese Rechnung wurde unterstellt, dass die durchschnittliche Zuwachsrate zwischen 2010 und 2030 ebenfalls bei 0.9 % p.a. liegt.

Die Szenariovorgaben zur Bevölkerungsentwicklung sind identisch mit den Ergebnissen der Neuberechnungen des BfS aus dem Jahr 1996 (BfS, 1996)¹⁴. Im Vergleich zur Bevölkerungsfortschreibung, die den Energieperspektiven zugrunde liegt, unterscheidet sich die neue Fortschreibung durch einen langsameren, dafür aber stetigen Bevölkerungsanstieg. Dadurch liegt die Bevölkerungszahl in 2010 unter, in 2030 jedoch über den bisher zugrundegelegten Werten.

¹² SGZZ/KOF, 1996: Ökonomische Rahmenbedingungen, Jahresbericht.

¹³ PROGNO AG 1996b: Sensitivitätsanalyse BIP für das Szenario I der Energie- und CO₂-Perspektiven.

¹⁴ BfS, 1996: Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 1995-2050.

Die sonstigen Rahmensetzungen, insbesondere die Energiepreise, die energie- und umweltpolitischen Vorgaben sind identisch mit den Vorgaben im Szenario I (Basisszenario, siehe Kapitel 0.3).

Tabelle 5-5 zeigt die Unterschiede der SGZZ-Annahmen im Vergleich zu den Referenzwerten des Szenarios I. Der Unterschied im Wachstumsverlauf ist beträchtlich. In 2010 fällt das reale BIP um rd. 16 %, in 2030 um rd. 23 % niedriger aus als im Szenario I. Die Bevölkerung liegt in 2010 um 1.9 % unter dem

5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN

Referenzwert, in 2030 um 1.4 % über dem Referenzwert des Szenario I.

	2000	2010	2020	2030
Bevölkerung	- 1.8	-1.9	- 0.2	+ 1.4
BIP (real)	-4.2	- 16.3	- 21.9	- 23.1

Tab. 5-5

Entwicklung der Rahmendaten nach SGZZ (1996) und nach Berechnungen von PROGNO (1997). (Abweichung vom Referenzszenario in %).

Die Annahmen eines wesentlich geringeren Wirtschaftswachstums schlägt sich nach der Sensitivitätsanalyse in der Industrie am deutlichsten nieder. Zum einen verändern sich unmittelbar die Produktionsmengen, zum anderen liegt aufgrund des geringeren Investitionswachstums die Erneuerungsrate der Maschinen tiefer. Da neue Anlagen in der Regel energetisch effizienter sind, fällt der energiesparende technische Fortschritt geringer aus.

Im Dienstleistungssektor wie für die Haushalte wird als entscheidende Einflussgrösse der Wärmesektor und damit die Veränderung der Energiebezugsflächen identifiziert. Im Dienstleistungsbereich zeigt sich zudem eine starke Abhängigkeit des Elektrizitätsverbrauch vom Wirtschaftswachstum.

Dagegen standen im Verkehrssektor die Abschätzung der Veränderung des Verbrauchs von fossilen Treibstoffen und die Auswirkungen auf den Güterverkehr im Vordergrund.

Tabelle 5-6 stellt die Ergebnisse der Analyse von Prognos auf den Energieverbrauch zusammenfassend dar.

Alle Sektoren	Absolutwerte in PJ		
	2010	2020	2030
Fossile Brennstoffe	305	290	278
Fossile Treibstoffe	277	292	296
Elektrizität	182	184	188
Insgesamt	818	819	815
Abweichung vom Szenario I in %			
Fossile Brennstoffe	-5.4	-6.9	-7.9
Fossile Treibstoffe	-6.7	-8.1	-7.6
Elektrizität	-8.5	-10.6	-11.3
Insgesamt	-6.6	-8.3	-8.7

Tab. 5-6

Entwicklung des Energieverbrauchs. PROGNO 1997.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Beim Strom ist die Reaktion etwas höher als bei den fossilen Energieträgern: Bis 2010 reduziert sich der Elektrizitätsverbrauch im Zuge des verminderten Wachstums und der modifizierten Bevölkerungsdynamik um 8.5 %, im Jahr 2030 beträgt die Reduktion sogar mehr als 11 %.

Branchen	ENDVER- WENDUNG SZENARIO	GESAMT- AUFKOMMEN SZENARIO	BRUTTOPRODUKTION		KÜRZUNG UM:
	Mio Fr.	Mio Fr.	SZENARIO Mio Fr.	VON 1990 Mio Fr.	
Prim Sektor	4416.3	17591.9	14461.0	14469.4	0.1%
Elektrizität	3820.2	8780.1	7739.6	7819.4	1.0%
Gas	500.8	1255.6	696.6	703.5	1.0%
Wasser	1814.0	2259.0	2259.0	2259.5	0.0%
Mineralöl	3062.3	7884.8	862.8	941.3	8.3%
Nahrungsmittel	15589.1	25393.6	22178.6	22183.5	0.0%
Getränke	3199.3	4151.9	2936.2	2936.8	0.0%
Tabak	2074.4	2556.2	2501.6	2502.3	0.0%
Textilien	3072.5	5366.6	3549.3	3601.7	1.5%
Bekleidung	6345.6	8009.9	2668.2	2669.2	0.0%
Holzbearbeit	231.9	2248.8	1435.5	1432.1	-0.2%
And Holzprod	8483.5	12345.5	10030.5	10023.5	-0.1%
Papier	1581.3	7081.9	4605.0	4629.5	0.5%
Graph Erzeugn	2830.5	12839.5	11484.1	11481.4	0.0%
Lederw Schuhe	1939.3	2314.5	882.4	882.4	0.0%
Chemie	20531.5	39922.4	27406.2	27699.8	1.1%
Kunst Kautsch	2702.2	8251.5	5291.7	5300.1	0.2%
Stein Erd Bergb	871.4	10927.3	7706.5	7681.9	-0.3%
Metalle	12521.8	32075.4	22459.0	22583.8	0.6%
Masch Fahrz	40796.6	78985.0	55667.2	56194.8	0.9%
Elektr Uhr sonst	38961.1	67176.7	46584.6	46375.7	-0.5%
Bauhauptgew	24358.5	28686.4	28632.1	28384.9	-0.9%
Ausbaugew	18042.4	21932.9	21931.0	21849.1	-0.4%
Grosshandel	21999.1	39274.6	39271.8	39410.7	0.4%
Detailhandel	18082.9	25067.3	25066.7	25091.6	0.1%
Gastgewerbe	17009.8	21928.2	21927.3	21939.1	0.1%
Bahnen Schiffe	1728.6	4948.8	4859.0	4856.5	-0.1%
OeV Agglomer	968.1	1049.1	1029.1	1019.7	-0.9%
Strassenverk	2503.2	10570.4	9990.3	10034.3	0.4%
Luftfahrt Rohrl	4479.9	7268.7	6004.7	6045.8	0.7%
PTT Nachricht	4126.3	10933.4	10178.9	10187.4	0.1%
Banken	19081.6	30758.1	30758.4	30764.8	0.0%
Versicherung	4822.2	7753.0	7760.6	7764.9	0.1%
Immobilien	31926.2	35486.3	35484.0	35486.1	0.0%
Leas Ber Verv	12622.0	49039.6	49020.2	49064.6	0.1%
Unterr Wissen	4477.0	8513.4	7046.5	7008.7	-0.5%
Gesundheitsw	6932.4	8709.0	8707.3	8708.1	0.0%
Nm Dienstleist	9389.4	9389.4	9389.4	9389.4	0.0%
Staat	48768.5	50670.7	50670.7	50665.5	0.0%
Sozialvers	2839.2	2839.2	2839.2	2839.2	0.0%
Total	429502.7	732236.4	623972.2	624881.9	0.1%

Tab. 5-7

Veränderungen der Endverwendungen und der Bruttoproduktion im Konjunkturszenario 5 Jahren nach Einführung der Steuerreform.

5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN

Für das Konjunkturszenario wird nun angenommen, dass diese wachstumsbedingten Rückgänge des Energieverbrauchs keinen Einfluss auf die abgabebedingten Energiereduktionen haben. Tabelle 5-7 stellt die wichtigsten Resultate der Modellrechnung für das Konjunkturszenario zusammen.

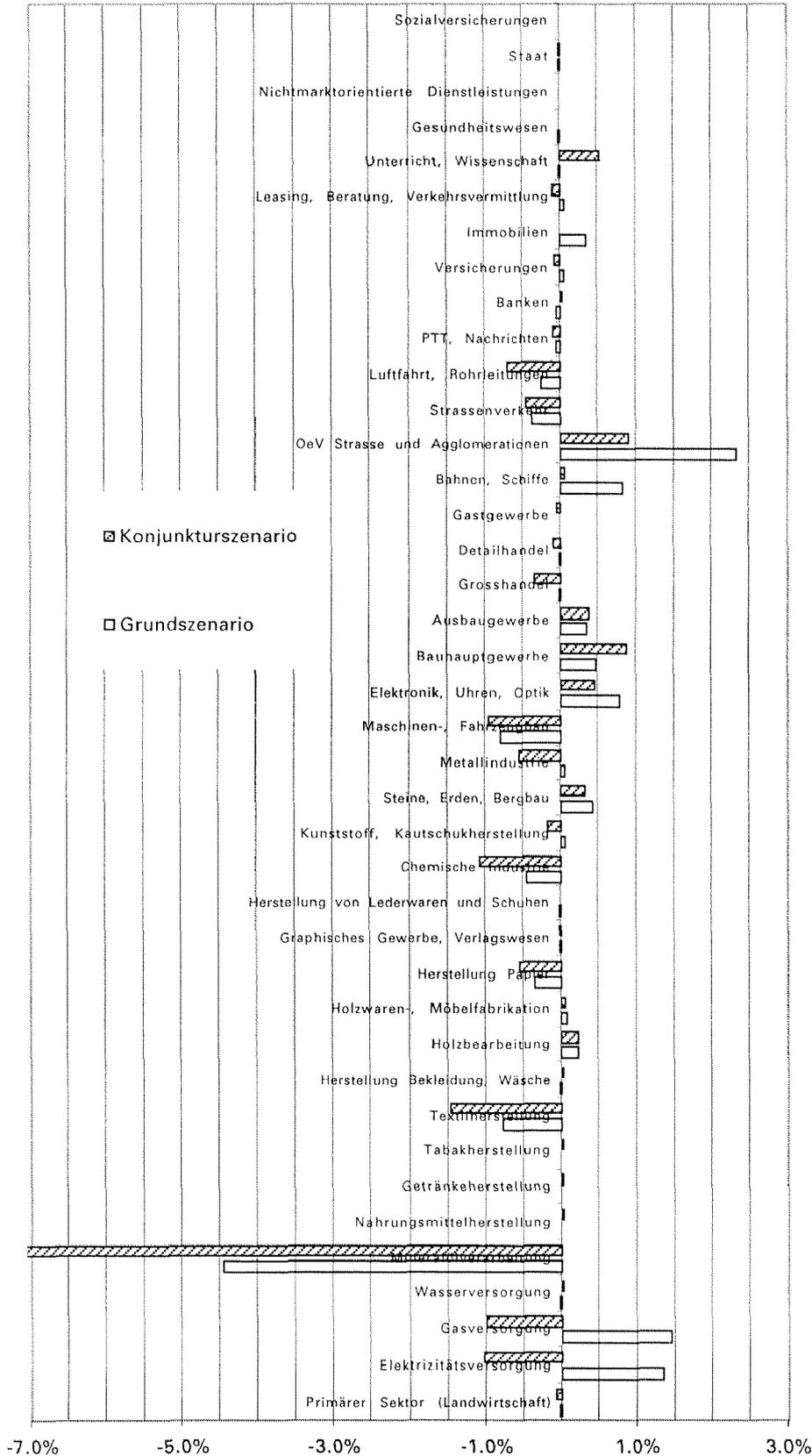


Abb. 5-8
Vergleich der Auswirkungen der Steuerreform auf die Bruttoproduktion des Grund- und Konjunkturszenarios

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Die Auswirkungen des geringeren Wachstums und der Steuerreform führen zu einem Rückgang des Bruttoproduktionswertes um 0.1 % bzw. rund 910 Mio. Fr.. Dies ist primär darauf zurückzuführen, dass weniger Energie nachgefragt wird. Gegenüber dem Grundszenario beträgt der Rückgang gar 1214 Mio. Fr. Bei den Importen stellt sich ein Rückgang ein, da weniger Energie importiert werden muss. Betrachtet man die Importe ohne Energie, so können die Ausgangswerte gehalten werden. Der Unterschied erklärt sich damit, dass die durch die Abgabe verteuerte einheimische Produktion energieintensiver Güter vermehrt durch billigere Importe substituiert wird („graue Importe“).

Verliererbranchen

Mineralölverarbeitung: Trotz erheblichem Rückgang der Vorleistungs- und Endverwendungsimporte können die inländischen Verbrauchsverminderungen nicht aufgefangen werden. Mit 8.3 % schlagen hier die Nachfragerückgänge im Energiesektor am massivsten durch.

Textilindustrie: Wie schon im Grundszenario wirkt sich die relativ hohe Energieintensität von 7.2 % für die Textilbranche negativ aus. Entsprechend sind auch die Wirkungen auf die Exporte mit einem Rückgang von 1 %.

Chemie: Zu der relativ grossen Belastung aus der Steuerreform (siehe Grundszenario) kommt ein wegen den relativen Preiserhöhungen ein Rückgang der inländischen Nachfrage um 0.9 % hinzu.

Auswirkungen auf die Arbeitsplätze

Betrachten wir Tabelle 5-8 sieht man, dass insbesondere das Bauhauptgewerbe von den geringeren Wachstumswerten relativ wenig betroffen ist. Hier löst die Investitionsförderungen für Gebäudesanierung, insbesondere der Wärmedämmung einen kleinen Wachstumsschub aus. Der Handel leidet etwas unter dem schleppenden Geschäftsgang. Die Gewinne aus den Rückerstattungen werden insbesondere im Detailhandel durch die relativ hohe Abgabebelastung durch

5.4 DIE ALTERNATIVSZENARIEN

die überdurchschnittliche Energieintensität von 3 % stark relativiert. Trotz relativ geringer Energieintensität und verhältnis-

Branchen	Szenario	1990	Änderung
Primärer Sektor (Landwirtschaft)	131383	131459	-76
Elektrizitätsversorgung	20382	20592	-210
Gasversorgung	1896	1915	-19
Wasserversorgung	1281	1281	0
Mineralölverarbeitung	393	429	-36
Nahrungsmittelherstellung	51286	51297	-11
Getränkeherstellung	7119	7121	-2
Tabakherstellung	2954	2955	-1
Textilherstellung	26411	26800	-389
Herstellung Bekleidung, Wäsche	19189	19196	-8
Holzbearbeitung	6288	6274	15
Holzwaren-, Möbelfabrikation	57033	56993	39
Herstellung Papier	14578	14655	-78
Graphisches Gewerbe, Verlagswesen	59288	59274	14
Herstellung von Lederwaren und Schuhen	7096	7096	0
Chemische Industrie	64822	65517	-694
Kunststoff, Kautschukherstellung	20595	20628	-33
Steine, Erden, Bergbau	29655	29561	95
Metallindustrie	102629	103199	-570
Maschinen-, Fahrzeugbau	147074	148468	-1394
Elektronik, Uhren, Optik	239878	238803	1076
Bauhauptgewerbe	176968	175440	1528
Ausbaugewerbe	135440	134934	506
Grosshandel	172027	172636	-609
Detailhandel	301382	301682	-300
Gastgewerbe	151503	151585	-82
Bahnen, Schiffe	53795	53768	27
OeV Strasse und Agglomerationen	11371	11267	103
Strassenverkehr	81583	81943	-360
Luftfahrt, Rohrleitungen	23517	23678	-161
PTT, Nachrichten	68439	68497	-58
Banken	134103	134131	-28
Versicherungen	56898	56930	-32
Immobilien	23395	23397	-1
Leasing, Beratung, Verkehrsvermittlung	341370	341679	-309
Unterricht, Wissenschaft	196805	195747	1057
Gesundheitswesen	177816	177832	-16
Nichtmarktorientierte Dienstleistungen	31456	31456	0
Staat	136476	136462	14
Sozialversicherungen	5624	5624	0
Unbekannt	115913	115727	186
Gesamt	3407113	3407929	-816

mässig hoher Arbeitsintensität kann der Grosshandel nicht verhindern, dass sich die Inlandnachfrage verringert. Grund dafür ist der Minderverbrauch an Benzin, Diesel und Heizöl.

Tab. 5-8
Veränderung der Zahl der Arbeitsplätze nach Branchen im konjunkturszenario

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Die gezielte Förderung von Forschung und Entwicklung fällt zu bescheiden aus, um die Verluste an Arbeitsplätzen vollständig zu verhindern.

In Abbildung 5-8 sehen wir, dass insbesondere die Angestellten, der Mittelstand sozusagen, die grössten Arbeitsplatzverluste zu tragen hat.

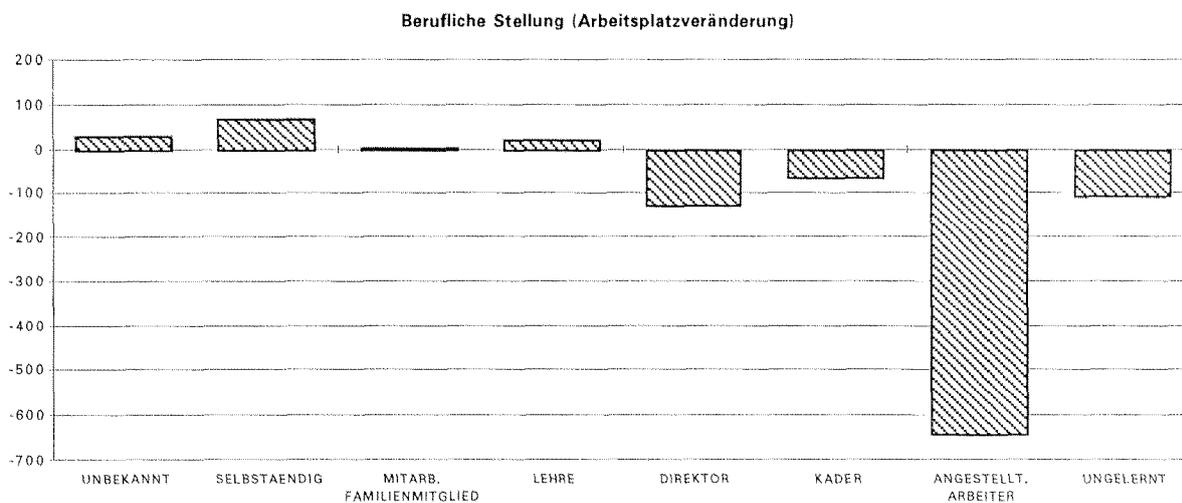


Abb. 5-9

Veränderung der Beschäftigungszahlen nach der Stellung im Beruf im Konjunkturszenario.

Abschliessend zeigt Abbildung 5-9, dass dies insbesondere Auswirkungen auf die Kantone im deutschweizer Mittelland hat. Basel ist betroffen vor allem wegen seiner Chemie.

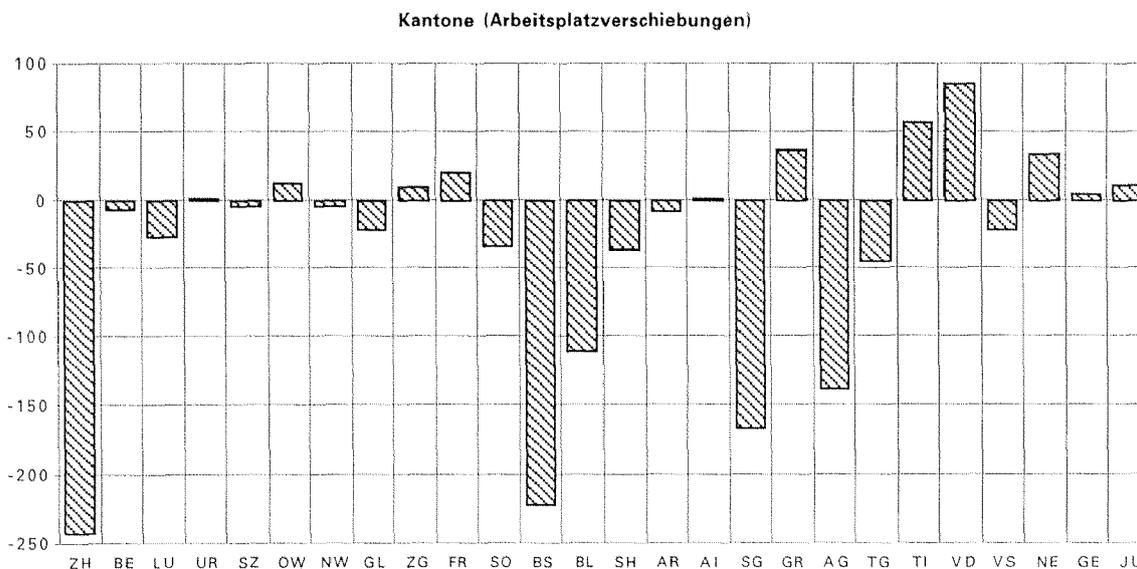


Abb. 5.9

Arbeitsplatzveränderungen nach Kantonen im Konjunkturszenario

5.5 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden ex post Simulationen des Grund-, Offensiv- und Konjunkturszenarios lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- ✓ Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Grundszenarios einer verschärften CO₂-Emissions-Reduktion um 60 % bis ins Jahr 2030 sind in den ersten 5 Jahren nach Einführung der umweltpolitischen Massnahmen relativ gering;
- ✓ Die sogenannte „Double-Dividend-Hypothese“ wird durch die Modellresultate gestützt. Sie besagt, dass eine ökologische Steuerreform in einem Umfeld mit bestehenden, verzerrenden Steuern in zweifacher Hinsicht von Vorteil sein kann: Einerseits kann sie die Umweltqualität verbessern, andererseits können mit dem Abgabeaufkommen andere verzerrende Steuern gesenkt werden. In unserem Falle führt dies zu einer Entlastung des Faktors Arbeit und zu einer moderaten Zunahme der Beschäftigung (ausser im Konjunkturszenario);
- ✓ Werden die Mittel aus den Steuerrückerstattungen nicht pauschal zu je 50 % an die Haushalte sowie Industrie- und Dienstleistungsunternehmen verteilt, sondern werden diese teilweise zweckbestimmt zurückerstattet, lassen sich positivere sozio-ökonomische Effekte erzielen;
- ✓ Kann oder will man dem vorgegebenen Wachstumspfad nicht folgen, ist ceteris paribus (50 %-50 %-Rückerstattung) mit einem leichten Rückgang der Beschäftigungszahlen zu rechnen. Wie das Offensivszenario aber zeigt, besteht bei optimiertem Rückerstattungssystem, zumindest aus sozio-ökologischer Sicht, kein Zwang zu „nachhaltigem Wachstum“;

Die Resultate sind im Vergleich mit nationalen und internationalen Studien plausibel (siehe Kapitel 3.1.2). Änderungen der sensitiven Modellparameter führen nicht zu wesentlich anderen Schlussfolgerungen. Würde man von der Annahme ausgehen, dass durch die „ökologische“ Steuerreform positive dynamische Effekte ausgelöst werden können, so würden sich die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen jedoch tendenziell noch positiver darstellen.

