

Kapitel 4:
Ökologischer Strukturwandel

4 Ökologischer Strukturwandel

4.1 Umweltpolitik und Einfluss auf Strukturwandel

4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

4.3 Empirische Ansätze: Environmental Kuznets Curves

Literatur:

- Sprenger, R.-U./Britschkat, G./Hild, R. (1981), Umweltschutz und Sektoraler Strukturwandel, ifo-Institut für Wirtschaftsforschung.
- Peichl, A. (2005), Die Evaluation von Steuerreformen durch Simulationsmodelle, Fin.-wiss. Diskussionsbeiträge 05-1, Köln.
- Meyer zu Himmern, A.-C. (1997), Strukturelle Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen zur Bekämpfung des Treibhauseffektes. Eine Allgemeine Gleichgewichtsanalyse für die Schweiz, Verlag GCN.
- Borghesi, S. (1999), The Environmental Kuznets Curve: a Survey of the Literature, FEEM Working Paper 85.99.
- de Bruyn, S.M./Heintz, R.J. (1999), The environmental Kuznets Curve Hypothesis, in: van den Bergh, J.C.J.M. (1999), Handbook of Environmental and Resource Economics, Edward Elgar p. 656-677.
- Perman, R./Ma, Y./McGilvray, J./Common, M. (1999), Natural Resource & Environmental Economics, 3rd ed., Pearson

4.1 Umweltpolitik und Einfluss auf Strukturwandel

Voraussetzung für umweltpolitikinduzierten Strukturwandel → Reaktion der HH/U auf Umweltpolitik

Reaktionen als Folge von:

1. Kosten-, Preis- und Wettbewerbswirkungen:

- Einschränkung (Verbot)/Verteuerung (Gebote, Auflagen, Steuern, Zertifikate) traditioneller umweltbelastender Güter, Inputs, Produktionsverfahren
- Verbilligung umweltfreundlicher Güter, Inputs, Produktionsverfahren, Forschung (Subventionierung)

2. Verringerung der Realeinkommen:

- Rückgang bei Anstieg des allgemeinen Preisniveaus
- Langsamere Anstieg, falls Umweltregulierung Wachstum verlangsamt

3. umweltschutzinduzierten Ausgaben

Folgen für sektorale Outputstruktur:

Angebots- und Nachfragewirkungen in direkt von der Regulierung betroffenen Sektoren, aber auch in vor- und nachgelagerten Sektoren

Angebotsseitige Reaktionen

Änderungen der Zusammensetzung des Produktionsangebots sowie der Produktionstechnologie:

- Installierung von Anlagen zur Vermeidung von Schadstoffen/Recycling
- Anpassung traditioneller Produktionstechnologien
- Investition in Umwelttechnologien
- Entwicklung umweltfreundlicher Produkte
- indirekt: Rückwirkungen neuer Technologien auf Qualität traditioneller Güter / Produktivität anderer Inputs
- Verlagerung des Produktionsstandortes

Nachfrageseitige Reaktionen

- Veränderungen in der Nachfrage der HH und U als Folge der Änderung der (relativen) Güter- und Inputpreise:

Nachfrage nach...

- umweltfreundlichen Produkten / Inputs / Produktionsverfahren ↑
- umweltbelastenden Produkten / Inputs / Produktionsverfahren ↓
- Recycling ↑, Umweltschutzprodukten ↑
- F+E-Leistungen zur
 - Anpassung traditioneller Produktionstechnologien/Produkte ↑
 - Investition in Umwelttechnologien/umweltfreundlicher Produkte ↑
- Nachfragereaktionen als Folge des Rückgangs der Realeinkommen:
 - Nachfrage ↓ (insbes. nach einkommenselastischen Gütern)

Implikationen für Wirtschaftsstruktur

- Intra- und intersektoraler SW aufgrund
 - der Umgestaltung des Güterangebots
 - Beispiel:
 - Transportwesen (Bahn vs. Strasse)
 - Expansion ökologischer Landwirtschaft, Umweltdienstleistungen, Forschungs-/ Bildungssektor
 - der Reallokation von Ressourcen
 - Beispiel:
 - Arbeit (Abwanderung von Arbeitsplätzen von CO₂-intensiven Sektoren hin zu Dienstleistungen + umweltbezogenen Sektoren)
 - Kapital (Investitionen in saubere Technologien)
- Regionaler SW aufgrund von Verlagerung des Produktionsstandortes

Beispiele für speziell auf Strukturwandel ausgerichtete Umweltpolitik

▪ **Schweiz:**

- Waldpolitik: (Waldgesetz)
 - Konzentration auf Schutzwald und Biodiversität
(teilweise auf Kosten staatlicher Unterstützung im privatwirtschaftlichen Bereich → Verstärkung des SWs)
- Energiepolitik: (Energienutzungsbeschluss)
 - Subventionierung von F+E im Bereich Nutzung erneuerbarer Energien, Energieeinsparung
- Agrarpolitik: (Landwirtschaftsgesetz)
 - Direktzahlungen für besondere ökologische Leistungen

▪ **EU:**

- Im Rahmen der GAP (Gemeinsame **Agrarpolitik**):

Instrument: EAGFL (Europäischer Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft)

Ziel: Unterstützung der Strukturreform in der Landwirtschaft in strukturschwachen Gebieten (z.B. neue Beitrittsländer)

Mittel: Agrar-Umweltmaßnahmen, z.B. Förderung

- ökologischen Landbaus
- umweltfreundlicher, extensiver Produktionsverfahren
- von Flächenstilllegung z.B. zur Erhaltung von Artenvielfalt

- Im Rahmen der GFP (Gemeinsame **Fischereipolitik**)

Instrument: FIAF (Finanzinstrument für die Ausrichtung der Fischerei)

Ziel: u.a. Herstellung eines Gleichgewicht zwischen Nutzung und Erhaltung der Fischbestände, Schutz der Meeresgebiete

Mittel: Unterstützung von Bemühungen zur Beschränkung von Fangkapazitäten

- Reduktion von Subventionen
- Abwrackprämien
- finanzielle Unterstützung bei Tätigkeitswechsel, Umschulungen, Vorruhestandsregelungen

- Im Rahmen der **Regionalpolitik**

Instrument: EFRE – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

Ziel: Unterstützung von Regionen mit Entwicklungsrückstand und Strukturproblemen

- Mittel:
- Kofinanzierung von Infrastrukturmaßnahmen
 - Investitionen in kleine und mittlere Unternehmen
 - Förderung von F+E sowie Umweltschutzmassnahmen

4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

Simulationsanalyse: Methode zur empirischen Evaluation von staatlichen Politiken

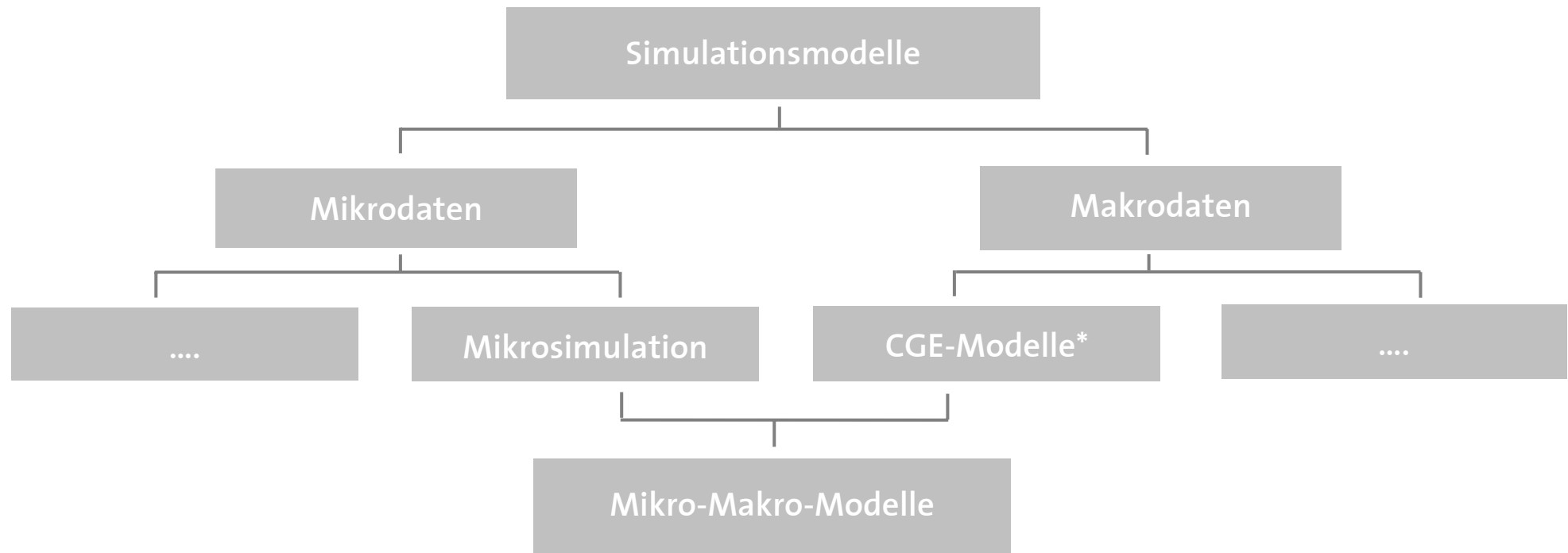
Ziel: ex ante Abschätzung der Wirkungen auf z.B. Beschäftigung, Volkseinkommen, CO₂-Emissionen,...