5. DIE QUANTIFIZIERUNG DER SOZIO-ÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN

Trotzdem ist der durch die Steuerreform initiierte Strukturwandel nicht unerheblich. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich die relativen Preise verschieben. Zum einen verändern sich die Preisrelationen zwischen den Faktoren Energie, Kapital und Arbeit. Arbeit verbilligt sich relativ. Zum anderen verschieben sich die Relationen zwischen den Endproduktpreisen. Energieintensive Produkte verteuern sich relativ zu den energieextensiven Produkten. Die Verschiebungen der Preisrelationen haben Auswirkungen auf die Struktur der Faktor- und Produktnachfrage. Allerdings sollte nicht vergessen werden, dass in der Realität die strukturellen Verschiebungen zu entsprechenden Anpassungsschwierigkeiten führen können. Solche Effekte lassen sich mit unserem Input-Output-Modell jedoch nicht adäquat abbilden.

Es gibt Branchen, die gewinnen und solche, die verlieren. Aus den Untersuchungen zu den Auswirkungen geht hervor, dass zu den Verlierern vor allem energieintensiv produzierende Branchen bzw. Energieanbieter selbst gehören. Dazu zählen die Mineralölverarbeitung sowie Steine und Erden, Chemie, Papier- und Textilindustrie und Metall, im Dienstleistungsbereich vor allem das Transportgewerbe. Die Binnen- als auch die Exportnachfrage nach den Produkten dieser Branchen nimmt ab, sie verlieren dadurch Umsatz- und Wertschöpfungsanteile. Zu den Branchen, die eher zu den Gewinnern gehören, sind die forschungs- und technologieintensiven Branchen mit geringem Anteil der Energiekosten zu rechnen. Dazu gehören die Elektrotechnik, die Uhrenindustrie sowie das Baugewerbe, das nachfrageseitig von den verstärkten Gebäudesanierungen profitiert.

Letzteres gilt auch für Steine und Erden, der Nettoeffekt bei dieser Branche ist daher eher ungewiss.

Die *Aussenwirtschaftseffekte* sind, bezogen auf die Halb- und Fertigprodukte, die zwischen den Industrieländern gehandelt werden, weitgehend neutral. Dennoch gibt es tendenziell eher positive Aussenhandelseffekte und einen höheren Aussenbeitrag, da sich die Importe von Energie verringern und binnenwirtschaftlich durch eine verstärkte Investitionstätigkeit über energiesparende Massnahmen substituiert werden. Der mit der Kapitalintensivierung einhergehende Anstieg der

Nachfrage nach Investitionsgütern ist mehr oder weniger stark auf heimische Produkte ausgerichtet.

Aufgrund der relativen Verminderung der Arbeitskosten verbessern sich die Chancen für eine *günstigere Beschäftigungssituation* bzw. ein höheres Arbeitsvolumen. Allerdings fehlen Erfahrungswerte zu den tatsächlichen Substitutionbeziehungen zwischen Energie, Arbeit und Kapital, vor allem bei der unterstellten politischen Eingriffsstärke. Ein weiterer Punkt ist, dass bei der Langfristigkeit der Zielsetzungen und Massnahmen mit deutlichen technologischen Fortschritten auf dem Gebiet der Energieeinsparung gerechnet werden kann. Die damit verbundenen *Innovationseffekte* können langfristig weitere positive Wachstumswirkungen haben. Es ist nämlich davon auszugehen, dass sich langfristig Verknappungstendenzen auf den traditionellen Energiemärkten bemerkbar machen werden, die zu solchen Energiepreissteigerungen führen können, wie sie in unseren drei Szenarien über die Steuerreform vorgegeben werden. Zudem wäre man für diesen Fall technologisch bereits gerüstet und könnte damit gewisse Wettbewerbsvorteile im Angebot von Einspartechnologien nutzen.

Insgesamt lässt sich zu den ökonomischen Rückwirkungen sagen, dass sich die Wirtschaftsstruktur im Vergleich zu den zugrundegelegten Rahmendaten in Richtung geringere Energieintensität verschieben wird.

Bei einer Gesamtbewertung der Szenarioergebnisse sind neben den ökonomischen Wirkungen weitere Punkte zu berücksichtigen. *Wichtig ist, dass die durchgeführten Perspektivrechnungen ein erster Versuch zur Beantwortung der Frage sind, wie, in welchem Umfang und mit welchen Kosten auch sehr ambitionöse und auf Nachhaltigkeit ausgerichtete energie- und umweltpolitische Zielsetzungen erreichbar sind.*

Die Schätzungen sind z.T. relativ grob und unsicher, da für die Quantifizierung sehr starker energiepolitischer Eingriffe keine empirischen Erfahrungen vorliegen. Bottom-up-Modelle wie das IO-Modell können zwar gut aufzeigen, was getan werden muss (z.B. durch investive Massnahmen), um bestimmte Einspareffekte zu erzielen, weniger gut aber, ob diese Massnahmen dann auch tatsächlich durchgeführt werden. Unsi-

cherheiten bestehen zunächst bei den allgemeinen Rahmensetzungen und Annahmen:

Der zugrundegelegte *Technologieoptimismus* ist für den Entwurf der drei Szenarien sicher gerechtfertigt und sogar von zentraler Bedeutung vor dem Hintergrund der gegebenen sozio-ökonomischen Vorgaben. Ob die unterstellten technischen Fortschritte in der gewünschten Form eintreten werden, bleibt jedoch offen. Andererseits muss auch offen bleiben, ob nicht noch weitergehende Fortschritte oder gar „Technologiesprünge“ denkbar sind. Angesichts des Tempos der allgemeinen technischen Entwicklungen und Änderungen sind Überraschungen durchaus möglich.

Die *Akzeptanz der Preiserhöhungen* bei Bevölkerung und Wirtschaft über eine Energielenkungsabgabe in dem vorgegebenen Umfang ist nicht sicher. In den Szenarien bildet die Abgabe eine Arbeitshypothese. Andere Massnahmenkombinationen sind denkbar. Ob andere Massnahmen, die dieselbe Einsparwirkung wie die Steuerreform haben sollen, auf mehr Akzeptanz stossen, ist zweifelhaft und nur dann gegeben, wenn die Verbraucher davon ausgehen, dass andere politische Massnahmen, z.B. Vorschriften, billigere Lösungen brächten. Dies ist aber nicht zu erwarten, denn wie Untersuchungen zeigen (siehe dazu Kapitel 1.1.3) sind die Kosten durch Vorschriften, die für die Bekämpfung beispielsweise der Luftverschmutzung entstehen, bei gleicher Lenkungswirkung zwei- bis zwanzigmal höher als Lenkungsabgaben durch eine Steuerreform.

Die Simulationsrechnungen machen deutlich, dass die Ziele nur bei *massiven Veränderungen der technologischen Struktur aller energieverbrauchenden Anlagen* erreicht werden können: Der Gebäudebestand (im Wohnungs- und Nichtwohnungsbereich) muss durch Neubauten und tiefgehende Sanierungen nachhaltig umgeschichtet werden, ähnliches gilt für die Heizanlagen und für die industriellen Anlagen. Das alles braucht viel Zeit (Bestände haben eine grosse Beharrungstendenz) und auch viel Kapazitäten im Hochbau- und Ausbaugewerbe. In den Simulationsrechnungen wird unterstellt, dass diese Kapazitäten auch kurzfristig verfügbar sind.

Es wird von von vielen Seiten darauf hingewiesen, dass zwischen der *Verteuerung der Energie und einer damit einher-*

gehenden Beschleunigung des Fortschritts bei Energieeinsparotechnologien zwar ein Zusammenhang bestehe, die Stärke des Zusammenhangs aber unbekannt sei. Ergänzend zu den preispolitischen Vorgaben sei deshalb eine zielgerichtete Förderung von Forschung und Entwicklung und der breiten Anwendung der neuen Technologien, wie das Offensivszenario ja auch deutlich zeigt, notwendig und sinnvoll.

Trotz verschiedener offener Fragen und der notwendigerweise verbleibenden Unsicherheiten bei der Umsetzung der Zielsetzungen und Massnahmen in die Modellannahmen zeigen die Simulationen, dass auch ehrgeizige Energieverbrauchs- und CO₂-Minderungsziele innerhalb des gegebenen sozio-ökonomischen Umfelds Realisierungschancen besitzen und sozialverträglich gestaltet werden können.

Wesentliche Voraussetzung ist dennoch, dass der politische Wille zur Durchsetzung der weitreichenden energiepolitischen Massnahmen vorhanden ist.

Die Anwendbarkeit von Wirtschafts-Modellen als Prognoseinstrument

6 Heute existiert eine Vielzahl hoch entwickelter und komplexer Simulationsmodelle zur Analyse der ökonomischen Auswirkungen von ökologischen Steuerreformen und anderer fiskalischer Massnahmen zur Bekämpfung des anthropogenen Treibhauseffektes – sowohl in der Schweiz als auch in Europa und anderen OECD-Ländern. Der Nachteil dieser mathematisch stringenten Modelle besteht in den restriktiven Annahmen, die gemacht werden müssen, um die reale Welt für die Zwecke der Modellanalyse zu vereinfachen. Diese Vereinfachungen – insbesondere die in der Regel weitgehend vernachlässigten dynamischen Aspekte (sogenannte Transitionsphänomene) – stellen einen hohen Preis dar, um die ökonomischen Wirkungen mit mathematischen Modellen simulieren zu können. Die von Modell zu Modell variierenden Restriktionen sind ein Hauptgrund für die beobachteten – jedoch nicht erklärten – scheinbar oder tatsächlich widersprüchlichen Resultate der Modellanwendungen.

6.1 Simulation als Lebensprinzip

Der Mensch befindet sich ständig in der Situation, darüber entscheiden zu müssen, wie er sich verhalten, was er tun, wie er handeln soll. Dabei stehen ihm immer mehrere Alternativen offen, so dass jeweils ein Entscheid zu fassen ist, welche Alternative gewählt werden soll. Das Treffen von Entscheiden in einer Problemsituation ist dabei immer zukunftsgerichtet¹.

Um in der konkreten Situation zu einem Entscheid zu kommen, werden mögliche Handlungsalternativen anhand eines gedanklichen Bildes der jeweiligen Situation simuliert. Mit Hilfe einer derartigen Simulation werden die möglichen Wirkungen der verschiedenartigen Alternativen durchgespielt. Die gedankliche Simulation von Handlungsalternativen anhand eines gedanklichen Modells der Realität überprüft also vorab die Wirkungen, die unser Handeln in der Zukunft haben würde. Grundsätzlich geht es dabei immer um die Lö-

¹ GRAF, H. G., 1999: Prognosen und Szenarien in der Wirtschaftspraxis. Hanser.

sung von Lebensproblemen mit dem Ziel einer Optimierung der Lebensbedingungen. Dem Vorgang nach handelt es sich also um die Prognostizierbarkeit der Probleme, um etwas, das in unserer kognitiven Welt einem Urteil über kommende Zustände entspricht, um zutreffende Urteile im voraus, um richtige Vor-Urteile somit.

Diese Notwendigkeit solcher Urteile im voraus ist für den Erkenntnisprozess des Lebendigen geradezu eine Trivialität. Ein lückenloses Netz von Vor-Urteilen ist das Ergebnis alles – auch biologisch – Erlernen. Die Ursachen sind die hunderttausendfach gleichbleibenden Lernaufgaben, die immer wieder von dem selben strengen Lehrer gestellt werden: von den Lebensproblemen des Milieus und von jenen der eigenen Organisation². Freilich kann dies nur unter einer bedeutenden Voraussetzung funktionieren. Unter der Voraussetzung der Konstanz der Natur. Für diesen Algorithmus lebender Systeme ist sie eine unersetzliche Hypothese: „Natura non facit saltus“ oder wie Leibniz es formulierte: „Nichts geschieht auf einen Schlag; und es ist einer meiner grössten und bewährtesten Grundsätze, dass die Natur niemals Sprünge macht. Das nannte ich das Gesetz der Kontinuität (...) Der Nutzen dieses Gesetzes für die Physik ist sehr bedeutend.“³

Wir postulieren also eine reale, von der Wahrnehmung und Bewusstsein unabhängige, strukturierte Welt.

„A priori sollte man doch eine chaotische Welt erwarten, die durch Denken in keiner Weise fassbar ist. Man könnte (ja sollte) erwarten, dass die Welt nur insoweit sich als gesetzlich erweise, als wir ordnend eingreifen. Es wäre eine Art Ordnung wie die alphabetische Ordnung der Worte einer Sprache. Die Art Ordnung, die dagegen z. B. durch Newtons Gravitationstheorie geschaffen wird, ist von ganz anderem Charakter. Wenn auch die Axiome der Theorie von Menschen gesetzt sind, so setzt doch der Erfolg eines solchen Beginns eine hochgradige Ordnung der objektiven Welt voraus.“⁴

Unser Erkenntnisapparat ist ein Ergebnis der Evolution und die subjektiven Erkenntnisstrukturen passen auf die Welt, weil sie sich im Laufe der Evolution in Anpassung an diese reale Welt herausgebildet haben. Sie stimmen mit diesen Strukturen überein, weil nur eine solche Übereinstimmung das Überleben ermöglichte. Um es grob, aber bildhaft auszudrücken:

² RIEDL, R., 1981: Biologie der Erkenntnis. Parey, Berlin und Hamburg.

³ zit. nach WYDER, M., 1998: Goethes Naturmodell. Böhlau [132]

⁴ Einstein in WICKERT, J., 1972: Albert Einstein. Rowohlt.

Der Affe, der keine realistische Wahrnehmung von dem Ast hatte, nach dem er sprang, war bald ein toter Affe (...). Allerdings kommt beim Menschen beispielsweise „die Übereinstimmung zwischen Natur und Vernunft nicht dadurch zustande, dass es in der Natur vernünftig zugeht, sondern in der Vernunft natürlich.“⁵

Die Vor-Urteile sind also eine Voraussetzung unserer Existenz. Und wo immer ihre Voraus-Entscheidung das Richtige mit einiger Wahrscheinlichkeit eher trifft als es das ratlose Suchen treffen könnte, wo sie Erfolg hat, das heisst, die Lebens- und Überlebensbedingungen schützt, dort wirkt sie sinnvoll. Dies ist der Zweck des Vorurteils. Wo es mit Sicherheit trifft, wirkt es wie Voraussicht, Wissen und Weisheit. Wo es nicht treffen kann, wirkt es wie Dummheit, wie der reine Unsinn.

Es ist nicht erstaunlich, dass man seit David Hume die Frage stellte, ob es gerechtfertigt sei, von wiederholten Einzelfällen, die wir erfahren haben, auf andere Fälle (Konklusionen), die wir nicht erfahren haben, zu schliessen und daran zweifelt, ob unserer Vorstellung von der Kausalität überhaupt etwas Reales in der Natur entspräche. Man kann ja tatsächlich nie sagen: „Weil die Sonne scheint, erwärmt sich der Stein“, sondern nur: „Jedesmal wenn die Sonne scheint, ist auch der Stein warm“. Ein „weil“ – so folgerte Hume – ist keine Sache der Erfahrung, sondern nur der Erwartung. Und darum ist Kausalität wohl keine reale Sache, sondern nur ein Bedürfnis der Seele aus Gewohnheit⁶. Hume hatte gewiss recht: die Realität Kausalität kann kein reines Produkt der Erfahrung sein. Kausalität ist, wie uns Kant lehrte, vielmehr eine Voraussetzung jedes Erfahrungsgewinns. Sie ist eine apriori Vorbedingung der Vernunft. Nichts liesse sich ohne Kausalität erklären. Eine rationale Lösung des Problems ergibt sich aus der evolutionären Erkenntnistheorie. Danach haben wir eine angeborene Neigung, Regelmässigkeiten in unserer Umwelt anzunehmen, Ähnlichkeiten festzustellen und aus Ähnlichem auf weitere Ähnlichkeiten zu schliessen. Diese Neigung haben wir beibehalten, weil sie sich in der natürlichen Auslese bewährt hat.

„Unsere Massstäbe für Ähnlichkeit sind teilweise erworben, doch müssten wir auch gewisse angeborene Ähnlichkeitskriterien haben, sonst hätten wir nie anfangen können, Ge-

⁵ zit. nach VOLLMER, G., 1994: Evolutionäre Erkenntnistheorie. Hirzel, Stuttgart.

⁶ aus RIEDL, R., 1981: Biologie der Erkenntnis.

wohnheiten auszubilden und Dinge zu lernen. Natürliche Auslese könnte somit erklären, warum angeborene Ähnlichkeitskriterien sich für uns und andere Tiere als besser erwiesen haben als richtungslose Versuche, den Verlauf der Naturereignisse zu erraten.⁷

Dass sich diese Neigung, von der Vergangenheit hypothetisch auf die Zukunft bzw. von Einzelerfahrungen hypothetisch auf Regelmässigkeiten zu „schliessen“, in der natürlichen Auslese bewährt hat, darf jedoch keineswegs als eine Garantie dafür angesehen werden, dass sie sich auch in Zukunft bewähren werde (obwohl wir – aufgrund eben dieser Neigung – nicht daran zweifeln). Insbesondere leiten die Vorurteile dort zum Unsinn, wo immer sie über die Gebiete hinausgreifen, für welche sie selektiert wurden.

6.2 Vom Sinn und Unsinn der Vor-Urteile

Es ist also zu fragen, wie weit uns die angeborene Verrechnungsweise vernünftig leitet oder aber in die Irre führt. In wie weit die Hypothese von der Ursache, dass Gleiches dieselbe Ursache haben werde, ein sich bewährendes Urteil im voraus ist. Nun, sein Erfolg zeigt sich in einem derartigen Übermass der Fälle, dass es jedem im Prinzip andersartigen Urteil oder dem Urteils-Verzicht überlegen scheint. Es muss, ist zu folgern, im natürlichen Selektionsbereich etwas geben, das in der realen Welt jenem Erfolgsrezept entspricht.

Man kann verstehen, dass sich Einstein gegen den Gedanken sträubte, dass Gott würfle, dass der echte, der physikalische Zufall als ein Prinzip der Natur anerkannt werden sollte. Auch scheint es zunächst befremdlich, dass die Gesetze dieser Welt vom Zufall ausgelesen werden. Bis man bemerkt, dass Er, würfelte Er nicht, keine Welt baute, die freie Entscheidungen enthält, sondern eine deterministische Maschine und den Menschen als Automat. „Gott würfelt also?“ schliesst Manfred Eigen, „Gewiss! Doch er befolgt auch seine Spielregeln.“⁸

Diese Regeln, wie sie in der kosmischen und chemischen Evolution, in den Evolutionen der Organismen, Gesellschaften und Kulturen entstehen, werden mit den Gegenständen, an welchen sie entstanden, durch die Zeit gereicht. Die Phy-

⁷ QUINE, W.V.O., 1957: The scope and language of science. *Philosophy of Science* 8.

⁸ zit. nach RIEDL, R., 1981: *Biologie der Erkenntnis*. [141]

sik kennt Erhaltungssätze, die Biologie die Vererbung, die Sozialwissenschaft die Tradierung. Und die Universalität dieser Konstanz oder Weitergabe der Wechselbedingungen zwischen den Gegenständen muss die Ursache des schon angesprochenen Kant'schen Apriori der Kausalität sein – eine Vorbedingung der Naturerkenntnis.

Doch an dieser Stelle soll der Strom der – können wir sagen: Bewunderung? für unsere eigene, so treffliche Anpassung an die Natur unterbrochen werden. Die Einsicht in die Hierarchie der Naturgesetze, wie sie die Wissenschaften entwickelt haben, geht bereits über das, was unsere angeborenen Lehrmeister an „gesundem Menschenverstand“ vorbereiteten, hinaus. Das erscheint noch anders, wenn wir uns überlegen, wie wir uns Kausal-Zusammenhänge selbst vorstellen.

Da zeigt es sich, dass wir Ursachen noch immer, und ganz bevorzugt, in einer Richtung und im komplexen Falle in einer Kette wirkend „sehen“. In der Regel sind wir überzeugt, Anfang und Ende eines Ursachen-Zusammenhangs zu überblicken. Zeigt uns nicht schon das Fallenlassen eines Gegenstandes, wo der Ablauf beginnt und endet? Machen uns nicht bereits Billardkugeln klar, wie eindeutig sich die Wirkungen einer Ursache verketteten? Ist nicht schon jedes Schulexperiment geeignet gewesen, uns Anfang und Ende der Wirkungsketten zu demonstrieren? Lacht man nicht zu Recht über den bekannten Psychologen-Witz von der Labor-Ratte, die sich vor ihrer Nachbar-Ratte in der Dressur-Schachtel brüstet, sie habe ihren Versuchsleiter nun wirklich konditioniert: Denn jedesmal, wenn sie die Taste drücke, werfe er ihr Futter herein.

Man lacht, weil man denkt, dass nicht die Ratte, sondern nur der Versuchsleiter die Ursache der Wirkungen sein kann. So scheint es, bestätigt alle Kausal-Erfahrung das Weltbild der tradierten Naturwissenschaften und deren Errungenschaften bestätigen die Richtigkeit dieser Sicht – und da beginnt die schöne, neue Welt der Irrungen. Der Unsinn in der Anleitung durch unseren „gesunden Menschenverstand“ wurzelt dabei darin, dass die Evolution des reflektierenden Menschen die Grenzen dessen, was unsere noch vorbewusst handelnden Vorfahren erkennen und lösen mussten, längst hinter sich

gelassen hat. Hier sind das jene Grenzen, innerhalb derer Kausalität noch ungestraft als Ketten-Zusammenhang und die einfachste Erklärung noch als die beste angenommen werden konnte.

6.3 Das Problem Komplexität

Wir wissen längst, dass in dem ungleich weiteren Bereich, in welchem wir Menschen heute handeln und unsere Handlungen verantworten sollten, die Kausalzusammenhänge ein komplexes Netzwerk bilden. Je nach Ausprägung der Elemente und ihrer Verknüpfungen sind Probleme leichter oder schwerer zugänglich. In diesem Sinn unterscheidet WEAVER drei Typen von Problemen⁹:

- *Die Probleme einfacher Zusammenhänge*, d.h. Probleme, die im wesentlichen auf zwei Veränderlichen und der relativ einfachen Beziehungen zwischen diesen Veränderlichen beschränkt werden können. Dies ist der Bereich der klassischen Naturwissenschaften. Beispiele sind die (klassische) Mechanik oder Optik und mechanische Maschinen wie Uhren, Dampfmaschinen etc. Die hier entwickelten Problemlösungen waren wie wir schon beschrieben haben so erfolgreich, dass sie bis heute unsere Vorstellungen von rationaler, strenger Wissenschaftlichkeit prägen.
- *Probleme unorganisierter Komplexität*, d.h. Probleme bei denen Milliarden von Veränderlichen gegeben sind, die mit Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie und der statistischen Mechanik behandelt werden können. Die Besonderheit dieses Problemtypus liegt darin, dass das Verhalten jeder einzelnen dieser Variablen völlig unvermittelt und vielleicht sogar ganz unbekannt sein kann, dennoch das System aus einer Vielzahl dieser Veränderlichen als Ganzes im Durchschnitt bestimmte regelmässige und analysierbare Eigenschaften aufweist. Beispiele sind die molekularen Bewegungen von Gasen, die Risikokalküle von grossen Versicherungen, Wetterprognosen oder demographische Prozesse in grossen Gesellschaften. Dabei ist es hier wichtig sich bewusst zu sein, dass statistische Werte nichts über den jeweiligen Einzelfall aussagen können.