Vorgehen:

- Nachbildung real existierender Wirtschaftssysteme incl. institutioneller Rahmenbedingungen
- Analyse der allokativen, distributiven, fiskalischen und umweltrelevanten Effekte alternativer Politiken auf diese Systeme
- Art von "ökonomischen Experimenten"

Untersuchte Fragestellungen:

z.B. Auswirkungen von Steuerreformen sowie Änderungen bzgl. staatlicher Transfers

**Makrodaten:**

- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
(Entstehung/Verwendung/Verteilung des BIP;
Input-Outputrechnung: Ermittlung der Produktion +
Verwendung von Waren + Dienstleistungen sowie der
generierten Einkommen)
- Lohn- und Einkommensstatistiken (aggregiert)

Mikrodaten:

- Lohn- und Einkommensstatistiken (Haushaltsebene)
- Mikrozensus (Haushaltsdaten zu Erwerbstätigkeit, Familie, Ausbildung,...)

*CGE = computable general equilibrium

Mikroökonomische Modelle:

- Disaggregierte Modelle auf Basis von Mikrodaten
- Erfassung expliziter Merkmale einzelner Haushalte/Unternehmen
- Untersuchung der direkten Effekte von staatlichen Politiken auf einzelne Wirtschaftssubjekte
→ Aggregation zu gesamtwirtschaftlichen Effekten

Vorteile

Im Vergleich zu Makromodellen:

- detailliertere Darstellung staatlicher Politiken sowie Aussagen über Wirkungen (z.B. Aufkommensabschätzung) möglich
- genauere Abschätzung der Verhaltensparameter der Haushalte
- direktes Ansetzen an Verhalten und Interaktion der Wirtschaftssubjekte

Nachteile

- Notwendige Rechenkapazität
- Repräsentativität und Verfügbarkeit der Daten
- Partialanalyse: aufgrund von hohen Datenerfordernissen und Modellkomplexität nur Endogenisierung von Teilbereichen einer Ökonomie möglich

(z.B. vollständige Modellierung des Haushaltssektors, aber Einbeziehung des Unternehmens-/staatlichen Sektors nur über Einkommenszahlungen und Steuer-/Transferpolitik)

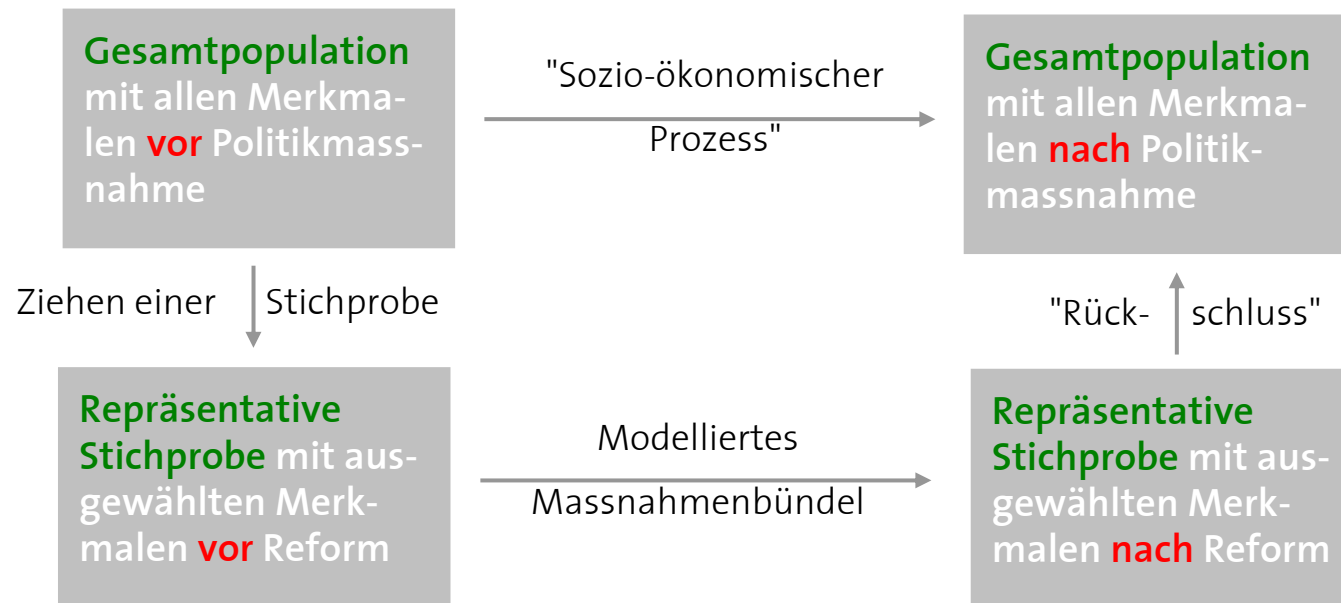
Konsequenz:

- Unvollständige Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Sektoren

(Wirkungen nur auf direkt betroffenen Markt, aber nicht auf vor- und nachgelagerte Sektoren sowie auf Parallelmärkte)

→ unvollständige/falsche Aussagen über gesamtwirtschaftliche Politikwirkungen

Beispiel: Mikrosimulationsmodelle

Vorgehensweise:

Makroökonomische Modelle:

- Aggregierte Modelle Basis von Makrodaten
- Totalanalyse: Umfassend spezifizierte Modelle einer gesamten Ökonomie/Region
(Einbeziehung aller Güter-/Faktormärkte, staatl. Institutionen, Ausland
→ alle Preise endogen)
- Ziel der Analyse:
 - Erfassen und abbilden aller (auch indirekter) Effekte von Politikmaßnahmen
 - Erklärung auch struktureller Effekte von Politikmaßnahmen

Vorteile:

- Totalmodelle → Berücksichtigung aller Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Märkten

Nachteile:

- Hoher Abstraktionsgrad → Vielzahl einschränkender Annahmen notwendig
- Teilweise mangelnde empirische Fundierung von Verhaltens- und Produktionsparametern

Beispiel: CGE-Modelle

CGE-Modelle = Berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle

1. "Berechenbar": Ableitung einer geschlossenen Lösung (aufgrund hoher Komplexität) nicht möglich.

Quantifizierung von Politikeffekten mit Hilfe von approximierenden computergestützten Simulationen auf Grundlage empirischer Daten.

(zum Vergleich: "Analytische Modelle" erlauben die Ableitung einer geschlossenen analytischen Modelllösung.)

2. "Allgemein": Totalanalyse

3. "Gleichgewichtsmodelle": Anpassung der Preise "koordiniert" individuelle Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte, so dass im Gleichgewicht alle Märkte geräumt

(Angebot = Nachfrage)

Modellaufbau:

- Spezifizierung von Gleichungen, die Angebots- und Nachfrageverhalten auf allen Märkten beschreiben
- Annahmen über Verhaltensweisen von HH und U (Nutzen, bzw. Profitmaximierung)
- Ableitung von Gleichgewichtsbedingungen für alle Märkte und makroökonomischen Aggregate
- Schätzung von Parametern der Angebots-, Nachfragefunktionen mithilfe empirischer Daten

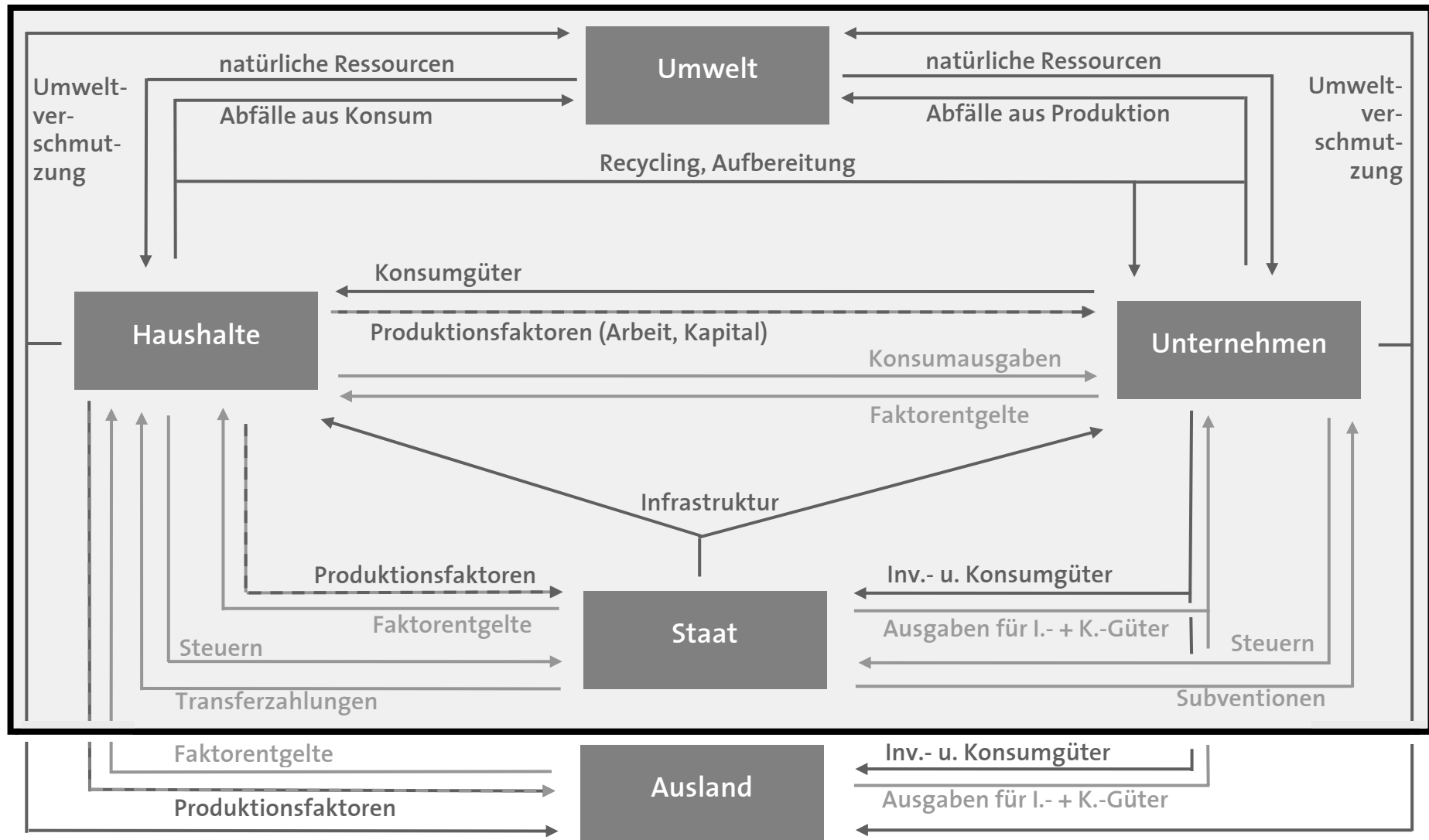
Datengrundlage:

- "Social Accounting Matrix": Zusammenführen von Daten aus
 - Input-Output Tabellen
 - Statistiken zur Einkommensverwendung, -entstehung und verteilung
 - Zahlungsbilanz
 - internationalen Statistiken
 -

4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

Flüsse von Gütern und Faktoren in einer Volkswirtschaft

(Koordination der Märkte über Preise)



Kalibrierung des Modells:

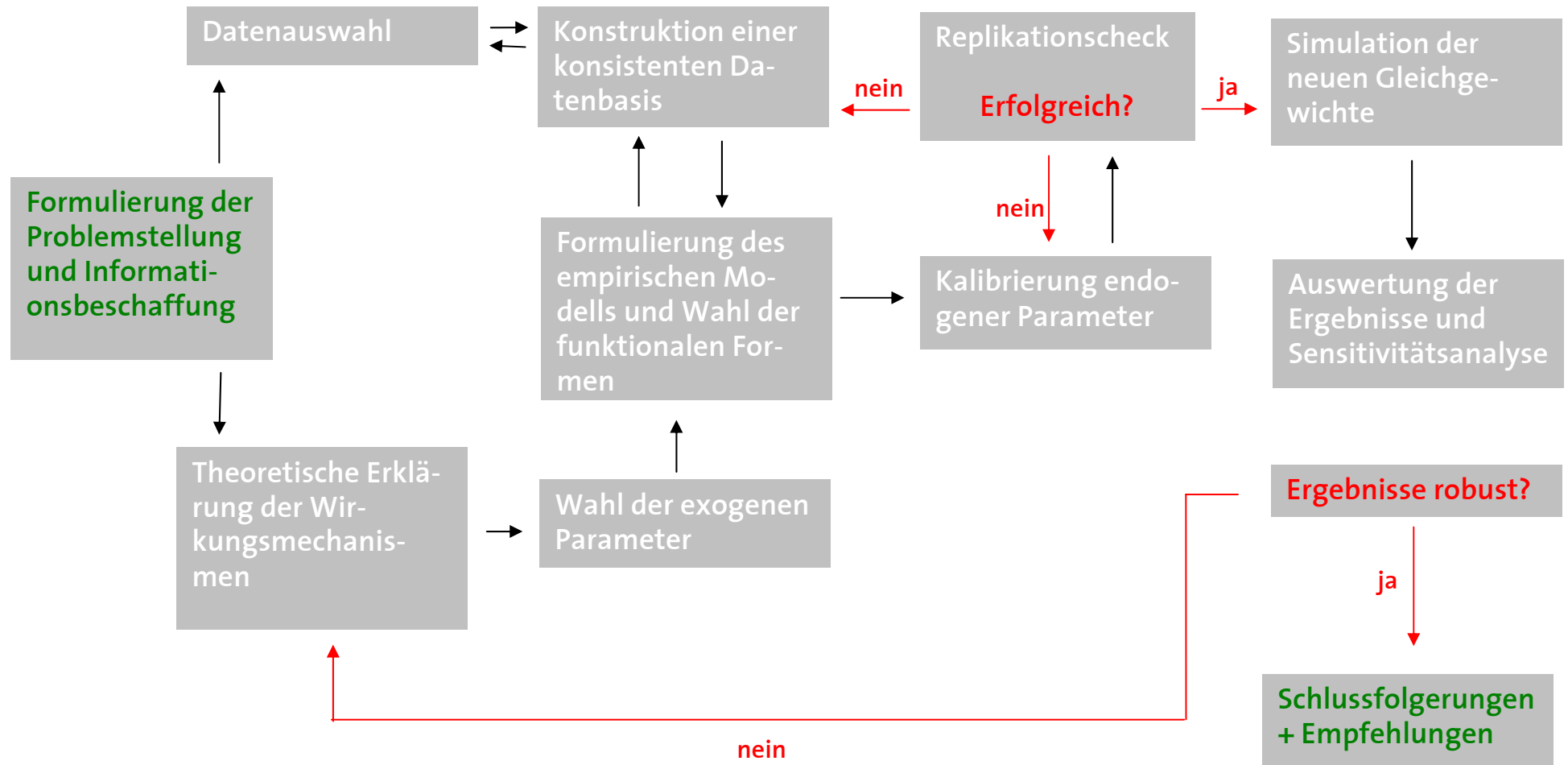
1. Auswahl eines Basisjahres
2. Bestimmung des Ausgangsszenarios:
Kalibrierung der bisher nicht-geschätzten Modellparameter, so dass gleichgewichtige Modelllösung die ökonomischen Daten des Basisjahres repliziert

Auswirkungen eines "Politikschocks"

- Änderung von Modellparametern gegenüber Ausgangsszenario aufgrund politischer Maßnahmen
- Lösung des Modells für neues allgemeines Gleichgewicht und Vergleich mit Ausgangsszenario (für einzelne Sektoren wie für gesamte Ökonomie),

z.B. Schaffung/Verlust von Arbeitsplätzen, Entwicklung des sektoralen Outputs,...