⁹ WEAVER, W., 1978: Wissenschaft und Komplexität. Opladen, Westdeutscher Verlag. [38]

Als besonders bedeutsam hebt Weaver den mittleren Bereich der

- *Probleme organisierter Komplexität* hervor: Die Probleme in diesem Mittelbereich werden oft tatsächlich eine beträchtliche Anzahl von Veränderlichen betreffen; aber viel wichtiger als die bloße Zahl der Veränderlichen ist die Tatsache, dass alle diese Veränderlichen in wesentlichen Beziehungen zueinander stehen. Die eigentlich wichtige Besonderheit der Probleme dieses Mittelbereiches, indem die Wissenschaft bisher nur geringe Fortschritte gemacht hat, liegt in dem Umstand, dass dieses Problem im Gegensatz zu den unorganisierten Vorgängen, für deren Behandlung die Statistik geeignet ist, die wesentlichen Züge einer Organisation aufweisen. Er hat sie deshalb Probleme organisierter Komplexität genannt. Es sind alle Probleme, die verlangen, dass wir gleichzeitig eine beträchtliche Anzahl von Faktoren in Betracht ziehen, die zu einem organischen Ganzen verbunden sind.

Mit dem Konzept organisierter Komplexität hat Weaver den Normalfall heutiger ökonomischer und sozialer Systeme beschrieben: nämlich die Vielschichtigkeit und die wechselseitige Abhängigkeit der relevanten Momente oder Aspekte eines Problemzusammenhanges. Nimmt man dies ernst, so sind die Grundlagen des traditionellen Denkens erschüttert. Nun wird unverkennbar, dass es in den Beziehungen zwischen den interdependenten Elementen eines organisierten Ganzen das, worauf die neuzeitliche naturwissenschaftlich-orientierte Wissenschaft aufbaut, so gut wie gar nicht gibt: klare Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Prägend für solche Systeme sind vielmehr negative und positive Rückkopplungen, enge und lose Verknüpfungen, Reaktivitäten und Kontextbrüche durch unterschiedliche Systemebenen, Nonlinearitäten und kontraintuitive Kombinationswirkungen, reversible und irreversible Prozessverläufe, Fluktuationen und emergente Gesamteigenschaften¹⁰,

Praktisch bedeutsam ist diese Architektur komplexer Systeme unter dem Gesichtspunkt möglicher Interventionen deshalb, weil nun Umweltanstöße (Reize, Kräfte, Informationen, Kommunikationen) nicht mehr einfach das System durchlaufen, sondern vielfach gebrochen, transportiert, um-

¹⁰ nach WILLKE, H., 1996:
Systemtheorie II. UTB
[68]

gelenkt, aufbereitet werden. Zwischen Ursache und Wirkung gibt es keine Punkt-zu-Punkt-Zuordnung. Kausalitäten werden sprunghaft, Prozesse zirkulär und dadurch entstehen zwischen Variablen oder Teilprozessen Wechselwirkungen und insgesamt eine Eigendynamik des Systems, welche sich nicht mehr auf bestimmte Ziel-Mittel Relationen reduzieren lässt. Das „Innenleben“ dieser Systeme wird gegenüber der Umwelt relativ autonom. Dies bedeutet auch, dass das Verhältnis zwischen Beobachter und untersuchtem System schwieriger wird. Komplexe ökonomische oder soziale Systeme lassen sich „von aussen“ nicht mehr erkennen oder erklären, da sie im wesentlichen durch ihre internen Prozesse gekennzeichnet sind. Geht der Beobachter aber nach „innen“, lässt er sich auf diese internen Prozesse ein, dann verschimmt die Differenz von Beobachter und System: der Beobachter ist selber involviert und das System ist zugleich Beobachter. Die Realität, die der Beobachter zu beschreiben meint, ist „ein Bereich, der durch die Operationen des Beobachters bestimmt wird (...) Menschen können über Gegenstände sprechen, da sie die Gegenstände, über die sie sprechen, eben dadurch erzeugen, dass sie über sie sprechen.“¹¹

All dies bedeutet auch, dass die klassischen Denkfiguren der Kausalanalyse, des Zweck-Mittel-Schemas, der Punkt-zu-Punkt Korrelation von Ursache und Wirkung eher in die Irre führen, wenn es um die Dynamik komplexer Systeme geht.

6.4 Prognose und Komplexität

Auf das Wesentliche reduziert, lassen sich folgende Charakteristika des Verhaltens komplexer dynamischer Systeme hervorheben:¹²

- Komplexe Systeme sind nicht-linear vernetzt; ihr Verhalten ist deshalb kontraintuitiv, Ursachen und Wirkungen nicht eng miteinander verknüpft, sondern räumlich und zeitlich, sachlich und sozial variabel und verwickelt verbunden.
- Komplexe Systeme reagieren auf die Veränderung vieler Systemparameter bemerkenswert gering; hier sind Interventionen weitgehend bedeutungslos. Diese Parameter können noch so genau gemessen oder gesteuert werden – sie beeinflussen das Verhalten des Systems kaum. Aus

¹¹ MATURANA, U., 1982: Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Vieweg.

¹² FORRESTER, J., 1971: Planung unter dem dynamischen Einfluss komplexer sozialer Systeme. In: Ronge, Volker und Schmiege, G. (Hrsg.): Politische Planung in Theorie und Praxis. Piper.

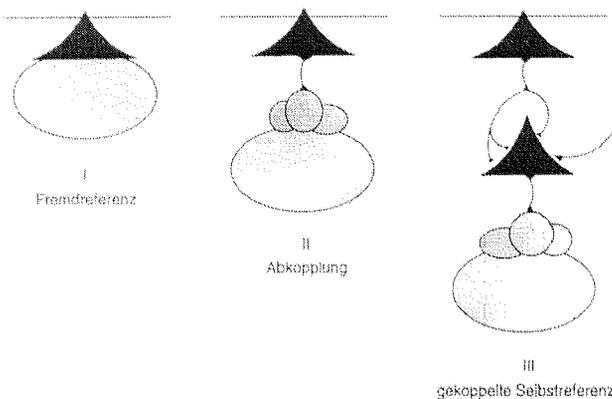
6. DIE ANWENDBARKEIT VON INPUT-OUTPUT-MODELLEN ALS PROGNOSEINSTRUMENTE

der Sicht des Beobachters scheint es, als sei das System träge, als reagiere es auf Interventionen nicht.

- Allerdings reagieren Systeme organisierter Komplexität stark auf einige wenige Parameter oder Strukturveränderungen. Jedes System hat Stellen oder Druckpunkte, auf die es sehr sensibel reagiert. Um diese Stellen zu finden, bedarf es einer genauen Untersuchung der Systemdynamik.
- Entscheidend ist bei alledem, dass der menschliche Verstand aufgrund seiner genetischen Ausstattung und Funktionsweise nicht geeignet ist, die Dynamik komplexer Systeme zu verstehen. Im Gegenteil: unsere „angeborenen Lehrmeister“ und Verrechnungsschemata reduzieren komplexe Zusammenhänge auf einfache Ursache-Wirkungs-Beziehungen, einfache Zweckzuschreibungen, einfache Zeitvorstellungen.
- Seit den grundlegenden Studien des „system dynamics“ Ansatzes hat die neuere Systemtheorie unter anderem eine Besonderheit komplexer Systeme betont. Die Steigerung der Autonomie eigendynamischer Systeme zu operativer Geschlossenheit.

Damit ist ausgedrückt, dass Systeme mit der Ausbildung einer gewissen Eigenkomplexität immer stärker auf sich selbst reagieren und mit ihren eigenen Prozessen beschäftigt sind – und sich deshalb nur noch sehr selektiv mit ihrer Umwelt auseinandersetzen. Ein bemerkenswertes Beispiel hierfür ist die Entwicklung von einfachen Nervenzellen zu einem Zentralnervensystem in hochentwickelten Organismen. Einfache Nervenzellen reagieren noch direkt und unvermittelt auf Ausenweltreize und leiten diese etwa an Muskelzellen weiter. In der weiteren Evolution kommt es zu einer sukzessiven Trennung zwischen Reizwahrnehmung (Umweltkontakt) und Reaktion (Handlung) durch die Zwischenschaltung vermittelnder Instanzen: „Es handelt sich dabei im allgemeinen um eine sensorische Zelle, die jedoch so spezialisiert ist, dass sie nur auf ein universales „Agens“ reagiert, nämlich auf die elektrische Aktivität der afferenten Axone, die in ihrer Nachbarschaft enden. Da ihre gegenwärtige Aktivität ihre spätere Reaktionsfähigkeit beeinflussen kann, führt diese Zelle das

Element des Rechnens in das Reich der Lebewesen ein und ermöglicht so den entsprechenden Organismen die erstaunliche Vielfalt nichttrivialer Verhaltensweisen.¹³ Figur 6-1 veranschaulicht diesen Prozess der operativen Schliessung am Beispiel einer Nervenzelle, die schrittweise den unmittelbaren Kontakt zur Aussenwelt löst und schliesslich ebenso oder stärker von internen Signalen angesprochen wird als von externen.

**Abb 6-1**

Der Prozess der operativen Schliessung.
Quelle: SEGAL 1986. aus WILLKE, H.,
1996, S.74

Wenn man sich also mit Zukunfts- und Prognosefragen auseinandersetzt, dann stösst man auf zwei Problembereiche. Zum einen auf eine Wirklichkeit, die in hohem Mass sowohl nach innen als auch nach aussen vernetzt ist und – wegen der Dynamik der Veränderungen – einen hohen Komplexitätsgrad aufweist; zum anderen auf das Phänomen „Zukunft“ mit all ihren Ungewissheiten. Zukunftsprobleme sind immer auch mit dem Faktor Zeit belastet, also mit der Ungewissheit der Zukunft resp. den Veränderungen über die Zeiten hinweg samt unterschiedlichen Veränderungsgeschwindigkeiten. Die Ursache der Komplexität eines Sachverhalts oder einer Problemlage liegt also auf der einen Seite in der Vernetzung, auf der anderen Seite am Zeitfaktor.

Der Zuwachs an Komplexität, dem sich das Management einer Unternehmung oder einer staatlichen Institution derzeit gegenüber sieht, ist nicht nur auf die Frage der zunehmenden Internationalisierung der Arbeitsteilung und des Wettbewerbs auf zunehmend weltweiten Märkten beschränkt. Hinzu treten soziale, technologische, ökologische und politi-

¹³ FOERSTER, H. v., 1993: Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke. Suhrkamp.

sche Veränderungen und Sachverhalte, welche die Schwierigkeit der zu bewältigenden Entscheide erhöhen.

Die traditionellen Vorstellungen bezüglich der Beherrschung von Komplexität in sozialen, resp. ökonomischen Systemen zeigt sich auch im Vorgehen zur Problemlösung, welches letztlich auch dem Prognosedenken zur Bewältigung der Zukunft zugrundeliegt. Dieser Ansatz umfasst sieben Schritte, welcher sinn- und zweckgerichtete Lösungen ermöglichen soll¹⁴:

1. Aufgrund des verfügbaren Fachwissens wird das Problem endgültig definiert.
2. Zu grosse Probleme werden in Teilprobleme zerlegt.
3. Für jedes Problem werden die spezifischen Bestimmungsfaktoren gesucht, die Schlüsselfaktoren werden bestimmt.
4. Präzise abgegrenzte Probleme werden sodann nacheinander gelöst.
5. Ein Problem wird mit seiner Lösung abgeschlossen.
6. Unzureichende Lösungen werden auf Datenmangel zurückgeführt.
7. Die Akzeptanz von Lösungen wird aufgrund wissenschaftlicher Massstäbe sichergestellt.

Letztlich geht es bei einem derartigen Ansatz um den Versuch der Komplexitätsreduktion durch Ausschaltung der Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen des Systems sowie durch das Ausblenden der Zeitdynamik. Veränderungen des Gewichts einzelner Probleme innerhalb des systemischen Zusammenhangs werden ignoriert. Eine derartige Vereinfachungsstrategie, bei der wir so tun, als ob es sich eigentlich um eine einfache Situation handelt, die durch logisches Denken voll beherrscht werden kann, ist nie erfolgreich. Denn die Wirklichkeit lässt sich davon nicht beeinflussen. Wie erwähnt, wird mit einem derartigen Ansatz dann häufig exakt nur ein Problem gelöst, welches sich zudem in der bearbeiteten Form gar nicht so stellt¹⁵.

¹⁴ zit. nach GRAF, H. G., 1999: Prognosen und Szenarien in der Wirtschaftspraxis. Hanser. [105]

¹⁵ ULRICH, H., PROBST, G., 1988: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln, Bern/Stuttgart.

6.5 Prognosen auf der Grundlage der Systemtheorie

Es sind diese vorstehend genannten Gründe, welche dazu führen, dass es letztlich unmöglich ist, treffsichere Vorhersagen über soziale und wirtschaftliche Entwicklungsverläufe abzugeben. Nach Fulda, Härter und Lenk¹⁶ müssen mindestens vier Voraussetzungen erfüllt sein, um zu einer sicheren Zukunftserkenntnis zu gelangen:

1. Das betrachtete Geschehen läuft nach deterministischen Gesetzen ab, und zwar nur nach diesen.
2. Diese Gesetze sind bei der Prognoseerstellung vollständig bekannt.
3. Die singulären Daten zur Beschreibung des Prognosegegenstands sind beobachtbar und können den fraglichen Gesetzmässigkeiten kompatibel zugeordnet werden.
4. Diese Daten sind bei der Prognoseerstellung bekannt; sie werden den Gesetzmässigkeiten tatsächlich richtig zugeordnet.

Es geht also einerseits um Theorie- und andererseits um Datenprobleme, die sich sowohl auf den Prognosegegenstand und seine Eigenschaften beziehen als auch den Erkenntnisstand des Prognostikers zum Gegenstand haben. Jedenfalls ist die Erfüllung aller vier Mindestvoraussetzungen – vorab mit Blick auf längerfristige Aussagen – in der Realität ausgeschlossen, so dass auf lange Sicht „sichere Prognosen“, welche den Informationsbedarf für eine anstehende Entscheidung vollständig und richtig wiedergeben, letztlich unmöglich bleiben.

Zur Analyse und zum Verständnis komplexer Sachverhalte bietet sich die Systemanalyse an.

Dabei ist ein systemtheoretisches Denken vor allem aus folgenden Gründen hilfreich:

1. Systemdenken bedeutet Denken in Zusammenhängen. Nur dies verhindert, dass ein Teil für das Ganze genommen, von der Veränderung eines Aspekts linear auf die Veränderung des Ganzen geschlossen wird. Insbesondere der sehr häufige Trugschluss, dass die Steigerung der Effizienz eines bestimmten Teiles oder einer bestimmten

¹⁶ zit. nach GRAF, H.G., 1998 [106].

Funktion des Systems auch die Effizienz des Systems steigern, kann hier beispielhaft angeführt werden.

2. Die Berücksichtigung von Zusammenhängen bringt die Prognostiker in ein fruchtbares Dilemma: einerseits muss er erkennen, dass alles mit allem „irgendwie“ zusammenhängt, dass jedes System jeweils in einen grösseren Systemzusammenhang eingebettet ist. Andererseits zwingt ihn die Unmöglichkeit, alle nur denkbaren Zusammenhänge zu berücksichtigen dazu, besonders eingehend der Frage nachzugehen, wie denn unterschiedliche Systemebenen zusammenhängen und wie denn genau die Teile eines Systemzusammenhanges zusammenspielen.
3. Der Prognosensteller ist daher darauf angewiesen, die Komplexität der für ein System möglicherweise einschlägigen Beziehungen in einer bestimmten Weise zu reduzieren; aber nicht in der Weise der traditionellen Naturwissenschaften, die diejenigen Variablen herauspickten, welche sich gut messen liessen, sondern in der Weise einer systemadäquaten Analyse der „kritischen“ Variablen. Dies bedeutet, dass eine Systemanalyse immer zuerst mit der Frage nach den Variablen, Faktoren, Komponenten oder Funktionen beginnt, welche für ein bestimmtes System insofern relevant oder repräsentativ sind, als Erkenntnisse und Aussagen über sie tatsächlich auch Aussagen und Erkenntnisse über das System und sein mögliches Verhalten insgesamt erlauben.
4. Besonders im Hinblick auf die Untersuchung des Langzeitverhaltens komplexer (ökonomischer) Systeme ist die Einsicht zentral, dass Teile oder Prozesse sich in der Analyse unterschiedlich darstellen, unterschiedliche Realitäten haben, je nachdem ob sie isoliert für sich oder aber im Kontext und in der dynamischen Interaktion des Systemzusammenhanges untersucht werden¹⁷.

Diese Einsicht scheint eher trivial zu sein; doch liessen sich ganze Forschungseinrichtungen nennen, die diesen Grundsatz missachten. Trotz eklatanter Misserfolge herrscht in vielen Zweigen der Natur- und Wirtschaftswissenschaften noch eine „Teilchentheorie des Ganzen“ vor, wird das komplexe System Mensch-in-Umwelt auf bio-chemische oder Markt-Prozesse

¹⁷ BERTALANFFY, L. v., 1979: General system theory. 6. ed., NY: Braziller.

reduziert. Trotz eklatanter Misserfolge staatlicher und juristischer Regelung von Problembereichen ist den Rechts- und Staatswissenschaften sowie den Politikern offensichtlich jedes Systemdenken weitestgehend fremd geblieben.

5. Die Analyse von Phänomenen organisierter Komplexität (siehe Kapitel 6.3) setzt den Bruch mit dem wissenschaftstheoretischen Ideal einfacher Kausalitäten und Gesetzmässigkeiten voraus; und sie setzt voraus, dass die methodologisch verbrämte Reduktion komplexer Zusammenhänge auf einzelne, gerade messbare Variablen überwunden wird.

Was Theorien über Systeme organisierter Komplexität leisten sollen, ist denn auch vorsichtig anzusetzen. Nicht die Voraussage zukünftigen Verhaltens im Detail kann das Ziel sein, sondern die Voraussage von Verhaltensmustern (pattern prediction), Funktionszusammenhängen, Problemkonfigurationen und Entwicklungslinien, deren Kenntnis nur die Wahrscheinlichkeit erhöht, bestimmte Ereignisse und Ergebnisse prognostizieren zu können.

Nicht methodisch perfekte Modellbauerei und Algorithmisierung, die immer exaktere Erfassung von Irrelevantem, ist das Gebot der Gegenwart, sondern der transdisziplinäre Aufbau einer Theorie und Analysemethodik komplexer organisierter Systeme. Grundlage einer solchen Theorie und Methodik kann dann nicht mehr nur die Logik von Ursache-Wirkungs-Kausalitäten sein, sondern darüber hinaus zusätzlich die Logik komplexer Systeme¹⁸.

6.6 Input-Output-Prognosen und ihre Verlässlichkeit

In diesem Kapitel soll nun die Zuverlässigkeit der IO-Analyse bei Projektionen Gegenstand der Überlegungen sein. Die bereits in Kapitel 4 dargestellte Grundgleichung des statischen Modells:

$$\bar{x} = (I - A)^{-1} \cdot \bar{y}^* \quad [4.17]$$

lässt sich sowohl auf den gegenwärtigen Zeitpunkt als auch auf verschiedene spätere Zeitpunkte beziehen. Dabei wird in der Literatur meist eine gewisse Konstanz der Inputkoeffizienten über die Zeit unterstellt, so dass man davon ausgehen kann, dass die Technologiematrix **A** sich so wenig verändert, dass sie als konstant betrachtet werden kann.

Es ist klar, dass die Güte der Prognoserechnung wesentlich von der Gültigkeit dieser Annahme abhängt oder anders gesagt: die Projektionsgenauigkeit kann nur so gut sein, wie die Koeffizienten im Zeitablauf unverändert geblieben sind. Gerade diese weitgehende Konstanz der Koeffizienten ist jedoch eine sehr naive Annahme, die schon LEONTIEF selbst nicht in dieser Form akzeptierte. Deshalb nimmt es auch nicht Wunder, wenn viele Literaturstellen, die sich mit diesem Zentralproblem der IO-Analyse befassen, seine Stellungnahme hierzu als Ausgangspunkt nehmen:¹⁹

„ (...) es kann sicher nicht erwartet werden, daß sie (die Inputkoeffizienten) im eigentlichen Sinne des Wortes konstant sind. Die eigentliche Frage ist doch: Wie verändert eine tatsächliche Abweichung die faktische Gültigkeit der unter Konstanzannahme berechneten Ergebnisse?“ (siehe auch Kapitel 4.4)

Diese Betrachtungsweise unterstellt implizit, daß Fehler in der Technologiematrix letztlich das Ergebnis nur unwesentlich beeinflussen und daß zudem von einer gewissen Stabilität der Technologiematrix ausgegangen werden kann. Aufgrund ihrer großen Bedeutung für die Güte der Prognoseergebnisse ist diese Frage gerade in den letzten Jahren zunehmend analysiert worden, wobei sowohl unterschiedliche Arten von Fehlern als auch unterschiedliche Wirkungen derartiger Fehler in die Diskussion einbezogen wurden.

¹⁹ zit. nach HOLUB, H.-W., 1994 [332]

Die Frage, wie richtig eine Prognose liegt, hängt aber nur zum Teil am Problembereich der Konstanz. Genaugenommen beginnt sie schon bei der Frage, wie exakt die Tabelle selbst überhaupt erhoben wurde, berührt also ein primärstatistisches Element - die *Tabellenpräzision*. Denn es ist klar, daß selbst bei Koeffizientenkonstanz eine nicht präzise erhobene Tabelle keine gute Prognosequalität ermöglicht. Erst in zweiter Linie stellt sich dann die Frage der intertemporalen Konstanz bzw. pragmatischer der intertemporalen Stabilität der Technologiematrix.

6.6.1 Die verschiedenen Fehlerdimensionen

Jedes statistische Rechenwerk ist mit Fehlern behaftet. Dies trifft natürlich auch auf die IO-Tabelle als Ausgangspunkt der IO-Analyse zu. Die im Prinzip unvermeidlich auftretenden Fehler lassen sich dabei in verschiedene Kategorien einteilen. Da sind zunächst alle Fehler, die im primärstatistischen Material selbst vorkommen können (Adäquations- und Erhebungsfehler). Schliesslich gibt es bei der IO-Analyse bzw. bei der mit ihrer Hilfe möglichen Prognosefehler bei der Tabellenaufbereitung (Erstellungsfehler).

Erhebungs- und Erstellungsfehler betreffen die statistische Ausgangsbasis. Auf der Anwenderseite kommen dann, noch die Anwendungsfehler hinzu.

6.6.2 Die Abschätzung von Fehlern in Input-Output-Tabellen

Man darf annehmen, daß die Fehlermargen für die IO-Tabellen nicht niedriger sind, als die der anderen veröffentlichten volkswirtschaftlichen Rechenwerke. Während bei volkswirtschaftlichen Aggregaten im Schnitt mit Fehlertoleranzen zwischen 2,5 % und 6 % gerechnet wird, müssen bei einzelnen Aggregaten, wie z.B. dem privaten Verbrauch, sogar Fehlerquoten bis zu 12% unterstellt werden²⁰.

In bezug auf einzelne IO-Tabellenfelder ist die Fehlermarge jedoch deutlich höher anzusetzen, da sich die Aufteilung nicht auf eine vergleichbar gute Datenlage stützen kann wie bei den Aggregaten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Für originär erhobene Tabellen ist mit einer durchschnittlichen Fehlermarge von ca. 10 % zu rechnen (HELM-

²⁰ nach HELMSTÄDTER, E. et al., 1983. Die Input-Output-Analyse als Instrument der Struktur-forschung.

STÄDTER et al. 1983, (47ff)). Bei Einsatz von Tabellen-Kompletierungsverfahren, wie z.B. MODOP bzw. RAS-Verfahren, steigt der durchschnittliche Fehlersatz auf 20 % (Helmstädter et al. 1983, S. 46).

Betrachten wir die eingangs dieses Kapitels zitierte pragmatische Haltung Leontiefs vor dem Hintergrund der verschiedenen Zielsetzungen einer Analyse bzw. der hierzu heranzuziehenden Wichtigkeiten einzelner Koeffizienten, so können wir zusammenfassend feststellen, daß unter günstigen Umständen, d.h. bei vorteilhafter Kombination aller Faktoren, die Haltung Leontiefs vielleicht Bestätigung finden kann, unter „widrigen Umständen“ jedoch der gezielte Einsatz aller Informationen und des ganzen verfügbaren Instrumentariums der Statistik und der Korrekturverfahren nötig wird, um einigermaßen plausible Resultate zu erhalten. Empirisch gefundene geringe Elastizitäten einzelner Koeffizienten sollten aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß deren Kumulation doch zu ganz erheblichen Abweichungen der Outputprojektionen führen kann.

6.6.3 Empirische Ergebnisse zur Verlässlichkeit von Input-Output-Prognosen

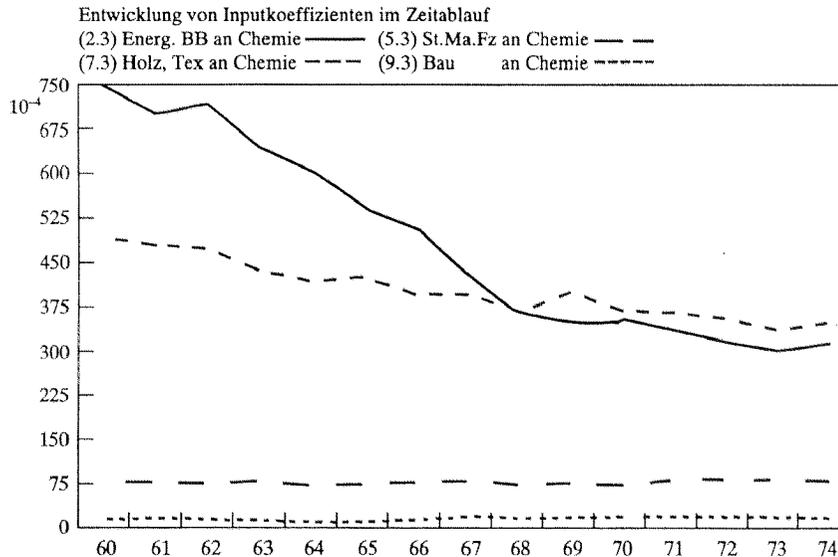
Das Problem einer mangelnden Zuverlässigkeit von Prognosen, die sich auf vorhandene Tabellen abstützen muss, ist natürlich seit Beginn der IO-Analysen bekannt. Entsprechend wurde in verschiedenen Studien versucht, das Ausmass der Fehlerhaftigkeit solcher Projektionen abzuschätzen, zu ermitteln, von welchen Faktoren solche Fehler abhängen, und schliesslich zu klären, in welchem Umfang das Prognoseergebnis von diesen verschiedenen Determinanten bestimmt wird.

In der Literatur ist allerdings kein einheitliches Muster der Störeinflüsse auszumachen. Immerhin wurde aber in etwa der Rahmen abgesteckt, in dem Fehlerprognosen zu erwarten sind. Abschliessend sollen exemplarisch ein paar Ergebnisse von Helmstädter (1983)²¹ zitiert werden – ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit, nota bene.

²¹ HELMSTÄDTER, E. et al., 1983. Die Input-Output-Analyse als Instrument der Strukturforschung.

Helmstädter stellte fest, dass 5 Jahre nach der Erstellung der kleinen 14x14-Tabellen des Deutschen Institutes für Wirt-

schaftsforschung (DIW) die Koeffizienten sich durchschnittlich um 20 %, bei den grösseren 49x49-Tabellen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI) sogar um 32 % verändert hatten. Dabei konnte nur bei etwa 30 % aller Koeffizienten ein Trend ausgemacht werden. Als Beispiel für eine Koeffizientenentwicklung soll Abbildung 6-1 dienen.

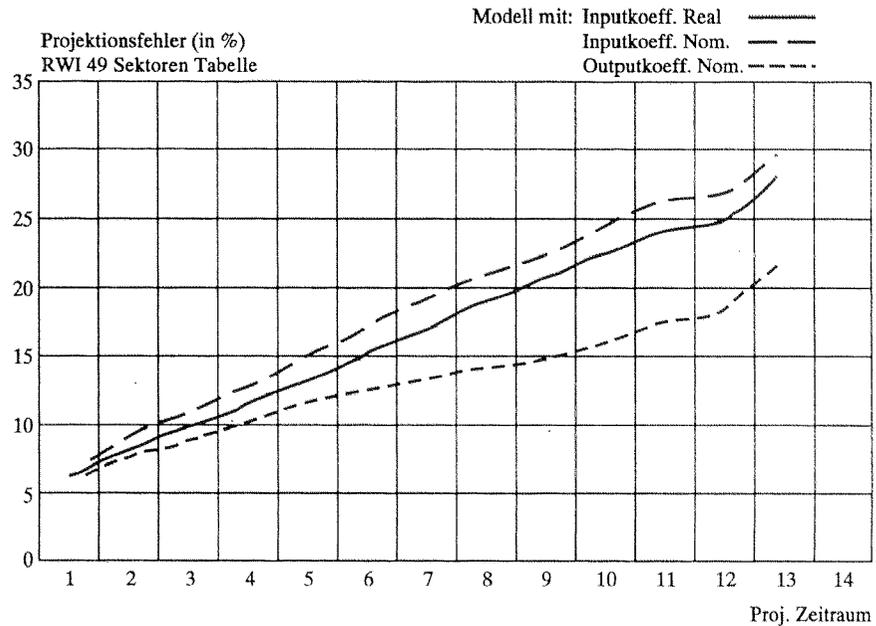
**Abb. 6-1**

Beispiel für eine Koeffizientenentwicklung
 (HELMSTÄDTER et al.,
 1987)

Wie bereits an früherer Stelle erwähnt, bedeutet eine durchschnittliche relative Koeffizientenstabilität im konkreten Fall nicht unbedingt auch schon eine gute Prognosequalität. Eine durchschnittliche Abweichung kann bei einzelnen Koeffizienten durchaus von ausschlaggebenden grösseren Abweichungen überlagert sein. So kann es also durchaus vorkommen, dass sogar bei geringen durchschnittlichen Variationen der Koeffizienten das Prognoseergebnis durch Veränderung einzelner wichtiger Koeffizienten stark betroffen ist. Man wird jedoch im grossen und ganzen davon ausgehen können, dass ein positiver Zusammenhang zwischen stabilen Koeffizienten und einer besseren Prognosequalität besteht.

Abbildung 6-2 zeigt des weiteren die Zeitabhängigkeit von Outputprojektionsfehlern. Die empirischen Schätzungen zeigen, dass bereits nach 5 Jahren mit einem Projektionsfehler um 15 % zu rechnen ist.

Abb. 6-2
Zeitabhängigkeit von
Outputprojektionsfeh-
lern (HELMSTÄDTER et al.,
1987)



Man mag angesichts solcher Ergebnisse bezweifeln, ob die Qualität der vorhandenen Daten Schätzungen und daraus abgeleitete Prognosen als Entscheidungshilfen der Wirtschaftspolitik gestattet seien. Die Fehlermargen, die durch die Anwendung der Input-Output-Algorithmen entstehen, erscheinen als sehr hoch. Diese Situation schwächt die Erklärungskraft der Simulationsmodelle und kann da und dort zur Lähmung der Politik führen, obwohl laufend neue und noch komplexere Modelle entwickelt und angewendet werden.

Vor diesem Hintergrund versuchte die vorliegende Arbeit zur Sensibilisierung der Erkenntnis begrenzter Möglichkeiten und Zuverlässigkeiten der Prognosestätigkeit beizutragen, um damit die Grundlagen für eine effektive Politik in Richtung nachhaltiger Lebens- und Wirtschaftsweise zu verbessern.

In der heutigen Situation stehen dabei weniger die Notwendigkeit neuer Modelle im Vordergrund, welche noch mehr Komplexität in eine bestimmte Modellarchitektur zu integrieren versuchen. Vielmehr soll geholfen werden, die tatsächliche Bedeutung von Modellergebnissen zu verstehen – und dies im Zusammenhang mit der dynamischen, realen Welt, welche sich laufend verändert und entwickelt.

Seite Leer /
Blank leaf

7. Literaturverzeichnis

BASICS AG, 1996:

Sensitivitätsanalyse: Geringeres Wirtschaftswachstum
"IDA-FiSo-Szenario". Zürich.

BECKENBACH, F. (Hrsg.), 1992:

Die ökologische Herausforderung für die ökonomische
Theorie. Metropolis-Verlag, Marburg.

BERTALANFFY, L. v., 1979:

General system theory, 6. ed., NY: Braziller.

BINSWANGER, M., 1993:

Gibt es eine Entkoppelung des Wirtschaftswachstums
von Naturverbrauch und Umweltbelastung? IWÖ-HSG,
St. Gallen.

BINSWANGER, M., 1995:

Beschäftigungswirksamer ökologischer Strukturwandel
in der Schweizer Wirtschaft: Die Bedeutung einer
Energiesteuer. IWÖ-HSG, St. Gallen.

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1995:

Wirtschaftliche Auswirkungen und Verteileffekte ver-
schiedener CO₂-/Energieabgabe-Szenarien. Ecoplan,
Bern.

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1996:

Perspektiven der Energienachfrage der privaten
Haushalte für die Szenarien I-III 1990-2030. Prognos AG,
Basel.

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1996:

Perspektiven der Energienachfrage der Industrie für
die Szenarien I-III 1990-2030. Basics AG, Zürich.

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1996:

Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sek-
tors für die Szenarien I-III 1990-2030. Forschungsgruppe
Energieanalysen, ETH Zürich.

7. LITERATURVERZEICHNIS

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1996:

Energieperspektiven der Szenarien I-III 1990-2030. Synthesebericht. Prognos AG, Basel.

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1996:

Perspektiven der Energienachfrage des Verkehrs für die Szenarien I-III 1990-2030. Infrac AG, Bern

BUNDESAMT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT, 1997:

Ergänzungen zu den Energieperspektiven 1990-2030. Szenario IV: verschärfte und auf Nachhaltigkeit ausgerichtete CO₂-Reduktion (Synthesebericht), Prognos AG, Basel.

BUNDESAMT FÜR STATISTIK, BFS, 1999:

Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Materialien für ein Indikatorsystem. Neuenburg.

CHENERY, H.B., Clark, P.G., 1989:

Interindustry economics, New York.

DEISS, J., 1983:

Einführung in die Volkswirtschaftslehre. Analyse der schweizerischen Volkswirtschaft. Verlag Fragnière, Freiburg.

DIEFENBACHER, H. & HABICHT-ERENLER, S. (Hrsg.), 1991:

Wachstum und Wohlstand. Neuere Konzepte zur Erfassung der sozial- und Umweltverträglichkeit. Metropolis-Verlag, Marburg.

DEUTSCHER BUNDESTAG, 1995:

Mehr Zukunft für die Erde, Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Enquete-Kommission. Bonn.

DÖRNER, D., 1989:

Die Logik des Misslingens. Rowohlt.

ENDRES, A. & QUERNER, I., 1993:

Die Ökonomie natürlicher Ressourcen: eine Einführung. Wiss. Buchges., Darmstadt.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- ERDMANN, G., 1995:
Energieökonomik: Theorie und Anwendungen. vdf Hochschulverlag AG, Zürich.
- ETH, 1996:
Perspektiven des Energieverbrauchs im primären und tertiären Sektor. Modellierung und Resultate. Zürich
- FABER, M, et al., 1983:
Umweltschutz und Input-Output-Analyse. J. C. B. Mohr, Tübingen
- FOERSTER, H. v., 1993:
Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke. Suhrkamp.
- FORRESTER, J., 1971:
Planung unter dem dynamischen Einfluss komplexer sozialer Systeme. In: Ronge, Volker und Schmiege, G. (Hrsg.): Politische Planung in Theorie und Praxis. Piper.
- GRAF, H. G., 1999:
Prognosen und Szenarien in der Wirtschaftspraxis. Hanser.
- HARBORTH, H.-J., 1993:
Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung: eine Einführung in das Konzept des „sustainable development“. Ed. Sigma, Berlin. 2. Auflage.
- HAUFF, V. (Hrsg.), 1987:
Unsere gemeinsame Zukunft. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkamp Verlag, Greven.
- HELMSTÄDTER, E. et. al., 1983:
Die Input-Output-Analyse als Instrument der Strukturforschung. Tübingen.
- HOLUB, H.-W., 1994:
Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München, Wien.
- IDARIO, Interdepartementaler Ausschuss Rio, 1997:
Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Stand der Realisierung. BUWAL.

7. LITERATURVERZEICHNIS

INFRAS & ECOPLAN, 1996:

Economic Impact Analysis of Ecotax Proposals. Final Report. CEC DG XII: EU 3rd Framework Programme. Zürich und Bern.

KAHN, H., 1980:

Die Zukunft der Welt. Wien.

KEATING, M., 1993:

Agenda für eine nachhaltige Entwicklung. Erdgipfel 1992. Centre of our Common Future. Genf.

LANG, J., 1811:

Grundlagen der politischen Arithmetik.

LEONTIEF, W., 1966:

Input-Output Economics. N.Y. University Press.

MATURANA, U., 1982:

Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Vieweg.

MAUCH, P. S. et al., 1992:

Ökologische Steuerreform. Europäische Ebene und Fallbeispiel Schweiz. Verlag Rüegger, Chur/Zürich.

MEADOWS, D. & D., 1992:

Die neuen Grenzen des Wachstums. 7. Auflage. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

MINSCH, J., 1994:

Ökologische Grobsteuerung. Konzeptionelle Grundlagen und Konkretisierungsschritte. IWÖ-HSG, St. Gallen.

NUTZINGER, H. G., 1995:

Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung. Metropolis-Verlag, Marburg.

PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L., 1998:

Econometric Models and Economic Forecasts. International Edition, Irwin/McGraw-Hill, Boston.

PROGNOS AG, 1999:

Mehr Arbeitsplätze durch ökologisches Wirtschaften? Endbericht. Köln.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- PROGNOS AG, 1996b:
Wirtschaftliche Auswirkungen der Szenarien IIa und IIb.
Basel
- PROGNOS AG, 1996a:
Energieperspektiven der Szenarien I bis III, 1990 - 2030.
Synthesebericht. Basel
- QUINE, W.V.O., 1957:
The scope and language of science. Philosophy of
Science 8.
- RIEDL, R., 1981:
Biologie der Erkenntnis. Parey, Berlin und Hamburg.
- SCHIPS, B., 1990:
Empirische Wirtschaftsforschung. Hanser.
- SCHMIDHEINY, S., 1993:
Kurswechsel. Globale unternehmerische Perspektiven
für Entwicklung und Umwelt. Knaur, München.
- SCHMIDT-BLEEK, F., 1993:
Wieviel Umwelt braucht der Mensch. MIPS – das Mass
für ökologisches Wirtschaften. Birkhäuser Verlag, Berlin.
- SCHNEWLIN, M., 1990:
Disaggregation der Transportbranche zwecks Erstel-
lung der Input-Output-Tabelle Schweiz 1985.
- SCHNEWLIN, M., 1993:
Ein Input-Output-Simulationssystem der schweizeri-
schen Volkswirtschaft. Rüegger.
- SCHNEWLIN, M., 1996:
Ein input-output basiertes Produktionsmodell der
Schweiz für 1990 mit besonderer Berücksichtigung der
Energie- und Verkehrswirtschaft. KOF.
- STEPHAN, G. & AHLHEIM, M., 1996:
Ökonomische Ökologie. Springer-Verlag, Berlin.
- STONE, R., BATES, J., BACHARACH, M., 1963:
Input-Output-Relationships 1954 - 1966, A Programme
for Growth, Paper No 3, University of Cambridge.

7. LITERATURVERZEICHNIS

ULRICH, H., PROBST, G., 1988:

Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln,
Bern/Stuttgart.

VOLLMER, G., 1994:

Evolutionäre Erkenntnistheorie. Hirzel, Stuttgart.

WALRAS, L., 1876:

Théorie mathématique de la Richesse Sociale. Lau-
sanne, Paris.

WEAVER, W., 1978:

Wissenschaft und Komplexität. Opladen, Westdeut-
scher Verlag

WEHOWSKY, S. & PIEREN, K (Hrsg.), 1996:

CASS Symposium 96. Nachhaltige Entwicklung oder
hoher Lebensstandard?. Konferenz der schweizeri-
schen wissenschaftlichen Akademien. Bern.

WEIZÄCKER VON, E. U. et al., 1996:

Faktor vier. Doppelter Wohlstand – halbierter Ver-
brauch. 9. Auflage. Droemer Knaur, München.

WEIZÄCKER VON, E. U., 1994:

Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle
zum Jahrhundert der Umwelt. 4. Auflage. WBV Verlag,
Darmstadt.

WICKERT, J., 1972:

Albert Einstein. Rowohlt.

WILLKE, H., 1996:

Systemtheorie II: Interventionstheorie. UTB

WINKER, P., 1997:

Empirische Wirtschaftsforschung. Springer-Verlag, Ber-
lin.

WYDER, M., 1998:

Goethes Naturmodell. Böhlau

Anhänge

Anhang A

Input-Output-Tabellen für die Schweiz 1990	A 1
Tabellen zum Grundszenario	A 11
Tabellen zum Offensivszenario	A 14
Tabellen zum Konjunkturszenario	A 17

Anhang B

Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung	B 1
Rahmenkonvention der UN über Klimaveränderungen	B 4
Agenda 21: Wissenschaft und nachhaltige Entwicklung	B 8
Solarinitiative	B 11
Energie-Umwelt-Initiative	B 12

Anhang A

Tab. A-1: Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 1-8	A 2
Tab. A-2: Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 9-16	A 3
Tab. A-3: Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 17-24	A 4
Tab. A-4: Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 25-32	A 5
Tab. A-5: Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 33-40	A 6
Tab. A-6: Total der Vorleistungslieferungen und Endnachfragematrix für die Schweiz 1990	A 7
Tab. A-7: Endnachfragematrix für die Schweiz 1990	A 8
Tab. A-8: Endnachfragematrix und Exporte	A 9
Tab. A-9: Total Outputs der IO-Tabelle	A 10
Tab. 1-10: Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Grundszenario	A 11
Tab. 1-11: Veränderung des Arbeitsangebotes im Grundszenario nach Berufen	A 12
Tab. 1-12: Arbeitsplatzveränderungen in den verschiedenen Kantonen im Grundszenario	A 13
Tab. 1-13: Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Offensivszenario	A 14
Tab. 1-14: Veränderung der Arbeitsplätze nach Berufen im Offensivszenario	A 15
Tab. 1-15: Veränderung der Arbeitsplätze in den Kantonen im Offensivszenario	A 16
Tab. 1-16: Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Konjunkturszenario	A 17
Tab. 1-17: Veränderung der Arbeitsplätze nach Berufen im Konjunkturszenario	A 18

ANHANG A

IO-Tabelle für die Schweiz 1990

VORLEISTUNGSVERFLECHUNG TOTAL 1990								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Branchen	Prim Sektor	Elektrizität	Gas	Wasser	Mineralöl	Nahrungsmittel	Getränke	Tabak
1 Prim Sektor	1220.0	0.2	0.0	0.4	0.0	7812.0	189.3	278.3
2 Elektrizität	151.8	539.9	15.4	21.7	6.2	108.3	19.8	11.8
3 Gas	2.7	1.4	284.0	0.8	0.2	27.4	5.1	3.7
4 Wasser	25.1	5.0	3.0	31.3	0.6	40.1	9.1	2.3
5 Mineralöl	104.7	10.0	1.4	0.5	786.9	67.9	8.7	2.1
6 Nahrungsmittel	1387.0	0.7	0.0	0.0	0.1	4313.0	284.4	0.4
7 Getränke	3.4	1.9	0.0	0.0	0.0	13.9	96.8	0.1
8 Tabak	0.4	4.1	0.1	0.7	0.0	0.6	1.1	23.5
9 Textilien	5.2	0.4	0.0	0.7	0.0	2.2	0.0	0.4
10 Bekleidung	7.6	7.5	0.0	0.0	0.1	12.2	6.0	1.2
11 Holzbearbeit	7.6	3.3	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.2
12 And Holzprod	66.0	2.5	0.0	9.4	0.1	23.4	6.3	4.0
13 Papier	19.9	5.3	0.0	1.3	0.0	256.3	45.4	91.7
14 Graph Erzeugn	94.1	10.3	0.1	0.7	0.0	330.5	58.8	22.9
15 Lederw Schuhe	2.1	0.0	0.0	1.3	0.0	6.0	0.0	0.0
16 Chemie	377.8	364.5	0.2	133.6	5.4	138.1	43.3	51.4
17 Kunst Kautsch	47.9	7.7	0.0	3.3	0.8	138.5	24.3	10.1
18 Stein Erd Bergb	127.9	84.5	40.0	26.1	0.1	145.6	117.4	0.3
19 Metalle	105.5	258.9	17.6	33.7	1.4	167.2	52.4	12.8
20 Masch Fahrz	399.1	419.9	80.5	132.5	3.5	343.3	76.8	27.6
21 Elektr Uhr sonst	111.7	275.3	71.0	41.4	2.1	93.6	43.5	14.9
22 Bauhauptgew	121.2	73.8	1.0	51.3	0.1	1.5	2.2	0.0
23 Ausbaugew	64.7	141.3	1.8	32.0	0.8	15.8	31.0	0.8
24 Grosshandel	522.4	137.0	0.5	8.7	24.5	1022.0	184.6	56.5
25 Detailhandel	2.8	35.0	0.1	0.0	3.4	632.5	54.5	9.6
26 Gastgewerbe	5.6	20.4	0.2	4.2	0.3	33.8	22.0	10.2
27 Bahnen Schiffe	58.8	24.8	9.7	5.8	2.8	191.7	14.3	17.3
28 OeV Agglomer	1.3	0.2	0.1	0.2	0.1	2.0	0.3	0.2
29 Strassenverk	459.2	51.5	26.2	20.1	4.0	385.8	4.9	3.0
30 Luftfahrt Rohr	34.6	22.1	4.4	10.7	1.3	122.7	2.0	1.3
31 PTT Nachricht	21.7	69.6	0.1	8.7	0.6	77.3	26.7	1.3
32 Banken	31.0	57.6	1.7	4.4	0.4	43.0	8.1	0.0
33 Versicherung	28.7	177.4	1.3	10.5	0.1	17.0	3.1	2.0
34 Immobilien	0.3	18.8	0.2	0.2	0.0	55.5	10.6	1.9
35 Leas Ber Verv	315.9	470.1	18.4	40.9	6.1	603.9	304.7	314.1
36 Unterr Wissen	10.9	16.1	4.2	3.8	0.0	49.2	23.7	22.4
37 Gesundheitsw	215.7	23.5	6.0	2.3	0.1	5.0	0.9	0.0
38 Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39 Staat	16.3	32.0	0.3	3.4	0.4	38.6	10.0	7.5
40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL VL-BEZÜGE	6178.5	3374.8	589.4	649.8	852.5	17337.6	1792.2	1007.8
WERTSCHÖPFUNG								
Komponenten	1	2	3	4	5	6	7	8
	Prim Sektor	Elektrizität	Gas	Wasser	Mineralöl	Nahrungsmittel	Getränke	Tabak
Löhne+Sozialbeiträge	8485.8	4445.1	114.2	1609.8	90.3	4997.5	1145.6	1495.0
Abschr. + Kapitalkosten								
Ind. Steuern - Subv.								
Untermehmenergebnis								
WS Eigenauftr. Strverk	-194.9	-0.5	-0.1	-0.1	-1.5	-151.5	-1.0	-0.5
TOTAL WS	8290.8	4444.6	114.1	1609.7	88.8	4845.9	1144.6	1494.5
VL-BEZÜGE	6178.5	3374.8	589.4	649.8	852.5	17337.6	1792.2	1007.8
WERTSCHÖPFUNG	8290.8	4444.6	114.1	1609.7	88.8	4845.9	1144.6	1494.5
BRUTTOPRODUKTION	14469.4	7819.4	703.5	2259.5	941.3	22183.5	2936.8	2502.3
VL-Importlieferungen	2241.7	1051.0	559.0	0.0	2552.1	970.9	160.5	5.5
EV-Importe	889.2	0.0	0.0	0.0	4739.7	2244.1	1055.3	49.0
davon Importsteuem	148.0	0.0	4.1	0.0	3473.9	267.8	167.4	9.1
IMPORTE gleichartig	3130.9	1051.0	559.0	0.0	7291.8	3215.1	1215.8	54.6
VL-imp mit Koeff 85 gesch.	2241.7	1051.0	559.0	0.0	2552.1	970.9	160.5	5.5
Koeffizient								
GESAMTAUFKOMMEN	17600.3	8870.4	1262.5	2259.5	8233.2	25398.5	4152.6	2556.8

Tab. A-1

Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 1-8.