Vorgehensweise



Statische versus dynamische Modelle

Statische Modelle:

- Beschränkung auf eine Periode , bzw. keine zeitliche Dimension
- Bestimmung von Nachfrage- und Angebotsverhalten aus Optimierungskalkül für bestimmten Zeitpunkt
- Auswirkungen auf Zukunft nicht berücksichtigt

Dynamische Modelle:

- Berücksichtigung intertemporaler Entscheidungen der Haushalte und Unternehmen, z.B.
 - Investitionsentscheidungen der Unternehmen
 - Anlageentscheidungen der Haushalte
 - Technologieentwicklung
 - Forschungs-und Entwicklungsanstrengungen

Vorteile dynamischer Modellierung:

Abschätzung/Analyse

- langfristiger Wirkungen von Politikmassnahmen auf BIP, Beschäftigung, Umwelt,...
- inhärent intertemporaler Probleme (staatliche Defizite, Ressourcenbewirtschaftung, ...)

möglich

Nachteile dynamische Modellierung:

- Erhöhung der Komplexität der Modelle
 - Anstieg der benötigten Rechenkapazität oder
 - Einführung restriktiverer (einfacherer) Verhaltensannahmen notwendig

Ein Allgemeines Berechenbares Gleichgewichtsmodell für die Schweiz

(Meyer zu Himmern 1997)

Ziel:

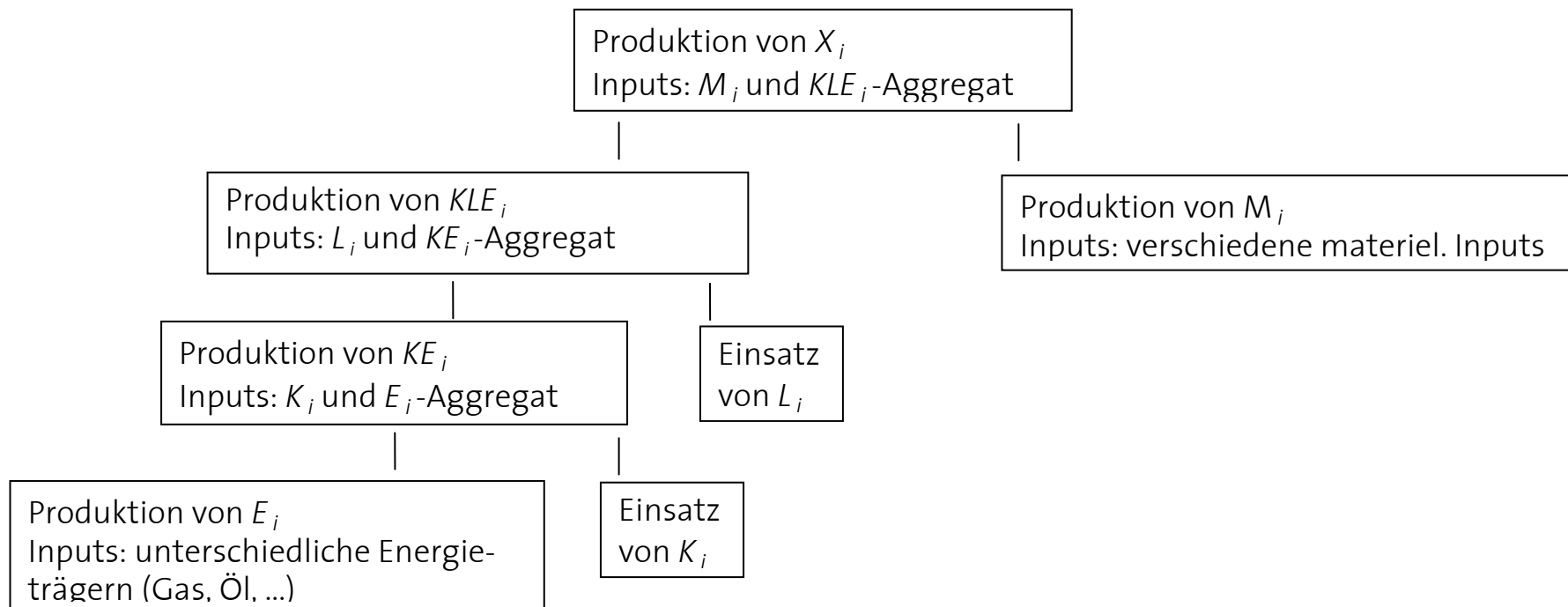
- Bestimmung der Effekte der Einführung einer CO₂-Abgabe für die Schweiz
- Im Mittelpunkt: Effekte auf
 - Emissionsniveau
 - Beschäftigung
 - Wohlfahrt
- Untersuchung verschiedener umweltpolitischer Szenarien bzgl.
 - Höhe der Steuersätze
 - Ausnahmeregelungen für bestimmte Sektoren
 - nationaler Alleingang versus Koordination mit EU-Politik

Das Modell:

- Datengrundlage: Input-Output-Tabelle 1990
- Modellierung der Produktions-/Nachfrageseite sowie des Außenhandels und des öffentl. Sektors

Produktionsseite:

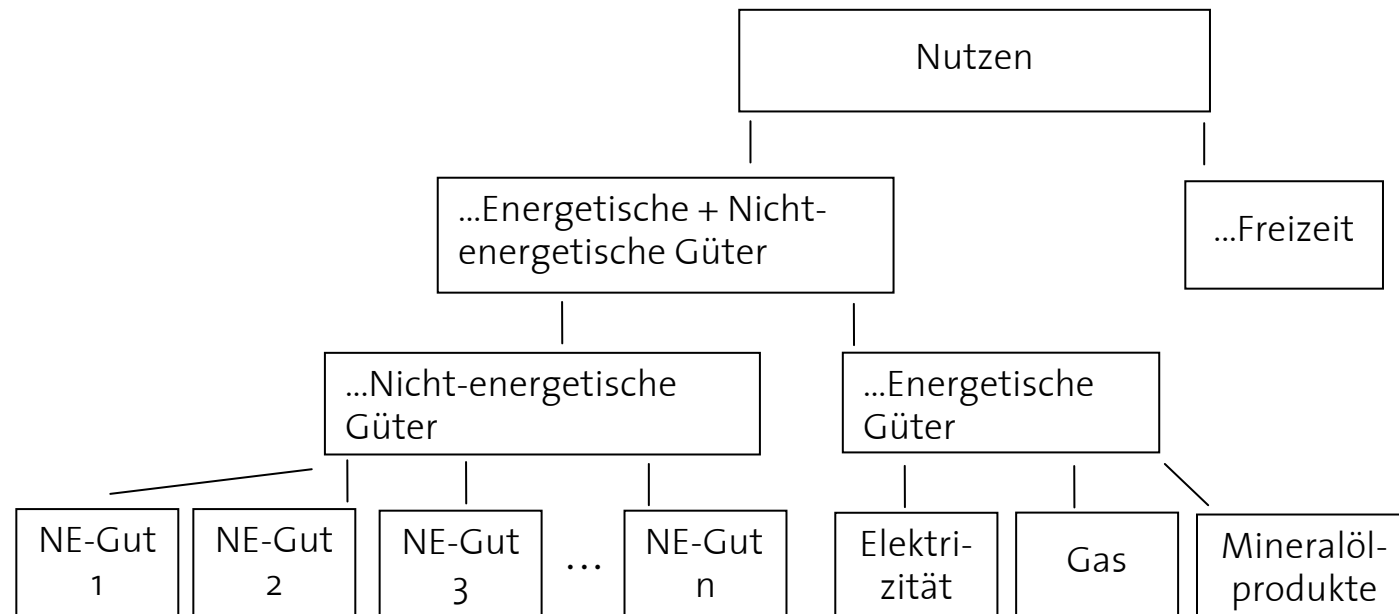
- Produktion Endprodukte X_i , $i = 1, \dots, n$, aus: Kapital (K_i), Arbeit (L_i), Energie (E_i), Material (M_i)
- "genestete" Produktionsfunktionen:



4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

- Auf jeder Produktionsstufe: Annahme spezieller Produktionsfunktionen mit entsprechenden Substitutionsmöglichkeiten zwischen Inputfaktoren
(Schätzung mit Hilfe empirischer Daten)
- Verhaltensannahme bzgl. Produzenten: Gewinnmaximierung

Nachfrageseite: Konsum von nicht-energetischen und energetischen Gütern:



4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

- Verhaltensannahme Haushalte: Nutzenmaximierung bei Beachtung der Budgetbeschränkungen
 - finanzielle Budgetbeschränkung: Einn. aus Kapital + Arbeit = Ausg. für Güter + Steuern
 - zeitliche Budgetbeschränkung: Aufteilung der verfügbare Zeit in Arbeitszeit + Freizeit
- Gesamtwirtschaftlicher Nutzen: Aggregat der individuellen Nutzen

Außenhandel:

- Schweiz als "kleines Land" → kann Weltmarktpreise nicht beeinflussen
- In- und ausländische Güter sind unvollkommene Substitute → unterschiedliche Preise möglich
- Auch Energieleistungen können gehandelt werden
- Kapital und Arbeit nicht international handelbar (kurzfristige Betrachtung)

Öffentlicher Sektor:

- Berücksichtigung der Nachfrage des Staates nach Gütern und Faktoren
- Staatseinnahmen: Steuern (Lohn- und Energiesteuern) sowie Importabgaben