ANHANG A

VORLEISTUNGSVERFLECHTUNG TOTAL 1990								
Branchen	9 Textilien	10 Bekleidung	11 Holzbearbeit	12 And Holzprod	13 Papier	14 Graph Erzeugn	15 Lederw Schuhe	16 Chemie
Prim Sektor	117.5	22.7	283.4	139.4	48.0	0.0	66.5	36.0
Elektrizität	147.8	10.5	12.4	98.1	184.8	39.0	2.2	276.2
Gas	11.1	2.2	0.9	7.0	21.5	8.3	3.7	64.5
Wasser	6.6	3.4	0.5	1.5	4.9	4.3	0.5	14.9
Mineralöl	48.1	8.7	5.1	29.8	64.0	33.6	3.6	76.7
Nahrungsmittel	0.4	0.5	0.0	0.5	0.9	1.2	0.2	89.0
Getränke	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	5.8
Tabak	0.7	0.0	0.2	1.3	0.0	1.6	0.1	2.9
Textilien	791.2	662.1	0.7	130.0	11.2	3.8	16.3	10.3
Bekleidung	9.3	221.3	0.0	2.7	0.0	0.0	7.7	23.0
Holzbearbeit	0.0	0.0	190.4	980.8	57.9	0.6	0.5	9.3
And Holzprod	0.5	0.4	2.6	822.4	21.4	0.7	10.0	12.4
Papier	26.9	9.2	7.2	53.1	1271.0	1461.0	8.8	341.0
Graph Erzeugn	2.1	0.0	6.8	0.0	84.4	1368.0	2.6	154.8
Lederw Schuhe	1.0	24.1	0.7	42.9	1.0	93.2	135.4	0.4
Chemie	351.6	5.5	77.3	140.0	192.0	633.4	27.8	9580.0
Kunst Kautsch	30.7	30.8	11.1	314.3	65.9	137.1	33.7	404.5
Stein Erd Bergb	1.4	1.1	4.7	152.4	46.3	0.0	1.1	263.1
Metalle	4.4	17.5	6.0	388.1	17.8	59.3	13.3	331.1
Masch Fahrz	126.2	17.2	36.4	128.2	142.7	335.6	12.5	672.0
Elektr Uhr sonst	34.6	28.8	13.0	321.7	103.4	105.8	22.5	283.8
Bauhauptgew	0.5	0.2	4.6	18.8	1.4	1.4	0.7	7.8
Ausbaugew	6.0	7.7	5.5	13.5	6.7	20.7	3.0	29.4
Grosshandel	181.4	146.0	79.9	595.8	248.2	270.6	59.3	1207.0
Detailhandel	31.1	31.8	41.4	455.4	64.3	85.4	9.5	167.3
Gastgewerbe	22.0	34.7	8.9	89.9	13.8	68.8	11.3	160.8
Bahnen Schiffe	9.1	4.9	6.1	10.2	33.0	65.4	2.7	163.4
OeV Agglomer	0.3	0.2	0.1	0.9	0.4	1.0	0.1	2.5
Strassenverk	44.4	2.5	110.0	126.6	24.5	25.6	7.5	221.6
Luftfahrt Rohrl	19.9	1.1	32.1	39.0	9.9	10.8	2.0	92.8
PTT Nachricht	26.4	31.0	8.3	104.0	25.9	90.7	16.5	257.9
Banken	17.4	19.6	7.4	50.8	11.6	30.4	5.1	56.2
Versicherung	6.9	3.8	4.4	23.7	7.3	14.3	1.6	37.2
Immobilien	5.2	11.2	0.3	49.5	3.7	47.5	2.2	50.8
Leas Ber Verv	146.2	257.1	42.2	480.7	201.0	660.3	30.8	1892.0
Unterr Wissen	17.5	9.7	4.7	37.4	15.5	56.4	6.0	76.1
Gesundheitsw	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	13.9
Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Staat	2.4	7.4	1.1	12.5	4.4	12.2	0.7	81.6
Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL VL-BEZÜGE	2248.9	1634.8	1016.4	5863.7	3010.5	5748.3	527.9	17169.9
WERTSCHÖPFUNG								
Komponenten	9 Textilien	10 Bekleidung	11 Holzbearbeit	12 And Holzprod	13 Papier	14 Graph Erzeugn	15 Lederw Schuhe	16 Chemie
Löhne+Sozialbeiträge	1359.2	1034.8	464.3	4212.1	1624.4	5738.2	358.1	10575.4
Abschr. + Kapitalkosten								
Ind. Steuern - Subv.								
Unternehmensergebnis								
WS Eigenauftr. Strverk.	-6.5	-0.4	-48.6	-52.2	-5.5	-5.1	-3.6	-45.4
TOTAL WS	1352.7	1034.4	415.7	4159.9	1618.9	5733.1	354.5	10529.9
VL-BEZÜGE	2248.9	1634.8	1016.4	5863.7	3010.5	5748.3	527.9	17169.9
WERTSCHÖPFUNG	1352.7	1034.4	415.7	4159.9	1618.9	5733.1	354.5	10529.9
JTTOPRODUKTION	3601.7	2669.2	1432.1	10023.5	4629.5	11481.4	882.4	27699.8
VL-Importlieferungen	1325.0	1250.0	781.6	562.5	2477.0	58.3	357.9	11239.5
EV-Importe	482.7	4091.8	31.7	1752.5	0.0	1297.1	1074.2	1276.7
davon Importsteuern	9.5	156.3	1.1	9.2	3.4	1.6	16.0	20.0
ORTE gleichartig	1807.6	5341.7	813.3	2315.0	2477.0	1355.4	1432.1	12516.2
mp mit Koeff 85 gesch.	1325.0	1250.0	781.6	562.5	1981.6	58.3	357.9	11239.5
ffizient								
SAMTAUFKOMMEN	5409.3	8011.0	2245.5	12338.5	7106.4	12836.8	2314.5	40216.0

Tab. A-2

Vorleistungs- und Primärinputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 9-16.

ANHANG A

VORLEISTUNGSVERFLECHTUNG TOTAL 1990									
	17	18	19	20	21	22	23	24	
Branchen	Kunst Kautsch	ein Erd Bergb	Metalle	Masch Fahrz	ctr Uhr sonst	Bauhauptgew	Ausbaugew	Grosshandel	
1 Prim Sektor	50.8	5.6	3.6	3.9	23.5	9.2	0.0	81.5	
2 Elektrizität	78.4	113.1	377.5	131.1	110.3	130.8	52.5	52.0	
3 Gas	4.1	29.2	33.7	16.8	23.2	3.9	2.5	6.0	
4 Wasser	1.2	3.5	12.7	18.2	16.2	17.0	3.9	13.6	
5 Mineralöl	13.3	165.9	78.0	134.6	96.9	157.2	133.7	103.0	
6 Nahrungsmittel	0.6	0.6	2.0	6.1	15.8	2.6	0.4	35.6	
7 Getränke	0.1	0.1	0.7	1.8	2.0	0.3	0.7	20.4	
8 Tabak	0.0	0.8	2.2	2.9	3.3	0.0	0.8	90.6	
9 Textilien	46.4	10.8	8.7	117.5	62.5	1.1	56.7	49.5	
10 Bekleidung	1.0	8.1	3.5	7.9	19.4	10.0	2.3	5.6	
11 Holzbearbeit	13.5	8.3	16.6	65.0	91.2	209.3	310.8	0.4	
12 And Holzprod	0.8	28.9	77.8	130.5	72.6	284.5	1625.0	100.8	
13 Papier	72.7	95.0	42.0	48.4	293.5	10.3	54.0	289.4	
14 Graph Erzeugn	39.3	112.3	97.0	279.9	402.1	0.0	0.7	588.9	
15 Lederw Schuhe	2.2	0.0	2.7	0.4	14.7	0.0	0.0	1.6	
16 Chemie	1235.0	211.8	521.0	451.2	1357.0	150.5	756.6	72.7	
17 Kunst Kautsch	435.4	42.9	134.9	1056.0	1435.0	161.8	327.4	166.7	
18 Stein Erd Bergb	44.3	1161.0	849.3	178.8	485.4	4684.0	1023.0	16.1	
19 Metalle	76.0	84.7	7860.0	3669.0	3303.0	1104.0	1021.0	60.9	
20 Masch Fahrz	115.1	305.5	665.1	21110.0	2475.0	281.1	1395.0	669.2	
21 Elektr Uhr sonst	96.5	76.1	430.9	4203.0	10894.6	554.9	1253.0	908.4	
22 Bauhauptgew	1.2	5.8	7.3	36.4	6.2	551.5	0.0	44.1	
23 Ausbaugew	19.4	23.5	38.5	81.5	50.8	0.2	6.5	89.5	
24 Grosshandel	216.8	266.5	1283.0	1797.0	2052.0	1227.0	708.5	1873.0	
25 Detailhandel	43.6	99.2	270.4	529.9	524.4	722.1	686.2	120.1	
26 Gastgewerbe	37.4	35.5	110.3	328.1	434.2	60.7	7.3	1030.0	
27 Bahnen Schiffe	9.5	50.8	279.7	17.0	70.7	82.1	28.3	527.2	
28 OeV Agglomer	0.5	0.7	2.0	5.0	4.1	2.6	2.0	3.5	
29 Strassenverk	36.4	43.7	531.8	558.2	270.5	1304.2	888.8	1542.0	
30 Luftfahrt Rohrl	14.2	16.3	101.1	219.1	107.6	33.1	23.1	261.7	
31 PTT Nachricht	44.5	28.2	104.6	303.0	428.6	186.7	201.7	674.7	
32 Banken	16.3	24.0	52.0	190.6	248.6	148.1	60.2	765.7	
33 Versicherung	9.2	13.0	19.2	40.3	60.4	146.4	40.9	299.8	
34 Immobilien	10.0	8.5	16.8	51.1	84.3	184.2	173.9	426.3	
35 Leas Ber Verv	349.1	536.3	736.4	2425.0	2892.0	1965.0	904.5	3424.0	
36 Unterr Wissen	16.2	24.2	66.0	156.5	169.1	30.1	53.1	328.2	
37 Gesundheitsw	0.0	2.9	3.3	14.0	19.5	18.6	3.7	37.2	
38 Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
39 Staat	12.6	10.4	31.9	76.1	56.9	54.8	5.2	66.8	
40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
TOTAL VL-BEZÜGE	3163.3	3653.8	14874.2	38461.8	28677.0	14489.8	11813.9	14846.8	
WERTSCHÖPFUNG									
Komponenten	17	18	19	20	21	22	23	24	
Löhne+Sozialbeiträge	2146.2	4040.3	7855.7	17874.0	17764.4	14441.8	10395.1	25107.2	
Abschr. + Kapitalkosten									
Ind. Steuern - Subv.									
Unternehmensergebnis									
WS Eigenauftr. Strverk.	-9.5	-12.3	-146.1	-141.0	-65.8	-546.8	-359.9	-543.3	
TOTAL WS	2136.7	4028.0	7709.6	17733.0	17698.6	13895.0	10035.1	24563.9	
VL-BEZÜGE	3163.3	3653.8	14874.2	38461.8	28677.0	14489.8	11813.9	14846.8	
WERTSCHÖPFUNG	2136.7	4028.0	7709.6	17733.0	17698.6	13895.0	10035.1	24563.9	
BRUTTOPRODUKTION	5300.1	7681.9	22583.8	56194.8	46375.7	28384.9	21849.1	39410.7	
VL-Importlieferungen	2663.8	3037.2	5769.9	8627.6	7207.2	54.3	1.9	0.2	
EV-Importe	296.0	183.6	3846.6	14690.2	13384.9	0.0	0.0	2.7	
davon Importsteuern	7.9	4.0	16.2	363.9	61.6	0.0	0.0	0.0	
IMPORTE gleichartig	2959.8	3220.8	9616.4	23317.8	20592.1	54.3	1.9	2.9	
VL-Imp mit Koeff 85 gesch.	2663.8	3037.2	5769.9	8627.6	7207.2	54.3	1.9	0.2	
Koeffizient									
GESAMTAUFKOMMEN	8259.9	10902.7	32200.2	79512.6	66967.8	28439.1	21850.9	39413.6	

Tab. A-3

Vorleistungs- und Primärintputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 17-24.

ANHANG A

VORLEISTUNGSVERFLECHTUNG TOTAL 1990								
Branchen	25	26	27	28	29	30	31	32
	Detailhandel	Gastgewerbe	Bahnen Schiffe	OeV Agglomer	Strassenverk	Luffahrt Rohrl	TT Nachricht	Banken
1 Prim Sektor	10.9	1325.0	2.1	0.2	1.4	1.0	0.0	5.4
2 Elektrizität	491.3	306.4	264.3	44.1	24.0	22.5	46.6	112.0
3 Gas	21.6	23.5	4.9	1.3	0.7	14.6	5.5	5.7
4 Wasser	26.9	69.8	2.3	3.1	2.3	3.5	2.3	4.5
5 Mineralöl	242.2	107.7	29.3	24.9	1310.4	336.1	36.9	65.5
6 Nahrungsmittel	2.5	2592.0	12.3	4.5	33.6	25.8	0.0	0.6
7 Getränke	0.6	642.7	0.8	0.1	1.0	0.8	0.0	0.4
8 Tabak	18.8	254.4	0.2	1.0	7.8	6.0	0.0	1.0
9 Textilien	10.7	61.8	6.8	0.6	4.4	3.4	17.3	1.2
10 Bekleidung	22.9	262.0	2.2	2.1	16.0	12.3	81.2	6.8
11 Holzbearbeit	13.6	17.9	2.6	0.0	0.1	0.1	2.6	0.0
12 And Holzprod	54.5	39.8	2.8	0.3	2.3	1.8	29.4	4.0
13 Papier	168.6	98.1	2.1	4.7	35.1	27.0	5.3	21.0
14 Graph Erzeugn	1138.0	270.2	27.9	34.6	259.0	199.0	240.6	299.5
15 Lederw Schuhe	0.6	0.0	0.9	0.2	1.3	1.0	0.0	0.0
16 Chemie	38.3	176.5	11.1	4.7	35.3	27.1	21.1	13.9
17 Kunst Kautsch	55.1	33.6	8.4	8.1	60.5	46.5	17.9	0.8
18 Stein Erd Bergb	13.8	253.1	10.7	0.6	4.5	3.4	20.1	0.3
19 Metalle	31.7	69.4	88.5	9.8	73.0	56.1	19.3	3.3
20 Masch Fahrz	349.7	267.3	90.5	121.6	910.6	699.8	207.3	25.4
21 Elektr Uhr sonst	325.2	336.5	63.1	31.9	238.7	183.4	454.6	96.7
22 Bauhauptgew	31.4	8.9	172.5	3.5	26.3	20.2	14.5	1.3
23 Ausbaugew	59.2	4.3	101.9	5.1	38.5	29.6	109.1	32.4
24 Grosshandel	201.3	861.4	13.0	24.7	185.1	142.3	77.0	23.1
25 Detailhandel	65.6	905.7	16.7	9.2	68.9	53.0	29.6	6.2
26 Gastgewerbe	40.1	54.6	2.3	68.7	514.3	395.2	17.9	132.9
27 Bahnen Schiffe	59.5	12.4	711.7	20.9	137.7	120.1	221.5	33.0
28 OeV Agglomer	2.2	2.0	0.4	20.0	2.5	0.7	1.1	3.3
29 Strassenverk	41.0	542.6	7.1	3.4	164.4	45.5	16.7	21.4
30 Luffahrt Rohrl	16.3	56.3	2.9	1.8	70.8	286.1	104.5	99.2
31 PTT Nachricht	364.5	316.4	12.0	22.9	171.6	131.9	1348.0	266.5
32 Banken	189.6	246.8	5.3	7.4	55.5	42.6	20.5	4460.0
33 Versicherung	67.8	83.5	6.2	25.9	193.7	148.8	0.4	0.7
34 Immobilien	1132.0	322.2	2.1	7.9	59.4	45.6	57.0	30.3
35 Leas Ber Verv	1175.0	838.0	55.6	31.4	234.7	180.4	20.8	805.0
36 Unterr Wissen	174.6	88.3	17.2	3.3	24.3	18.7	20.3	72.0
37 Gesundheitsw	20.1	7.7	38.4	2.3	17.3	13.3	20.4	15.5
38 Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39 Staat	17.1	25.2	1.1	3.8	28.4	21.9	6.8	12.4
40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL VL-BEZÜGE	6694.9	11583.9	1800.2	560.7	5015.5	3366.9	3294.1	6683.4
WERTSCHÖPFUNG								
Komponenten	25	26	27	28	29	30	31	32
	Detailhandel	Gastgewerbe	Bahnen Schiffe	OeV Agglomer	Strassenverk	Luffahrt Rohrl	TT Nachricht	Banken
Löhne+Sozialbeiträge	18406.2	10575.1	3057.8	460.3	2859.7	2698.1	6896.7	24083.9
Abschr. + Kapitalkosten								
Ind. Steuern - Subv.								
Untermehmensergebnis								
WS Eigenauftr. Strverk	-9.5	-219.9	-1.5	-1.3	2159.1	-19.2	-3.4	-2.5
TOTAL WS	18396.7	10355.3	3056.3	459.0	5018.9	2678.9	6893.3	24081.4
VL-BEZÜGE	6694.9	11583.9	1800.2	560.7	5015.5	3366.9	3294.1	6683.4
WERTSCHÖPFUNG	18396.7	10355.3	3056.3	459.0	5018.9	2678.9	6893.3	24081.4
BRUTTOPRODUKTION	25091.6	21939.1	4856.5	1019.7	10034.3	6045.8	10187.4	30764.8
VL-Importlieferungen	0.7	0.9	89.8	9.4	272.7	594.1	67.2	-0.3
EV-Importe	0.0	0.0	0.0	10.6	307.5	669.9	687.4	0.0
davon Importsteuern	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IMPORTE gleichartig	0.7	0.9	89.8	20.0	580.2	1264.0	754.6	-0.3
VL-Imp mit Koeff 85 gesch.	0.7	0.9	89.8	9.4	272.7	594.1	67.2	-0.3
Koeffizient								
GESAMTAUFKOMMEN	25092.3	21940.1	4946.3	1039.7	10614.5	7309.8	10942.0	30764.5

Tab. A-4

Vorleistungs- und Primärintputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 25-32.