Politiksznarien

- CO₂-Steuer: Preiserhöhungen in % bei verschiedenen Steuerszenarien

Szenario \ Energieträger	1	2	3	4
Gas	7%	14%	21%	28%
Mineralöl	11.25%	22.5%	33.75%	45%
Elektrizität	0%	0%	0%	0%

- Bemessungsgrundlage der Besteuerung:
 - Fall a) Besteuerung des Endenergieverbrauchs (enge Steuerbasis)
 - Fall b) Besteuerung des Gesamtenergieverbrauchs – incl. Produktionssektor (breite Steuerbasis)
- Rückverteilung der Steuereinnahmen aus CO₂-Steuer über Senkung des Lohnsteuersatzes

Simulationsergebnisse

	Wohlfahrt	BIP	Beschäftigung	Lohnsteuersatz	Einsatz von Öl und Gas	CO ₂ -Ausstoß
	↓	↓	↑	↓	↓	↓
Änderung (in %) in Abh. von Szenario und Steuerbasis	-0.03 bis -0.3	-0.01 bis -0.46	0.01 bis 0.2	0 bis -2	Öl: -0.5 bis -38 Gas: -0.05 bis -30	-2.3 bis -24.62

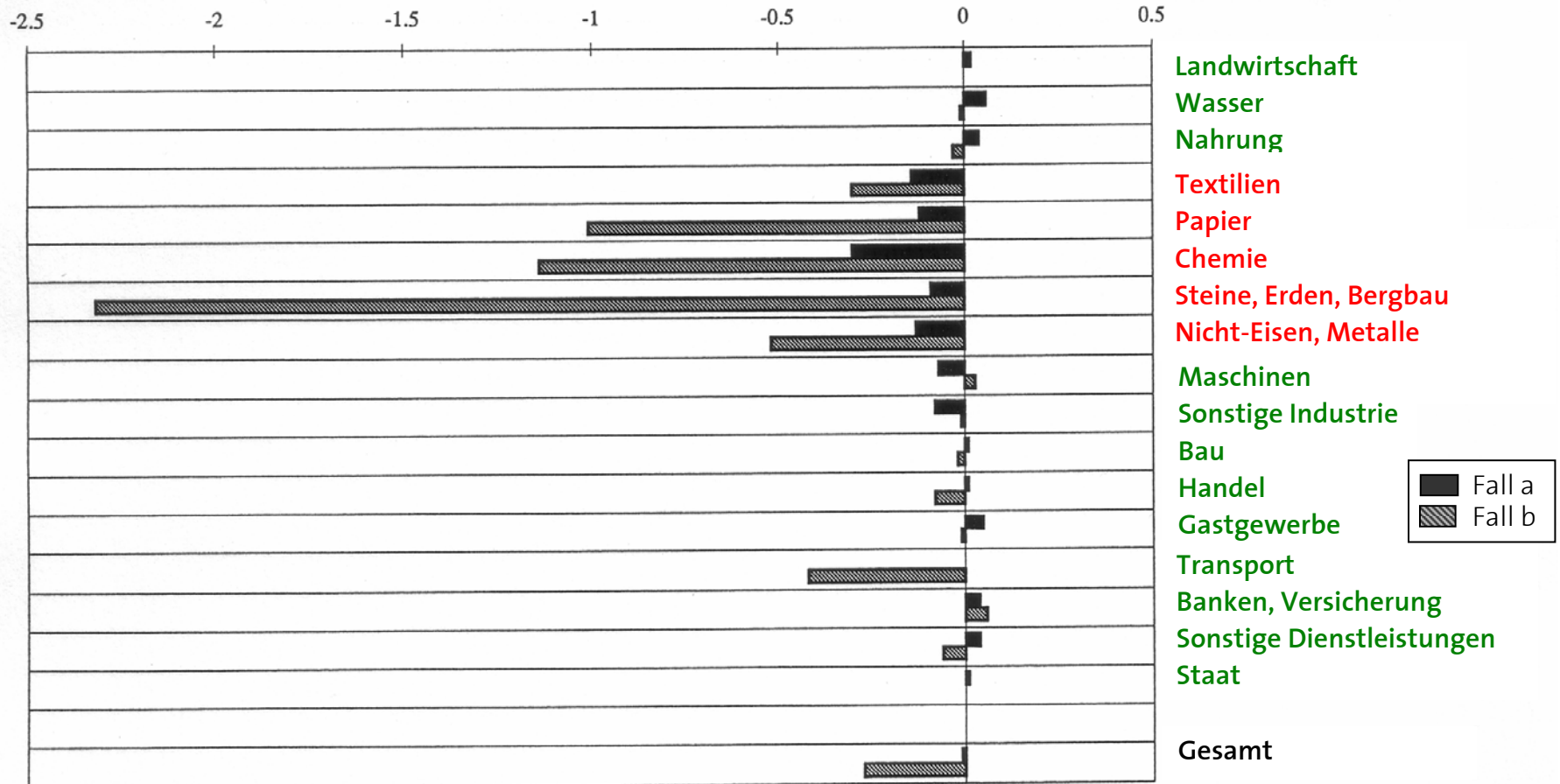
Ökonomische Intuition:

- Wohlfahrtsrückgang:
 - ausschließliche Berücksichtigung „ökonomischer“ Komponenten (Güter und DL)
 - Intuition: Wohlfahrtsrückgang geringer, bzw. sogar -anstieg bei Beachtung von Nutzen aus gesteigerter Umweltqualität

- Beschäftigungsanstieg:
 - Senkung der Lohnsteuersätze
 - Durch CO₂-Steuer: Anstieg der Preise für Öl und Gas
 - Substitution von Energie durch relativ billiger gewordene Faktoren (Arbeit, Kapital)
- Verstärkung der Effekte bei steigendem Steuersatz und Verbreiterung der Steuerbasis
- Sektorale Veränderungen: Unterschiede je nach Energie- und Arbeitsintensität der Sektoren

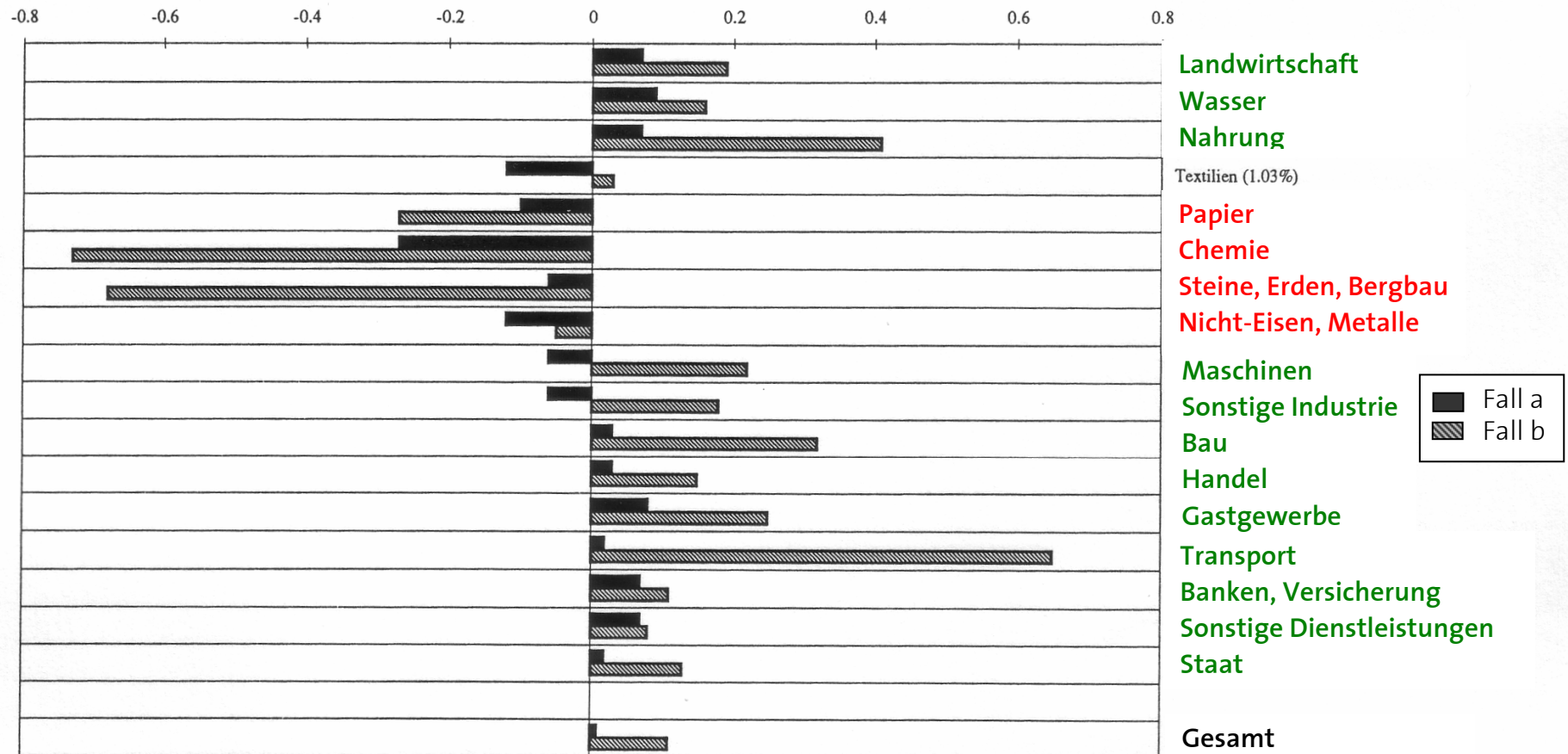
4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