ANHANG A

VORLEISTUNGSVERFLECHTUNG TOTAL 1990								
Branchen	33 Versicherung	34 Immobilien	35 Leas Ber Verv	36 Unterr Wissen	37 Gesundheitsw	38 Nm Dienstleist	39 Staat	40 Sozialvers
1 Prim Sektor	4.4	755.3	355.5	4.5	55.0	97.3	171.2	0.1
2 Elektrizität	47.5	40.8	254.9	180.4	125.7	52.4	248.5	20.2
3 Gas	2.1	5.4	24.1	23.1	14.0	12.3	32.7	3.3
4 Wasser	2.3	3.5	3.7	3.9	58.0	5.7	13.2	1.2
5 Mineralöl	23.9	12.4	166.6	42.9	45.9	71.5	240.8	6.0
6 Nahrungsmittel	1.7	0.8	426.5	2.7	22.9	275.5	265.7	0.3
7 Getränke	1.7	1.4	95.9	2.0	0.2	52.1	4.8	0.0
8 Tabak	7.1	12.4	32.3	3.4	0.0	0.2	0.0	0.0
9 Textilien	9.1	8.2	91.3	6.2	19.2	27.1	52.0	0.0
10 Bekleidung	23.6	35.3	356.0	14.2	26.8	83.0	364.7	0.2
11 Holzbearbeit	2.2	0.6	0.5	0.0	0.8	1.9	1.8	0.0
12 And Holzprod	3.9	103.5	186.3	0.6	4.0	9.9	109.0	0.0
13 Papier	25.1	27.0	344.5	81.7	5.1	19.1	143.5	0.2
14 Graph Erzeugn	113.0	50.1	746.3	2269.0	27.9	100.2	574.6	0.1
15 Lederw Schuhe	0.0	0.0	23.5	1.0	11.0	2.6	3.3	0.0
16 Chemie	29.4	16.9	1237.2	14.2	288.3	259.2	447.5	4.2
17 Kunst Kautsch	2.2	3.5	148.4	4.6	26.8	19.1	101.3	0.1
18 Stein Erd Bergb	0.0	6.5	89.1	1.9	68.7	19.0	70.9	0.0
19 Metalle	16.2	41.9	143.5	7.2	3.1	15.1	366.6	0.0
20 Masch Fahrz	87.5	106.3	750.8	19.6	43.7	117.0	4629.0	0.5
21 Elektr Uhr sonst	227.3	421.0	2993.8	77.0	973.6	151.3	1654.0	2.2
22 Bauhauptgew	5.3	2481.0	69.7	5.9	2.0	15.8	527.3	0.0
23 Ausbaugew	31.3	2189.0	244.1	0.1	3.9	24.1	331.2	0.1
24 Grosshandel	31.9	38.6	658.6	37.7	142.0	136.7	563.0	1.1
25 Detailhandel	12.6	23.1	323.0	13.8	20.3	119.7	692.0	4.5
26 Gastgewerbe	51.5	68.7	769.2	49.8	4.1	37.9	172.3	0.2
27 Bahnen Schiffe	16.8	2.5	55.3	2.1	3.0	16.3	128.1	0.2
28 OeV Agglomer	0.8	3.8	5.3	0.8	0.9	1.0	5.4	0.3
29 Strassenverk	10.1	27.4	306.2	9.2	26.9	16.9	137.0	1.9
30 Luftfahrt Rohrfl	43.3	75.6	322.5	38.0	65.7	127.9	300.5	0.9
31 PTT Nachricht	193.8	79.4	454.8	91.5	53.7	58.2	511.3	0.4
32 Banken	740.9	2807.0	662.7	10.0	13.9	219.8	350.7	0.2
33 Versicherung	62.7	603.5	542.2	21.9	70.0	16.9	122.5	0.0
34 Immobilien	7.4	1.5	177.7	10.3	71.1	13.9	410.9	0.0
35 Leas Ber Verv	2005.0	1974.0	7744.1	80.9	373.0	481.7	1445.0	0.5
36 Unterr Wissen	92.5	89.6	1524.3	221.2	33.8	25.1	438.0	0.1
37 Gesundheitsw	117.7	26.5	57.8	1.5	157.1	6.3	877.5	30.7
38 Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39 Staat	16.6	903.0	111.6	4.0	20.3	15.1	166.6	4.8
40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL VL-BEZÜGE	4070.6	13047.2	22499.4	3359.0	2882.4	2724.6	16674.3	84.8
								Kontrolldiff
WERTSCHÖPFUNG								
Komponenten	33 Versicherung	34 Immobilien	35 Leas Ber Verv	36 Unterr Wissen	37 Gesundheitsw	38 Nm Dienstleist	39 Staat	40 Sozialvers
Löhne+Sozialbeiträge	3696.2	22442.3	26666.4	3651.5	5831.6	6668.0	34022.0	2754.5
Abschr. + Kapitalkosten								
Ind. Steuern - Subv.								
Unternehmensergebnis								
WS Eigenauftr. Strverk.	-1.8	-3.4	-101.2	-1.8	-6.0	-3.3	-30.8	-0.2
TOTAL WS	3694.4	22438.9	26565.2	3649.7	5825.6	6664.7	33991.1	2754.4
VL-BEZÜGE	4070.6	13047.2	22499.4	3359.0	2882.4	2724.6	16674.3	84.8
WERTSCHÖPFUNG	3694.4	22438.9	26565.2	3649.7	5825.6	6664.7	33991.1	2754.4
BRUTTOPRODUKTION	7764.9	35486.1	49064.6	7008.7	8708.1	9389.4	50665.5	2839.2
VL-Importlieferungen	-7.6	2.3	19.4	1466.9	1.7	0.0	0.0	0.0
EV-Importe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
davon Importsteuern	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IMPORTE gleichartig	-7.6	2.3	19.4	1466.9	1.7	0.0	0.0	0.0
VL-Imp mit Koeff 85 gesch. Koeffizient	-7.6	2.3	19.4	1466.9	1.7	0.0	0.0	0.0
GESAMTAUFKOMMEN	7757.3	35488.4	49083.9	8475.6	8709.8	9389.4	50665.5	2839.2

Tab. A-5

Vorleistungs- und Primärintputmatrix für die Schweiz 1990. Bezugsbranchen 33-40.

ANHANG A

FLECHTUNG TOTAL 1990		ENDVERWENDUNGS-					
VL-LIEFERUNGEN		KOMPONENTEN	Konsumuntergruppen				
bestimmt über ...		Branchen	Nahrungs-	Getränke	Bekleidung	Miete, kleine	Heizung
Matrixinhalt	Gesamtaufk.		mittel	Tabak		Reparaturen	Beleuchtung
13181.1	13181.1	1 Prim Sektor	3742.8	0.0	0.0	0.0	0.0
4973.3	4973.3	2 Elektrizität	0.0	0.0	0.0	260.0	2500.0
758.8	758.8	3 Gas	0.0	0.0	0.0	175.0	300.0
445.5	445.5	4 Wasser	0.0	0.0	0.0	1480.8	0.0
4897.5	4897.5	5 Mineralöl	0.0	0.0	0.0	0.0	1665.3
9809.5	9809.5	6 Nahrungsmittel	13208.0	269.1	0.0	0.0	0.0
953.3	953.3	7 Getränke	0.0	3098.1	0.0	0.0	0.0
482.5	482.5	8 Tabak	0.0	1517.7	0.0	0.0	0.0
2306.9	2306.9	9 Textilien	0.0	0.0	212.6	0.0	0.0
1665.4	1665.4	10 Bekleidung	0.0	0.0	4987.4	0.0	0.0
2013.6	2013.6	11 Holzbearbeit	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2
3855.0	3855.0	12 And Holzprod	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5511.5	5511.5	13 Papier	0.0	13.8	0.0	0.0	0.0
10006.3	10006.3	14 Graph Erzeugn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
375.2	375.2	15 Lederw Schuhe	0.0	0.0	1088.3	0.0	0.0
19502.5	19502.5	16 Chemie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5557.8	5557.8	17 Kunst Kautsch	0.0	0.0	52.9	0.0	0.0
10016.4	10016.4	18 Stein Erd Bergb	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1
19610.4	19610.4	19 Metalle	0.0	14.1	48.7	0.0	0.0
38396.5	38396.5	20 Masch Fahrz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28214.7	28214.7	21 Elektr Uhr sonst	0.0	7.0	33.7	0.0	0.0
4324.8	4324.8	22 Bauhauptgew	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3894.2	3894.2	23 Ausbaugew	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17305.8	17305.8	24 Grosshandel	1799.3	1179.5	468.2	0.0	21.9
6984.1	6984.1	25 Detailhandel	3720.8	2325.0	2877.8	0.0	12.1
4930.3	4930.3	26 Gastgewerbe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3226.3	3226.3	27 Bahnen Schiffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80.9	80.9	28 OeV Agglomer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8070.6	8070.6	29 Strassenverk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2795.5	2795.5	30 Luftfahrt Rohrl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6815.7	6815.7	31 PTT Nachricht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11682.9	11682.9	32 Banken	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2935.1	2935.1	33 Versicherung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3562.3	3562.3	34 Immobilien	0.0	0.0	0.0	30590.1	0.0
36461.9	36461.9	35 Leas Ber Verv	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0
4040.2	4040.2	36 Unterr Wissen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1777.4	1777.4	37 Gesundheitsw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	38 Nm Dienstleist	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1904.2	1904.2	39 Staat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
303325.8							
303325.8	303325.8	TOTAL	22470.9	8424.4	9786.0	32505.8	4566.7

Tab. A-6

Total der Vorleistungslieferungen und Endnachfragematrix für die Schweiz 1990.

ANHANG A

ENDVERWENDUNGS-							
KOMponenten							
Branchen	Wohnungs-	Reinigung	Hygiene	Transport	Bildung	Ver-	Ver-
	einrichtung	Häusl. Diens	Körperpflege	Kommunikation	Erholung	sicherungen	schiedenes
1 Prim Sektor	0.0	0.0	0.0	0.0	411.7	0.0	0.0
2 Elektrizität	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Gas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 Wasser	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Mineralöl	0.0	0.0	0.0	2646.2	0.0	0.0	0.0
6 Nahrungsmittel	0.0	0.0	0.0	0.0	334.8	0.0	0.0
7 Getränke	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 Tabak	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9 Textilien	620.7	0.0	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0
10 Bekleidung	0.0	0.0	0.0	56.0	0.0	0.0	0.0
11 Holzbearbeit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 And Holzprod	1518.8	397.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 Papier	0.0	53.1	18.8	57.8	0.0	0.0	292.7
14 Graph Erzeugn	0.0	0.0	0.0	0.0	2167.3	0.0	0.0
15 Lederw Schuhe	0.0	0.0	0.0	100.2	13.1	0.0	218.5
16 Chemie	0.0	505.8	700.0	70.7	431.0	0.0	448.4
17 Kunst Kautsch	453.9	46.6	0.0	174.8	43.8	0.0	180.9
18 Stein Erd Bergb	193.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 Metalle	493.4	53.6	0.0	233.9	0.0	0.0	4.6
20 Masch Fahrz	35.7	0.0	0.0	4826.1	494.6	0.0	11.0
21 Elektr Uhr sonst	913.6	0.0	933.8	229.1	1507.5	0.0	407.5
22 Bauhauptgew	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 Ausbaugew	0.0	101.8	0.0	788.0	0.0	0.0	0.0
24 Grosshandel	647.2	138.4	1817.9	1075.0	755.6	0.0	946.5
25 Detailhandel	1958.4	404.2	1037.4	1258.0	2188.7	0.0	1137.4
26 Gastgewerbe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11886.0
27 Bahnen Schiffe	0.0	0.0	0.0	1350.0	0.0	0.0	0.0
28 OeV Agglomer	0.0	0.0	0.0	929.0	0.0	0.0	0.0
29 Strassenverk	0.0	0.0	0.0	1121.7	0.0	0.0	0.0
30 Luftfahrt Rohrl	0.0	0.0	0.0	2733.5	0.0	0.0	0.0
31 PTT Nachricht	0.0	0.0	0.0	2785.1	640.4	0.0	0.0
32 Banken	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.9
33 Versicherung	0.0	0.0	484.9	853.4	0.0	2274.0	0.0
34 Immobilien	0.0	0.0	0.0	1032.3	0.0	0.0	0.0
35 Leas Ber Verv	0.0	488.5	0.0	612.9	908.7	0.0	2013.1
36 Unterr Wissen	0.0	0.0	0.0	0.0	2302.2	0.0	0.0
37 Gesundheitsw	0.0	0.0	6145.9	0.0	165.9	0.0	0.0
38 Nm Dienstleist	0.0	602.1	1536.5	0.0	0.0	0.0	7251.8
39 Staat	0.0	0.0	6145.9	247.3	723.6	0.0	422.6
40 Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42 ---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	6835.0	2791.6	18845.6	23180.9	13088.9	2274.0	25270.8

Tab. A-7

Endnachfragematrix für die Schweiz 1990.

ANHANG A

ENDVERWENDUNGS-		Privater Konsum	Bruttoanlageinvestitionen		Lagerveränderung	Exporte	
KOMponenten			Bauten	Ausrüstungen			
Branchen	Ausgaben	Total					
	Touristen						
1	Prim Sektor	0.0	4154.5	0.0	0.0	0.0	293.9
2	Elektrizität	0.0	2760.0	0.0	0.0	-69.7	1344.0
3	Gas	0.0	475.0	0.0	0.0	-20.0	9.9
4	Wasser	0.0	1480.8	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Mineralöl	462.8	4774.4	0.0	0.0	-55.0	157.7
6	Nahrungsmittel	198.9	14010.8	0.0	0.0	-110.5	1789.5
7	Getränke	9.1	3107.2	0.0	0.0	4.4	93.7
8	Tabak	269.7	1787.4	0.0	0.0	29.8	263.3
9	Textilien	0.0	857.8	0.0	0.0	106.7	2148.7
10	Bekleidung	0.0	5043.3	0.0	14.2	85.4	1225.6
11	Holzbearbeit	0.0	44.2	0.0	0.0	0.0	533.7
12	And Holzprod	0.0	1916.4	5106.2	734.7	226.1	210.7
13	Papier	0.0	436.2	0.0	0.0	-42.7	1254.5
14	Graph Erzeugn	78.7	2246.0	0.0	0.0	-5.4	701.9
15	Lederw Schuhe	0.0	1420.1	0.0	0.0	31.3	491.3
16	Chemie	18.8	2174.7	0.0	0.0	328.6	18523.6
17	Kunst Kautsch	0.0	952.9	0.0	0.0	-9.7	1786.8
18	Stein Erd Bergb	0.0	216.5	0.0	15.9	93.4	733.9
19	Metalle	0.0	848.2	3035.0	2106.3	-86.5	6800.0
20	Masch Fahrz	0.0	5367.4	912.4	16406.9	1496.1	17458.0
21	Elektr Uhr sonst	435.6	4467.8	0.0	7985.0	1417.2	25186.8
22	Bauhauptgew	0.0	0.0	24415.7	0.0	-214.2	147.1
23	Ausbaugew	0.0	889.8	17140.1	0.0	8.9	19.3
24	Grosshandel	457.8	9307.4	0.0	3395.0	-186.9	9771.7
25	Detailhandel	622.1	17541.9	0.0	0.0	692.8	4.6
26	Gastgewerbe	5273.7	17159.7	0.0	0.0	23.9	9.6
27	Bahnen Schiffe	600.0	1950.0	0.0	0.0	0.0	491.5
28	OeV Agglomer	30.0	959.0	0.0	0.0	0.0	3.0
29	Strassenverk	747.8	1869.5	0.0	0.0	0.0	350.0
30	Luffahrt Rohrl	1171.5	3905.0	0.0	0.0	0.0	699.0
31	PTT Nachricht	182.0	3607.4	0.0	0.0	0.0	614.0
32	Banken	0.0	49.9	0.0	0.0	0.0	4505.1
33	Versicherung	0.0	3612.3	0.0	0.0	0.0	1401.2
34	Immobilien	290.1	31912.5	0.0	0.0	0.0	24.3
35	Leas Ber Verv	156.2	4195.7	5380.7	0.0	0.3	1255.4
36	Unterr Wissen	370.6	2672.8	0.0	0.0	0.1	1853.6
37	Gesundheitsw	607.0	6918.9	0.0	0.0	0.0	18.2
38	Nm Dienstleist	0.0	9390.4	0.0	0.0	0.0	0.0
39	Staat	646.2	8185.6	0.0	0.0	-15.3	0.0
40	Sozialvers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	12628.8	182669.3	55990.0	30658.0	3728.8	102174.9

Tab. A-8

Endnachfragematrix und Exporte für die Schweiz 1990.

ANHANG A

	ENDVERWENDUNG KOMPONENTEN	ENDVER- WENDUNG	GESAMT- AUFKOMM	VL-+EV IMPORTE	BRUTTO- PRO- DUKTION	ANTEIL IM- PORTE AN BRUTTO- PRODUKTION	ENDVERW. OHNE IM- PORTE 85
	Branchen	VON 1990 Mio Fr.	VON 1990 Mio Fr.	VON 1990 Mio Fr.	VON 1990		Mio Fr.
1	Prim Sektor	4419.2	17600.3	3130.9	14469.4	21.6%	1288.3
2	Elektrizität	3897.1	8870.4	1051.0	7819.4	13.4%	2846.1
3	Gas	503.8	1262.5	559.0	703.5	79.5%	-55.2
4	Wasser	1814.0	2259.5	0.0	2259.5	0.0%	1814.0
5	Mineralöl	3335.7	8233.2	7291.8	941.3	774.6%	-3956.2
6	Nahrungsmittel	15589.1	25398.5	3215.1	22183.5	14.5%	12374.0
7	Getränke	3199.3	4152.6	1215.8	2936.8	41.4%	1983.5
8	Tabak	2074.4	2556.8	54.6	2502.3	2.2%	2019.8
9	Textilien	3102.4	5409.3	1807.6	3601.7	50.2%	1294.7
10	Bekleidung	6345.6	8011.0	5341.7	2669.2	200.1%	1003.8
11	Holzbearbeit	231.9	2245.5	813.3	1432.1	56.8%	-581.4
12	And Holzprod	8483.5	12338.5	2315.0	10023.5	23.1%	6168.5
13	Papier	1595.0	7106.4	2477.0	4629.5	53.5%	-882.0
14	Graph Erzeugn	2830.5	12836.8	1355.4	11481.4	11.8%	1475.1
15	Lederw Schuhe	1939.3	2314.5	1432.1	882.4	162.3%	507.2
16	Chemie	20713.5	40216.0	12516.2	27699.8	45.2%	8197.3
17	Kunst Kautsch	2702.2	8259.9	2959.8	5300.1	55.8%	-257.7
18	Stein Erd Bergb	886.3	10902.7	3220.8	7681.9	41.9%	-2334.6
19	Metalle	12589.8	32200.2	9616.4	22583.8	42.6%	2973.4
20	Masch Fahrz	41116.0	79512.6	23317.8	56194.8	41.5%	17798.3
21	Elektr Uhr sonst	38753.0	66967.8	20592.1	46375.7	44.4%	18160.9
22	Bauhauptgew	24114.4	28439.1	54.3	28384.9	0.2%	24060.1
23	Ausbaugew	17956.7	21850.9	1.8	21849.1	0.0%	17954.8
24	Grosshandel	22107.8	39413.6	2.8	39410.7	0.0%	22104.9
25	Detailhandel	18108.1	25092.3	0.7	25091.6	0.0%	18107.5
26	Gastgewerbe	17009.8	21940.1	0.9	21939.1	0.0%	17008.9
27	Bahnen Schiffe	1720.0	4946.3	89.8	4856.5	1.8%	1630.3
28	OeV Agglomer	958.8	1039.7	20.0	1019.7	2.0%	938.8
29	Strassenverk	2543.9	10614.5	580.2	10034.3	5.8%	1963.7
30	Luffahrt Rohrl	4514.3	7309.8	1264.0	6045.8	20.9%	3250.3
31	PTT Nachricht	4126.3	10942.0	754.5	10187.4	7.4%	3371.8
32	Banken	19081.6	30764.5	-0.3	30764.8	0.0%	19081.9
33	Versicherung	4822.2	7757.3	-7.6	7764.9	-0.1%	4829.8
34	Immobilien	31926.2	35488.4	2.3	35486.1	0.0%	31923.8
35	Leas Ber Verv	12622.0	49083.9	19.3	49064.6	0.0%	12602.7
36	Unterr Wissen	4435.4	8475.6	1466.9	7008.7	20.9%	2968.5
37	Gesundheitsw	6932.4	8709.8	1.7	8708.1	0.0%	6930.6
38	Nm Dienstleist	9389.4	9389.4	0.0	9389.4	0.0%	9389.4
39	Staat	48761.3	50665.5	0.0	50665.5	0.0%	48761.3
40	Sozialvers	2839.2	2839.2	0.0	2839.2	0.0%	2839.2
41	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0
42	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0
	TOTAL	430091.0	733416.8	108534.9	624881.9	17.4%	321556.1

Tab. A-9

Total Output der IO-Tabelle für die Schweiz 1990. (Ohne Wertschöpfung)

ANHANG A

Tabellen zum Grundszenario

	KÜRZUNG UM...	Kürzung um...	KÜRZUNG		VL- + EV-	Endverw. ohne
	ENDVERWENDUNG	Priv. Konsum	Endver-	Gesamt-	Importe	Importe
	Branchen	Total	wendung	aufkommen		
1	Prim Sektor	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	Elektrizität	-1.8%	-2.5%	-1.2%	0.0%	-3.4%
3	Gas	-1.9%	-1.8%	-1.0%	-0.5%	11.2%
4	Wasser	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
5	Mineralöl	4.5%	6.7%	3.2%	3.0%	-0.1%
6	Nahrungsmittel	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
7	Getränke	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
8	Tabak	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9	Textilien	0.0%	0.7%	0.5%	0.0%	1.7%
10	Bekleidung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
11	Holzbearbeit	0.0%	0.0%	-0.2%	0.0%	0.0%
12	And Holzprod	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
13	Papier	0.1%	0.8%	0.2%	0.0%	-1.5%
14	Graph Erzeugn	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
15	Lederw Schuhe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
16	Chemie	0.0%	0.5%	0.3%	0.0%	1.1%
17	Kunst Kautsch	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
18	Stein Erd Bergb	0.5%	1.0%	-0.2%	0.2%	-0.1%
19	Metalle	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20	Masch Fahrz	4.2%	0.8%	0.6%	0.0%	1.7%
21	Elektr Uhr sonst	-0.1%	-0.9%	-0.6%	-0.2%	-1.6%
22	Bauhauptgew	-----	-0.5%	-0.5%	0.0%	-0.5%
23	Ausbaugew	0.0%	-0.4%	-0.4%	0.0%	-0.4%
24	Grosshandel	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
25	Detailhandel	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
26	Gastgewerbe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
27	Bahnen Schiffe	-1.7%	-2.0%	-0.8%	0.0%	-2.1%
28	OeV Agglomer	-2.4%	-2.4%	-2.3%	0.0%	-2.5%
29	Strassenverk	2.4%	1.8%	0.4%	0.0%	2.3%
30	Luftfahrt Rohrl	0.4%	0.3%	0.2%	0.0%	0.4%
31	PTT Nachricht	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
32	Banken	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
33	Versicherung	0.0%	0.0%	-0.1%	-----	0.0%
34	Immobilien	-0.4%	-0.4%	-0.3%	0.0%	-0.4%
35	Leas Ber Verv	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
36	Unterr Wissen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
37	Gesundheitsw	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
38	Nm Dienstleist	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
39	Staat	-0.1%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
40	Sozialvers	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
	KÜRZUNG UM	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	-0.1%

Tab. A-10

Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Grundszenario . $\Delta t = 5$ Jahre.