Prozentuale Veränderung des Produktionsvolumens in den Sektoren



4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

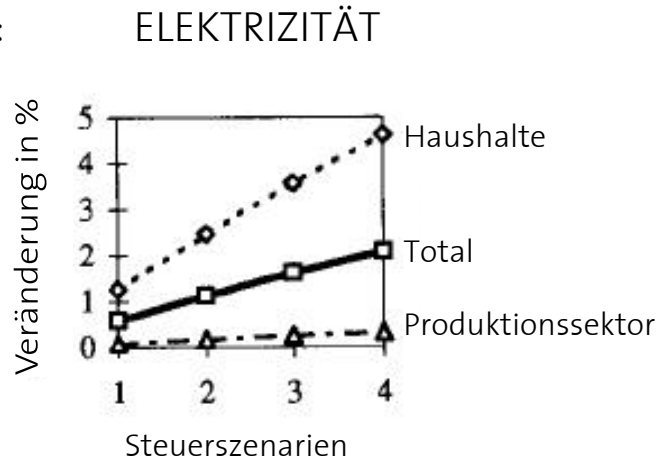
Prozentuale Veränderung der Beschäftigung in den Sektoren



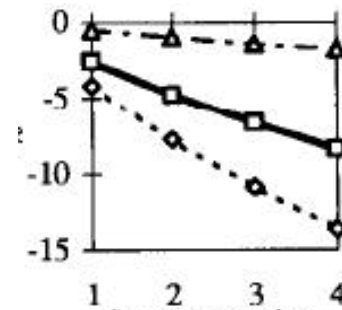
4.2 Modellbasierte Simulation struktureller Auswirkungen von Umweltpolitik

Entwicklung des Energieverbrauchs:

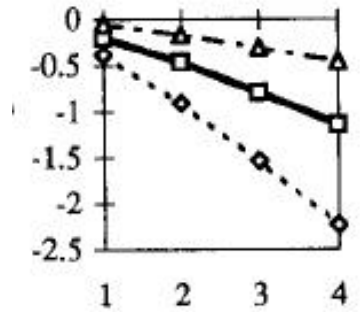
Enge Steuerbasis:



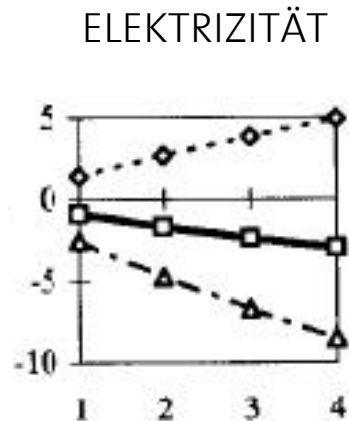
MINERALÖLPRODUKTE



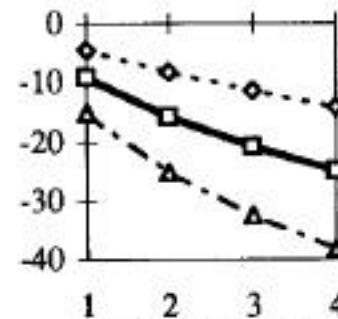
GAS



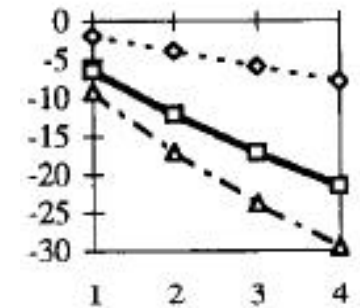
Breite Steuerbasis:



MINERALÖLPRODUKTE



GAS



Kritik an verwendetem Modell

- Kurzfristige Perspektive des Modells: Vernachlässigung der Wirkungen von
 - Technologieentwicklung
 - Wirtschaftswachstumauf BIP- und Beschäftigungseffekte

- Vernachlässigung unfreiwilliger Arbeitslosigkeit
 - Lohnsatz passt sich sofort bei Änderung der Arbeitsnachfrage / des Arbeitsangebotes an
 - Arbeitsmarkt, ebenso wie andere Märkte, immer im Gleichgewicht
 - Arbeitslosigkeit nur freiwilliger Natur: Arbeitnehmer arbeiten freiwillig weniger und erhöhen Freizeit, wenn Lohnsatz sinkt.
 - Bei z.B. Lohnrigiditäten → unfreiwillige Arbeitslosigkeit möglich

Schweizer CO₂-Gesetz

- Ziel CO₂-Gesetz: -10% CO₂-Emissionen
 Ziel Kyoto: -8% Treibhausgas-Emissionen im Ø von 2008-12 im Vergleich zu 1990
 Stand(2003): Rückgang der Treibhausgasemissionen um ca. 1% im Vergleich zu 1990

Massnahmen

fossile Brennstoffe: • CO₂-Abgabe falls Emissionen Richtwert im Vergleich zu 1990 überschreiten

(Stand: 14.12.06)

ab:	Höhe (CHF/t CO ₂):	Richtwert:
2008 / 2009 / 2010	12 / 24 / 36	94% / 90% / 86,5%

- Rückverteilung: über Krankenkassen und AHV-Lohnsumme

Treibstoffe: freiwilliger Klimarappen (1.5 Rappen pro l Benzin/Diesel)

- Testphase bis Ende 2007, falls kein Erfolg: CO₂-Abgabe
- Mittelverwendung:
 - Inland: Förderung Biotreibstoffe, Gebäudesanierung
 - Ausland: Zukauf von CO₂-Zertifikaten

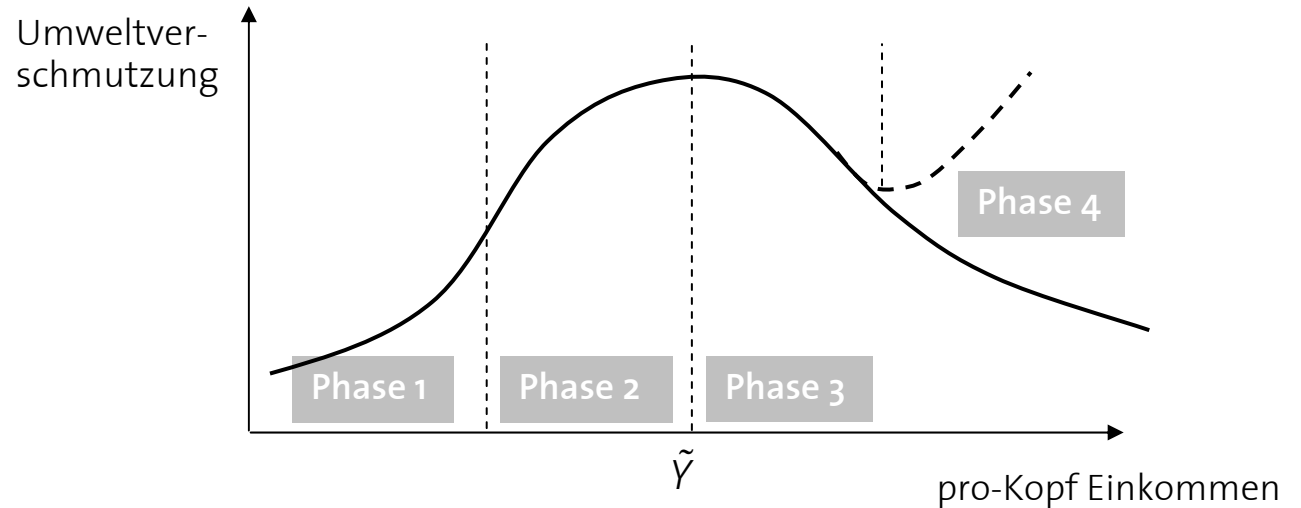
4.3 Empirische Ansätze: Environmental Kuznets Curves (EKC)

- Empirische Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Umweltverschmutzung und pro-Kopf Einkommen.
- Postulat:
 - zunächst Anstieg der Verschmutzung mit steigendem pro-Kopf Einkommen, dann wieder Rückgang
→ invers u-förmiger (glockenförmiger) Zusammenhang (EKC)
 - Umweltverschmutzung nur als temporäres Phänomen
 - Wachstum als Ursache und Lösung des Umweltproblems:

"the strong correlation between incomes and the extent to which environmental protection measures are adopted demonstrates that, in the longer run, the surest way to improve your environment is to become rich"

Beckerman (1992)

Environmental Kuznets Curve:



I:	Umweltverschmutzung	steigt	schneller als	pro-Kopf Eink.	
II:	"	steigt	langsamer als	"	→ relative Entkopplung von Wachstum + U-verschmutzung
III:	"	sinkt	bei Anstieg des	"	→ absolute Entkopplung
(IV:	"	steigt	bei Anstieg des	"	→ Wiederankopplung (n-förmiger Zusammenhang))

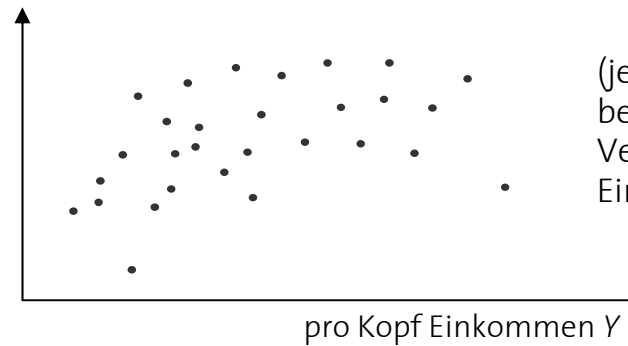
Intuition Phase IV: Grenzen des technischen Fortschritts bzgl. Einsatz von Material pro Outputeinheit

Schätzung des Umweltverschmutzungs-Einkommens-Zusammenhangs

- Daten:
 - Einkommensdaten: Penn World Tables
 - Umweltdaten:
 - GEMS = Global Environmental Monitoring System (WHO und UNEP)
 - Toxic Release Inventory, World Development Report (Weltbank),...
- Problem: viele Datenreihen noch nicht länger als 20 bis 30 Jahre
 - zu kurz, um Einkommens-Verschmutzungs-Zusammenhang in einem Land über größere Bereiche der Einkommensentwicklung zu verfolgen.
 - selten Analyse nur eines Landes über die Zeit (time series) möglich
- Konsequenz:
 - Verwendung von Daten für Verschmutzung und Einkommen aus verschiedenen Ländern über jeweils verfügbare Jahre und Kombination zur einer EKC-Kurve
- implizite Annahme:
 - Länder weisen alle die gleiche EKC auf, Unterschiede nur bzgl. Position auf EKC-Kurve

4.3 Empirische Ansätze: Environmental Kuznets Curves

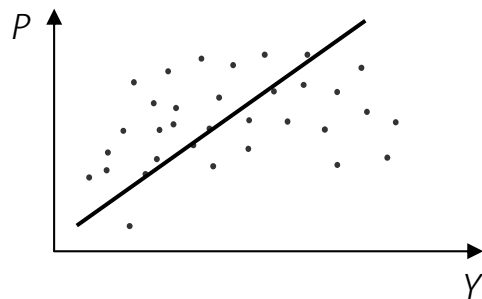
- o graphische Darstellung: Umweltverschmutzung P (z.B. SO₂-Emissionen)



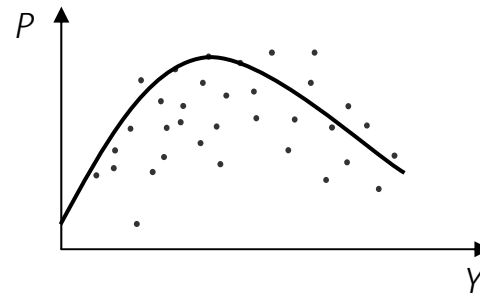
(jeder Punkt entspricht einer beobachteten Kombination von Verschmutzung und pro Kopf Einkommen Y)

- Schätzung des Einkommens-Verschmutzungs-Zusammenhangs:

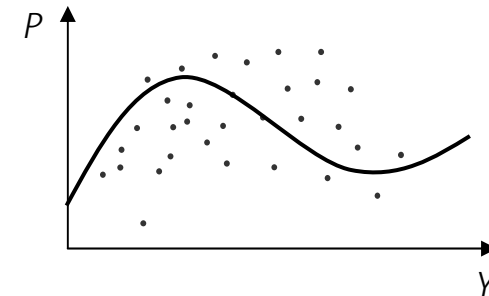
- o Schätzung des funktionalen Zusammenhangs zwischen Y und P , z.B.



$$P = \alpha + \beta_1 Y + e$$



$$P = \alpha + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + e$$



$$P = \alpha + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + \beta_3 Y^3 + e$$

α = einkommensunabhängige Verschmutzung

β = relative Bedeutung der jeweiligen erklärenden Variable (z.B. pro Kopf Einkommen Y)

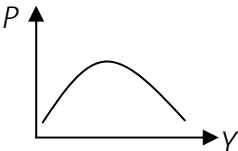
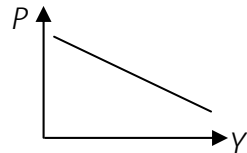
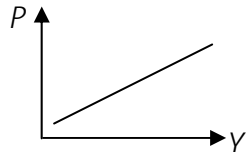
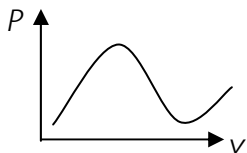
e = Fehlerterm (Abweichung von geschätztem Wert)

- Auswahl der Spezifikation, die empirischen Zusammenhang am Besten widerspiegelt
→ hier: mittlere Kurve
- Schätzung der Parameterwerte für α und β 's, so dass Abweichungen von Datenpunkten möglichst gering
- möglicherweise Berücksichtigung weiterer erklärender Variablen,... (z.B. Z_1 = Bevölkerungsdichte, Z_2 = Industrialisierungsgrad, ...):

$$P = \alpha + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + \beta_3 Z_1 + \beta_4 Z_2 + \dots + e$$

- Probleme: a priori Annahmen über funktionale Form können Schätzergebnis beeinflussen

Schätzergebnisse

Bei steigendem pro-Kopf Einkommen...	z.B. für...	
<ul style="list-style-type: none"> • EKC 		<ul style="list-style-type: none"> • Schmutzpartikel • Luftverschmutzung (SO₂, NO_x) • Abholzung tropischer Wälder • CO₂-Emissionen (Rückgang bei z.T. sehr hohen Einkommensniveaus)
<ul style="list-style-type: none"> • Rückgang der Verschmutzung 		<ul style="list-style-type: none"> • Wasserqualität (Bleigehalt) • Zugang zu sauberem Wasser
<ul style="list-style-type: none"> • Anstieg der Verschmutzung 		<ul style="list-style-type: none"> • Hausmüll • CO₂-Emissionen
<ul style="list-style-type: none"> • N-förmiger Verlauf der Verschmutzung 		<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Emissionen

Probleme bzgl. Aussagekraft/Relevanz der EKC -Analyse:

- Schätzergebnisse häufig nicht einheitlich z.B. Einkommenschwellen, z.B.

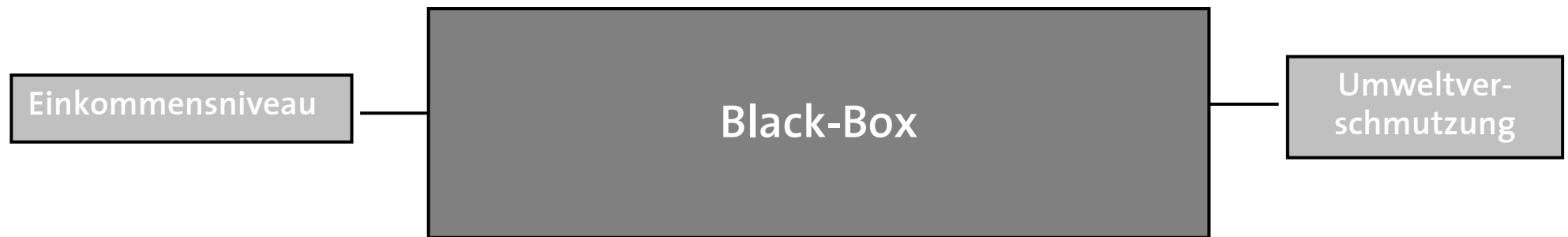
Verschmutzungsindikator	EKC-Maximum (US \$)
CO	16.300 – 24.600
SO ₂	6700 – 11300