ANHANG A

Beruf	Bedarf	Angebot	Arbeitskräfte- überschuss	Angebot in % des Bedarfs
Landwirtschaft	102651	102625	-26	100%
Landwirtschaft, Spezialberufe	4484	4484	-1	100%
Tierzucht	3246	3246	0	100%
Gärtner	27162	27155	-8	100%
Forstwirtschaft, Jagd	7569	7565	-4	100%
Lebensmittel	41776	41782	5	100%
Getränke	2192	2192	0	100%
Tabak	426	426	0	100%
Degustierer	147	147	0	100%
Textilhersteller	9978	10031	53	101%
Textilverarbeiter	21167	21171	4	100%
Leder, Felle	6772	6762	-10	100%
Bauhauptgewerbe	108614	108159	-455	100%
Ausbaugewerbe	138199	137753	-446	100%
Förderung Bodenschätze	464	462	-2	100%
Steinbearbeitung	3192	3179	-13	100%
Baustoffe, -steine	803	801	-2	100%
Keramik, Glas	1687	1682	-5	100%
Metallerzeugung	3177	3178	1	100%
Metallbearbeitung, -verformung, -veredelung, -	22126	22133	6	100%
Metallbau, -verbindung	47011	47020	9	100%
Maschinenbau	108189	108149	-40	100%
Elektrotechnik, Elektronik	32080	31990	-90	100%
Uhren	9841	9781	-61	99%
Fahrzeug-, Gerätebau, -unterhalt	50911	50631	-280	99%
Holzverarbeitung	49662	49598	-64	100%
Holzoberflächenveredelung	805	804	-1	100%
Papier	2014	2017	3	100%
Druckvorbereitung	11999	11997	-3	100%
Drucker, Vervielfältiger	13439	13438	-1	100%
Buchbinder	2961	2960	-1	100%
Chemieverfahren	29131	29182	51	100%
Kunststoff, Gummi	2976	2977	1	100%
Ingenieurberufe	60657	60605	-52	100%
Techniker	34671	34623	-48	100%
Technische Zeichnerberufe	36003	35979	-24	100%
Technische Fachkräfte	63477	63426	-51	100%
Maschinenisten	32128	32052	-76	100%
Einkäufer, Verkäufer	229691	229655	-36	100%
Bank-, Versicherungskaufleute	64338	64303	-35	100%
Werbung, Marketing	9723	9720	-3	100%
Tourismustfachleute	3662	3661	-1	100%
Treuhänder	17413	17403	-10	100%
Vermittler, Verleiher, Versteigerer	3689	3685	-4	100%
Unternehmer, Direktoren, leitende Beamte	194131	193983	-148	100%
Kaufmännische, administrative Berufe	365263	365018	-246	100%
Informatik	48132	48116	-16	100%
Schienen-, Seilbahnverkehr	31698	31441	-257	99%
Motorisierter Strassenverkehr	70783	70667	-117	100%
Wasserverkehr	642	639	-3	99%
Luftverkehr	8626	8645	19	100%
Übrige Verkehrsberufe	21934	21942	8	100%
Post-, Fernmeldewesen	52241	52222	-19	100%
Sicherheitsberufe	31521	31508	-13	100%
Berufe des Rechtswesen	11526	11521	-5	100%
Wort-, Bild-, Printmedienschaffende	12714	12710	-4	100%
Bibliothekare, Konservatoren	3705	3705	-1	100%
Theater, Ton-, Bildmedien	7942	7938	-4	100%
Tonkünstler	3657	3656	-1	100%
Darsteller	2889	2888	-1	100%
Künstlerische Gestalter	10870	10863	-7	100%
Berufe des Kunsthandwerks	16178	16130	-49	100%
Gastgewerbe, Hotellerie	157051	157034	-17	100%
Hauswirtschaftsberufe	21350	21345	-5	100%
Reinigung, Unterhalt	53327	53296	-31	100%
Öffentliche Hygiene	2707	2705	-3	100%
Körperpflege	28484	28469	-16	100%
Humanmedizin, Pharmazie	38110	38109	-1	100%
Therapie, Medizinische Technik	19173	19167	-7	100%
Zahnärzte	13799	13797	-2	100%
Tiermedizin	1811	1811	0	100%
Pflegeberufe	81342	81327	-15	100%
Fürsorge, Erziehung	22563	22554	-10	100%
Seelsorge	8180	8179	-1	100%
Lehrer Hoch-, Höheren Fachschulen	6655	6654	-1	100%
Mittelschullehrer	7104	7103	-2	100%
Oberstufenlehrer	9255	9253	-2	100%
Primarlehrer	35733	35723	-10	100%
Lehrer Vorschulunterricht	7397	7395	-2	100%
Berufs-, Fach-, Sonderschullehrer	21238	21233	-6	100%
Übrige Lehrkräfte, Pädagogen	20524	20521	-3	100%
Berufe Wirtschafts-, Sozialwissenschaften, Psy	5754	5752	-2	100%
Berufe Geisteswissenschaften	862	862	0	100%
Berufe Naturwissenschaften	12687	12699	11	100%
Übrige Berufe	89346	89300	-47	100%
Nicht bestimmbar	429906	429483	-423	100%
Gesamt	3411112	3407929	-3183	100%

Tab. 1-11: Veränderung des Arbeitsangebotes im Grundszenario nach Berufen.

ANHANG A

Kanton	<i>Bedarf</i>	<i>Angebot</i>	Arbeitsplatz- Zunahme
ZH Zürich	648844	648358	486
BE Bern	446937	446495	443
LU Luzern	149416	149296	120
UR Uri	14292	14269	23
SZ Schwyz	44420	44374	46
OW Obwalden	12118	12097	21
NW Nidwalden	13653	13646	7
GL Glarus	17650	17646	5
ZG Zug	48807	48733	75
FR Fribourg	87804	87695	109
SO Solothurn	104653	104519	134
BS Basel-Stadt	157167	157115	53
BL Basel-Land	95824	95778	46
SH Schaffhausen	36569	36557	12
AR Appenzell A.Rh.	20307	20286	21
AI Appenzell I.Rh.	5366	5361	4
SG St. Gallen	209486	209387	100
GR Graubünden	82995	82880	115
AG Aargau	226398	226200	198
TG Thurgau	93067	93005	62
TI Ticino	166641	166419	222
VD Vaud	282520	282186	334
VS Valais	109343	109210	132
NE Neuchâtel	80193	80050	143
GE Genève	224835	224613	222
JU Jura	31809	31757	53
Gesamt	3411112	3407929	3183

Tab. A-12

Arbeitsplatzveränderungen in den verschiedenen Kantonen im Grundszenario nach 5 Jahren.

ANHANG A

Tabellen zum Offensivscenario

ENDVERWENDUNG Branchen	Kürzung um...				
	Priv. Konsum Total	Endver- wendung	Gesamt- aufkommen	VL- + EV- Importe	Endverw. ohne Importe
1 Prim Sektor	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
2 Elektrizität	-3.2%	-1.6%	-0.8%	0.0%	-2.1%
3 Gas	-3.2%	-3.0%	-2.0%	0.0%	27.2%
4 Wasser	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
5 Mineralöl	4.5%	6.7%	3.3%	3.0%	-0.1%
6 Nahrungsmittel	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
7 Getränke	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
8 Tabak	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9 Textilien	0.2%	0.8%	0.5%	0.0%	1.8%
10 Bekleidung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
11 Holzbearbeit	0.0%	0.0%	-0.2%	0.0%	0.0%
12 And Holzprod	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
13 Papier	0.1%	0.8%	0.1%	0.0%	-1.5%
14 Graph Erzeugn	0.0%	0.0%	-0.4%	0.0%	0.0%
15 Lederw Schuhe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
16 Chemie	0.0%	0.9%	0.6%	0.0%	2.2%
17 Kunst Kautsch	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
18 Stein Erd Bergb	0.0%	1.3%	-0.2%	0.0%	-0.5%
19 Metalle	0.0%	0.5%	0.2%	0.0%	2.3%
20 Masch Fahrz	0.6%	0.3%	0.2%	0.0%	0.8%
21 Elektr Uhr sonst	-0.7%	-0.8%	-0.6%	0.0%	-1.7%
22 Bauhauptgew	-----	-0.5%	-0.4%	0.0%	-0.5%
23 Ausbaugew	0.0%	-0.5%	-0.4%	0.0%	-0.5%
24 Grosshandel	0.1%	0.4%	0.2%	0.0%	0.4%
25 Detailhandel	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
26 Gastgewerbe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
27 Bahnen Schiffe	-1.4%	-1.6%	-0.6%	0.0%	-1.7%
28 OeV Agglomer	-1.9%	-1.9%	-1.8%	0.0%	-2.0%
29 Strassenverk	1.2%	1.2%	0.2%	0.0%	1.5%
30 Luftfahrt Rohr	1.4%	1.3%	0.9%	0.0%	1.9%
31 PTT Nachricht	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
32 Banken	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
33 Versicherung	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
34 Immobilien	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
35 Leas Ber Verv	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
36 Unterr Wissen	-4.3%	-3.0%	-1.6%	0.0%	-4.5%
37 Gesundheitsw	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
38 Nm Dienstleist	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
39 Staat	-0.4%	-0.1%	-0.1%	-----	-0.1%
40 Sozialvers	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
KÜRZUNG UM	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	-0.1%

Tab. A-13

Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Offensivscenario. $\Delta t = 5$ Jahre.

ANHANG A

Beruf	Bedarf	Angebot	Arbeitskräfte- überschuss	Angebot in % des Bedarfs
Landwirtschaft	102618	102625	7	100%
Landwirtschaft, Spezialberufe	4483	4484	1	100%
Tierzucht	3259	3246	-13	100%
Gärtner	27163	27155	-8	100%
Forstwirtschaft, Jagd	7570	7565	-5	100%
Lebensmittel	41764	41782	18	100%
Getränke	2191	2192	1	100%
Tabak	426	426	0	100%
Degustierer	147	147	0	100%
Textilhersteller	9974	10031	56	101%
Textilverarbeiter	21174	21171	-3	100%
Leder, Felle	6774	6762	-13	100%
Bauhauptgewerbe	108579	108159	-421	100%
Ausbaugewerbe	138238	137753	-485	100%
Förderung Bodenschätze	463	462	-1	100%
Steinbearbeitung	3189	3179	-10	100%
Baustoffe, -steine	802	801	-1	100%
Keramik, Glas	1686	1682	-4	100%
Metallerzeugung	3172	3178	5	100%
Metallbearbeitung, -verformung, -veredelung, -	22139	22133	-6	100%
Metallbau, -verbindung	46987	47020	33	100%
Maschinenbau	108272	108149	-123	100%
Elektrotechnik, Elektronik	32093	31990	-104	100%
Uhren	9847	9781	-67	99%
Fahrzeug-, Gerätebau, -unterhalt	50945	50631	-314	99%
Holzverarbeitung	49667	49598	-69	100%
Holzoberflächenveredelung	806	804	-2	100%
Papier	2016	2017	0	100%
Druckvorbereitung	12041	11997	-44	100%
Drucker, Vervielfältiger	13480	13438	-43	100%
Buchbinder	2971	2960	-11	100%
Chemieverfahren	29116	29182	66	100%
Kunststoff, Gummi	2977	2977	0	100%
Ingenieurberufe	60697	60605	-92	100%
Techniker	34680	34623	-57	100%
Technische Zeichnerberufe	36014	35979	-35	100%
Technische Fachkräfte	63517	63426	-91	100%
Maschinisten	32120	32052	-68	100%
Einkäufer, Verkäufer	229611	229655	44	100%
Bank-, Versicherungskaufleute	64310	64303	-7	100%
Werbung, Marketing	9722	9720	-2	100%
Tourismusfachleute	3662	3661	-1	100%
Treuhänder	17408	17403	-5	100%
Vermittler, Verleiher, Versteigerer	3686	3685	-1	100%
Unternehmer, Direktoren, leitende Beamte	194181	193983	-199	100%
Kaufmännische, administrative Berufe	365363	365018	-345	100%
Informatik	48134	48116	-18	100%
Schienen-, Seilbahnverkehr	31624	31441	-183	99%
Motorisierter Strassenverkehr	70789	70667	-123	100%
Wasserverkehr	641	639	-3	100%
Luftverkehr	8564	8645	80	101%
Übrige Verkehrsberufe	21934	21942	7	100%
Post-, Fernmeldewesen	52239	52222	-17	100%
Sicherheitsberufe	31550	31508	-42	100%
Berufe des Rechtswesen	11527	11521	-6	100%
Wort-, Bild-, Printmedienbeschaffende	12785	12710	-75	99%
Bibliothekare, Konservatoren	3745	3705	-40	99%
Theater, Ton-, Bildmedien	8004	7938	-66	99%
Tonkünstler	3711	3656	-55	99%
Darsteller	2930	2888	-42	99%
Künstlerische Gestalter	10923	10863	-60	99%
Berufe des Kunsthandwerks	16193	16130	-63	100%
Gastgewerbe, Hotellerie	157080	157034	-47	100%
Hauswirtschaftsberufe	21368	21345	-23	100%
Reinigung, Unterhalt	53462	53296	-167	100%
Öffentliche Hygiene	2707	2705	-3	100%
Körperpflege	28481	28469	-12	100%
Humanmedizin, Pharmazie	38128	38109	-19	100%
Therapie, Medizinische Technik	19196	19167	-29	100%
Zahnärzte	13806	13797	-9	100%
Tiermedizin	1813	1811	-2	100%
Pflegeberufe	81405	81327	-78	100%
Fürsorge, Erziehung	22600	22554	-47	100%
Seelsorge	8189	8179	-10	100%
Lehrer Hoch-, Höheren Fachschulen	6767	6654	-113	98%
Mittelschullehrer	7239	7103	-136	98%
Oberstufenlehrer	9432	9253	-180	98%
Primarlehrer	36387	35723	-664	98%
Lehrer Vorschulunterricht	7520	7395	-125	98%
Berufs-, Fach-, Sonderschullehrer	21584	21233	-352	98%
Übrige Lehrkräfte, Pädagogen	20777	20521	-256	99%
Berufe Wirtschafts-, Sozialwissenschaften, Psy	5767	5752	-15	100%
Berufe Geisteswissenschaften	868	862	-6	99%
Berufe Naturwissenschaften	12742	12699	-43	100%
Übrige Berufe	89385	89300	-86	100%
Nicht bestimmbar	430189	429483	-706	100%
Gesamt	3414184	3407929	-6255	100%

Tab. A-14
Veränderung der
Arbeitsplätze nach
Berufen im Offen-
sivszenario.
 $\Delta t = 5$ Jahre.

ANHANG A

Kanton	<i>Bedarf</i>	<i>Angebot</i>	Arbeitskräfte- überschuss
ZH Zürich	649467	648358	-1109
BE Bern	447480	446495	-986
LU Luzern	149550	149296	-254
UR Uri	14303	14269	-34
SZ Schwyz	44446	44374	-72
OW Obwalden	12128	12097	-31
NW Nidwalden	13666	13646	-21
GL Glarus	17662	17646	-17
ZG Zug	48836	48733	-104
FR Fribourg	87889	87695	-194
SO Solothurn	104733	104519	-214
BS Basel-Stadt	157168	157115	-53
BL Basel-Land	95882	95778	-104
SH Schaffhausen	36611	36557	-54
AR Appenzell A.Rh.	20320	20286	-34
AI Appenzell I.Rh.	5372	5361	-10
SG St. Gallen	209683	209387	-297
GR Graubünden	83057	82880	-177
AG Aargau	226560	226200	-360
TG Thurgau	93148	93005	-143
TI Ticino	166743	166419	-325
VD Vaud	282879	282186	-693
VS Valais	109380	109210	-170
NE Neuchâtel	80289	80050	-239
GE Genève	225092	224613	-479
JU Jura	31838	31757	-81
Gesamt	3414184	3407929	-6255

Tab. A-15

Veränderung der Arbeitsplätze in den Kantonen im Offensivscenario nach 5 Jahren.

ANHANG A

Tabellen zum Konjunkturszenario

	ENDVERWENDUNG Branchen	Kürzung um...		Endver- wendung	Gesamt- aufkommen	VL- + EV- Importe	Endverw. ohne Importe
		Priv. Konsum Total	Exporte				
1	Prim Sektor	0.0%	1.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
2	Elektrizität	1.8%	2.0%	2.0%	1.0%	1.0%	2.3%
3	Gas	0.6%	0.0%	0.6%	0.6%	0.0%	-5.4%
4	Wasser	0.0%	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
5	Mineralöl	5.6%	4.5%	8.2%	4.2%	3.7%	-0.1%
6	Nahrungsmittel	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
7	Getränke	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
8	Tabak	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9	Textilien	1.0%	1.0%	1.0%	0.8%	-0.5%	3.0%
10	Bekleidung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
11	Holzbearbeit	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
12	And Holzprod	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
13	Papier	0.3%	1.0%	0.9%	0.3%	0.0%	-1.6%
14	Graph Erzeugn	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
15	Lederw Schuhe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
16	Chemie	-0.1%	1.0%	0.9%	0.7%	0.0%	2.2%
17	Kunst Kautsch	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
18	Stein Erd Bergb	0.0%	2.0%	1.7%	-0.2%	0.0%	-0.6%
19	Metalle	0.0%	1.0%	0.5%	0.4%	0.0%	2.3%
20	Masch Fahrz	2.7%	1.0%	0.8%	0.7%	0.0%	1.8%
21	Elektr Uhr sonst	-0.1%	-0.5%	-0.5%	-0.3%	0.0%	-1.1%
22	Bauhauptgew	-----	0.0%	-1.0%	-0.9%	0.0%	-1.0%
23	Ausbaugew	0.0%	0.0%	-0.5%	-0.4%	0.0%	-0.5%
24	Grosshandel	0.1%	1.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.5%
25	Detailhandel	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
26	Gastgewerbe	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
27	Bahnen Schiffe	-0.7%	1.0%	-0.5%	-0.1%	0.0%	-0.5%
28	OeV Agglomer	-1.0%	1.0%	-1.0%	-0.9%	0.0%	-1.0%
29	Strassenverk	1.8%	2.0%	1.6%	0.4%	0.0%	2.1%
30	Luftfahrt Rohrl	0.7%	1.0%	0.8%	0.6%	0.0%	1.1%
31	PTT Nachricht	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
32	Banken	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-----	0.0%
33	Versicherung	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	-----	0.0%
34	Immobilien	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
35	Leas Ber Verv	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
36	Unterr Wissen	-0.9%	-1.0%	-0.9%	-0.4%	0.0%	-1.4%
37	Gesundheitsw	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
38	Nm Dienstleist	0.0%	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
39	Staat	-0.1%	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
40	Sozialvers	-----	-----	0.0%	0.0%	-----	0.0%
	KÜRZUNG UM	0.3%	0.5%	0.1%	0.2%	0.2%	0.1%

Tab. A-16

Total der Rückgänge des privaten Konsums, der Endnachfrage, des Gesamtaufkommens und der Importe im Konjunkturszenario. $\Delta t = 5$ Jahre.

ANHANG A

Beruf	Bedarf	Angebot	Arbeitskräfte- überschuss	Angebot in % des Bedarfs
Landwirtschaft	102572	102625	53	100%
Landwirtschaft, Spezialberufe	4480	4484	3	100%
Tierzucht	3246	3246	0	100%
Gärtner	27145	27155	10	100%
Forstwirtschaft, Jagd	7566	7565	-1	100%
Lebensmittel	41749	41782	33	100%
Getränke	2189	2192	3	100%
Tabak	426	426	0	100%
Degustierer	147	147	0	100%
Textilhersteller	9925	10031	105	101%
Textilverarbeiter	21141	21171	30	100%
Leder, Felle	6762	6762	0	100%
Bauhauptgewerbe	108927	108159	-768	99%
Ausbaugewerbe	138049	137753	-296	100%
Förderung Bodenschätze	464	462	-2	100%
Steinbearbeitung	3187	3179	-8	100%
Baustoffe, -steine	802	801	-1	100%
Keramik, Glas	1685	1682	-3	100%
Metallerzeugung	3162	3178	15	100%
Metallbearbeitung, -verformung, -veredelung, -	22056	22133	76	100%
Metallbau, -verbindung	46833	47020	187	100%
Maschinenbau	107877	108149	272	100%
Elektrotechnik, Elektronik	31961	31990	29	100%
Uhren	9810	9781	-30	100%
Fahrzeug-, Gerätebau, -unterhalt	50761	50631	-130	100%
Holzverarbeitung	49653	49598	-55	100%
Holzoberflächenveredelung	805	804	-1	100%
Papier	2010	2017	6	100%
Druckvorbereitung	11996	11997	0	100%
Drucker, Vielfältiger	13431	13438	7	100%
Buchbinder	2961	2960	-1	100%
Chemieverfahren	29032	29182	150	101%
Kunststoff, Gummi	2968	2977	9	100%
Ingenieurberufe	60533	60605	72	100%
Techniker	34627	34623	-4	100%
Technische Zeichnerberufe	35932	35979	47	100%
Technische Fachkräfte	63325	63426	101	100%
Maschinenisten	32115	32052	-63	100%
Einkäufer, Verkäufer	229370	229655	285	100%
Bank-, Versicherungskaufleute	64283	64303	20	100%
Werbung, Marketing	9704	9720	16	100%
Tourismusfachleute	3657	3661	4	100%
Treuhänder	17390	17403	13	100%
Vermittler, Verleiher, Versteigerer	3682	3685	3	100%
Unternehmer, Direktoren, leitende Beamte	193827	193983	155	100%
Kaufmännische, administrative Berufe	364703	365018	315	100%
Informatik	48037	48116	79	100%
Schienen-, Seilbahnverkehr	31465	31441	-24	100%
Motorisierter Strassenverkehr	70647	70667	19	100%
Wasserverkehr	639	639	0	100%
Luftverkehr	8591	8645	54	101%
Übrige Verkehrsberufe	21891	21942	51	100%
Post-, Fernmeldewesen	52174	52222	47	100%
Sicherheitsberufe	31502	31508	5	100%
Berufe des Rechtswesen	11514	11521	7	100%
Wort-, Bild-, Printmedienerschaffende	12720	12710	-10	100%
Bibliothekare, Konservatoren	3713	3705	-9	100%
Theater, Ton-, Bildmedien	7950	7938	-12	100%
Tonkünstler	3670	3656	-14	100%
Darsteller	2899	2888	-11	100%
Künstlerische Gestalter	10870	10863	-7	100%
Berufe des Kunsthandwerks	16152	16130	-22	100%
Gastgewerbe, Hotellerie	156960	157034	74	100%
Hauswirtschaftsberufe	21344	21345	1	100%
Reinigung, Unterhalt	53302	53296	-7	100%
Öffentliche Hygiene	2706	2705	-2	100%
Körperpflege	28444	28469	24	100%
Humanmedizin, Pharmazie	38099	38109	10	100%
Therapie, Medizinische Technik	19170	19167	-3	100%
Zahnärzte	13798	13797	-1	100%
Tiermedizin	1811	1811	0	100%
Pflegeberufe	81329	81327	-3	100%
Fürsorge, Erziehung	22551	22554	3	100%
Seelsorge	8181	8179	-2	100%
Lehrer Hoch-, Höheren Fachschulen	6684	6654	-30	100%
Mittelschullehrer	7140	7103	-37	99%
Oberstufenlehrer	9302	9253	-49	99%
Primarlehrer	35903	35723	-180	99%
Lehrer Vorschulunterricht	7428	7395	-34	100%
Berufs-, Fach-, Sonderschullehrer	21326	21233	-94	100%
Übrige Lehrkräfte, Pädagogen	20578	20521	-58	100%
Berufe Wirtschafts-, Sozialwissenschaften, Psy	5751	5752	1	100%
Berufe Geisteswissenschaften	863	862	-1	100%
Berufe Naturwissenschaften	12675	12699	24	100%
Übrige Berufe	89149	89300	150	100%
Nicht bestimmbar	429263	429483	220	100%
Gesamt	3407113	3407929	816	100%

Tab. A-17

Veränderung der
Arbeitsplätze nach
Berufen im Kon-
junkturszenario.
Δt = 5Jahre.