Quelle: Werte von Grossman/Krueger 1995, Selden/Song 1994, Cole/Rayner/Bates 1997, zitiert nach Yandle/Vijayaraghavan/Bhattarai 2002

Gründe: Unterschiede bzgl. Daten, Schätzmethoden, Länderauswahl

- Relevanz der EKC-Analyse bzgl. der Entwicklung eines Gesamtumweltqualitätsindikators
→ Zusammensetzung eines solchen Indikators? (Gewichtung der Einzelindikatoren?)
- Vergleichbarkeit der Verschmutzungsindikatoren (Emissionen vs Konzentrationen)

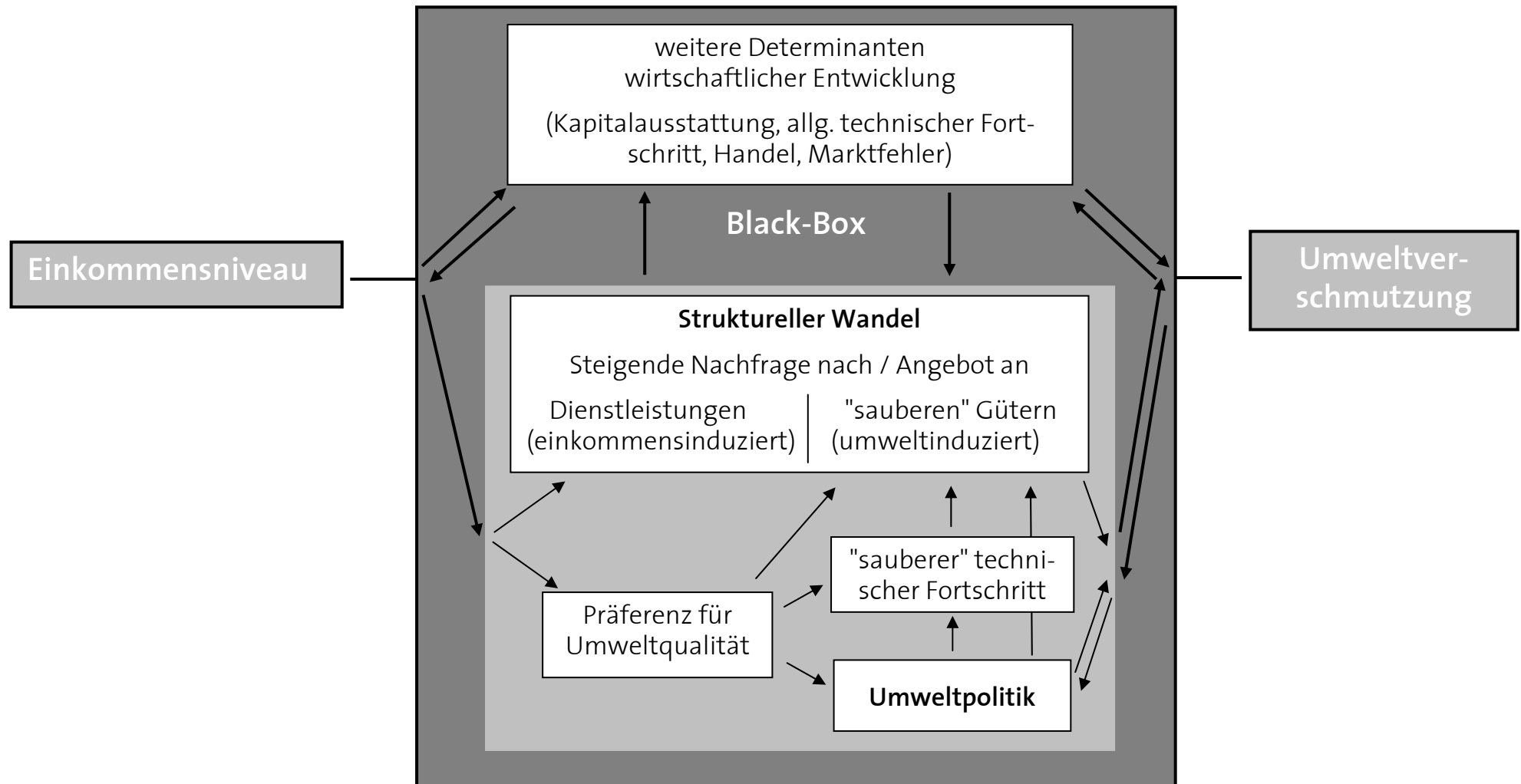
- EKC-Analyse beschreibt empirischen Zusammenhang zwischen Einkommen und Verschmutzung, erklärt ihn aber nicht → **Black Box**



ABER: Identifizierung der Ursachen für Entwicklung notwendig, um z.B.

- o geeignete umweltpolitische Maßnahmen zu implementieren
- o Rolle des Strukturwandels zu erkennen

Inhalt der Black Box: kausaler Zusammenhang zwischen Einkommen + Umweltverschmutzung



Erklärungsansatz für unterschiedlichen Verlauf des Einkommens-Verschmutzungs-Zusammenhangs:

Rückgang der Verschmutzung zunächst bei Schadstoffen mit

- hoher räumliche und zeitlicher Nähe der zu erwartenden Schäden
- relativ geringen Internalisierungskosten

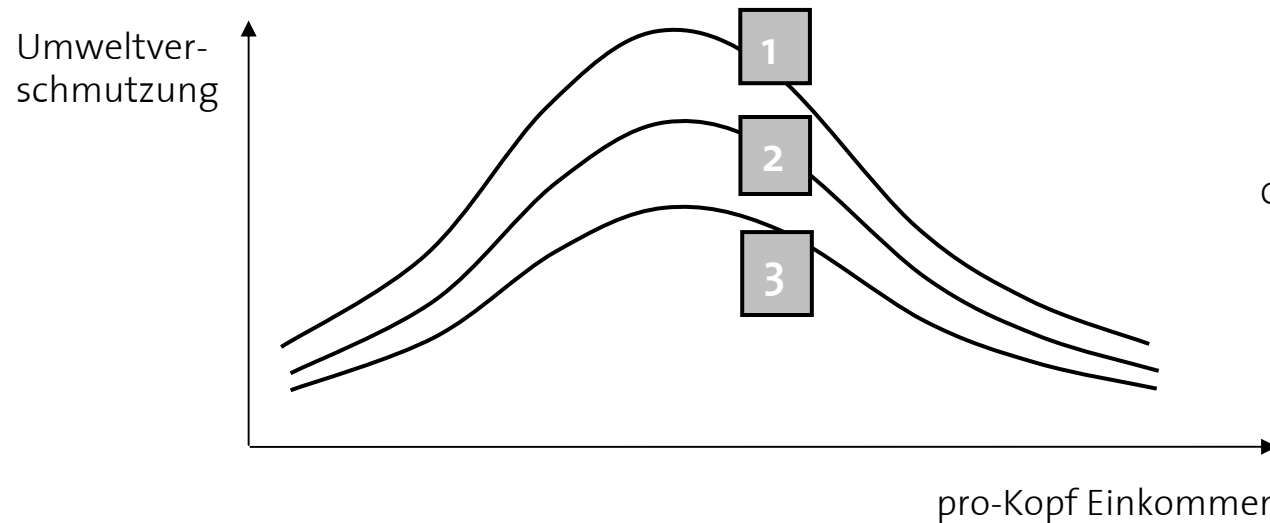
Beispiele: Wasserqualität, SO₂

Gegenbeispiel: CO₂

Umweltpolitik und EKC-Analyse

- extreme Position: keine Umweltpolitik notwendig, da langfristig Förderung des Wachstums ausreichend zur Lösung des Umweltverschmutzungsproblems
- ABER:
 1. EKC-Zusammenhang nur für einzelne Indikatoren geschätzt
 2. nicht eindeutig, was für Entkopplungsprozess ursächlich verantwortlich
 3. Pro-Kopf Einkommen in den meisten Ländern (weit) unter Einkommenschwellen
→ zunächst weiterer Anstieg der weltweiten Verschmutzung zu erwarten
 4. möglicher Wiederanstieg der Verschmutzung ab bestimmten Einkommensniveau

Umweltpolitik → Einfluss auf Lage (Niveau) der EKC



Quelle: Panayotou 1997

- 1: • Eigentumsrechte ungenügend definiert, Externalitäten nicht internalisiert, Ressourcennutzung und Verschmutzung subventioniert
- 2: • Abschaffung Subventionierung der Umweltverschmutzung
- 3: • umweltschädliche Subventionen abgeschafft, Externalitäten internalisiert, Eigentumsrechte definiert

Postulat: Umweltpolitik sorgt für Verringerung des Ordinaten-Achsenabschnitts sowie Abflachung der Kurve