ANHANG A

Kanton	<i>Bedarf</i>	<i>Angebot</i>	Arbeitskräfte- überschuss
ZH Zürich	648117	648358	-241
BE Bern	446487	446495	-7
LU Luzern	149268	149296	-28
UR Uri	14270	14269	1
SZ Schwyz	44370	44374	-4
OW Obwalden	12109	12097	12
NW Nidwalden	13641	13646	-4
GL Glarus	17624	17646	-22
ZG Zug	48742	48733	10
FR Fribourg	87716	87695	21
SO Solothurn	104485	104519	-34
BS Basel-Stadt	156893	157115	-222
BL Basel-Land	95668	95778	-110
SH Schaffhausen	36520	36557	-37
AR Appenzell A.Rh.	20278	20286	-8
AI Appenzell I.Rh.	5363	5361	2
SG St. Gallen	209220	209387	-167
GR Graubünden	82917	82880	37
AG Aargau	226061	226200	-138
TG Thurgau	92960	93005	-45
TI Ticino	166475	166419	56
VD Vaud	282271	282186	85
VS Valais	109189	109210	-21
NE Neuchâtel	80085	80050	34
GE Genève	224617	224613	4
JU Jura	31768	31757	11
Gesamt	3407113	3407929	-816

Tab. A-18

Veränderung der Arbeitsplätze in den Kantonen im Offensivscenario nach 5 Jahren.

Anhang B

Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung	B 1
Rahmenkonvention der UN über Klimaveränderungen	B 4
Agenda 21: Wissenschaft und nachhaltige Entwicklung	B 8
Solarinitiative	B 11
Energie-Umwelt-Initiative	B 12

Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung

In Anerkennung unserer Erde als integrales und ineinandergreifendes System haben die Teilnehmerstaaten am Erdgipfel von Rio de Janeiro eine Reihe von Grundsätzen für die zukünftige Entwicklung verabschiedet. Diese Grundsätze umschreiben das Recht der Völker auf Entwicklung und ihre Verantwortung zum Schutz der gemeinsamen Umwelt. Sie bauen auf den Ideen der Erklärung von Stockholm im Rahmen der UN Konferenz über Mensch und Umwelt von 1972, der ersten globalen Umweltkonferenz.

Die Erklärung von Rio besagt, langfristig sei ein wirtschaftlicher Fortschritt einzig und allein in Verbindung mit Umweltschutz möglich. Dies kann nur geschehen, wenn die Staaten weltweit eine neue und gerechte Partnerschaft unter Beteiligung der Regierung, des Volkes und der Schlüsselemente der Gesellschaften eingehen. Sie müssen internationale Vereinbarungen zum Schutz der Umwelt und des Entwicklungssystems treffen.

Die Grundsätze von Rio enthalten folgende Gedanken:

- Die Menschen haben das Recht auf ein gesundes und produktives Leben im Einklang mit der Natur.
- Die heutige Entwicklung darf die Entwicklungs- und Umweltbedürfnisse der heutigen und der kommenden Generationen nicht untergraben.
- Die Staaten haben das souveräne Recht, ihre eigenen Ressourcen zu nutzen, ohne aber Umweltschäden über ihre Grenzen hinaus zu verursachen.
- Die Staaten erarbeiten internationale Gesetze zur Wiedergutmachung von Schäden, die durch ihrer Kontrolle unterstehende Ereignisse ausserhalb ihrer Landesgrenzen angerichtet werden.
- Die Staaten treffen vorbeugende Massnahmen zum Schutz der Umwelt. Wo die Gefahr von schweren oder irreversiblen Schäden besteht, darf der Mangel an absoluter wissenschaftlicher Sicherheit nicht als Ausrede dafür vorgebracht werden, kosteneffiziente Massnahmen zur Verhinderung von Umweltschäden hinauszuzögern.

- Wenn eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden soll, muss der Umweltschutz als integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses und keinesfalls davon isoliert betrachtet werden.
- Der Kampf gegen die Armut und der Ausgleich der Unterschiede im Lebensstandard in verschiedenen Teilen der Welt sind von grundlegender Bedeutung, wenn es darum geht, eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen und die Bedürfnisse der Mehrheit der Menschen zu befriedigen.
- Die Staaten arbeiten zusammen, um die Gesundheit und Integrität der Ökosysteme der Erde zu erhalten, zu schützen und wiederherzustellen. Die Industriestaaten nehmen im Rahmen des Drucks, den ihre Gesellschaften auf den weltweiten Umweltschutz ausüben, und im Rahmen der ihnen zur Verfügung stehenden technologischen und finanziellen Mittel die Verantwortung wahr, die sie bei den internationalen Bemühungen um eine nachhaltige Entwicklung tragen.
- Die Staaten verbessern oder eliminieren ein unverträgliches Produktions- und Konsumverhalten und unterstützen dazu geeignete demographische Massnahmen.
- Umweltfragen werden am besten unter Beteiligung aller betroffenen Bürger behandelt. Die Staaten erleichtern und fördern das Bewusstsein und die Beteiligung der Öffentlichkeit, indem sie möglichst umfassende Umweltinformationen zur Verfügung stellen.
- Die Staaten setzen wirksame Umweltschutzgesetze in Kraft und regeln mit nationalen Gesetzen die Haftung gegenüber jenen, die Opfer der Umweltverschmutzung oder anderer Umweltschäden geworden sind. Soweit es unter ihrer Kompetenz fällt, unterziehen die Staaten Projekte, die möglicherweise bedeutende Auswirkungen auf die Umwelt haben könnten, einer Umweltverträglichkeitsprüfung.
- Die Staaten arbeiten gemeinsam am Aufbau eines offenen, internationalen Wirtschaftssystems, das in allen Ländern zu wirtschaftlichem Wachstum und nachhaltiger Entwicklung führt. Die Umweltpolitik darf nicht in un gerechter Weise zu irgendwelchen Einschränkungen des internationalen Handels missbraucht werden.

ANHANG B

- In allen Fällen von Umweltverschmutzung sollte das Verursacherprinzip zur Anwendung gelangen.
- Die Staaten vermeiden oder verhindern, dass Aktivitäten bzw. Materialien, die Gesundheit oder Umwelt gefährden, ins Ausland verlagert bzw. transportiert werden.
- Die Staaten informieren sich gegenseitig über Naturkatastrophen oder Aktivitäten, die über die eigenen Grenzen hinaus schädliche Auswirkungen haben könnten.
- Eine nachhaltige Entwicklung erfordert ein besseres wissenschaftliches Verständnis der Probleme. Die Staaten tauschen gegenseitig Wissen und innovative Technologien aus, um das Ziel der Umweltverträglichkeit zu erreichen.
- Die volle Beteiligung der Frauen ist von entscheidender Bedeutung, wenn eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden soll. Die Kreativität, der Idealismus und der Mut der Jugend sowie das Wissen von Eingeborenenvölkern werden ebenfalls benötigt. Die Staaten anerkennen und wahren die Identität, Kultur und Interessen von Eingeborenenvölkern.
- Krieg verhindert an und für sich eine nachhaltige Entwicklung, und die Staaten respektieren in Zeiten bewaffneter Konflikte die internationalen Gesetze zum Schutz der Umwelt und sorgen in Zusammenarbeit für ihren weiteren Ausbau.
- Friede, Entwicklung und Umweltschutz sind ineinander verflochten und voneinander untrennbar.

Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über Klimaveränderungen

Durch das menschliche Tun und Handeln werden beträchtliche Mengen von Gasen wie Kohlendioxid freigesetzt, welche die natürliche Treibhauswirkung in der Erdatmosphäre verstärken.

Es ist zu befürchten, dass noch grössere Mengen solcher Gase eine weitere Erwärmung der Erdoberfläche und der Atmosphäre bewirken und dass diese Erwärmung schädliche Auswirkungen für den Menschen und für die natürlichen Ökosysteme haben wird.

Bestimmte Regionen sind besonders gefährdet, so zum Beispiel flache und andere kleine Inselstaaten, Küstenniederungen und Überschwemmungsgebiete, durch Dürre und Desertifikation bedrohte Gebiete und die heiklen Ökosysteme der Bergregionen.

Die Länder müssen das Klimasystem der Welt zum Wohle der heutigen und der kommenden Generationen schützen. Unter der Charta der Vereinten Nationen hat jedes Land das Recht, seine eigenen Ressourcen zu nutzen, es hat aber auch die Verantwortung, unbedingt sicherzustellen, dass Tätigkeiten unter seiner Zuständigkeit die Umwelt nicht über seine Landesgrenzen hinaus schädigen.

Da die Klimaveränderung die ganze Welt betrifft, müssen alle Länder möglichst eng zusammenarbeiten und sich an wirkungsvollen und geeigneten internationalen Gegenmassnahmen beteiligen. Die einzelnen Länder sollten ein wirksames Umweltschutzgesetz einführen um die Emission von Treibhausgasen in den Griff zu bekommen, und für einen ungehinderten Ablauf von natürlichen Prozessen sorgen, welche der Atmosphäre einen Teil dieser Gase entziehen können.

Ziel der Klimakonvention ist es letztlich, die Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, das keine allzu grossen Gefahr für das Klimasystem der Erde darstellt. Dieses Ziel gilt es innerhalb einer bestimmten Frist zu erreichen, die es den Ökosystemen erlaubt, sich auf natürliche Weise an die Klimaveränderung anzupassen, die Gewähr dafür bietet, dass die Nahrungsmittelproduktion nicht ge-

ANHANG B

fährdet ist, und die eine umweltgerechte wirtschaftliche Weiterentwicklung ermöglicht.

Der Grossteil der weltweiten Emission von Treibhausgasen stammte und stammt weiterhin aus den Industrieländern, und sie sollten beim Kampf gegen die Klimaveränderung und deren Auswirkungen an vorderster Front stehen

Die Industriestaaten und verschiedene Staaten, deren Wirtschaft im Umbruch begriffen ist – wie beispielsweise in Osteuropa –, müssen auf nationaler Ebene Massnahmen ergreifen, um die Emission von Treibhausgasen einzuschränken. Sie müssen auch die Wälder und Meere schützen, die als Auffangbecken und Reservoirs für Treibhausgase dienen.

Ziel dieser Länder ist es, ihre Emission von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen auf das Niveau von 1990 zu senken. (Die Emission gewisser anderer Treibhausgase, die auch die Ozonschicht schädigen, untersteht der Kontrolle durch andere internationale Vereinbarungen.)

Die Emission von Treibhausgasen in den Entwicklungsländern ist pro Kopf der Bevölkerung immer noch verhältnismässig gering. Für diese Länder, vor allen Dingen den Entwicklungsländern, deren Wirtschaft von fossilen Brennstoffen abhängig ist, könnte die Umstellung auf andere Brennstoffe erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Noch ist vieles ungewiss, was Zeitpunkt, Grössenordnung und regionale Auswirkungen der Klimaveränderung angeht, aber wo die Gefahr von schweren oder irreversiblen Schäden besteht, darf der Mangel an absoluter wissenschaftlicher Sicherheit nicht als Ausrede für das Hinauszögern von Kontrollen vorgebracht werden.

Die Industriestaaten helfen den Entwicklungsländern, die Konvention in die Tat umzusetzen und die Auswirkungen der Klimaveränderung zu bewältigen, indem sie:

- ihnen mit finanzieller und technologischer Unterstützung helfen, die Emission von Treibhausgasen zu messen;
- den auf die schädlichen Auswirkungen der Klimaveränderung besonders anfälligen Ländern helfen, die Kosten für die notwendigen Anpassungen zu decken;

ANHANG B

- ihnen umweltgerechtes technologisches Know-how zur Verfügung stellen und sie bei der Entwicklung von eigenen Technologien unterstützen.

Alle Länder müssen:

- darüber informieren, welche Mengen von Treibhausgasen sie freisetzen und wieviel davon in ihren Auffangbecken gebunden wird und regelmässig Neuerungen in ihren Programmen zur Emissionskontrolle und zur Anpassung an die Klimaveränderung bekanntgeben.
- für eine umweltgerechte Verwaltung und Erhaltung von Auffangbecken für Treibhausgase sorgen, wie sie Pflanzen, Wälder und Meere darstellen.
- bei den Prognosen über die Auswirkung der Klimaveränderung auf Küstenregionen, Wasserreserven und Landwirtschaft zusammenarbeiten.
- zusammenarbeiten, um die von Dürre oder Überschwemmungen bedrohten Gebiete, vor allem in Afrika, zu schützen.
- die Öffentlichkeit über die Klimaveränderung und ihre Auswirkungen informieren und deren Beteiligung an der Planung von Gegenmassnahmen unterstützen und erleichtern.

Obwohl die Klimaveränderung bewältigt werden muss, sollten die Länder auch an einem internationalen Wirtschaftssystem arbeiten, das zu einem umweltgerechtem Wachstum und zu einer umweltfreundlichen Entwicklung in allen Ländern, vor allem aber in den Entwicklungsländern führen könnte. Diese wären dann besser in der Lage, mit den Problemen der Klimaveränderung fertigzuwerden. Massnahmen zur Bekämpfung der Klimaveränderung dürfen nicht willkürlich zur Einschränkung des internationalen Handels benutzt werden.

Die Konvention sieht den Einsatz einer speziellen Institution vor, die den Ländern durch Vermittlung von Finanzen und Technologien helfen soll, die Emission von Treibhausgasen in den Griff zu bekommen und mit der Klimaveränderung fertigzuwerden. Dazu werden unter anderem das Umweltbüro des Entwicklungsprogramms der UN und die Internationale

ANHANG B

Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (Weltbank) gehören.

Damit die Konvention in Kraft tritt, muss sie von der Legislative von mindestens 50 Ländern ratifiziert werden.

Agenda 21: Kap. 35 - Wissenschaft und nachhaltige Entwicklung

Die Umwelt verändert sich zur Zeit auf der ganzen Erde schneller als je zuvor in den vergangenen Jahrhunderten. Das nächste Jahrhundert dürfte entscheidende Umweltveränderungen mit sich bringen, und mit Überraschungen muss gerechnet werden.

Der Verbrauch an Energie, Wasser und nichterneuerbaren Ressourcen nimmt zu, und es kann in vielen Teilen der Welt zu Engpässen kommen, selbst wenn die Umweltbedingungen unverändert blieben.

Die Wissenschaft kann die kluge Bewirtschaftung der Umwelt und die Entwicklung für das tägliche Überleben und die Zukunft der Menschheit unterstützen. Die Wissenschaftler gewinnen immer mehr Erkenntnisse über Probleme wie Klimaveränderung, zunehmender Verbrauch von Ressourcen, Bevölkerungstrends und Schädigung der Umwelt. Mit Hilfe dieser Informationen sollten langfristige Strategien für eine nachhaltige Entwicklung erarbeitet werden.

Angesichts von drohenden irreversiblen Umweltschäden darf das Fehlen letzter wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Ausrede dafür benutzt werden, in sich selbst gerechtfertigte Massnahmen hinauszuschieben. Wenn es um Entscheidungen geht, wäre grosse Vorsicht angebracht, um das Risiko der Zerstörung von komplexen Ökosystemen zu mindern.

Die Regierungen müssen jene Wissenschaften unterstützen, die ein klareres Bild von der Funktionsweise der Umgebung liefern und besser abschätzen können, wie die Erde mit den zunehmenden Forderungen der Menschheit fertigwerden kann. Die Wissenschaftler können Ideen beisteuern, wie Energie und Ressourcen beispielsweise in Industrie, Landwirtschaft und Verkehr effizienter zu nutzen sind.

Wir brauchen Beobachtungen aus dem Weltall, damit wir besser verstehen, wie Atmosphäre, Wasser und Land ein einziges Ökosystem bilden. Gleichzeitig müssen solche „fortschrittlichen Wissenschaften“ mit den besten Erkenntnissen von Eingeborenenvölkern und mit lokalem Wissen verschiedener Kulturen verbunden werden. Die Wissenschaftler müssen in natürlichen Systemen, in Ökologie und in der Bewirtschaftung von Ressourcen ausgebildet werden, damit sie die

ANHANG B

Auswirkungen ihrer Forschungstätigkeit und der daraus abgeleiteten Entwicklungsprojekte auf die Umwelt verstehen.

Die Welt braucht langfristige wissenschaftliche Prognosen über den Vorrat an Ressourcen, über Energieverbrauch, Gesundheitsfolgen und Bevölkerungstrends. Diese Informationen könnten zur Beurteilung von Umwelt und Entwicklung auf lokaler, regionaler und globaler Ebene genutzt werden. Die Beurteilungen müssen in allgemein verständlichen Formen veröffentlicht werden.

Es besteht auch das Bedürfnis nach regelmässigen öffentlichen Diskussionen über die Fähigkeit der globalen und regionalen Lebenserhaltungssysteme zur Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen und der übrigen Natur. Diese Diskussionen sollten insofern zur Entwicklungsplanung beitragen, als sie erkennen lassen, welche empfindlichen Gebiete und Ressourcen noch stärker in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Wissenschaft muss lernen, welche menschlichen Gewohnheiten und Verhaltensmuster Auswirkungen auf die Umwelt haben und wie die Schädigung der Umwelt die globale und lokale Wirtschaft beeinträchtigt.

Die Länder müssen Instrumente für eine nachhaltige Entwicklung ausarbeiten, zum Beispiel:

- Indikatoren für Lebensqualität, Gesundheit, Erziehung, sozialen Wohlstand und Zustand von Umwelt und Wirtschaft.
- wirtschaftliche Anreize, die eine bessere Bewirtschaftung der Ressourcen ermöglichen.
- Methoden zur Umweltverträglichkeitsprüfung neuer Technologien.

Die Regierungen müssen auch:

- Informationen über die Zusammenhänge zwischen dem Zustand von Ökosystemen und der menschlichen Gesundheit auswerten, wenn es gilt, die Kosten und Vorteile verschiedener Entwicklungsverfahren abzuwägen.
- wissenschaftliche Studien durchführen, um national und regional Wege für eine nachhaltige Entwicklung zu finden. Wenn Pläne für eine nachhaltige Entwicklung gemacht werden, muss die Öffentlichkeit beim Abstecken

ANHANG B

der langfristigen Ziele für die Gesellschaft beteiligt werden.

Es braucht mehr Wissenschaftler in allen Ländern, vor allem in den Entwicklungsländern, um Forschungsarbeiten durchzuführen und Empfehlungen für Umwelt und Entwicklung geben zu können. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass den Entwicklungsländern genügend qualifizierte Wissenschaftler zur Verfügung stehen, damit sie bei Verhandlungen über globale Umwelt- und Entwicklungsfragen auf der gleichen Stufe wie die Industrieländer stehen.

Bis zum Jahr 2000 sollte die Zahl der Wissenschaftler in jenen Entwicklungsländern, in denen es an Forschern mangelt, markant zunehmen, und die Auswanderung von Wissenschaftlern aus Entwicklungsländern muss aufgehalten bzw. umgekehrt werden.

Eidgenössische Volksinitiative für einen Solar-Rappen (Solar-Initiative)

Die Volksinitiative lautet:

I

Die Bundesverfassung wird wie folgt ergänzt:

Art. 24^{octies} Abs. 5 (neu)

a. Zur Förderung der Sonnenenergienutzung auf überbauten Flächen sowie der effizienten und nachhaltigen Energienutzung erhebt der Bund eine indexierte Abgabe von 0.1 ansteigend auf 0.5 Rappen pro Kilowattstunde auf dem Endverbrauch der nicht-erneuerbaren Energieträger. Mindestens die Hälfte des Abgabbeertrages wird für die Sonnenenergienutzung verwendet.

b. Bei der Förderung berücksichtigt der Bund regionalwirtschaftliche Anliegen. Er kann spezielle Bestimmungen und Anpassungsfristen für besonders energieintensive Betriebe erlassen. Dem bestehenden und berechtigten Denkmal- und Ortsbildschutz wird Rechnung getragen. Nicht zweckgebundene Abgaben auf Energieträgern können an Stelle der Abgabe nach Buchstabe a verwendet werden.

c. Das Gesetz regelt das Nähere.

II

Die Uebergangsbestimmungen der Bundesverfassung werden wie folgt ergänzt:

Art. 20 (neu)

1Ist die Gesetzgebung innert drei Jahren nach Annahme des Artikels 24^{octies} Absatz 5 der Bundesverfassung nicht rechtswirksam, setzt der Bundesrat auf dem Verordnungsweg unverzüglich Ausführungsbestimmungen in Kraft. Fünf Jahre nach Inkrafttreten dieser Bestimmungen gilt der volle Abgabesatz. Zwanzig Jahre nach Inkrafttreten des vollen Abgabesatzes erlischt Artikel 24^{octies} Absatz 5 der Bundesverfassung.

2Angemessene Beiträge nach Artikel 24^{octies} Absatz 5 Buchstabe a der Bundesverfassung werden auch für bestehende Solaranlagen ausgerichtet, sofern sie bei Annahme dieser Verfassungsbestimmung nicht länger als ein Jahr in Betrieb sind.

Eidgenössische Volksinitiative für die Belohnung des Energiesparens und gegen die Energieverschwendung (Energie-Umwelt-Initiative)

Die Volksinitiative lautet:

I

Die Bundesverfassung wird wie folgt ergänzt:

Art. 24^{octies} Abs. 6 (neu)

- a. Zum Schutze der Umwelt, der Landschaft und des Klimas trifft der Bund Massnahmen, damit der Verbrauch der nicht-erneuerbaren Energieträger stabilisiert und anschliessend schrittweise auf ein verträgliches Mass vermindert wird.
- b. Um diese Ziele zu erreichen, erhebt der Bund eine Lenkungsabgabe auf dem Verbrauch aller nicht-erneuerbaren Energieträger und der Elektrizität von Wasserkraftwerken mit mehr als einem Megawatt elektrischer Leistung. Der Bundesrat legt dazu die Abgabesätze fest. Er berichtet dem Parlament jährlich über die Erreichung der Lenkungsziele.
- c. Die Abgabe ist aussenhandelsverträglich zu gestalten. Bei der Gesetzgebung können befristete Sonderregelungen, insbesondere für besonders energieintensive Betriebe erlassen werden. Indexwirkungen können neutralisiert werden. Regionalwirtschaftliche Anliegen sind zu berücksichtigen, sofern sie den Zielen nach Buchstabe a nicht zuwiderlaufen.
- d. Der Reinertrag wird sozialverträglich und staatsquotenneutral zur Kompensation der Abgabebelastung von Haushalten und Betrieben verwendet. Der Ausgleich begünstigt Haushalte und Betriebe so, dass der sparsame und effiziente Energieeinsatz belohnt wird.

II

Die Uebergangsbestimmungen der Bundesverfassung werden wie folgt ergänzt:

Art. 21 (neu)

Ist die Gesetzgebung drei Jahre nach Annahme des Artikels 24^{octies} Absatz 6 der Bundesverfassung nicht rechtswirksam, setzt der Bundesrat auf dem Verordnungsweg unverzüglich Ausführungsbestimmungen in Kraft. Der Verbrauch der nicht-

ANHANG B

erneuerbaren Energieträger wird innert acht Jahren nach Annahme von Artikel 24^{octies} Absatz 6 der Bundesverfassung stabilisiert und anschliessend während 25 Jahren um durchschnittlich ein Prozent pro Jahr vermindert.

Curriculum vitae

Seit 1996	Doktorand an der ETH Zürich
1998-1999	Kollegiat am Collegium Helveticum
Seit 1995	Nebenamtlicher Mathematik- und Physikdozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz.
1993-1997	Mitglied des Ensembles und (erfolgloser) Direktor des Kleintheater Mausefalle in Solothurn
1993-1996	Lehrtätigkeit im Teilpensum in Mathematik, Biologie und Chemie am Progymnasium Solothurn
1987-1993	Studium der Umweltnaturwissenschaften an der ETH Zürich
1986-1987	Studium der Kunstgeschichte an der Uni Lausanne
1983-1986	Wirtschaftsgymnasium, Kantonsschule Solothurn